

Serie: Tesis de Posgrado  
e-Book

# CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

PROCESOS SITUADOS DE APRENDIZAJE EN  
CURSOS BÁSICOS DE PROGRAMACIÓN:  
VOLVERSE MIEMBRO DE UNA COMUNIDAD

**Ana Leticia Losano**

Esta obra es fruto de una investigación que busca analizar y describir los procesos situados de aprendizaje en cursos introductorios de programación destinados a alumnos universitarios de primer año que estudian ciencias de la computación. La investigación se llevó a cabo estudiando el ingreso a la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación de la Facultad de Matemática, Astronomía y Física de la Universidad Nacional de Córdoba. La perspectiva teórica que fundamenta esta tesis es la teoría del aprendizaje situado que permite una aproximación amplia al problema de investigación, trayendo al primer plano las relaciones, mutuamente constitutivas, de las comunidades sociales y de las identidades de las personas. Bajo este enfoque, el problema del ingreso a la carrera puede analizarse como el encuentro entre los estudiantes recién llegados y la comunidad de la carrera a la que los alumnos pretenden integrarse. Utilizando una metodología cualitativa, los datos fueron recolectados a través de cuatro meses de trabajo de campo etnográfico focalizado en la materia Introducción a los Algoritmos que es el primer curso del plan de estudios fuertemente relacionado con la programación. Mediante el trabajo de campo fue posible tomar contacto con las experiencias y dificultades que seis estudiantes y tres docentes del primer año vivían cotidianamente. Los registros etnográficos fueron complementados y contrastados con entrevistas realizadas a los informantes principales del trabajo de campo. Una exhaustiva descripción del terreno de la investigación y del cotidiano de docentes y estudiantes en el mismo permite situar el análisis que se desglosa en cuatro categorías emergentes. La primera categoría, considerando al aprendizaje como un proceso cultural, social e históricamente situado, analiza qué es lo que los estudiantes aprenden durante el ingreso a la carrera. La segunda categoría se focaliza en una de las prácticas que, por el lugar que ocupa en el currículum, es central para lograr un buen desempeño en la materia: la construcción de demostraciones formales. La tercera categoría analiza las características de las comunidades de práctica de las cuales los estudiantes con los que se trabajó se volvieron miembros, analizando las trayectorias que cada uno de ellos recorrió dentro de las mismas. Por último, la cuarta categoría se refiere a la construcción de las identidades, del éxito y del fracaso como procesos sociales, culturales e históricos en los que intervienen una multiplicidad de personas. Las permanentes relaciones establecidas entre los análisis realizados al interior de cada categoría permiten dar cuenta de las variadas trayectorias, vivencias y experiencias de los estudiantes participantes de la investigación en su intento por volverse miembros de una comunidad educativa particular.



**Ana Leticia Losano** es profesora en Física, egresada de la Facultad de Matemática, Astronomía y Física de la UNC.

Desde hace 5 años trabaja dentro del Grupo de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología – Área Matemática de la FaMAF. También colabora con grupos internacionales dedicados a la Educación Matemática: Grupo de Pesquisa da Prática Pedagógica em Matemática de la Faculdade de Educação de la Universidade Estadual de Campinas, bajo la dirección del Dr. Darío Fiorentini y Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática de la Universidade Estadual Paulista.

Sus principales intereses de investigación son la formación de profesores, la constitución de la identidad profesional, el uso de tecnologías y la construcción de las ideas de éxito y fracaso en matemática. Sus investigaciones siempre han estado orientadas por enfoques teóricos que enfatizan el carácter social, cultural e histórico del aprender y enseñar matemática.

Luego de defender su tesis doctoral realiza un pos doctorado en la Universidad Estadual Paulista bajo la dirección del Dr. Marcelo Borba. Dicho proyecto estuvo centrado en el análisis de la problemática del uso de tecnologías en educación matemática, buscando construir vínculos entre la teoría del aprendizaje situado – utilizada como enfoque teórico en esta tesis. Actualmente posee una beca de pos doctorado, otorgada por el CONICET para investigar el tránsito desde la formación inicial al comienzo del ejercicio profesional de profesores de matemática.

PROCESOS SITUADOS DE APRENDIZAJE EN CURSOS  
BÁSICOS DE PROGRAMACIÓN: VOLVERSE MIEMBRO  
DE UNA COMUNIDAD

Ana Leticia Losano

Losano, Ana Leticia

Procesos situados de aprendizaje en cursos básicos de programación: volverse un miembro de una comunidad. - 1a ed. - Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2014. E-Book.

ISBN 978-950-33-1110-3

1. Pedagogía. 2. Aprendizaje. I. Título  
CDD 370.15

Fecha de catalogación: 11/03/2014

Diseño de portada: Manuel Coll



Procesos situados de aprendizaje en cursos básicos de programación: volverse un miembro de una comunidad por Ana Leticia Losano se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Facultad de Filosofía y Humanidades

Decano Dr. Diego Tatián

Vicedecana Dra. Beatriz Bixio

Editorial / Secretaría de Investigación, Ciencia y Técnica

Dra. Jaqueline Vassallo

Serie Tesis de Posgrado

Comité editorial:

Dr. Carlos Martínez Ruiz

Dra. María del Carmen Lorenzatti

Dra. Bibiana Eguía

Lic. Isabel Castro



*Bailad, bailad.  
De lo contrario estamos perdidos.*

*PINA BAUSCH*

*A Irene y Chiquina.*

*Ellas me enseñaron que la alegría es una  
herramienta posible frente a cualquier  
circunstancia.*

## RESUMEN

---

Esta tesis es fruto de una investigación que busca analizar y describir los procesos situados de aprendizaje en cursos introductorios de programación destinados a alumnos universitarios de primer año que estudian ciencias de la computación. La investigación se llevó a cabo estudiando el ingreso a la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación de la Facultad de Matemática, Astronomía y Física de la Universidad Nacional de Córdoba.

La perspectiva teórica que fundamenta esta tesis es la teoría del aprendizaje situado que permite una aproximación amplia al problema de investigación, trayendo al primer plano las relaciones, mutuamente constitutivas, de las comunidades sociales y de las identidades de las personas. Bajo este enfoque, el problema del ingreso a la carrera puede analizarse como el encuentro entre los estudiantes recién llegados y la comunidad de la carrera a la que los alumnos pretenden integrarse.

Utilizando una metodología cualitativa, los datos fueron recolectados a través de cuatro meses de trabajo de campo etnográfico focalizado en la materia *Introducción a los Algoritmos* que es el primer curso del plan de estudios fuertemente relacionado con la programación. Mediante el trabajo de campo fue posible tomar contacto con las experiencias y dificultades que seis estudiantes y tres docentes del primer año vivían cotidianamente. Los registros etnográficos fueron complementados y contrastados con entrevistas realizadas a los informantes principales del trabajo de campo.

Una exhaustiva descripción del terreno de la investigación y del cotidiano de docentes y estudiantes en el mismo permite situar el análisis que se desglosa en cuatro categorías emergentes. La primera categoría, considerando al aprendizaje como un proceso cultural, social e históricamente situado, analiza qué es lo que los estudiantes aprenden durante el ingreso a la carrera. La segunda categoría se focaliza en una de las prácticas que, por el lugar que ocupa en el currículum, es central para lograr un buen desempeño en la materia: la construcción de demostraciones formales. La tercera categoría analiza las características de las comunidades de práctica de las cuales los estudiantes con los que se trabajó se volvieron miembros, analizando las trayectorias que cada uno de ellos recorrió dentro de las mismas. Por último, la cuarta categoría se refiere a la construcción de las identidades,

del éxito y del fracaso como procesos sociales, culturales e históricos en los que intervienen una multiplicidad de personas. Las permanentes relaciones establecidas entre los análisis realizados al interior de cada categoría permiten dar cuenta de las variadas trayectorias, vivencias y experiencias de los estudiantes participantes de la investigación en su intento por volverse miembros de una comunidad educativa particular.

## AGRADECER...

---

Esta tesis es también un proceso y un producto colectivo del que participaron y al que contribuyeron distintas personas. Quiero aquí agradecerles:

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y al Ministerio de Ciencia y Tecnología de la provincia de Córdoba, que financiaron esta investigación.

A la Secretaría Académica de la Facultad de Matemática, Astronomía y Física de la UNC que me brindó múltiples datos sobre la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación y sus alumnos. Particularmente quiero agradecer a la Dra. Patricia Kisbye, Secretaria Académica, y a María José Montesana, del Departamento de Alumnos de la facultad, por su continua disponibilidad.

A la directora del Doctorado en Ciencias de la Educación de la Facultad de Filosofía y Humanidades, Dra. Estela Miranda y al secretario del Doctorado, Dante Salto. Con su continuo esfuerzo para con la carrera hicieron que mi paso por la misma se transformara en una serie de ricos encuentros con los más diversos investigadores y docentes.

A los profesores Dr. Oscar Bustos y Dra. Silvia Ojeda del Grupo de Probabilidad y Estadística de la Facultad de Matemática, Astronomía y Física, por ayudarme en mi primera experiencia con el análisis estadístico.

A mis compañeros del Doctorado en Ciencias de la Educación con quienes a lo largo de estos años fui compartiendo mi trabajo. En especial a Sonia, Judith y Fernanda con quienes tuve interminables conversaciones sobre mi investigación durante nuestra estancia en Campinas.

A mis colegas de la Faculdade de Educação de la Universidade Estadual de Campinas que me acogieron durante mi misión de estudio allí, una de las experiencias más enriquecedoras, a nivel personal y profesional, de mi doctorado.

Un agradecimiento lleno de afecto a la Dra. Dilma Fregona, a la Dra. Cristina Esteley y a la Lic. Fernanda del Prato, por su escucha cuidadosa a mis dudas y por ayudarme a interrogarme sobre mi proyecto de investigación.

Al profesor Dr. Humberto Alagia por la atenta y cariñosa lectura de los capítulos que componen esta tesis.

A los profesores Dr. Darío Fiorentini y Dra. Dione Lucchesi de Carvalho de la Faculdade de Educação de la Universidade Estadual de Campinas y al profesor Dr. Marcelo Borba del Grupo de Pesquisa Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática de la Universidade Estadual Paulista, no sólo por sus aportes y recomendaciones sino también por valorar mi trabajo.

A Mariana Pirra, por mucho más que las correcciones de esta tesis.

Va mi agradecimiento especial a Francisco, Judith, Florencia, David, Gabriel, Mariana, Pablo, Juan y Lorena que me abrieron generosamente las puertas de su vida cotidiana. Hoy todos estamos recorriendo las más diversas trayectorias pero sin ese encuentro el primer cuatrimestre de 2008 y sin su confianza y colaboración esta investigación no hubiera sido posible.

A mi co-director, el profesor Dr. Javier Blanco por su constante generosidad y sus sugerencias siempre precisas y acertadas. A mi directora, la profesora Dra. Mónica Villarreal. Cuando empecé esta aventura casi no nos conocíamos, ella decidió arriesgarse conmigo a recorrerla y desde entonces ha estado apoyándome incesantemente en este proceso de volverme una investigadora.

A mis queridos compañeros de la 332 y alrededores: Cristian, Ana, Ezequiel, Araceli, Franco, Juan Pablo, Miguel y Chun. Ellos siempre intentaron contestar mis innumerables preguntas, aún las más descabelladas. Su compañerismo, cariño y contención diarias hicieron que este camino sea más fácil de recorrer.

A mi familia, la grande y la pequeña. A mis padres y a mis hermanas, que nunca se cansan de ayudarme y alentarme en la diversidad de proyectos en los que me embarco y están siempre listos a darme una mano y un abrazo. A Marisol, María José, Carla, Francisco, Paz y Belén. Ellos me prestaron su escucha en las infinitas mesas de almuerzo que compartimos y siempre supieron aconsejarme y apoyarme.

A Renato, mi compañero de estos años. Él fue el primero en alentarme a aventurarme en este proyecto. Estuvo a mi lado acompañándome día a día y fue mi sostén en momentos de desaliento. Con él comparto, entonces, esta alegría y este logro.

# ÍNDICE GENERAL

---

1	EN LA BÚSQUEDA DE UN CAMINO DE INDAGACIÓN... LA TRAYECTORIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	1
1.1	El primer planteo del problema de investigación	1
1.2	Mis primeros pasos en la investigación	4
1.3	La primera reformulación del problema	6
1.4	Reformulaciones durante el proceso de análisis	12
1.5	Posicionando esta investigación	13
1.6	Un breve recorrido por la tesis	14
2	REVISANDO LA LITERATURA Y SITUANDO LA INVESTIGACIÓN	17
2.1	El campo de la investigación en ciencias de la computación	17
2.1.1	Trabajos dentro de la tradición constructivista	22
2.1.2	Trabajos dentro del marco de la Fenomenografía	25
2.1.3	Trabajos enmarcados en la teoría del aprendizaje situado	31
3	EL TERRENO Y LOS PARTICIPANTES DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.1	Terrenos, entornos y participantes	35
3.2	La Facultad de Matemática, Astronomía y Física	38
3.2.1	La génesis como instituto	38
3.2.2	La transformación en facultad y el estado actual	41
3.3	La Licenciatura en Ciencias de la Computación	45
3.3.1	La creación de la carrera	45
3.3.2	La primera reforma de la carrera	48
3.3.3	Segunda reforma del plan de estudios	50
3.4	La materia Introducción a los Algoritmos	52
3.5	Los espacios físicos de la materia	58
3.6	Los participantes de la investigación	59
3.6.1	Los estudiantes	60
3.6.2	Los docentes	66
4	RECORRIDOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN	71
4.1	Durante el trabajo de campo	72
4.2	Durante las entrevistas	79
4.3	Durante el análisis de los datos	82

5	EL COTIDIANO DE ESTUDIANTES Y DOCENTES: UN RELATO DE LA VIDA DE LOS PARTICIPANTES DE LA INVESTIGACIÓN EN EL TERRENO DEL ESTUDIO	86
5.1	El primer día de clases	87
5.2	Primeros encuentros	93
5.2.1	Encuentro con la forma de escritura	95
5.2.2	Encuentro con el centro de estudiantes	98
5.2.3	Encuentro con estudiantes ya insertos en el mundo laboral	100
5.3	Los tiempos de la actividad	102
5.3.1	El tiempo de los teóricos	102
5.3.2	El tiempo de los prácticos	110
5.3.3	Los tiempos de recreo y almuerzo	118
5.3.4	El tiempo del taller de laboratorio	121
5.4	La evaluación	124
5.4.1	El primer parcial	125
5.4.2	Haciendo «colador»	130
5.5	«Dejar» la carrera	133
5.6	La dificultad del primer año según otros estudiantes	134
5.7	Construyendo relaciones	137
5.7.1	Con los docentes	137
5.7.2	Con los compañeros	147
5.8	Terminando el cuatrimestre	150
5.8.1	Evaluando y aconsejando desde el teórico	150
5.8.2	«Resistiré» el final del cuatrimestre	154
5.9	Recorridos después del primer cuatrimestre	156
5.9.1	Francisco	156
5.9.2	Mariana	158
5.9.3	Judith	159
5.9.4	Gabriel	160
5.9.5	David	160
5.9.6	Florencia	161
6	¿QUÉ SE APRENDE DURANTE EL INGRESO A LA CARRERA?	162
6.1	¿Qué se entiende por aprendizaje situado?	162
6.2	¿Qué aprenden los estudiantes?	164
6.3	Las prácticas y los aprendizajes	172
6.4	Telos, relación sujeto-mundo y mecanismos de aprendizaje	174
7	LA PRÁCTICA DE LA CONSTRUCCIÓN DE DEMOSTRACIONES FORMALES	181
7.1	Situacionalidad de la práctica y recursos de estructuración	182
7.1.1	Comenzando a demostrar	185

7.1.2	La situacionalidad múltiple de la práctica	192
7.2	Demostraciones complejas	196
7.3	La naturaleza de la práctica de la construcción de demostraciones	210
7.4	Los tiempos de la práctica	212
7.5	Los artefactos de la práctica	222
8	LAS COMUNIDADES DE PRÁCTICA DE LAS QUE LOS ESTUDIANTES PARTICIPAN	227
8.1	Desarrollo del concepto de comunidad de práctica	228
8.2	La comunidad de práctica educativa de computación	229
8.2.1	El compromiso mutuo dentro de la comunidad	231
8.2.2	La empresa conjunta	237
8.2.3	El repertorio compartido	242
8.3	La comunidad de práctica del grupo de compañeros	245
8.3.1	La empresa conjunta	246
8.3.2	El compromiso mutuo dentro de la comunidad	251
8.3.3	El repertorio compartido	254
8.4	La participación periférica legítima	256
8.4.1	Las trayectorias de los estudiantes dentro de la comunidad	260
9	LA CONSTRUCCIÓN DE IDENTIDADES, DEL ÉXITO Y DEL FRACASO	281
9.1	Una manera de concebir la identidad	281
9.2	Una manera de concebir el éxito y el fracaso	288
9.3	Un diálogo alrededor del éxito y el fracaso	291
10	UN FINAL... UN COMIENZO	311
A	ANEXO	318
A.1	Capítulo 4	318
A.1.1	Cuestionario realizado el primer día de clases	318
A.1.2	Guiones de entrevistas a estudiantes	320
A.1.3	Guiones de entrevistas a docentes	344
A.2	Capítulo 5	346
A.2.1	La lógica y el cálculo proposicional	346
A.2.2	Digesto de axiomas y teoremas básicos	349
A.2.3	El lenguaje Haskell	350
A.2.4	Definición de funciones recursivas sobre listas e inducción	352
A.2.5	Clases de laboratorio	354
B	BIBLIGRAFÍA	355

# EN LA BÚSQUEDA DE UN CAMINO DE INDAGACIÓN... LA TRAYECTORIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

---

Esta tesis es fruto de una investigación cuyo objetivo es analizar y describir los procesos situados de aprendizaje en cursos introductorios de programación destinados a alumnos universitarios de primer año que estudian ciencias de la computación. Dentro de este escenario el trabajo busca responder a las siguientes preguntas: ¿qué se aprende?, ¿cómo son y cómo se negocian las prácticas consideradas importantes para lograr participar de dichos cursos?, ¿cómo es el encuentro entre los estudiantes recién llegados y la comunidad de la facultad?, ¿cuáles son los procesos de construcción de identidad implicados?, ¿cómo se producen social, cultural e institucionalmente las ideas de éxito y fracaso asociadas al aprendizaje?

Relato a continuación, la **historia del proyecto de investigación que dio origen a esta tesis**. Mi intención con estos párrafos es «situar» al lector para que pueda asomarse a las condiciones sociales, económicas, culturales y personales que hicieron que, como ocurre con todos los proyectos de investigación, éste adquiriera sus señas particulares. Utilizar una escritura narrativa permite dar cuenta del transcurso de la investigación con sus idas y vueltas y con sus distintas fuentes de inspiración. También ayuda a comprender mejor las decisiones que fui tomando. Además, pone en evidencia las interrelaciones entre objetivos, teoría, recolección y análisis de datos dentro de una investigación. Cada uno de estos componentes, al comienzo difusos, va tomando progresivamente forma y en este proceso va ayudando a moldear a los demás.

## 1.1 EL PRIMER PLANTEO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto comenzó a generarse a mediados del año 2006. En esa época ya había terminado mis estudios de grado dentro de la Facultad de Ma-

temática, Astronomía y Física (FaMAF)<sup>1</sup> y estaba trabajando en vinculación con la facultad a través de una beca otorgada por la Secretaría de Extensión Universitaria de la Universidad Nacional de Córdoba. En el marco de esta beca, me hice cargo, junto con una investigadora de la facultad, de una serie de talleres de formación para cuatro docentes que se desempeñaban en el área Ciencias Naturales dentro de una escuela urbano-marginal de la ciudad de Córdoba.

Ya estaba vinculada con el campo de la investigación en educación en ciencias desde tres años atrás, cuando la profesora de la materia *Didáctica Especial* me puso en contacto con numerosas publicaciones y me dio espacio para escribir mis propios trabajos que luego presenté en congresos del área. Tenía interés en continuar haciendo investigación pero no estaba segura de qué tipo de investigación quería hacer ni con quién quería realizarla.

En ese momento, el profesor Javier Blanco, que desde hacía varios años estaba a cargo de la primera materia de programación de la Licenciatura en Ciencias de la Computación que se dicta en FaMAF<sup>2</sup>, me propuso que trabajásemos juntos estudiando “lo que pasaba en el primer año de la carrera” —como él lo llamó— donde existe un número importante de estudiantes que no consiguen aprobar los exámenes y que abandonan la carrera.

Acepté su propuesta, en una decisión que ahora considero arriesgada, y decidimos elaborar un proyecto de doctorado que nos permitiera solicitar una beca al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Ese primer proyecto fue el que, varios años después y con numerosas modificaciones, dio origen a esta tesis. Así, una de las peculiaridades de esta investigación es que fue planteado inicialmente «desde afuera», en función de las preocupaciones de un docente. A lo largo de estos años fui tomando decisiones relativas a cómo abordar y analizar el problema que Javier me planteara, lo que derivó en una transformación del mismo. Estas elecciones me permitieron ir imprimiéndole al proyecto mi sello personal, reflejando mis propias preocupaciones como investigadora.

Junto con Javier decidimos proponerle a la profesora Mónica Villarreal, que por ese entonces estaba comenzando a trabajar en la facultad, que fuera mi directora de doctorado, quedando Javier como co-director del proyecto. Como ninguno de los tres teníamos experiencia en el campo de la educación en ciencias de la computación —Mónica venía del campo de la educación matemática, yo de la educación en física y Javier de la computación— construimos aquel primer proyecto titulado *El proceso de aprendizaje de la*

---

<sup>1</sup> Me gradué con el título Profesora en Física a finales del 2005.

<sup>2</sup> Esta licenciatura posee un plan de estudios de cinco años de duración. Al completar los tres primeros años del plan se accede al título de Analista en Computación. Este título intermedio habilita a quien lo obtenga a desempeñarse en centros de procesamiento de datos, centros de cómputos, empresas de desarrollo de Software y consultoría de sistemas. El Licenciado puede, además, desempeñarse en centros de investigación y universidades.

*programación en estudiantes universitarios: competencias y concepciones* basándonos fuertemente en las ideas e inquietudes con las que Javier se había enfrentado como docente. Algunas de ellas eran el interés por estudiar las causas del «fracaso en el primer año» y por delimitar un conjunto de «competencias básicas» que caracterizarían a un buen programador entre las que se contaban la abstracción y la modelización. Otra marca importante de esa primera formulación del problema fue la relevancia dada a la perspectiva epistemológica desde la cual considerábamos a la programación. Definíamos a los programas como fórmulas dentro de un sistema formal de modo que la tarea de programar era concebida como la construcción de manipuladores de símbolos. Explicamos la relevancia del problema por la demanda de profesionales programadores dentro del mercado laboral —Motorola e Intel, dos grandes empresas de desarrollo de software, se instalaron en la provincia de Córdoba en los últimos años— recalcando una idea mantenida por profesores y egresados de la facultad: es cada vez mayor la demanda de graduados con un alto nivel académico, que posean conocimientos profundos de los fundamentos de la disciplina (hacia los cuales está orientado todo el currículo de la carrera) y no sólo técnicos capacitados para el uso de herramientas tecnológicas. Continuábamos realizando una pequeña revisión de las producciones relacionadas con la iniciación a la programación dentro de la investigación en educación en computación, algunas de las cuales indicaban que las dificultades en torno al aprendizaje de la programación se presentan en diferentes países y en distintas culturas ( McCracken et al., 2001; Lister et al., 2004) y finalizábamos mencionando algunos resultados de la investigación en educación matemática que relacionaban el aprendizaje de la matemática con la programación (Dubinsky & Tall, 1991; Kapa, 1999; Noss 1986; Borba & Villarreal, 2005). Además, debimos respetar la estructura de proyecto que nos pedía CONICET de modo que nos vimos forzados a delimitar objetivos e hipótesis de trabajo para nuestro incipiente problema de investigación. El objetivo general quedó formulado de la siguiente forma: *Caracterizar y comprender el proceso de aprendizaje de la programación, en cursos introductorios de programación para alumnos ingresantes a la universidad.*

Los objetivos específicos que se desprendían eran:

- Estudiar las causas del elevado número de estudiantes que fracasan en dichos cursos introductorios.
- Identificar algunas competencias básicas para lograr un buen desempeño en un curso de programación.
- Estudiar las relaciones entre el aprendizaje de la matemática y de la programación. En particular analizar las relaciones entre las compe-

tencias necesarias para construir demostraciones y las competencias necesarias para construir programas.

- Analizar el rol de la comprensión del lenguaje natural en el aprendizaje de la programación.
- Focalizar el estudio en la abstracción, modelización y demostración, actividades fundamentales para la programación.

Debido a que buscábamos comprender una problemática y no medirla, propusimos para la investigación una metodología cualitativa. En esta primera instancia, planeábamos recoger los datos a través de observaciones de clases, resoluciones escritas de los alumnos y entrevistas filmadas con los estudiantes. El procesamiento de los datos nos llevaría a caracterizar los procesos de resolución y razonamiento utilizados, poniendo énfasis en las actividades de abstracción, los modelos utilizados y las estrategias de demostración empleadas por los alumnos.

## 1.2 MIS PRIMEROS PASOS EN LA INVESTIGACIÓN

En diciembre de 2006 fui notificada acerca de la aprobación de la beca lo que determinó que comenzara a trabajar en el proyecto en abril de 2007.

Dediqué todo el 2007 a la persecución de tres objetivos. En primer lugar, era preciso que me **familiarizara con el lenguaje, los conceptos y las prácticas que circulan en el aula de primer año de la carrera**. Para ello participé como alumna vocacional<sup>3</sup> de las materias de primer año propias de la carrera: *Introducción a los Algoritmos* dictada en el primer cuatrimestre y *Algoritmos y Estructuras de datos I* desarrollada en el segundo. Esta experiencia, a través de la cual volví a convertirme en alumna de grado de la FaMAF, fue muy valiosa porque, de alguna manera y salvando las distancias, transité, como estudiante, el proceso que estaba tratando de analizar como investigadora. Durante las clases teóricas iba tomando apuntes relacionados con los conceptos que el profesor desarrollaba y, al mismo tiempo, apuntaba las preguntas y algunos diálogos que se entablaban entre el docente y los estudiantes. Así, al finalizar cada materia pude construir un listado de temáticas alrededor de las cuales giraban la mayoría de las conversaciones en el aula.

El segundo objetivo que perseguí fue el **estudio de las producciones dentro de dos grandes áreas**: la investigación en educación en ciencias de la computación y la epistemología de la computación. Con respecto a esta última disciplina, los aportes de Dijkstra (1974, 1986, 1988), Eden (2007), Bornat (2006) y Denning et al. (1989) me permitieron introducirme en las

<sup>3</sup> El Alumno Vocacional es aquel que se inscribe en una materia sin estar inscrito en la carrera.

discusiones acerca de qué «es» («son») la(s) ciencia(s) de la computación, cuáles son los paradigmas que se proponen para describirla, cuál es su relación con la matemática, qué son los programas, qué significa verificar un programa y qué relaciones se establecen entre la semántica y la implementación de un programa. Todos estos problemas no tienen una respuesta acabada y son el blanco de arduos debates en esta incipiente disciplina. El estudio de esta bibliografía me permitió profundizar y ampliar la visión de la computación que iba construyendo en las clases de *Introducción a los Algoritmos* y de *Algoritmos y Estructuras de datos I*. Probablemente debido a mi preocupación por el aprendizaje de la programación, la perspectiva que proponen Tedre (2006, 2007) y Tedre, Kommers & Sutinen (2002) me resultó significativa. Estos autores enfatizan la importancia de considerar el desarrollo de la disciplina desde una perspectiva sociocultural teniendo en cuenta las necesidades de la sociedad occidental que le dieron origen e introducen en el campo de las ciencias de la computación una idea ya conocida en otras áreas epistemológicas: la ciencia se desarrolla en comunidades que construyen sus propias formas, estilos y técnicas para hacer determinadas tareas así como sus propias respuestas a determinados interrogantes. De esta forma, insisten en la importancia de señalar a los estudiantes que la mayor parte de las ideas que hoy en día se consideran fundacionales para la computación fueron, en sus orígenes, fuertemente resistidas por la comunidad y que:

*“(...) la ciencia de la computación es una empresa lógico-matemática y tecnológica dirigida por una diversidad de necesidades, objetivos, agendas y propósitos; es construida y mantenida en una compleja mezcla de instituciones, medios sociales, prácticas humanas, preocupaciones económicas, agenda, ideologías, culturas, políticas, artes y otros aspectos tecnológicos, teóricos y humanos del mundo” (Tedre, 2006: 22, traducción mía<sup>4</sup>).*

Dentro del campo de la investigación en educación en ciencias de la computación fueron numerosos los trabajos que estudié, muchos de ellos publicados dentro de revistas y proceedings de congresos considerados importantes en el área. Realizaré una descripción del estado del arte en este campo de investigación en el próximo capítulo. Pero es importante mencionar ahora que fue a través de un trabajo de Shirley Booth (2001), enmarcado dentro de un enfoque fenomenográfico, como tomé contacto, por primera vez, con las investigaciones de Lave y de Wenger que más tarde vendrían a constituirse en la perspectiva teórica escogida para esta investigación.

<sup>4</sup> *“(...) computer science is a logico-mathematical and technological enterprise driven by a diversity of needs, aims, agendas, and purposes; it is constructed and maintained in a complex mesh of institutions, social milieux, human practices, economical concerns, agenda, ideologies, cultures, politics, arts, and other technological, theoretical, and human aspects of the world” (Tedre, 2006: 22).*

Jean Lave es antropóloga social. Gran parte de su investigación etnográfica se concentra en re-pensar el aprendizaje, los aprendices y la vida cotidiana en términos de la práctica social. Sus trabajos estuvieron situados en entornos de aprendizaje no escolarizados como el supermercado, la preparación de comidas siguiendo una dieta para bajar de peso, los aprendices de sastres de las etnias Vai y Gola en África y familias portuguesas productoras de vino que emigraron a Inglaterra.

Etienne Wenger, luego de concluir su doctorado en Inteligencia Artificial, trabajó junto a Jean Lave en los '90. Ambos acuñaron el término comunidad de práctica trabajando dentro del campo de aprendizaje situado. Unos años más tarde, Etienne Wenger profundizaría este concepto realizando un estudio etnográfico dentro de una empresa encargada de procesar solicitudes de seguro médico en Estados Unidos. En los últimos años, su trabajo ha estado enfocado en el desarrollo y el management de comunidades de práctica dentro de organizaciones.

En educación, los trabajos de estos investigadores inspiraron una línea de investigación interesada en la naturaleza social del aprendizaje y en sus conexiones con las comunidades, la práctica social y la identidad.

Mirando hacia atrás, ahora puedo vislumbrar que esta búsqueda y selección de bibliografía dentro de diversas áreas apuntaba en una misma dirección —en aquel momento bastante borrosa—. Estaba cada vez más interesada en utilizar una perspectiva amplia para investigar sobre el aprendizaje de modo de que este no quedara reducido a un proceso puramente mental. Quería tratar el problema de investigación desde una perspectiva que me permitiera construir relaciones entre el aprendizaje, los entornos, las culturas, la historia y las personas consideradas en sus dimensiones cognitiva, social y afectiva. En esta línea, el tercer objetivo del primer año de trabajo, fue la búsqueda y elección de la perspectiva teórica desde la cual iluminar el problema de investigación.

### 1.3 LA ELECCIÓN DE LA PERSPECTIVA TEÓRICA Y LA PRIMERA REFORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La elección de la perspectiva teórica fue un proceso que demandó gran parte del primer año de trabajo. Luego de analizar diversos enfoques descubrí las investigaciones de Lave y Wenger (Lave, 1988; Lave & Wenger, 1991; Wenger, 1998; Chaiklin & Lave, 1996) acerca del aprendizaje situado y las comunidades de práctica. Pasé varios meses estudiando arduamente este material. En varios momentos tuve dificultades para comprender los textos ya que la visión que presentan del aprendizaje era muy diferente a la que

yo estaba acostumbrada. Recuerdo que las preguntas que Wenger plantea al comenzar su libro me interpellaron fuertemente:

*“Nuestras instituciones (...) se basan principalmente en el supuesto de que aprender es un proceso individual, que tiene un comienzo y un final, que es mejor separarlo de nuestras restantes actividades y que es el resultado de la enseñanza.*

*(...) ¿Qué ocurriría si adoptáramos una perspectiva diferente que colocara el aprendizaje en el contexto de nuestra propia experiencia de participación en el mundo? ¿Qué ocurriría si supusiéramos que el aprendizaje es una parte de nuestra naturaleza humana, igual que comer o dormir, que es sustentador para la vida y al mismo tiempo inevitable, y que —si se nos da la oportunidad— somos bastante buenos en él? ¿Qué ocurriría si, además, supusiéramos que el aprendizaje es un fenómeno fundamentalmente social que refleja nuestra propia naturaleza profundamente social como seres humanos capaces de conocer? ¿Qué tipo de comprensión acerca de cómo se produce el aprendizaje produciría una perspectiva como ésta y qué haría falta para apoyarla?”*  
(Wenger, 1998: 3)

Con esta intención, el autor sitúa su trabajo en la intersección de tres ejes, cada uno de los cuales revelan tensiones entre sus extremos: teorías de la práctica – teorías de la identidad, teorías de la colectividad – teorías de la subjetividad, teorías del poder – teorías del significado. Esta forma de posicionarse significó para mí ampliar la mirada haciendo entrar en juego nuevos conceptos e ideas que me resultaban sumamente relacionados con el problema de investigación —tales como identidad, comunidad, legitimidad y participación— y que no estaban contemplados en la primera formulación. Bajo esta lente el problema mostraba nuevas facetas antes inimaginadas y se volvía para mí mucho más amplio y rico.

Dentro de este enfoque el **aprendizaje se considera un proceso situado histórica, social y culturalmente que involucra la participación en las prácticas de comunidades sociales y la construcción de identidades en relación a esas comunidades**. Por lo tanto el acento está puesto en la persona en su totalidad, procurando no reducirla a una actividad cerebral, sino considerándola como persona actuando en el mundo, como un miembro de una comunidad sociocultural (Lave & Wenger, 1991). El aprendizaje deja de ser un proceso «neutral» para convertirse en un proceso de negociación de significados donde son altamente relevantes los posicionamientos considerados lícitos y posibles por la comunidad. Entran en juego, entonces, los distintos intereses y posibilidades de los participantes quienes *“improvisan luchas de manera situada respecto del valor de determinadas definiciones de la situación, en términos tanto inmediatos como amplios”* (Lave, 1996a: 29). Por

lo tanto, analizar el proceso de aprendizaje de la programación bajo esta perspectiva implicaba considerar cómo se producen y mantienen las interacciones entre los diversos participantes del primer año, entre ellos y los artefactos que posee la comunidad, prestando atención a aquellos más relacionados con la programación tales como las computadoras y el lenguaje de programación utilizado; cómo se producen y mantienen los procesos de negociación de significado; cómo se producen y mantienen las posiciones sociales de los distintos participantes y cómo se dan y se dirimen las luchas que se entablan entre ellos.

En este punto, Lave y Wenger (1991) introducen el concepto de **legitimidad** no sólo como una condición crucial para el aprendizaje sino como parte integrante del contenido del mismo. En el marco de mi trabajo este concepto resultaba útil porque permitía hablar de las posturas desde donde son valorados los conocimientos, los aportes y la participación de los estudiantes y docentes. El análisis de la legitimidad de la participación de los distintos actores contribuía, entonces, a la reflexión sobre los procesos de negociación de significado de conceptos claves como la idea de qué es un programa, qué es programar, qué es programar bien, qué es la ciencia de la computación, etc.

Otro concepto relacionado con mi investigación y que esta teoría ilumina desde nuevos ángulos es el de **fracaso en el aprendizaje**. En primer lugar, Wenger (1998) afirma que el aprendizaje es algo que podemos dar por asumido aunque podamos o no verlo y aunque nos guste o no cómo se desarrolla. Este autor añade, además, que aún cuando una persona falla en aprender lo se espera en una situación dada esto suele implicar aprender otra cosa en su lugar. En segundo lugar, Lave (1996a) transforma la cuestión considerando al éxito y al fracaso en el aprendizaje como producciones sociales, culturales e institucionales que se desarrollan dentro de las actividades colectivas de forma tan habitual como la producción de conocimiento corriente. Según la autora:

*“El fracaso en el aprendizaje se produce socio culturalmente, para comprenderlo es necesario analizar cómo las personas aprenden identidades y a identificar el significado de lo que se debe aprender así como el modelamiento específico de la identidad de las personas como aprendices” (Lave, 1996a: 23).*

Estas cuestiones hacían entrar en escena dentro de mi investigación el análisis de los mecanismos socioculturales a través de los cuales se van construyendo las ideas de éxito y fracaso siempre presentes en el discurso de la facultad y la carrera —la primer formulación de nuestro problema fue realizada en estos términos—.

Los **procesos de construcción de identidades** en el marco de la participación en una comunidad se tornaban, entonces, importantes para el análisis

del aprendizaje de la programación. Según Wenger (1998), el concepto de identidad es valioso porque constituye un pivote entre lo social y lo individual que evita la dicotomía pero no anula la distinción, permitiendo poner el foco en la constitución mutua entre la comunidad y la individualidad. Un aporte importante de este autor para mi trabajo es considerar a la identidad como una trayectoria de aprendizaje: *“a medida que pasamos por una sucesión de formas de participación, nuestras identidades forman trayectorias, tanto dentro de las comunidades de práctica como entre ellas”* (Wenger, 1998: 192). A través de mi investigación podía, entonces, intentar desentrañar qué trayectorias recorren los distintos estudiantes durante el primer año de la carrera, qué trayectorias propone la carrera y qué relaciones se establecen entre ellas.

Dentro de esta perspectiva, las personas y el mundo social de la actividad no pueden ser tomados como elementos separados. Se volvía de particular importancia el análisis de dos mecanismos simultáneos: aquel a través del cual el mundo social de la facultad y la carrera es reproducido por los participantes y aquel a través del cual los participantes son moldeados por la carrera. Pasé a considerar que el aprendizaje va más allá de la capacidad para realizar ciertas tareas involucrando también el desarrollo de identidades y la encarnación, en formas transformadas, de las características estructurales de las comunidades de práctica (Lave & Wenger, 1991).

Uno de los interrogantes más importantes que surgieron cuando analizaba este material fue el siguiente: **¿es posible utilizar un marco teórico construido para dar cuenta del aprendizaje informal en ambientes no escolarizados en un contexto universitario particular?** Este cuestionamiento me llevó a realizar una búsqueda de los trabajos en el área de la investigación en educación matemática que utilizaran, adaptaran o criticaran la utilización de tal teoría en entornos escolares.

El trabajo de Winbourne (2008), situado en las aulas de matemática de la escuela secundaria, fue uno de los que más iluminaron estas inquietudes. Unos años antes, junto a Watson (Winbourne & Watson, 1998) este autor había definido el concepto de comunidad de práctica local —en términos de espacio, tiempo y de membresía— a través del cual adaptaba el concepto acuñado por Wenger a las situaciones áulicas. Su perspectiva es que una escuela no es una sola comunidad de práctica, sino que:

*“es (...) más útil pensar a las escuelas y a las aulas como múltiples intersecciones de prácticas y trayectorias donde estas prácticas se extienden en el espacio y el tiempo más allá de las fronteras de la institución”* (Winbourne, 2008: 79, traducción mia<sup>5</sup>).

5 *“It is (...) helpful to think of schools and classrooms in terms of multiple intersections of practices and trajectories where these practices extend in space and time well beyond the boundaries of the institution”* (Winbourne, 2008: 79)

Boylan (2005) también argumenta a favor de ampliar las formas de describir el aula incluyendo no solo comunidades de práctica sino también regímenes de práctica, comunidades de aprendizaje y comunidades de práctica local. Lo más importante de esta búsqueda bibliográfica fue que me permitió ver que esta perspectiva estaba siendo considerada en las investigaciones educativas y que se estaba demostrando fructífera.

Al poner en diálogo el enfoque teórico con el terreno de investigación en el que estaba trabajando surgieron un conjunto de puntos de coincidencia que me alentaban a utilizar la teoría del aprendizaje situado. Para empezar, no hay que olvidar que los estudiantes concurren a la universidad luego de una decisión vocacional que involucra el anhelo de convertirse en un Analista en Computación o un Licenciado en Ciencias de la Computación (con lo que sea que eso signifique para cada uno), es decir, de volverse una determinada “*clase de persona*” (Lave y Wenger, 1991: 53). Esta característica, radicalmente opuesta a la compulsividad de los estudios secundarios, es un punto a favor de la utilización de la perspectiva.

La facultad y la carrera también poseen ciertos rasgos característicos que permiten inferir que docentes y alumnos construyen un *compromiso mutuo*, un *repertorio compartido* y una *empresa conjunta* que son las tres características que definen a una comunidad de práctica (Wenger, 1998). En primer lugar, el número de ingresantes es bastante bajo comparado con otras carreras de la UNC —175 inscriptos en el año 2007, 171 en el 2008 y 161 en el 2009— y el número de estudiantes va disminuyendo marcadamente en los años superiores. En segundo lugar, la carga horaria del primer año es elevada —28 horas semanales, concentrada en tres asignaturas por cuatrimestre—. En tercer lugar, la relación docente-alumno es aproximadamente 1:23 el primer día de clase, de modo que las interacciones profesor-estudiante son fuertes y el grado de confianza elevado, construyendo vínculos más estrechos de los habituales en otras facultades. En cuarto lugar, muchos de los docentes poseen cargos de dedicación exclusiva<sup>6</sup> y desarrollan investigación dentro de la facultad. Por esta razón poseen oficinas donde pueden —y suelen— ser ubicados por los estudiantes para diversas consultas en horario extra clase. Finalmente, una parte de los egresados permanece en la institución realizando carreras de posgrado convirtiéndose en los docentes que formarán a los nuevos ingresantes.

Si bien podía percibir que este enfoque permitía describir diversas características de la carrera, proporcionando conceptos para hablar de eventos que allí ocurren, también era consciente de que sin los datos provenientes

6 La UNC posee actualmente tres regímenes de dedicación para los docentes: exclusiva o full —40 horas semanales—, semi-exclusiva —20 horas semanales— y simple —10 horas semanales. Los cargos con dedicación simple implican tareas docentes mientras que los cargos con dedicación exclusiva y semi-exclusiva demandan, además, tareas de investigación y extensión.

del trabajo de campo era muy difícil saber, a priori y con certeza, si tal teoría resultaría valiosa. La interrelación entre teoría y datos empíricos es un rasgo característico de la investigación cualitativa, donde la teoría influye en la «mirada» para la recolección de los datos y a su vez los datos van construyendo y modificando la teoría. Según Guber (2004) el trabajo de campo es un diálogo tendiente a dilucidar “*cómo se especifican y re-significan los conceptos teóricos en lo real concreto*” (p. 49). Así, todo este trabajo previo de reflexión teórica resultaba fundamental para guiar el trabajo de campo pero simultáneamente debía ser lo suficientemente flexible y sensitivo como para adaptarse, sobre la marcha, a relaciones no imaginadas en esa altura de la investigación.

Todo este proceso conllevó la **reconstrucción del problema de investigación**. El aprendizaje de la programación dejó de restringirse a la adquisición de ciertas habilidades y conocimientos para pasar a ser considerado como el logro de la participación en las prácticas centrales de una comunidad de práctica. Trasladé el eje de la investigación al encuentro entre dos grandes actores: los estudiantes y los docentes, cada uno con un conjunto más o menos delimitado de concepciones sobre el significado de hacer ciencia, hacer ciencias de la computación, programar, estudiar en la FaMAF, etc. La configuración de las distintas posiciones que es posible adoptar, los regímenes de participación que se entablan, los significados que se negocian y la forma en que esta negociación se lleva a cabo así como las identidades que se van construyendo en el proceso se convirtieron en factores a analizar dentro de la investigación. Este ejercicio implicó, entonces, la incorporación de los docentes, con sus intenciones e ideas manifiestas y subyacentes. En particular, cobraron importancia los significados que ellos le otorgan al fracaso en el primer año así como sus concepciones acerca del aprendizaje.

Como consecuencia de esta transformación fue preciso re-escribir los objetivos de la investigación. Luego de algunas discusiones con mi directora decidimos no modificar el objetivo general con la idea de que las palabras ‘proceso de aprendizaje’ se entendían ahora desde la perspectiva de Lave y Wenger. Los objetivos específicos fueron transformados de la siguiente forma:

- Caracterizar y analizar cómo se realiza el encuentro entre los alumnos recién llegados y la comunidad de la facultad a la que los estudiantes pretenden integrarse.
- Caracterizar cómo se producen socialmente el éxito y el fracaso en los cursos de programación así como las identidades asociadas.
- Comprender el proceso de establecimiento, negociación y significación de las participaciones competentes en las prácticas de la comunidad. Focalizar el estudio en los regímenes de competencias para las

prácticas de modelización, demostración, abstracción y comprensión del lenguaje natural, consideradas centrales para lograr una participación legítima en la comunidad.

- Analizar posibles relaciones entre las prácticas de las distintas materias del primer año de la carrera. En particular entre el aprendizaje de la demostración en matemática y en programación.

#### 1.4 TRANSFORMACIONES Y REFORMULACIONES DURANTE EL PROCESO DE ANÁLISIS

Con estos objetivos en mente llevé a cabo el trabajo de campo situado en la materia *Introducción a los Algoritmos* durante todo el primer cuatrimestre de 2008 y durante el resto del 2008 y todo el 2009 organicé, sistematicé y realicé los primeros análisis de los innumerables registros recogidos.

El comienzo de esta tarea estuvo marcado por un período de turbación y desconcierto. Las categorías de la teoría me parecían distantes de la multiplicidad de aspectos y detalles que cada uno de mis registros contenía. Al mismo tiempo la experiencia del trabajo de campo me mostró un panorama muy amplio; el ingreso a la carrera podía analizarse desde la perspectiva del aprendizaje situado poniendo en juego los más diversos ejes de análisis siendo, cada uno de ellos, un gran campo de estudio. Por más que insistía en no perder la globalidad del proceso, empezó a ser necesario acotar, de alguna manera, los ejes que figuraban en los objetivos de la tesis, de manera que pudiera abarcarlos.

En el momento en el que me estaba sumergiendo en el análisis de datos pude tener acceso, por primera vez, a diversos artículos de Jean Lave (Lave, 2010; Lave, 1996b; Lave, 1996c; Lave, 1991). La lectura de estos trabajos ya no se realizó «desde el vacío» sino desde la visión que había construido de mi problema en el trabajo de campo y desde la reflexión de los datos recogidos. En este ir y venir entre la teoría y los datos pude ir dotando a los conceptos y herramientas de la perspectiva teórica de un significado concreto para mi investigación, delimitando, progresivamente, los diversos ejes de análisis.

Durante este transcurso, la relevancia de algunos de los conceptos que aparecían en los objetivos específicos fue modificándose en función de la profundización en el enfoque teórico y de las informaciones que los datos revelaban y las que no revelaban. Las ideas de ‘abstracción’, ‘comprensión del lenguaje natural’ y ‘formalización’ quedaron subordinadas al eje ‘aprendizaje de la práctica de la demostración formal’. Otras ideas se fueron abandonando, como ‘modelización’ y ‘transferencia de conocimientos entre distintas materias del primer año’. Una de las ideas que cobró mayor fuerza

fue la de ‘comunidad de práctica’ que se revelaba fructífera para analizar la trayectoria de los alumnos, algunos conflictos que se dieron en el grupo de estudiantes y la posición que cada uno de ellos fue ocupando en relación con la carrera.

La idea de ‘caracterizar el proceso de aprendizaje de la programación’, en cuyos términos estaba formulado el objetivo general, se volvió, por un lado, demasiado restrictiva debido a que no daba cuenta de la multiplicidad de aprendizajes que emergían al analizar la experiencia del primer año. Por otro lado, el concepto era muy amplio, ya que el aprendizaje de la programación puede significar una innumerable cantidad de cosas según qué paradigma y qué lenguajes de programación se utilicen.

Finalmente, el **objetivo general** que persigue esta investigación fue formulado de la siguiente manera:

*Analizar y describir los procesos situados de aprendizaje en cursos introductorios de programación destinados a alumnos universitarios de primer año que estudian ciencias de la computación.*

Los **objetivos específicos** que se desprenden son:

- Analizar el proceso de establecimiento, negociación y significación de las prácticas consideradas centrales para lograr participar de dichos cursos introductorios de programación, focalizando el estudio en la práctica de la construcción de demostraciones formales.
- Caracterizar y analizar cómo se realiza el encuentro entre los alumnos recién llegados y la facultad a la que los estudiantes pretenden integrarse.
- Analizar los procesos de construcción de identidades de los alumnos universitarios de primer año que estudian ciencias de la computación
- Describir los mecanismos sociales, culturales e institucionales a través de los cuales se construyen las ideas de éxito y fracaso dentro del primer año.

## 1.5 POSICIONANDO ESTA INVESTIGACIÓN

Como he venido diciendo en las secciones anteriores, en esta tesis adopto una **perspectiva social para el aprendizaje**. La visión de las personas que cimienta esta forma de entender el aprendizaje involucra pensar que ser humano es una cuestión relacional, social e histórica. La condición y precondition para su existencia es la participación en formaciones sociales. Las teorías psicológicas que conciben al aprendizaje como un proceso mental universal frecuentemente desconocen muchos de estos aspectos y presentan una visión del ser humano más reducida (Lave, 1996b).

Pero Lave (1996c) señala otra razón para realizar este desplazamiento desde perspectivas psicológicas hacia enfoques sociales:

*“Las teorías que reducen el aprendizaje a capacidades/actividades mentales individuales en última instancia culpan a los marginados por ser marginales. Las teorías comunes del aprendizaje comienzan y terminan con individuos (...) Estas teorías están profundamente preocupadas con las diferencias individuales, con nociones de mejor y peor, más o menos aprendizaje y con la comparación de estos asuntos a través de grupos-de-individuos. Las teorías psicológicas del aprendizaje prescriben ideales y caminos de excelencia e identifican los tipos de individuos (de ninguna manera son todos) que deben alcanzarla (...) Parece imperativo explorar formas de comprender el aprendizaje que no naturalicen y aseguren divisiones de desigualdad social en nuestra sociedad” (p. 149, traducción mía<sup>7</sup>).*

Estas palabras resultan sustanciales para esta tesis cuya problemática está centrada en el ingreso, el fracaso y la deserción en el primer año de una carrera universitaria. En todo momento, a lo largo del desarrollo de esta investigación no busqué «culpar» a los estudiantes que no conseguían el desempeño esperado por los docentes ni tampoco elaborar una descripción detallada de sus incapacidades en la resolución de problemas. La intención de este trabajo de investigación es la de comprender las trayectorias que recorren los estudiantes, las prácticas a las que se enfrentan y los mecanismos que contribuyen a «etiquetarlos» de formas diferentes.

## 1.6 UN BREVE RECORRIDO POR LA TESIS

A fin de ofrecer una idea general del contenido de esta tesis, describo, a continuación, las cuestiones que cada uno de los capítulos aborda.

En el próximo capítulo describo algunas características del estado actual del **campo de la investigación en educación en computación**, analizo varios trabajos vinculados con el inicio del aprendizaje de la programación y sitúo mi investigación en relación con ellos.

El capítulo siguiente está destinado a describir el **recorrido metodológico** que transité a lo largo de la investigación. Detallo la opción metodológica

<sup>7</sup> *“Theories that reduce learning to individual mental capacity/activity in the last instance blame marginalized people for being marginal. Common theories of learning begin and end with individuals (...) Such theories are deeply concerned with individual differences, with notions of better and worse, more and less learning, and with comparison of these things across groups-of-individuals. Psychological theories of learning prescribe ideals and paths to excellence and identify the kinds of individuals (by no means all) who should arrive (...) It seems imperative to explore ways of understanding learning that do not naturalize and underwrite divisions of social inequality in our society” (Lave, 1996c: 149)*

de esta tesis y las distintas actividades que realicé a lo largo del trabajo de campo, de las entrevistas y del análisis de los datos.

A continuación, delinearé el **terreno de la investigación** haciendo una reseña de la FaMAF, de la carrera y de la materia *Introducción a los Algoritmos*. También describo los espacios físicos utilizados por los docentes y estudiantes del primer año. En este capítulo presento, además, a los **participantes de la investigación** a través del relato de sus trayectorias previas al 2008.

Luego, dedico todo un capítulo a relatar el **día a día de los estudiantes y docentes** que compartieron la materia *Introducción a los Algoritmos* durante el primer cuatrimestre de 2008.

Los cuatro capítulos siguientes son de corte analítico. En el primero de ellos busco responder a la pregunta **¿qué aprende durante el ingreso a la carrera?** explorando las implicaciones que tiene concebir al aprendizaje desde una perspectiva situada para la experiencia del primer año. El segundo hace foco en una de las numerosas prácticas de las que los estudiantes ingresantes participan y que constituye un núcleo central para el currículum y la evaluación de la materia. El objetivo de este capítulo es, entonces, analizar cómo se construye, de forma situada cultural, social e históricamente, la práctica de la **elaboración de demostraciones formales**. En el tercer capítulo me centro en describir cuáles son las **comunidades de práctica** de las que los estudiantes participan y de las cuales se vuelven miembros durante el primer año así como también en las trayectorias que ellos van recorriendo dentro de las mismas. Por último, examino los procesos de construcción de **identidades** en el ingreso a estas comunidades y, tomando al **éxito y el fracaso** como producciones socioculturales, intento dilucidar qué cuestiones van constituyendo el significado de ser un estudiante exitoso o no dentro de la carrera.

El último capítulo está dedicado a las **conclusiones**. Allí realizo una reseña de cada uno de los capítulos de análisis relacionándolos con algunos de los trabajos que presenté en el capítulo 2. También planteo algunos de los posibles caminos abiertos por esta investigación.

Decidí no incluir el habitual capítulo dedicado a la presentación del marco teórico. En su lugar opté por introducir, en este primer capítulo, algunas de sus ideas clave entrelazadas con la historia de la investigación y por ir desarrollando los conceptos utilizados en el momento en que los ponía en relación con los datos. Así, por ejemplo, el capítulo dedicado a las comunidades de práctica de las que los estudiantes se vuelven miembros comienza con una sección en donde se presenta este concepto. Esta decisión se relaciona con la forma en que concebí el rol de la teoría en la investigación. Entiendo que un enfoque teórico no es una cuestión acabada o un par de anteojos que un investigador se coloca para analizar su problema de principio a fin. En esta tesis la teoría funcionó como una caja de herramientas,

algunas de las cuales iba utilizando a medida que intentaba interpretar y profundizar mis reflexiones en torno a los datos que recogí.

A lo largo de toda esta tesis mis interpretaciones van entretejiéndose con fragmentos y citas extraídas del conjunto de datos que recolecté. El lector podrá reconocer que algunos de estos fragmentos se repiten en diferentes capítulos. Si bien he tratado de evitar esta práctica para no hacer tediosa la lectura ni el texto demasiado largo, hubo veces en las que esto fue inevitable. Un mismo episodio puede analizarse desde distintos ángulos y puede ser interrogado respecto de cuestiones diferentes. Además, existe una razón más pragmática para esta elección: hacer que la lectura de cada capítulo fuera lo más fluida posible, evitándole al lector la tarea de volver atrás en la tesis constantemente.

## REVISANDO LA LITERATURA Y SITUANDO LA INVESTIGACIÓN

---

Con este capítulo me propongo situar mi investigación dentro del campo de la investigación en educación en ciencias de la computación. Para ello, esbozo, en primer lugar, el estado de dicho campo mencionando cuales son las principales organizaciones, congresos y revistas en el área para luego comentar los resultados de diversos overviews realizados por reconocidos investigadores. Finalmente, describo con más detalle algunos trabajos enmarcados en tres tradiciones presentes en la investigación en educación en ciencias de la computación: el constructivismo, la fenomenografía y el aprendizaje situado. La elección de estos trabajos se basó en que abordan temáticas fuertemente vinculadas con mi proyecto de investigación.

### 2.1 UN RECORRIDO POR EL CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

La principal organización internacional que pugna por el desarrollo de la computación como ciencia y como profesión es la *Association for Computing Machinery* (ACM). Esta asociación posee una vasta biblioteca digital y edita diversas revistas: *Communications of the ACM*, *ACM in roads* —destinada específicamente a la educación en ciencias de la computación—, etc. Otras importantes revistas del área son *Computer Science Education*, editada desde 1988 y *Computers & Education*, editada desde 1976. La ACM está organizada en grupos de interés (36 en total) entre los cuales se encuentra el *Special Interest Group on Computer Science Education* (SIGCSE) dedicado a la educación en ciencias de la computación.

La ACM también cuenta con un sistema de clasificación de trabajos bajo el cual toda investigación tiene que ser catalogada si sus autores planean publicarla en cualquiera de los encuentros —conferencias, reuniones, congresos, simposios— o revistas organizados bajo la rúbrica de la ACM. La

rama que ocupa la educación en ciencias de la computación en el árbol de clasificación es la siguiente:

- ...
- K Entornos de computación
  - K.1 La industria de la computación
  - K.2 La historia de la computación
  - K.3 Computadoras y educación
    - K.3.2 Educación en computación e información
    - Temas
      - ◇ Acreditación
      - ◇ **Educación en ciencias de la computación**
      - ◇ Curriculum
      - ◇ Educación en sistemas de información
      - ◇ Alfabetización
      - ◇ Auto-evaluación
  - K.4 Computadoras y sociedad
  - ...
- ...

Según su página web oficial, el SIGCSE es un foro destinado a educadores interesados en discutir “*los problemas relacionados con el desarrollo, implementación y/o evaluación de programas de computación, curriculum y cursos así como también programas de estudio, laboratorios y otros elementos de la enseñanza y la pedagogía*” (ver [www.sigcse.org](http://www.sigcse.org)). Este grupo organiza distintos **encuentros anuales de investigadores en educación en ciencias de la computación**. La conferencia más importante, y la más masiva, es el *SIGCSE Technical Symposium* que se realiza anualmente en Estados Unidos desde 1970. En este simposio pueden presentarse reportes de experiencias, trabajos de investigación, trabajos filosóficos o trabajos que divulguen nuevas herramientas listas para utilizar. Los estudios que se presentan en esta conferencia deben estar relacionados con las temáticas de algunos cursos disciplinares —como algoritmos, matemática discreta, sistemas operativos, estructuras de datos, etc.— o enmarcados en tópicos generales —como aprendizaje activo, curriculum, evaluación, educación a distancia, etc—.

Otra de las reuniones anuales organizada por este grupo es la *Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE)*. Esta conferencia se ha realizado desde 1996 en distintos lugares del

mundo y en ella se dan cita más de 200 investigadores en educación en ciencias de la computación. Una característica importante del ITiCSE es que ofrece, además de disertaciones, presentaciones de investigaciones, paneles y sesiones de posters, grupos de trabajo cuyos reportes finales son publicados por el SIGCSE.

Por último, el *International Computing Education Research Workshop* (ICER) se realiza anualmente desde 2005 en distintos lugares del mundo y generalmente reúne entre 40 y 80 investigadores en ciencias de la computación. Tradicionalmente en este workshop sólo podían presentarse trabajos de investigación acabados, pero desde 2011 se introdujo una segunda categoría llamada *trabajos de discusión* en donde se pueden exponer investigaciones en proceso.

Existen otras conferencias bastante prestigiosas pero de carácter más regional como *Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, que combina la comunicación de prácticas de aprendizaje y enseñanza con la investigación en educación en computación, y la *Australasian Computing Education Conference* más orientada a las propuestas innovadoras para la enseñanza de la computación.

En el *SIGCSE Technical Symposium* del año 2005, un panel compuesto por Vicki Almstrum, Orit Hazzan, Mark Guzdial y Marian Petre, cuatro importantes referentes de la educación en ciencias de la computación, abordó los **retos que actualmente enfrenta este campo** (Almstrum et al., 2005). Sus opiniones ayudan a comprender en qué estado se encuentra la disciplina y cuáles son las preocupaciones en las que se centran sus investigadores hoy en día. El primer desafío, mencionado por Almstrum, es el aislamiento de los investigadores, vinculado fuertemente con la falta de reconocimiento de otros investigadores que suponen que la investigación educativa no es realmente investigación. El sentimiento de aislamiento también puede emerger de la toma de conciencia de que para este campo es preciso utilizar métodos específicos, de la dificultad para localizar o crear instrumentos apropiados y de la incerteza sobre por dónde comenzar a explorar la literatura. El segundo desafío, propuesto por Guzdial, es evitar el peligro de «reinventar la rueda». En sus palabras: “*Demasiadas investigaciones en educación en computación ignoran los cientos de años en investigación en educación, ciencia cognitiva y ciencia del aprendizaje que nos han precedido*” (Almstrum et al., 2005: 191, traducción mía<sup>1</sup>). Petre presentó el tercer reto que se origina, según este autor, en la ausencia de una metodología de investigación establecida en el área. Esta situación hace que frecuentemente se utilicen métodos de investigación traídos de otras disciplinas. El desafío está, según este autor, en que las metodologías que “*se pidan prestadas*” estén en

<sup>1</sup> “*Too much of the research in computing education ignores the hundreds of years of education, cognitive science, and learning sciences research that have gone before us*” (Almstrum et al., 2005: 191.)

relación con las preguntas que se busca responder y en que la forma en que se piden prestadas esté orientada por un esfuerzo de alcanzar el mayor rigor posible. Por último, Hazzan resaltó que la mayoría de la investigación dentro de la educación en ciencias de la computación utiliza herramientas de investigación cuantitativas. El desafío que este investigador plantea es la necesidad de diversificar estas metodologías de forma que se incluyan enfoques cualitativos.

En un trabajo posterior, Hazzan junto con otros investigadores vuelve a señalar esta necesidad, indicando, además, que sólo una pequeña proporción de las investigaciones dentro de la literatura en educación en ciencias de la computación contiene algún componente experimental (Hazzan et al., 2006). Este artículo está destinado en su totalidad a presentar las líneas generales de la **investigación cualitativa** y a analizar qué beneficios puede traer su utilización dentro del campo. La posibilidad de expandir los hallazgos, abriendo direcciones de investigación no previstas o consideradas al comienzo de la investigación, y de profundizarlos, permitiendo develar los componentes de procesos por naturaleza complejos y ricos, son las dos ventajas principales que estos autores señalan.

En una línea similar, Berglund, Daniels & Pears (2006) recalcan que, cuando se investiga sobre situaciones de enseñanza y aprendizaje, es importante hacer explícito qué se entiende aprendizaje. Señalan además, que los trabajos anclados tanto en tradiciones pedagógicas como en los aspectos disciplinares de la computación pueden ayudar a construir conclusiones más sólidas acerca de cómo se aprende computación. Esta situación implica, de acuerdo a la opinión de los autores, que el campo se fortalecerá si se toma conciencia del rol y la relevancia de los enfoques cualitativos.

Al delinear la investigación en educación en computación Berglund, Daniels & Pears (2006) la consideran como un campo emergente multi-disciplinario en donde a veces es difícil establecer quién pertenece, porque muchos de sus investigadores principales son más conocidos por sus contribuciones en otras sub-áreas de la computación. Este artículo parte de las cuatro grandes áreas que componen el paisaje de la investigación en educación en computación distinguidas previamente por Clancy et al. (2001):

1. *Investigaciones de pequeña escala*, que frecuentemente buscan responder preguntas relativas a la introducción de nuevas metodologías y herramientas en la enseñanza. Si bien son valiosas como medio para compartir experiencias, sus resultados suelen ser difícilmente generalizables y su anclaje pedagógico y metodológico escaso.
2. *Investigaciones motivadas por el uso de herramientas*. Este área ofrece herramientas que pueden mejorar el aprendizaje, ahorrar recursos de enseñanza y promover la colaboración. Engloba desde herramientas

particulares para tratar temáticas específicas hasta entornos o plataformas de aprendizaje.

3. *Investigaciones de habilidades mentales y conceptuales específicas en la tradición de la psicología cognitiva.* Los trabajos en esta área se encargan de construir modelos sobre el pensamiento humano buscando dilucidar cuestiones que ayuden a facilitarlos. Suelen utilizar metodologías estadísticas que comparan el desempeño previo y posterior a una intervención.
4. *Investigaciones ancladas en la tradición educativa.*

Berglund, Daniels & Pears (2006) realizan un análisis de los trabajos en esta última área buscando construir una perspectiva general de la misma. Según su artículo, cinco son los enfoques que han sido utilizados en proyectos de investigación produciendo interesantes resultados:

- Los trabajos encuadrados en las **teorías constructivistas** del aprendizaje. Aquí el término constructivismo reúne una familia de perspectivas que lidian con los factores involucrados en la construcción del conocimiento del aprendiz (Hajderrouit, 1998; Aharoni, 2000; Greening, 2000; Ben-David Kolikant, 2001).
- La **fenomenografía**, perspectiva que busca revelar los modos cualitativamente diferentes en los que un fenómeno puede ser experimentado (Bruce et al., 2004; Eckerdal & Tuné, 2005).
- Los trabajos enmarcados en la **tradición vygotskiana** entre los que se cuentan aquellos que utilizan la teoría de la actividad y los que se enmarcan en la **teoría del aprendizaje situado** (Ben-David Kolikant, 2004; Ben-Ari, 2004). Lo significativo de los resultados de estas investigaciones es que van más allá de preguntarse cómo se aprende un concepto específico; en su lugar, se posibilita el estudio del cuadro complejo que emerge cuando los estudiantes interactúan con un entorno.
- La **investigación crítica** preocupada explícitamente por los problemas relacionados con desigualdades de poder tales como género, cultura o ambiente, así como por cuestiones políticas. Si bien las preguntas que plantea este enfoque son sumamente relevantes, todavía son muy pocas las investigaciones desarrolladas en esta área.
- Los **enfoques multifacéticos** que utilizan distintos paradigmas dentro de un mismo proyecto de investigación (Greening, 1996).

En las próximas secciones, describiré algunos trabajos encuadrados dentro de los tres primeros enfoques. La selección de los mismos se basó en

que abordan problemáticas fuertemente vinculadas con mi proyecto de investigación.

Con un objetivo más específico que bosquejar el paisaje de todo el campo de la investigación en educación en computación, Pears et al. (2007) realizan un sondeo de la **literatura dentro del área relacionada con la introducción a la programación**. Estos autores distribuyen las investigaciones incluidas en su estudio en cuatro categorías: *currículum*, *pedagogía*, *elección de un lenguaje de programación* y *herramientas para la enseñanza*, siendo estas dos últimas las que más trabajos engloban.

Dentro de la categoría *pedagogía* resaltan que una de las dificultades que emergen al intentar identificar literatura relevante es definir “*qué significa ‘aprender a programar’ para nuestra comunidad*” (Pears et al., 2007, traducción mía<sup>2</sup>). Tres son las respuestas más tradicionales. Existe un movimiento importante que considera a la programación como una *aplicación de las habilidades en la resolución de problemas*; la transferencia es un problema central en este movimiento. Otra tradición prioriza la *estructura y la sintaxis del lenguaje de programación*; las investigaciones vinculadas con los enfoques de expertos y novatos al desarrollar códigos de programas son útiles bajo esta perspectiva. Una última corriente, de la que participan miembros importantes de la comunidad de investigadores en computación, sostiene que la programación es una actividad de *naturaleza matemática* y que para ser un buen programador es preciso comprender cómo se demuestran propiedades de los programas que se escriben (Pears et al., 2007). Esta tradición, volcada hacia los aspectos matemático formales de la programación, es la que inspira el currículum de la materia *Introducción a los Algoritmos* en donde realicé mi trabajo de campo. Algunos artículos que defienden este enfoque de la programación son Gries (1990) y Dijkstra (1974, 1988). El mismo será desarrollado con mayor detalle en el próximo capítulo.

Como se desprende de esta revisión bibliográfica, aprender a programar se entiende, dentro de este campo, de maneras múltiples lo que genera una gran variedad de currículums para los cursos introductorios de programación.

### 2.1.1 Trabajos dentro de la tradición constructivista

Existen en el área una variedad de trabajos cuyos autores se declaran dentro de una perspectiva constructivista: Aharoni (2000), trabajando con los procesos cognitivos de los alumnos estudiando estructura de datos; Soloway & Spohrer (1990), editores de un libro centrado en las ideas previas erróneas de los novatos en programación; Spohrer & Soloway (1986) que

---

2 “*what ‘learning programming’ means to our community*” (Pears et al., 2007).

se focaliza en las concepciones erróneas de novatos sobre la semántica de algunos constructores del lenguaje de programación

Ben Ari (1998) analiza la tradición constructivista en el campo de la educación en ciencias de la computación y busca mostrar cómo esta teoría puede convertirse en el sustento de muchos debates en el área. Según este autor, el constructivismo posibilita poner en primer plano los modelos mentales de los estudiantes acerca de las computadoras. Ben Ari niega que un alumno que se inicia en el estudio de las ciencias de la computación llegue al aula con un modelo efectivo de una computadora; su modelo es, como mucho, limitado a la idea de «cerebro gigante» muy poco útil cuando se estudia esta disciplina. Este es un obstáculo considerable en el aprendizaje porque, según esta teoría, las preconociones de los estudiantes son la base del nuevo conocimiento y contar con un modelo alternativo de la computadora es fuente de errores en los programas que se escriben. Visto que no tiene mucho sentido, según el autor, discutir sobre marcos alternativos de la sintaxis y la semántica de un lenguaje de programación, estos modelos de los estudiantes constituyen la fuente de muchas de sus dificultades.

En el mismo trabajo, Ben Ari señala que la idea, muchas veces mantenida, de que la ciencia de la computación es «difícil» puede deberse a que muchos de los modelos asociados a ella deben construirse desde cero. Además, la perspectiva constructivista ayuda a explicar por qué las experiencias autodidactas de la programación no garantizan el éxito en los estudios académicos: los estudiantes con estos hábitos llegarán a la universidad con construcciones muy firmes que no necesariamente son viables en los estudios académicos. Como recomendación pedagógica, este autor indica la necesidad de enseñar explícitamente un modelo refinado de una computadora antes de pasar a ejercicios de programación (Ben Ari, 1998). Frente a las conclusiones de este autor parece importante resaltar que la afirmación de que muchos de los modelos asociados a la computación deben construirse desde cero pareciera estar negando parte de las bases de la teoría constructivista. La posición en la que queda un estudiante ante esta situación es algo que también precisaría de discusión.

Partiendo de los trabajos de Piaget, pero con un foco diferente a las investigaciones antes mencionadas, Turkle & Papert (1990) intentan develar los diferentes estilos y voces dentro de la cultura de la computación. De acuerdo a estos autores, la imagen de la computadora que predomina es la de una máquina lógica, la programación se ve como una actividad matemática y técnica siendo la computación una personificación de la actividad abstracta y formal. Pero al analizar las prácticas de los programadores, además de aproximaciones formales también se encuentran *“enfoques concretos y per-*

sonales al conocimiento que están lejos del estereotipo cultural de la matemática formal” (Turkle & Papert, 1990: 128, traducción mía<sup>3</sup>).

Esta diversidad de aproximaciones pone de manifiesto que el comienzo del aprendizaje de la programación requiere aceptar múltiples caminos de conocimiento y pensamiento, lo que los autores llaman *pluralismo epistemológico*. En este punto se diferencian fuertemente del pensamiento piagetiano ya que entienden a estas distintas formas de aproximarse al conocimiento no como estadios sino como estilos, cada uno igualmente válido en sus propios términos. Desde esta perspectiva buscan colaborar en la deconstrucción del pensamiento canónico como única forma de pensar desafiando al pensamiento formal a través de comprender otros estilos en donde la lógica es un instrumento poderoso pero no una ley de pensamiento (Turkle & Papert, 1990).

Su trabajo es un estudio de caso de dos estudiantes en un primer curso de programación que no tenían problemas en lidiar con los ejercicios; el conflicto surgía porque la forma que tenían de aproximarse a esos ejercicios no se correspondía con la forma impuesta por la cultura a la que estaban entrando. Finalmente, estos alumnos abandonaron su aproximación, se amoldaron a la impuesta, aprobaron el curso y no quisieron continuar estudiando programación. Los autores explican esta situación afirmando que la discriminación en la cultura de la computación “no se determina a través de reglas que mantienen a las personas afuera sino por formas de pensamiento que las hacen reacias a unirse a ella” (Turkle & Papert, 1990: 132, traducción mía<sup>4</sup>).

Estos autores denominaron a la manera de aproximarse a la programación de los estudiantes involucrados en su investigación como *bricolage*. Esta es una forma de trabajo que toma a los elementos de un programa como si fueran elementos materiales. La programación se vive como un juego en donde estos elementos se van reordenando. El programa emerge como una negociación entre el estudiante y el material. Para los autores esta aproximación es igualmente válida que una formal y abstracta. En el curso de programación estudiado, estos *bricoleurs* tuvieron que abandonar su enfoque construyendo una relación no auténtica con la computadora mientras que los pensadores formales nunca sintieron esta presión. El cambio se produce en una sola dirección. Un interrogante que surge luego de la lectura de este trabajo es si el ingreso a una cultura, y los problemas que puedan estar asociados a él, podrían describirse en su complejidad sólo a partir de formas de pensamiento.

---

3 “concrete and personal approaches to knowledge that are far from the cultural stereotypes of formal mathematics” (Turkle & Papert, 1990: 128).

4 “is determined not by rules that keep people out but by ways of thinking that make them reluctant to join in” (Turkle & Papert, 1990: 132).

### 2.1.2 Trabajos dentro del marco de la Fenomenografía

Este enfoque de investigación se centra “en las maneras, cualitativamente diferentes, en las cuales las personas experimentan, comprenden, perciben o conceptualizan un fenómeno” (Lister et al., 2007: 97-98, traducción mía<sup>5</sup>). Uno de los supuestos que apuntalan esta teoría es que para cada fenómeno existirá un número reducido de formas de experimentarlo, cada una de ellas denominada *categorías de descripción*. Frecuentemente estas categorías son jerárquicas, las más altas complementando y englobando a las más bajas, siendo la comprensión de los novatos usualmente la categoría más simple y la más alta representando, en algún sentido, una comprensión del fenómeno completa y verdadera (Carbone, Manninla & Fitzgerald, 2007).

Para la fenomenografía aprender significa transformar la forma de ver el mundo y sus fenómenos, procediendo desde una comprensión indiferenciada y poco integrada hacia un entendimiento que diferencie e integre el todo y sus partes. Cuando la investigación se localiza en contextos educativos el mundo se reduce, deliberadamente, a una disciplina (Booth, 2001).

La forma más habitual de recolectar datos dentro de esta perspectiva es a través de entrevistas semi-estructuradas a una muestra que represente apropiadamente la población de interés. Las categorías que se construyen a partir del análisis de estos datos no se utilizan para describir o «etiquetar» a una u otra persona; el resultado de estas investigaciones tampoco es un estudio de caso. Más bien, las categorías de descripción son formas potenciales de experimentar un fenómeno a un nivel colectivo que pueden encontrarse en un grupo de personas con características similares a las involucradas en el estudio original (Booth, 2001).

La fenomenografía ha sido utilizada en diversos trabajos en el área de la investigación en educación en ciencias de la computación. Uno de los artículos con objetivos más amplios es el de Lister et al. (2007) que intenta describir las distintas formas en las que los académicos de la computación comprenden la enseñanza. Los autores utilizan cuatro grupos para realizar esta descripción: *comprensiones en torno al rol de las clases de laboratorio, concepciones de éxito, comprensiones alrededor del significado de motivar a los estudiantes y comprensiones sobre dónde está el foco de la enseñanza* —en el tema, en el curso, en la carrera, etc—.

El segundo grupo, que trae explícitamente a colación las concepciones de éxito, es el que está más relacionado a mi proyecto de investigación. En un trabajo posterior, Carbone et al. (2007) desarrollan más ampliamente los resultados vinculados con este grupo. Las categorías relativas a las concep-

---

<sup>5</sup> “on the qualitatively different ways that people experience, understand, perceive, or conceptualise a phenomenon” (Lister et al., 2007: 97-98).

ciones de los académicos sobre la enseñanza exitosa son las siguientes, en orden de jerarquía:

1. Enseñanza exitosa experimentada como un *sentimiento*. El éxito se concibe fuertemente conectado con lo afectivo, con los sentimientos del profesor o con lo que éste imagina que sienten sus estudiantes.
2. La enseñanza exitosa experimentada como *una buena presentación*. El docente puede ir más allá de «sentirse bien», mencionando explícitamente la importancia de hacer sus clases bien organizadas y presentadas.
3. Enseñanza exitosa experimentada como *desarrollar el pensamiento del estudiante*. Comprometer a los estudiantes con su propio aprendizaje es un signo de enseñanza exitosa (Carbone et al., 2007).

Las autoras presentan cinco categorías relacionadas con las concepciones de los académicos en torno al fracaso en la enseñanza:

1. Fracaso en la enseñanza experimentado como la *falta de habilidades de los profesores*. En esta categoría las dificultades para organizar y presentar materiales, para prever la cantidad de tópicos que se presentan en una clase y la imposibilidad de encontrar ejemplos motivadores son importantes.
2. Fracaso en la enseñanza experimentado como la *falta de soporte al profesor*. Aquí aparecen problemas institucionales, falta de presupuesto y de recursos, exceso de horas, auxiliares de la docencia inexpertos, falta de tiempo, etc.
3. Fracaso en la enseñanza experimentado como *falta de responsabilidad de los estudiantes*, que se expresa en la inasistencia a las clases, la falta de preguntas, el poco esfuerzo, la falta de preparación y el poco interés de sus alumnos.
4. Fracaso en la enseñanza *vinculado a la complejidad del dominio*. Muchos de los tópicos que se desarrollan en el primer año requieren la construcción de estructuras de conocimiento complejas sobre las bases de estructuras de conocimiento más simples; aquellos estudiantes que no posean los conocimientos de base fallarán en esta construcción. La abstracción surge también como una fuente de fracaso.
5. Fracaso en la enseñanza experimentado como *los estudiantes no demostrando comprensión*. Dentro de esta categoría la preocupación del docente está en el pensamiento del alumno, intentando determinar si ha alcanzado la comprensión o si aplica los conceptos superficialmente.

Se consideran indicadores de este proceso la posibilidad de vincular la teoría con situaciones prácticas y los intentos de reflexionar sobre las estrategias utilizadas y de considerar enfoques alternativos (Carbone et al., 2007).

Las dos categorizaciones, la relativa al éxito y la relacionada con el fracaso en la enseñanza, presentan un cambio de foco gradual, comenzando con una preocupación centrada en el docente y terminando con una preocupación en el estudiante. Esta última orientación se considera un modelo más maduro de la comprensión del fenómeno (Carbone et al., 2007).

Otro artículo dentro de esta tradición, bastante vinculado con mi problema de investigación, es el de Bruce et al. (2004). Como una manera de enmarcar su investigación comienzan su ensayo realizando un análisis de la literatura relacionada con el aprendizaje y la enseñanza de la programación. Señalan que muchos artículos muestran a los altos índices de fracaso en el aprendizaje de la programación como un problema central para educadores e investigadores. Agregan también que una gran cantidad de los trabajos tienen un enfoque de prueba y error, intentando rediseñar el currículum a partir de la aplicación de conceptos provenientes de la teoría constructivista y del aprendizaje colaborativo. En base a esta reseña, llevan a cabo un trabajo fenomenográfico localizado en un curso que utiliza Java como lenguaje de programación buscando dilucidar las formas de experimentar el acto de aprender a programar. De forma resumida, las siguientes son las categorías de descripción que revelaron los datos:

1. *Siguiendo*. El foco del aprendizaje está, para los estudiantes, en conseguir pasar las unidades y seguir el ritmo de las evaluaciones. Un factor importante para estos alumnos es el tiempo y otro las devoluciones de los docentes que les permiten evaluar si están yendo bien.
2. *Codificando*. Aprender a programar se experimenta como aprender a escribir el código de un programa, por lo que la sintaxis del lenguaje se vuelve primordial. Para estos estudiantes el tiempo es también un elemento importante porque hace falta mucha práctica para manejar todos los componentes de la sintaxis. La prueba y el error juegan un rol importante así como también la perseverancia.
3. *Comprendiendo e integrando*. Ser capaz de programar se entiende como tener la capacidad de aplicar conceptos de maneras diferentes, de utilizar lo que se hizo en el pasado en nuevos contextos y de comprender los principios amplios involucrados en escribir programas.
4. *Resolviendo problemas*. Estos estudiantes comienzan con un problema y su tarea consiste en descubrir los medios para resolverlo. Por esta

razón, le dan importancia a la planificación antes de comenzar a escribir el código del programa. Un elemento importante es la experiencia previa que se constituye en contexto de la situación de aprendizaje y que ayuda a construir nuevas soluciones.

5. *Participando o enculturándose*. El aprendizaje de la programación conlleva, para estos estudiantes, volverse parte de la comunidad de programadores, aprendiendo lo que ellos piensan y hacen. El significado que le den a ser un programador afecta sus enfoques de aprendizaje y sus expectativas. Utilizan estrategias como comunicarse con programadores o hablar con sus docentes respecto a las relaciones entre sus estudios y los empleos futuros que podrán conseguir (Bruce et al. 2004).

Estos autores finalizan su trabajo reflexionando sobre algunas implicaciones de esta categorización para la enseñanza en donde plantean ciertas preguntas que vinculan estos modos de experimentar el aprendizaje de la programación con las actividades y tareas que los docentes les presentan a sus estudiantes.

Existe un trabajo que intenta yuxtaponer la tradición fenomenográfica con la teoría del aprendizaje situado. En él, Booth (2001) reconsidera los resultados de un estudio fenomenográfico desde un punto de vista sociocultural. Su investigación buscaba describir las diversas formas en las que los estudiantes ingresantes de ciencias de la computación experimentan la cultura con la que se encuentran poniendo en primer plano el desconcierto y la confusión que este encuentro ocasiona:

*“Cuando un nuevo estudiante de ciencias de la computación e ingeniería llega a la Universidad, todo es nuevo. Los aspectos no técnicos de la naturaleza de la programación, la naturaleza de los lenguajes de programación, lo que significa aprender a programar, aún la computadora en sí misma son características de un contexto cultural que está en gran medida dado por sentado por los docentes —veteranos dentro de la cultura—” (Booth, 2001: 1, traducción mía<sup>6</sup>).*

Para considerar una perspectiva cultural más amplia, Booth se inspiró en la idea de que al ingresar a la universidad el estudiante se encuentra con docentes que son miembros de distintas culturas disciplinarias que le dan diferentes significados al ser un estudiante exitoso. Emplear la perspectiva del aprendizaje situado conlleva una transformación de la pregunta de

---

6 “When the new student of computer science and engineering arrives at the University, all is new. Non-technical aspects of the nature of programming, the nature of programming languages, what it means to learn to program, even of the computer itself, are features of a cultural context which are largely taken for granted by teachers —old-timers within the culture—” (Booth, 2001: 1).

investigación. El interrogante que se perseguiría desde la fenomenografía sería: ¿qué significa y qué se necesita para aprender a programar?, mientras que el que se plantea desde un marco sociocultural pasa a ser, según la autora: ¿qué significa y qué se necesita para entrar a la cultura de la programación? (Booth, 2001).

Así, describe, en primer lugar, tres culturas relacionadas con la programación y las ciencias de la computación:

- La *cultura académica*, que comprende a las personas, estructuras y artefactos que tienen como finalidad principal la investigación y el desarrollo. Sus miembros se encuentran en las universidades, institutos de investigación y departamentos de Investigación y Desarrollo de la industria; tejen sus relaciones en congresos y seminarios y reifican sus redes de significado en la publicación en revistas, libros y curriculum universitarios. Para esta cultura, los enfoques de la programación se relacionan con la resolución de problemas y con la demostración matemática. Esta es la cultura a la que muchos estudiantes ingresan cuando comienzan sus estudios universitarios.
- La *cultura profesional*, formada por científicos de la computación, ingenieros de redes, ingenieros de bases de datos, ingenieros del software, etc., enraizados principalmente en la industria. Sus redes de significado están centradas en el diseño y la implementación y se reifican en programas, gráficos, sistemas, en la literatura de documentación y en códigos de conducta y estándares.
- La *cultura informal*, que comprende a las personas que construyen páginas webs o juegos por hobby, los que contribuyen al desarrollo de Linux, la persona de negocios con su hoja de cálculo y su base de datos de clientes, el hacker, etc. Los miembros bastante disgregados de esta cultura van construyendo sus empresas conjuntas y sus repertorios compartidos a través de grupos de chats y de noticias, de conferencias webs abiertas y a través de compartir software. Según la autora, estas culturas pueden ser vistas como maneras diferentes de relacionarse con la computadora y con todas las cuestiones asociadas con hacerla funcionar (Booth, 2001).

Al trabajar con estudiantes ingresantes de una universidad tecnológica, diferencia dos grandes constituyentes que afectan su experiencia; por un lado, los *constituyentes técnicos* que son aquellos blanco de extensiva instrucción en las clases (por ejemplo, funciones, recursión y corrección) y, por el otro, los *constituyentes marco* que raramente son el objetivo de la instrucción y que incluyen ideas relativas a la computadora, la naturaleza de la programación y de los lenguajes de la programación, etc. Estos últimos constituyentes pueden proveer el soporte necesario o volverse un obstáculo

en la comprensión de los primeros y es en ellos en los que la autora focaliza su estudio fenomenográfico (Booth, 2001).

En relación con las *formas de experimentar el fenómeno de programar* describe tres orientaciones: hacia la computadora, hacia el problema que la actividad de programar intenta resolver y hacia el producto que será concebido.

Construyó cuatro categorías relativas a las *formas de experimentar los lenguajes de programación*: como una utilidad inherente a un sistema de computación, como un código en el cual se construyen los programas, como un medio de expresión y como medio de comunicación entre las partes de un sistema de programación. Una categorización muy similar fue construida unos años más tarde en el trabajo de Bruce et al. (2004), que describí anteriormente.

Por último, encontró que el *aprender a programar* se puede experimentar de cuatro maneras diferentes: es aprender un lenguaje de programación, en este caso el foco está en los detalles de cada lenguaje; es aprender a escribir programas en un lenguaje de programación, donde la atención está centrada en las técnicas y las características específicas de los lenguajes; es aprender a resolver problemas en forma de programas, en este caso el foco se encuentra en analizar un problema a fin de poder escribir un programa; y es volverse parte de la comunidad de programadores, donde el interés está en construir programas colectivamente o que serán utilizados por otras personas (Booth, 2001).

La autora finaliza su trabajo valorando los aspectos que pueden ser develados a través de un enfoque socio-cultural:

*“la perspectiva socio cultural tiene algo que ofrecer a los profesores universitarios, ayudarlos a entender las trayectorias de aprendizaje en las que los estudiantes pueden estar y por qué ciertas trayectorias, con redes de significado asociadas, podrían dar lugar a estudios y, por lo tanto, a resultados de aprendizaje, más exitosos que otras”* (Booth, 2001: 18, traducción mía<sup>7</sup>).

Los estudios englobados en la tradición fenomenográfica permiten, según mi opinión, comenzar a traer al frente las opiniones de los sujetos de las investigaciones; sus trabajos incluyen citas y transcripciones de estudiantes y docentes otorgándoles un espacio importante a sus voces. Además, en un campo donde muchos de los trabajos con un componente experimental utilizan enfoques cuantitativos, es muy valiosa la posibilidad que se abre de ir instalando metodologías cualitativas.

7 *“the socio-cultural perspective has, I feel, something to offer university teachers, to help them understand the learning trajectories that students might be on, and why certain trajectories, with associated cultural webs of significance, might lead to more successful studies, and hence learning outcomes, than others”* (Booth, 2001: 18).

Al estudiar estos trabajos surgieron un conjunto de interrogantes, sobretudo alrededor de las bases de la teoría, que quedaron sin respuestas. En primer lugar, estos trabajos no definen qué entienden por *fenómeno* y, por lo tanto, no clarifican qué sentido tiene la expresión ‘un mismo fenómeno’ para dos personas que, por ejemplo, estudian ciencias de la computación en países distintos, ni qué significa, para estas dos personas, que exista un número pequeño de formas de experimentarlo. Las variaciones de los entornos parecen quedar fuera del análisis fenomenográfico. Otra cuestión problemática, según mi parecer, son las jerarquías que se introducen en las categorías de descripción. Es en este punto en donde parece entrar la voz del investigador cuyos supuestos y valores deberían ser explicitados. Así, es válido preguntar, por ejemplo, ¿porqué, en un contexto educativo diseñado para habilitar a personas para el ejercicio profesional, focalizarse en pasar los exámenes es una forma menos integral de experimentar el aprendizaje que centrarse en la resolución de un problema? ¿se supone que se aprende poco o nada si un estudiante se dedica a pasar los exámenes? Por último, afirmar que en contextos educativos ‘el mundo se reduce a una disciplina’ me parece un punto de vista reduccionista. Dentro de las aulas existen aspectos sociales, culturales e históricos que van más allá de la disciplina que allí se desarrolla y que juegan un papel muy importante en los procesos tanto de enseñanza como de aprendizaje.

### 2.1.3 *Trabajos enmarcados en la teoría del aprendizaje situado*

En el transcurso de mi búsqueda bibliográfica encontré muy pocos trabajos —además del de Booth (2001) mencionado anteriormente— que emplean la teoría del aprendizaje situado dentro del campo de la educación en ciencias de la computación. Uno de ellos, plantea que la enseñanza en este área debe servir como “*punto de entrada a la comunidad de practicantes de la ciencia de la computación*” (Ben-David Kolikant, 2004, traducción mía<sup>8</sup>). Esta investigación, localizada en la escuela secundaria, propone un currículo basado en la programación concurrente y distribuida que intenta transformar la situación de «choque cultural» que la autora percibe. Este choque se produce entre la cultura del mundo académico de la ciencia de la computación y la cultura informal de la computación, en donde los estudiantes son veteranos. En esta situación, los cursos de ciencias de la computación deberían diseñarse con la idea de convertirse en zonas de encuentros culturales que les permitan a los estudiantes considerar los frutos de la cultura académica como representativos y relevantes para su conocimiento en computación informal.

<sup>8</sup> “to serve as an entry point into the community of computer science practitioners” (Ben-David Kolikant, 2004).

La clave de este trabajo está, entonces, en la enculturación y en ir convenciendo, progresivamente, a los estudiantes para que atraviesen las fronteras culturales hacia la cultura académica. Esto se logrará, según la autora, a través de diseñar encuentros que puedan ser apreciados por usuarios de tecnologías, haciendo que acepten los objetivos de las actividades y comprometiéndolos en una práctica relevante para ellos. Esto los irá dotando de herramientas que demostraron ser, desde el inicio, productivas, dando un pequeño paso hacia la cultura académica de la computación (Ben-David Kolikant, 2004).

Otro artículo dentro de esta perspectiva es el de Ben-Ari (2004) cuyo objetivo es analizar la teoría del aprendizaje situado desde el punto de vista de un educador en ciencias de la computación, intentando dilucidar la relevancia de este enfoque en este campo. El autor comienza señalando que en la universidad las ciencias de la computación son enseñadas por personas que tienen muchos conocimientos disciplinares y muy escasos conocimientos pedagógicos o educativos agregando, además, que son muy pocos los trabajos en el área de educación en computación que traten de aplicar teorías educativas en este campo.

El concepto de la teoría del aprendizaje situado que Ben-Ari toma como central es el de *participación periférica legítima*, que supone, según el autor, que el aprendiz participa de una comunidad de práctica, que su presencia es legítima a los ojos de los miembros de la comunidad y que su participación es inicialmente periférica, volviéndose gradualmente más completa. Esta descripción no parece encajar fácilmente, según su opinión, con estudiantes que buscan convertirse en miembros de comunidades de tecnología de punta en ciencias, medicina, finanzas o ingeniería. Este enfoque precisaría que el campo ocupacional del estudiante se determinara muy tempranamente. Otra limitación que percibe es que no es posible enfrentar a los estudiantes principiantes con tareas y situaciones reales de la disciplina: *“difícilmente se puede esperar de ellos que diseñen un teléfono celular o un asistente personal digital”* (Ben-Ari, 2004: 4, traducción mía<sup>9</sup>). Por otro lado, señala que la teoría del aprendizaje situado sí describe adecuadamente distintas comunidades de práctica vinculadas con las ciencias de la computación, como la comunidad del software libre. Estas limitaciones hacen que, según este autor, la participación periférica legítima falle como *“modelo educativo”* y por lo tanto no pueda ser considerada como modelo general en la educación en ciencias de la computación. El método que Ben Ari considera debe ser el fundamental para la educación en ciencias de la computación es la escolarización descontextualizada que se viene utilizando habitualmente.

---

<sup>9</sup> *“they can hardly be expected to design a cell phone or a personal digital assistant”* (Ben-Ari, 2004: 4).

En este punto creo preciso hacer una aclaración. Lave & Wenger (1991) construyen el concepto de participación periférica legítima como una forma de entender el aprendizaje, como un punto de vista sobre el aprendizaje, y señalan claramente que no es una propuesta pedagógica ni una técnica de enseñanza. En este último sentido Ben-Ari parece entender el concepto a lo largo de todo su artículo. Lave & Wenger (1991) elaboran su teoría abarcando explícitamente entornos no escolarizados y recalcan que el análisis de instituciones escolares desde esta perspectiva, si bien puede ser un ejercicio fructífero, no supone automáticamente formas de operacionalizar o de implementar la participación periférica legítima para propósitos educativos. Así, el marco no puede aplicarse mecánicamente. Otra pregunta que me surge al leer el artículo de Ben-Ari es ¿qué significaría tener un modelo general para la educación en ciencias de la computación?, ¿sería un modelo que pueda aplicarse a todas las situaciones y a todos los cursos relacionados con la computación? Un marco así parece difícil de lograr. Esta búsqueda revela, también, una determinada manera de concebir el campo de investigación, buscando generalizaciones, sobretodo pedagógicas, que permitan resolver los diversos problemas en los distintos entornos relacionados con la enseñanza de las ciencias de la computación.

Después de este recorrido es posible **localizar mejor la investigación que se presenta en esta tesis** dentro del campo de la investigación en educación en ciencias de la computación. Mi trabajo se sitúa dentro de aquellos que utilizan una metodología cualitativa. Pertenece al área que Clancy et al. (2001) denominan *investigación anclada en la tradición educativa*, utilizando a la teoría del aprendizaje situado como anclaje teórico para el análisis.

Desde esta posición la(s) comunidad(es) de práctica con la(s) que los estudiantes se involucran no fueron definidas de antemano, como lo hace Ben-David Kolikant (2004). Más bien, descubrir esto fue el fruto el proceso de análisis.

A diferencia de Ben-Ari (2004), mi trabajo no busca poner en consideración el uso del aprendizaje situado como marco educativo para el área. Para esta tesis, la teoría era una lente que me ayudaría a analizar e ir interpretando el ingreso a una carrera. Con las herramientas y conceptos que esta teoría de daba me acercaba al proceso que estaba estudiando, intentando evitar, en la medida de lo posible, fijar de antemano los aspectos que lo componen.

Este capítulo ha permitido encuadrar la investigación que se presenta en esta tesis en el campo de la investigación en educación en ciencias de la computación. El siguiente capítulo estará destinado a enmarcar este trabajo dentro de otros ámbitos: la FaMAF, la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación, la materia *Introducción a los Algoritmos* y las trayectorias de los participantes de la investigación.

## EL TERRENO Y LOS PARTICIPANTES DE LA INVESTIGACIÓN

---

Este capítulo está dedicado a presentar el terreno en el que se desarrolló esta investigación. Esto me llevará, en primer lugar, a examinar la manera en que la teoría del aprendizaje situado conceptualiza a la persona, al mundo y a sus relaciones. Luego, haciendo uso de los conceptos que Lave y Wenger construyeron en sus distintos trabajos, describiré el terreno de la investigación. Realizar esta tarea supuso explorar brevemente el desarrollo histórico de la FaMAF y de la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación y también describir algunas de sus características actuales. Presento además, el currículum de la materia *Introducción a los Algoritmos* en donde centré mi trabajo de campo y los espacios físicos en donde este curso se desarrollaba. Destino la última sección del capítulo a los participantes de la investigación. Allí, cada uno de ellos relata, a su manera, las trayectorias que venían recorriendo hasta que se encontraron en el primer cuatrimestre de 2008.

### 3.1 TERRENOS, ENTORNOS Y PARTICIPANTES

Como lo establecen Lave & Wenger (1991), “[t]odas las teorías del aprendizaje están basadas en suposiciones fundamentales sobre la persona, el mundo y sus relaciones” (p. 47, traducción mía<sup>1</sup>). Me propongo aquí presentar estas suposiciones para la teoría que ellos fueron desarrollando.

Los trabajos de estos autores están enmarcados en la **teoría de la práctica social**. Estas teorías enfatizan que:

- la motivación y el deseo son de naturaleza histórica.
- es necesaria una visión amplia de la agencia humana, que subraye la integración, en la práctica, del agente, el mundo y la actividad.

---

<sup>1</sup> “All theories of learning are based on fundamental assumptions about the person, the world, and their relations” (Lave & Wenger: 47).

- hay una interdependencia relacional entre el agente, el mundo, la actividad, el significado, la cognición, el aprendizaje y el conocimiento (Lave & Wenger, 1991).

Así, la teoría del aprendizaje situado postula que existen relaciones mutuamente constitutivas entre la actividad, la persona y los entornos en los que estas personas actúan. A continuación iré afinando cómo se entienden estos tres términos y en esta tarea me enfrentaré, al igual que Santos (2004), a la *“dificultad de conseguir, en un texto lineal, transmitir y discutir ideas que son pensadas y propuestas precisamente por su complejidad y recursividad”* (p. 317, traducción mía<sup>2</sup>).

CONTEXTO: TERRENOS Y ENTORNOS. En su trabajo de 1988, Lave indica las dificultades que aparecen cuando se intenta teorizar sobre el contexto desde las principales tradiciones teóricas. Por un lado, la perspectiva funcionalista que, al concebir al contexto como el factor que determina la conducta, excluye del análisis a la relación entre la personas actuando y los entornos en los que actúan. Por el otro, la postura fenomenológica que, si bien supera parte de las limitaciones de la perspectiva funcionalista, deja sin explicar las estructuras macrosociales que no pueden ser negociadas directamente por los individuos pero que contribuyen a construir el contexto. Según esta autora:

*“Un entorno de actividad no puede conceptualizarse ni como una lista de componentes (...) ni como una construcción intersubjetiva, ni como una estructura de conocimiento. Y, ciertamente, no es una forma de economía política en pequeño”* (Lave, 1988:164).

Como una salida al carácter unidimensional de estas formas de comprender el problema del contexto, define el concepto de **entorno** como *“una relación entre las personas en acción y los terrenos en las que actúan”* (Lave, 1988:164). Los terrenos son entidades con una organización física, económica, política y social duradera en el tiempo y en el espacio. No son directamente negociables por las personas, son exteriores a ellas y aportan un marco de orden superior dentro del cual se constituye el entorno. Por ejemplo, el supermercado, en el caso estudiado por Lave, y un conjunto de aulas con sus espacios de esparcimiento, para el caso que estoy estudiando aquí, son, en cierto sentido, **terrenos** en los que tiene lugar la actividad de compradores o estudiantes y docentes, según el caso considerado. Simultáneamente, para cada comprador, estudiante o docente, tanto el supermercado como las aulas son **entornos**, en el sentido que son vividos y ordenados de ma-

<sup>2</sup> *“dificuldade de conseguir num texto linear transmitir e discutir ideias que são pensadas e propostas precisamente pela sua complexidade e recursividade”* (Santos, 2004: 317).

nera personal; para cada uno de ellos algunos sectores de los mismos son altamente significativos mientras que otros son insignificantes.

Habiendo introducido esta diferenciación Lave afirma que *“la actividad se constituye dialécticamente en relación con el entorno”* (p. 165). Esto implica que los espacios que ocupan los estudiantes y docentes del primer año deben analizarse tanto como terrenos y como entornos, describiendo las características y los límites de sus aspectos fijos como de los maleables.

**PERSONA: PERSONA-EN-ACCIÓN Y PARTICIPANTES.** Lave (1988) afirma que la persona se constituye socialmente. Esto contrasta con la división convencional entre mente y cuerpo que permite a muchos investigadores suponer que la mente puede aislarse fácilmente con fines de estudio. La «persona», incluyendo a la persona pensante —el *self*— y la mente, no existen en aislado, previamente a la acción, separados de ella y del mundo: *“La «persona», incluyendo a la persona pensante, se constituye en relación a otros aspectos del mundo cotidiano”* (p. 192).

Como una manera de superar las dicotomías entre mente y cuerpo, la autora propone incorporar en la unidad de análisis el carácter activo que tiene la experiencia construyendo la categoría **persona-en-acción**. El *self* y el cuerpo son dos aspectos de la persona-en-acción, ambos se implican mutuamente y poseen carácter físico y social. Así, el *self* tiene un carácter histórico, contingente y construido. Se desarrolla en un entorno dado en relación con otros *selves* y está, por lo tanto, *“situado en el mundo”* (Lave, 1988: 193). La autora resume estas ideas diciendo que *“[l]a persona-en-acción y el mundo social, mutuamente constituidos, no siempre están divididos exactamente a nivel de la superficie corporal”* (p.193).

En su trabajo posterior junto a Wenger, el foco también está colocado en la persona como un todo actuando en el mundo. En este caso los autores utilizan las categorías *persona-en-el-mundo* y *miembro de una comunidad sociocultural* (Lave & Wenger, 1991). Más adelante, Wenger (1998) utiliza la categoría **participante** para referirse a la constitución social de la persona. He escogido este último término para hablar de las personas involucradas en mi investigación porque la idea de participación en comunidades y de membresía dentro de ellas ha resultado iluminadora para el problema que estoy explorando. Esta decisión me permite englobar y relacionar las ideas de que la persona se constituye, en su totalidad, socialmente y en la acción en el mundo, con los conceptos de comunidad de práctica y de membresía.

**ACTIVIDAD.** Desde esta perspectiva la actividad es intrínsecamente social en su existencia, lo que implica que su naturaleza no es individual. Al concebirla en términos dialécticos, posee un **carácter abierto y autogenerativo** y su estructura se nutre del conflicto. Las personas-en-acción, los

terrenos y los entornos están implicados conjuntamente en la constitución de la actividad (Lave, 1988). Así, una acción se considera en relación a las actividades de otros y adquiere sentido en las redes de acciones y en los sistemas de actividades de los que es parte (Santos, 2004).

Este pequeño recorrido por los conceptos fundamentales de la teoría del aprendizaje situado me permite delinear y localizar mejor las cuestiones que trataré en este capítulo. Que los terrenos y los participantes se constituyan socialmente implica que poseen un carácter histórico, que se construyeron a lo largo del tiempo, y que no son cuestiones fijas, dadas, estáticas, sino en permanente transformación. En esta dirección, realizo una exploración al desarrollo histórico de la FaMAF y de la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación como el terreno de la investigación, intentando relacionar algunos de estos rasgos históricos con su situación actual. Describo también la materia *Introducción a los Algoritmos* en donde focalicé mi trabajo de campo. El terreno de mi investigación posee, entonces, distintos niveles o capas que se van englobando entre sí: la facultad, la carrera, la materia.

La segunda parte del capítulo está dedicada a un análisis similar para los participantes de la investigación, relatando parte de sus trayectorias.

### 3.2 LA FACULTAD DE MATEMÁTICA, ASTRONOMÍA Y FÍSICA

En esta sección describiré la institución en donde se sitúa mi investigación. Para hacerlo realizaré, en primer lugar, un análisis retrospectivo buscando descifrar las ideas y concepciones que fundamentaron su creación. De este modo, procuro construir una visión situada de la institución a través de la comprensión de algunos aspectos de su pasado, fundamentalmente, de su nacimiento como instituto<sup>3</sup>. En segundo lugar, detallo su estructura actual valiéndome de algunos indicadores para describir a su población y a las carreras que se dictan en la FaMAF.

#### 3.2.1 *La génesis como instituto*

El Instituto de Matemática, Astronomía y Física (IMAF) fue creado en 1956 como una dependencia del rectorado de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) a través de la Ordenanza 6/56 del Consejo Superior (HCS)

<sup>3</sup> Un análisis histórico exhaustivo de una institución que lleva más de 50 años de existencia está totalmente fuera de mis posibilidades. Los rasgos históricos que señalo aquí buscan realizar un bosquejo rápido de la facultad, haciendo énfasis en los aspectos que están más relacionados con mi trabajo de investigación.

de la universidad. Su creación fue gestionada principalmente por el Dr. Enrique Gaviola —astrónomo y en ese entonces director del Observatorio Astronómico de la UNC—, el Ingeniero Carlos Revol —decano interventor de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales— y el Dr. Jorge Núñez —rector interventor de la UNC<sup>4</sup>—.

Esta ordenanza establecía que el instituto funcionaría dentro del Observatorio Astronómico debido a que esta institución contaba con valiosos recursos —biblioteca, instrumental, talleres y personal con dedicación exclusiva—. Del observatorio surgiría, entonces, gran parte del cuerpo docente. Los títulos que el IMAF expediría serían los de Doctor en Matemática, Doctor en Física y Doctor en Astronomía. Para aspirar a uno de dichos títulos era necesario aprobar una cierta cantidad de materias y elaborar un trabajo original de investigación. El estudiante que aprobase las materias pero que no presentase el trabajo de investigación podría optar por el título de Licenciado (Ord HCS N° 6/56).

La idea fundamental del proyecto de creación del IMAF era crear una institución donde se pudiese **realizar investigación** y, al mismo tiempo, **formar a los nuevos investigadores**.

Una condición fundamental para poder llevar a cabo esta empresa era, según la opinión de Gaviola, contar con regímenes laborales apropiados, sobre todo con la dedicación exclusiva de su personal. Así queda reflejado en la siguiente cita tomada de una carta que le envió al rector de la universidad en noviembre de 1956:

*“La falta de dedicación exclusiva es el vicio básico de la Universidad Argentina (...) Hacer otra escuela científica sin dedicación exclusiva sería injustificable; sería preferible reforzar y ampliar la Escuela de Bariloche y enviar allí todos los alumnos del país”* (Gaviola, E. en Díaz Núñez, 1993 pp. 238).

Siguiendo estrictamente este principio, Gaviola proyectó una institución donde no sólo los docentes tuvieran dedicación exclusiva sino también los estudiantes y todo el personal técnico, operarios y auxiliares de laboratorio. En relación con los estudiantes, ideó un régimen de cursado intenso —clases de lunes a las 8hs hasta el sábado a las 13hs, con dictado de clases a la mañana y a la tarde— y solicitó becas para 22 de los 26 estudiantes admitidos en el primer año. Con respecto al personal técnico, propuso un sistema de doble horario de manera de tener el mismo personal presente todo el día. Esto último provocó gran resistencia entre los operarios y finalmente derivó en la revocación del contrato de Gaviola como director del IMAF y como director del Observatorio Astronómico.

<sup>4</sup> Bajo el gobierno de facto del General Aramburu (1955-1958) todas las universidades nacionales fueron intervenidas.

El principio organizador de la dedicación exclusiva permitiría la formación de una comunidad de investigadores y estudiantes donde el alumno podría estar en contacto con la investigación viva y así aprender la actitud científica siguiendo los consejos y la orientación del docente que le permitiría participar de su actividad intelectual. A su vez, se aseguraría la continuidad del trabajo científico a través de la iniciación de nuevos investigadores en la actividad científica (Dreze y Debelle, 1983).

El IMAF fue un instituto reservado para una élite de estudiantes y docentes, no apuntaba a la educación masiva. Para los alumnos el ingreso no era una tarea sencilla: era preciso aprobar un examen de selección luego de un curso preparatorio de cursado intensivo. En el primero de dichos cursos, que se dictó en febrero de 1957, se inscribieron 72 estudiantes de los que sólo aprobaron 26. En esta misma dirección, en el primer plan de estudios quedaba establecido que si un alumno era aplazado dos veces en la misma materia quedaría automáticamente eliminado del instituto (Díaz Núñez, 1993).

Un rasgo que evidenciaba la importancia concedida a la investigación dentro del instituto era la ausencia de cátedras, figura ampliamente extendida en la UNC. Dentro del IMAF se suponía que un docente-investigador estaba capacitado para dictar cualquier materia dentro del plan de estudios, por lo que su cargo no estaba supeditado al dictado de una materia en particular tal como sucede en el sistema de cátedras. Entonces, su posición dentro de la institución no se aseguraba únicamente por su maestría en ciertos temas y su capacidad didáctica para desarrollarlos en un aula sino también, y bastante fuertemente, por su producción científica. Reflejando estos aspectos el primer plan de estudio organizaba la enseñanza en grupos de cursos cíclicos a cargo de un mismo profesor<sup>5</sup>. De esta forma, un grupo reducido de docentes que recibiría buenos salarios, iría siguiendo el desarrollo de los estudiantes a lo largo de toda la carrera.

El perfil de los investigadores formados en este instituto que Gaviola anhelaba era el de científicos que pudieran aportar al desarrollo del país, científicos que no tuvieran 'las manos atrofiadas', como solía decir, sino que fueran capaces de aportar soluciones prácticas a los problemas concretos que afrontaba el país, creando, inventando y construyendo aparatos, instrumentos y dispositivos que puedan remediarlos.

---

<sup>5</sup> Por ejemplo, se estipuló que un mismo docente dictaría en el primer semestre la materia *Cálculo diferencial e integral I*, en el segundo semestre *Cálculo diferencial e integral II*, en el tercer semestre *Probabilidad y errores*, en el cuarto semestre *Cálculo numérico*, en el quinto semestre *Ecuaciones diferenciales I*, en el sexto semestre *Ecuaciones diferenciales II* y el séptimo semestre *Teoría de funciones* (Díaz Núñez, 1993).

### 3.2.2 *La transformación en facultad y el estado actual*

El IMAF pasó a ser la Facultad de Matemática, Astronomía y Física en 1983, luego de que así lo hicieran los institutos de Ciencias Químicas y de Agronomía. Esto le permitió obtener representación en el Consejo Superior de la universidad y, por lo tanto, tener más injerencia en las discusiones presupuestarias, dejando de depender de la voluntad del rector en funciones.

A lo largo de estos años la institución se ha ido transformando, modificando muchos de los rasgos del IMAF original pero manteniendo otros.

En la actualidad, la facultad ofrece seis carreras de grado: Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física, Licenciatura en Astronomía y Licenciatura en Ciencias de la Computación —con un título intermedio de Analista en Computación—, Profesorado en Matemática y Profesorado en Física. Cuenta además, con cuatro carreras de posgrado: Doctorado en Matemática, Física, Astronomía y Ciencias de la Computación.

La inclusión de la carrera de computación y de los profesorados, fundamentalmente el de matemática, implicaron un gran aumento en el número de estudiantes sobre todo en los primeros años de estas carreras. Hoy en día son las dos carreras más masivas de la facultad, lo que significa un cambio importante en la institución.

El curso preparatorio y el examen de selección fueron reemplazados por un curso de nivelación que se considera la primera materia del plan de estudio siendo correlativa a todas las otras. Esto implica que un estudiante puede cursar, aunque no rendir, todas las materias de primer año aunque no haya aprobado el curso de nivelación. Asimismo, el régimen que establecía que un alumno que desaprobara dos veces la misma materia sería dado de baja también ha desaparecido.

En el contexto amplio de la UNC, la FaMAF no ha estado ajena a la crisis y tensiones a las que está sometida prácticamente toda universidad desde hace varias décadas. En este sentido, es apropiada la descripción de Dreze & Debelle (1983):

*“el aumento del número de estudiantes transformó, en muchos casos, en una institución de masa a una institución destinada en un principio a una élite. Las normas de eficacia de la enseñanza superior y de la investigación científica sufrieron cambios profundos. La solicitud de nuevas tareas fueron multiplicadas. La universidad debía, al mismo tiempo cambiar de dimensión; repensar la forma de abordar sus tareas tradicionales y enfrentar las nuevas orientaciones”* (p. 25).

Las estructuras de poder dentro de la facultad se han vuelto más complejas, comenzando a tener injerencia tanto docentes, estudiantes, no docentes, rectores, empresas, instituciones financiadoras, etc. El rol del docente

también ha cambiado: de ser un científico dedicado fundamentalmente a la investigación y a la formación de nuevos investigadores ahora debe ser también administrador, orientar equipos, participar en comisiones y agencias gubernamentales, gerenciar subsidios, etc.

Para describir la población actual de la FaMAF utilizaré datos extraídos del Anuario Estadístico 2008 de la UNC. Como las estadísticas sólo adquieren su significado cuando se utilizan para establecer relaciones, cada indicador será contrastado con el valor que toma para el caso de la UNC y, a veces, para otras facultades.

A nivel de población estudiantil, es la facultad más pequeña en diversos sentidos. En primer lugar, posee la menor cantidad de estudiantes (1284 en 2008) en contraposición con la de Derecho y Ciencias Sociales que cuenta con 20819 siendo la que mayor cantidad de estudiantes alberga. En segundo lugar, es la facultad que aporta menos nuevos inscriptos (329) seguida por la Facultad de Ciencias Agropecuarias (459) mientras que la facultad con mayor número de inscriptos es Derecho y Ciencias Sociales (3107). En tercer lugar, y en parte como consecuencia de los dos puntos anteriores, contribuye con el menor número de egresados (34) al total de egresados de la UNC (6278) (Anuario Estadístico, 2008).

Si bien hace unos años su matrícula creció considerablemente debido, principalmente, a la gran cantidad de estudiantes inscriptos en la Licenciatura en Ciencias de la Computación, esta tendencia se ha revertido en los últimos años. Así, si se considera el período 2004-2008, su matrícula ha decrecido en una tasa similar a la que experimentó la UNC, alrededor de un 2% (Anuario Estadístico, 2008).

Comparada con la UNC, la Famaf tiene un mayor porcentaje de estudiantes más jóvenes, comprendidos entre los 18 y los 20 años. Los porcentajes disminuyen fuertemente a partir de los 22 años. La gran mayoría de la población estudiantil es soltera (93%). En la UNC también se registra esta tendencia aunque con un porcentaje un poco menor (89%). En contraste con la UNC, la población estudiantil es mayormente masculina (64% de varones y 36% de mujeres). Un poco más de la mitad de los estudiantes vive con los padres (52%), para la UNC este porcentaje es del 38%. De forma similar a la universidad, aunque con un porcentaje un poco mayor, la gran mayoría de los estudiantes no tiene hijos (94% en Famaf y 88% en la UNC). En relación con las formas de costear los estudios, en la Famaf más de la mitad lo hace con la ayuda familiar (62%) mientras que un 20% los financia trabajando y un 18% lo hace a través de la ayuda familiar y el trabajo (para la UNC estos porcentajes son, respectivamente, 57%, 26% y 17%).

La Famaf es un terreno que, a nivel estudiantil, se caracteriza por la deserción. Durante el primer año, la facultad ostenta el menor porcentaje de retención de la UNC (59,8%) seguida por la Facultad de Ciencias Médicas

(62,8%)<sup>6</sup>. Ya desde el cursillo de ingreso se observa que, de la totalidad de los aspirantes, el 53 % se inscribe para cursar las materias del primer cuatrimestre. Si se analiza la situación de la cohorte de 1998 a diez años de su ingreso, los porcentajes siguen esta tendencia aún más marcadamente: un 10 % egresó de la facultad y un 6 % continúa matriculado. De esta forma la deserción puede calcularse dentro de un 84 % (para la UNC este porcentaje es del 53 %) (Anuario Estadístico, 2008).

El régimen de cursado de todas las materias continúa siendo intenso. Los estudiantes tienen entre cuatro y ocho horas diarias por día de clases. Cada materia se dicta en un solo horario comprendido en la franja de 9 a 18 hs, lo que dificulta la posibilidad de trabajar<sup>7</sup>. Los planes de estudio de todas las carreras se organizan en materias cuatrimestrales (salvo contadas excepciones dentro de los profesorados) siendo generalmente la materias del primer cuatrimestre correlativas de algunas de las del segundo —por ejemplo, *Análisis Matemático I* y *Análisis Matemático II*—.

A partir del primer cuatrimestre del 2008, y como una estrategia para bajar la deserción, la facultad ha implementado un sistema de recursado de las materias del primer año de todas las carreras. Así, estos cursos se dictan dos veces por año, en el primer y segundo cuatrimestre, de forma que si un estudiante no consiguió aprobar una materia del primer cuatrimestre tiene la posibilidad de volver a cursarla y no perder un cuatrimestre completo antes de que el curso vuelva a dictarse<sup>8</sup>. A partir del segundo año todas las materias se dictan una sola vez por año.

Con respecto a la población docente, la distribución de cargos y de dedicaciones difiere bastante de la de la UNC. Dentro de la facultad los docentes tienen, fundamentalmente, dedicación exclusiva (43 %) o simple (52 %), siendo el porcentaje de profesores con dedicación semi-exclusiva muy pequeño. El porcentaje de dedicaciones exclusivas es mucho mayor al de la UNC (15 %). De los profesores con dedicación semi-exclusiva o simple un 35,5 % complementan su cargo como investigadores del CONICET lo que, en definitiva, incrementa el porcentaje de profesores con dedicación exclusiva. Según el informe de autoevaluación elaborado para la acreditación de la Licenciatura en Ciencias de la Computación frente a la *Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria*, la mayoría de los docentes graduados con cargo simple poseen una beca otorgada por la *Secretaría de Ciencia y Tecnología* de la UNC o por el CONICET para continuar sus estudios de

6 La Facultad de Lenguas es la que tiene el mayor índice de retención en el primer año (91,7%).

7 Durante el primer cuatrimestre de 2011, y como experiencia piloto, los prácticos de las materias de primer año se dictaron también en un turno nocturno, pero esta experiencia no se continuó en el segundo cuatrimestre.

8 Este sistema comenzó a implementarse de forma gradual a partir del 2005, cuando en el segundo cuatrimestre se volvieron a dictar sólo los prácticos de las materias correspondientes al primer cuatrimestre.

doctorado en la Facultad, lo cual favorece también su compromiso con la institución.

De esta forma, la facultad cuenta con un número importante de docentes dedicados alrededor de 8 horas diarias a tareas vinculadas con la institución, fundamentalmente investigación y, en menor grado, docencia. Parte de la idea de Gaviola continúa, así, vigente.

La distribución en las distintas categorías docentes es bastante pareja en la facultad sin los marcados sesgos que presenta en la UNC. Un 44 % de los docentes es 'profesor' (titular, adjunto o asociado<sup>9</sup>) mientras que en la UNC este porcentaje es del 34 %. La cantidad de jefes de trabajos prácticos es mucho menor en Famaf que en la UNC mientras que los cargos más bajos (ayudante-alumno y ayudante A) son mucho más numerosos en Famaf que en la UNC. A diferencia de la universidad donde la distribución es prácticamente pareja, la FaMAF es una facultad prominentemente masculina también en la distribución de cargos docentes (76 % varones y 24 % mujeres).

Los docentes de esta facultad poseen una extensa formación. Muchos de ellos han cursado estudios de posgrado o poseen un título de posgrado, generalmente el de doctor: un 76 % de los docentes son doctores en relación a un 18 % de la UNC y sólo un 9 % no está estudiando o no posee un título de posgrado en relación a un 55 % de la UNC.

Una característica que la facultad hereda desde la creación del IMAF es que en esta institución nunca se aplicó el sistema de cátedras, por lo que los docentes son distribuidos en distintas materias cuatrimestralmente. El tiempo establecido de permanencia en una misma materia es de tres años aunque actualmente existen algunas excepciones a esta regla.

Al no existir las cátedras, los cargos docentes están asignados a cuatro grandes áreas: matemática, física, astronomía y computación. La cantidad de cargos que pertenecen a cada área no es pareja. El primer lugar lo ocupan los físicos, luego los matemáticos, los astrónomos y, finalmente, los científicos de la computación. La cantidad de docentes de cada área no se corresponde con la cantidad de estudiantes de grado de esa disciplina sino que está más relacionada con el desarrollo histórico de la institución, con las disciplinas que se fomentaban al momento de su creación y con el establecimiento y la consolidación de grupos de investigación. A su vez,

---

<sup>9</sup> Al momento de la realización de esta investigación, y de la construcción del Anuario Estadístico 2008, el escalafón docente era el siguiente: auxiliar categoría B, auxiliar categoría A, jefe de trabajos prácticos, profesor adjunto, profesor asociado y profesor titular. En la actualidad, a partir del establecimiento de la carrera docente en la UNC (que se estableció a través de la Resolución 1/2007 de la Asamblea Universitaria de la UNC y fue aplicándose progresivamente), los cargos son: profesor auxiliar B, profesor auxiliar A, profesor asistente —que corresponde al antiguo “jefe de trabajos prácticos”—, profesor adjunto, profesor asociado y profesor titular.

cada área posee distintos grupos de investigación, algunos más numerosos y antiguos que otros.

La importancia otorgada a la investigación se revela también en la distribución espacial. El edificio en donde funciona la facultad está compuesto por tres bloques y uno más en construcción. De esos tres, dos son utilizados completamente para laboratorios, oficinas y centros de investigación y el restante para aulas. Un nuevo bloque, en construcción el año en el que realicé mi trabajo de campo, estaba destinado a albergar un nuevo microscopio electrónico.

Considero importante resaltar que la FaMAF, como prácticamente todas las instituciones educativas actuales, es una institución compleja y contradictoria, que intenta adaptarse a nuevos requisitos pero a su vez defiende las concepciones que le dieron origen y se resiste a grandes cambios; donde conviven cotidianamente diferentes modelos de institución, poderes de distinta naturaleza, muy diversas concepciones sobre los estudiantes, la enseñanza y el aprendizaje e intereses ampliamente diversificados. Cualquier descripción simplista que pierda de vista estos fenómenos y sus interrelaciones parece ser poco adecuada.

### 3.3 LA LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

Relato, en esta sección, el desarrollo histórico que tuvo la carrera en donde se localiza mi investigación. Trato su creación y las diversas reformas que sufrió así como las concepciones que subyacían a estos procesos. Finalmente, presento algunos datos comparativos que ayudan a delinear mejor las características particulares de esta carrera en relación con las demás carreras que dicta la facultad.

#### 3.3.1 *La creación de la carrera*

La carrera *Licenciatura en Computación* fue creada dentro de la FaMAF en 1992 a través de la Ordenanza N° 1/92 del Consejo Directivo (HCD) de la facultad. La comisión que redactó el proyecto estaba formada por cuatro físicos, dos matemáticos y un ingeniero que trabajaron durante dos años en la redacción del mismo.

El objetivo general de la licenciatura, establecido por dicha Ordenanza era:

*“Crear una carrera que forme profesionales con una sólida base teórica y con conocimientos suficientes para orientarse a la investigación y desarrollo, no sólo en el campo específico sino también en otras áreas*

*mediante trabajos interdisciplinarios. El egresado (...) tendrá, además de un perfil teórico, un fuerte entrenamiento en programación” (Ord HCD 1/92).*

Así, la fuerte impronta en la investigación, característica de la FaMAF desde sus inicios, continúa presente en la creación de esta nueva carrera. Actualmente, luego de las diversas reformas producidas en estos casi 20 años de carrera, la importancia otorgada a la ciencia básica subyacente a las tareas de programación continúa siendo una de las marcas distintivas de la Licenciatura en Ciencias de la Computación. Este importante perfil teórico quedó plasmado en el plan de estudios, en mayor medida, con la introducción de materias como *Paradigmas de la programación, Lógica formal y Teoría de la computación* y, en menor medida, con las materias *Algoritmos y estructuras de datos* y *Metodología de la programación*.

Esta ordenanza también establece los antecedentes y fundamentos para la carrera. Una de las primeras razones esgrimidas es el *“incremento de las necesidades informáticas en nuestro medio en general y en el ámbito universitario en particular”* (Ord HCD 1/92) por lo que se hacía imprescindible la formación de profesionales.

A medida que se avanza en el documento queda claro que los diversos grupos de investigación en el área física y matemática tenían una importante necesidad de personal capacitado en tareas de programación aplicada a la investigación en sus dominios. La siguiente cita, extraída de la sección ‘Antecedentes y Referencias’, pone de manifiesto esta idea:

*“Los distintos grupos de investigación han hecho un uso intensivo de la computación en el marco de diversos proyectos. La computación ha tenido un desarrollo importante en el ámbito de la Facultad de Matemática, Astronomía y Física, durante los últimos años. De particular interés para los distintos grupos de investigación han resultado las áreas de cálculo numérico, instrumentación y comunicaciones”* (Ord HCD 1/92).

Esta idea motivadora marcó fuertemente el plan de estudio que se elaboró. Para la construcción del mismo una de las referencias utilizadas fue el plan de estudios de la Universidad de Stanford que contenía un importante contenido de física y matemática *“lo que la aproxima a los objetivos propuestos para la carrera a crear dentro de nuestra universidad”* (Ord HCD 1/92). De esta forma, el primer plan de estudios contenía materias como *Análisis matemático I, II y III, Física I y II, Análisis numérico I y II, Álgebra lineal, Probabilidad y estadística* e *Introducción a la electrónica*, todas ellas distribuidas en los primeros tres años. Es importante resaltar que la materia que más carga horaria tenía de todo el plan era *Probabilidad y estadística* (165 horas en total) y luego seguían *Análisis Numérico I y II* y *Algoritmos y estructuras de datos* (135

horas totales cada una). Así, se les daba a los estudiantes una buena base de física y matemática antes de que comenzaran los estudios específicos de computación. Actualmente, muchos docentes de computación recuerdan a este plan como un buen plan para formar técnicos programadores que trabajasen en laboratorios de física o matemática en lugar de ser un plan de una carrera de computación propiamente dicha.

Coherentemente, había un fuerte acento en la aplicación de conceptos a situaciones concretas, sobre todo a los problemas computacionales que enfrentaba un físico experimental o un matemático aplicado en sus investigaciones —extrapolación de datos, cálculo numérico, simulación de sistemas físicos, etc—. Precisamente, uno de los objetivos generales del plan era *“formar profesionales que posean los suficientes conocimientos científicos y técnicos de tal forma que puedan aplicar los contenidos teóricos de la currícula”* (Ord HCD 1/92) y algunos de los conocimientos y habilidades dentro del perfil del egresado eran:

- *“Habilidad para construir modelos computacionales para simular sistemas científicos y técnicos.*
- *Habilidad para el diseño de lenguajes orientados a problemas específicos.*
- *Conocimientos de probabilidad y estadística y su aplicación a problemas concretos.*
- *Conocimientos de métodos numéricos y de la inteligencia artificial y su aplicación a problemas de la matemática, la física y la industria”* (Ord HCD 1/92).

De esta forma, dos razones interrelacionadas justificaban la creación de la carrera: formar investigadores que se desarrollen en el área de computación, constituyendo nuevos grupos de investigación, y formar profesionales que puedan insertarse en grupos de investigación en física o matemática realizando tareas relacionadas con la computación.

Es importante resaltar que con este plan de estudios la facultad podía agregar una carrera nueva sin la necesidad de contratar una gran cantidad de nuevos profesores. Las materias del área de matemática y de física serían dictadas por docentes que ya trabajaban en la casa.

Existió una tercera razón que motivó la creación de la carrera: aportar a la comunidad profesionales competentes y adecuadamente formados. Es relevante recordar que en ese momento, y aún en nuestros días, existía una necesidad real tanto en la industria como en las empresas y en los organismos públicos de personal capacitado para realizar estas nuevas tareas. Aparece aquí la imagen del profesional que puede desempeñarse en el ejercicio liberal de la profesión, en empresas, en centros de cómputo, en

compañías consultoras o en compañías proveedoras de hardware privadas o públicas (Ord HCD 1/92).

Las pautas metodológicas propuestas para la carrera hacían un fuerte hincapié en la instrucción, tanto cuando se describían las clases teórico-prácticas —“*En esta carrera la motivación y demostración de un dominio preceden a la instrucción práctica en el mismo, lo cual constituye el propósito principal de los primeros cursos*” (Ord HCD 1/92)— como cuando se detallaban las características de las clases de laboratorio:

*“La descripción y metodología de cada experiencia será escrita cuidadosamente para ser entregada a los alumnos. El laboratorio será conducido por docentes que garantizarán que cada estudiante siga la metodología correcta. Los laboratorios de los primeros cursos serán fuertemente supervisados y por lo tanto se dedicará a ellos más docentes que para los cursos avanzados”* (Ord HCD 1/92).

### 3.3.2 La primera reforma de la carrera

La carrera se reestructuró en 1997, reforma motivada principalmente por su evaluación por parte de organismos públicos. El año anterior la FaMAF había presentado el proyecto *Reforma, mejora y consolidación de la carrera Licenciatura en Computación* al Fondo para el Mejoramiento de Calidad Educativa (FoMEC). El mismo significaría para la facultad la obtención de un subsidio de monto considerable destinado a la radicación de profesores que se pusieran al frente de las materias de la nueva carrera, a la construcción de laboratorios y al otorgamiento de becas de posgrado. Dicho proyecto fue rechazado en su primera presentación y aprobado en una segunda instancia estando, esta decisión, fuertemente supeditada a la reforma del plan de estudio.

Esta reestructuración fue aprobada por el HCD a través de la Ordenanza N<sup>o</sup> 2/97 y luego convalidada por el HCS de la UNC a través de la resolución N<sup>o</sup> 403/97. La comisión encargada de la elaboración del proyecto contaba, esta vez, con la consultoría de especialistas en la disciplina que trabajaban dentro y fuera del país. A grandes rasgos, fueron cuatro las modificaciones que se realizaron.

En primer lugar, se cambió la denominación del título de Licenciado en Computación a Licenciado en Ciencias de la Computación. Este hecho puede interpretarse como un cambio en la visión de la computación, que pasó a ser considerada como una disciplina científica con su propio objeto de estudio y su propia metodología. Según la Ordenanza HCD 2/97 “*las ciencias de la computación se han consolidado como una disciplina autónoma con un cuerpo rico de conocimientos básicos y aplicados*” .

Coherentemente con este planteo, el documento establece que el objetivo de la carrera es formar egresados que puedan insertarse tanto en el campo académico, realizando investigación en el área, como en el campo profesional. Pierde fuerza a través de esta reforma una de las ideas que motivara la creación de la carrera: la intención de formar profesionales con una fuerte base en programación, física y matemática que pudieran desempeñarse en grupos de investigación en física y matemática buscando soluciones a los problemas computacionales que surgen en estos ámbitos.

La segunda modificación, que materializa estas ideas, fue una fuerte reforma del currículum. Básicamente se redujeron la cantidad de materias propias de la física y la matemática: *Análisis Matemático I, II y III* fueron transformadas en *Análisis I y II*; se eliminó la materia *Complementos de Álgebra Lineal*; *Física General I y II* se condensaron en *Física*; *Análisis Numérico I y II* se convirtieron en *Análisis Numérico* y también se eliminó *Introducción a la Electrónica*. A su vez adquirieron más relevancia las materias propias de las ciencias de la computación: *Matemática Discreta* se desdobló y profundizó en *Matemática Discreta I y II*, se agregó la materia *Introducción a la Lógica y la Computación*, *Algoritmos y Estructuras de datos* se desdobló en *Algoritmos y Estructuras de datos I y II*, la materia *Análisis y Diseño de Sistemas* fue reemplazada por *Ingeniería del Software I y II* y se añadieron *Lenguajes formales y computabilidad* y *Lenguajes y Compiladores* en los últimos años. En este plan la materia que mayor carga horaria tenía era *Algoritmos y Estructuras de Datos II*.

En tercer lugar, se introdujo un título intermedio de *Analista en Computación* que se obtenía luego de completar los tres primeros años de la licenciatura. Según la Ordenanza HCD 2/97 este título estaba orientado “a aquellos alumnos que deseen una rápida salida laboral”. Este profesional puede desempeñarse en empresas de desarrollo de software, realización de consultorías de sistemas, centros de cómputo o compañías proveedoras de software y hardware. Ciertamente, la introducción de este título marcó un aumento en la profesionalización del egresado.

El perfil de la licenciatura estaba basado en los mismos principios que la carrera anterior, preparándolo, además, para realizar investigación en ciencias de la computación, abriendo las puertas de la formación de posgrado y habilitándolo para la dirección de proyectos de desarrollo de software. Así, además de los lugares mencionados anteriormente, el licenciado puede trabajar en centros de investigación y realizar docencia universitaria. En la actualidad los dos títulos continúan vigentes y los perfiles de los egresados son similares.

Una última modificación relevante fue la reducción de la duración total de la carrera de cinco a cuatro años y medio, pasando de un total de 28 materias a 24 y disminuyendo las horas totales de 3420 a 3240 hs.

Las pautas metodológicas propuestas para la carrera coincidían plenamente con las presentadas para el plan anterior (Ord HCD 1/92).

Puede decirse que a grandes rasgos esta es una reforma basada en las características de la disciplina.

### 3.3.3 Segunda reforma del plan de estudios

La última reforma en el plan de estudios se realizó en el año 2001. El proyecto, aprobado por el HCD a través de la Resolución N<sup>o</sup> 207/01, estuvo a cargo de la *Comisión Curricular para la Licenciatura en Ciencias de la Computación* que realizó un seguimiento de la implementación del plan de estudios aprobado en el '98 a fin de detectar posibles falencias y proponer mejoras. Los cambios que se implementaron fueron menores en comparación con la reforma anterior.

Este es el primer documento donde se indica que *“la carrera tiende a ser masiva”* característica bastante peculiar en una institución acostumbrada a manejar muy pocos alumnos.

Unida a la preocupación por la creciente masividad, otra de las motivaciones de la reforma fue el alto índice de deserción observado en el primer año. Los problemas y soluciones que esta resolución plantea son:

- *“Los contenidos específicos de la disciplina no se dan hasta el segundo cuatrimestre. Esto produce en muchos de los alumnos un cuestionamiento vocacional el cual en algunos casos determina su deserción”* (Anexo Res 207/01: 1). Como solución a este problema se crea la materia *Introducción a los Algoritmos* en el primer cuatrimestre. En esta materia se desarrollan conceptos de lógica que luego son puestos en uso para especificar problemas computacionales y para desarrollar un cálculo de programas funcionales. Así, se busca la introducción paulatina de los conceptos de programación.
- Las materias *Algoritmos y Estructuras de datos I y II* estaban sobrecargadas de contenidos. La nueva materia mencionada en el ítem anterior permite distribuir los temas en tres materias.
- Se crea la materia *Introducción a la Lógica y la Computación* en el cuarto cuatrimestre eliminando la materia *Elementos de Lógica y Computación* del primer cuatrimestre ya que los estudiantes, al inicio de la carrera, *“no poseen en general la madurez suficiente para adquirir los conceptos abstractos de la misma”* (Anexo Res 207/01: 1).
- Ya que la duración de cuatro años y medio resultó ser ficticia porque *“el cuarto año es demasiado intenso y casi ningún alumno puede hacerlo en un año”* (Anexo Res HCD 207/01: 1) la duración de la carrera se volvió

a extender un cuatrimestre más con la consecuente reordenación de las materias de los últimos años.

- Los contenidos teóricos y tecnológicos estaban desigualmente distribuidos conteniendo el tercer año mayormente materias tecnológicas y el cuarto materias teóricas. Esto hacía que el paso del tercer año al cuarto fuera difícil para la mayoría de los estudiantes. Esto motivó una reorganización de las materias.

A grandes rasgos, esta parece ser una reforma del plan de estudios en sintonía con las necesidades de los estudiantes. El plan de estudios aprobado por esta resolución es el que continúa vigente hasta la actualidad. El mismo se muestra en la siguiente tabla:

Primer cuatrimestre	Segundo cuatrimestre
<b>Primer año</b>	
Matemática Discreta I	Álgebra
Análisis Matemático I	Análisis Matemático II
Introducción a los Algoritmos	Algoritmos y Estructuras de Datos I
<b>Segundo año</b>	
Análisis Numérico	Introducción a la Lógica y la Computación
Algoritmos y Estructuras de Datos II	Probabilidad y Estadística
Organización del Computador	Sistemas Operativos
<b>Tercer año</b>	
Matemática Discreta II	Bases de Datos
Paradigmas de la Programación	Arquitectura de Computadoras
Redes y Sistemas Distribuidos	Ingeniería del Software I
<b>Cuarto año</b>	
Lenguajes Formales y Computabilidad	Lógica
Modelos y Simulación	Física
<b>Quinto año</b>	
Lenguajes y Compiladores	Trabajo Especial
Ingeniería del Software	Optativas <sup>10</sup>

Según los datos brindados por la Secretaría Académica de la facultad, esta es una carrera mayormente masculina, el porcentaje de mujeres en la

carrera ha ido decreciendo progresivamente desde el 2005, pasando de un 27,4 % del total a un 18,8 % en el 2009. Al igual que en todas las demás carreras que dicta la Famaf, el porcentaje de estudiantes que no trabajan es mayor que el porcentaje de los que sí trabajan, pero en computación estos porcentajes están más próximos entre sí que en las demás carreras (37,3 % no trabajan, 35,4 % sí trabajan, 27,3 % sin datos). Según el anuario estadístico 2008 de la Secretaría de Asuntos Académicos de la UNC, si bien la duración de la carrera establecida por el plan de estudios es de 5 años, el tiempo real de su duración promedio es de 8 años.

Un indicador de la deserción en el primer año puede construirse a partir del cálculo del porcentaje que representa la diferencia entre la cantidad de nuevos alumnos matriculados en un año dado y la cantidad de reinscriptos al año siguiente con matrícula del año anterior<sup>11</sup>. Al calcular este porcentaje para cada año, tomando el período 2000-2010, el promedio es del 50 %. Este indicador de deserción estuvo descendiendo año a año desde el 2003-2004, con una mejora en el 2006-2007 y una tendencia levemente positiva en el 2010-2011. Para el período 2008-2009, que corresponde a los estudiantes que observé durante mi trabajo de campo, este porcentaje era del 42,7 %. El año anterior era del 48 % y el posterior del 42,59 % (Ver tabla 1 y el gráfico 2 en la página 53).

	Nuevos inscriptos	Reinscriptos al año siguiente	Diferencia	%
2000-2001	192	117	75	39,1
2001-2002	426	142	284	66,7
2002-2003	378	165	213	56,3
2003-2004	306	119	187	61,1
2004-2005	231	100	131	56,7
2005-2006	123	73	50	40,7
2006-2007	185	88	97	52,4
2007-2008	175	91	84	48,0
2008-2009	171	98	73	42,7
2009-2010	161	92	69	42,9
2010-2011	161	86	75	46,6

Figura 1: Porcentaje de deserción en el primer año

### 3.4 LA MATERIA INTRODUCCIÓN A LOS ALGORITMOS

La materia *Introducción a los Algoritmos*, en donde centré mi trabajo de campo, propone un primer acercamiento a la programación desde una perspectiva formal. El **currículum** comienza con la introducción del formato de demostración que se utilizará en toda la materia. Continúa con la intro-

<sup>11</sup> Este porcentaje se calcula en relación con el total de nuevos alumnos inscriptos ese año.

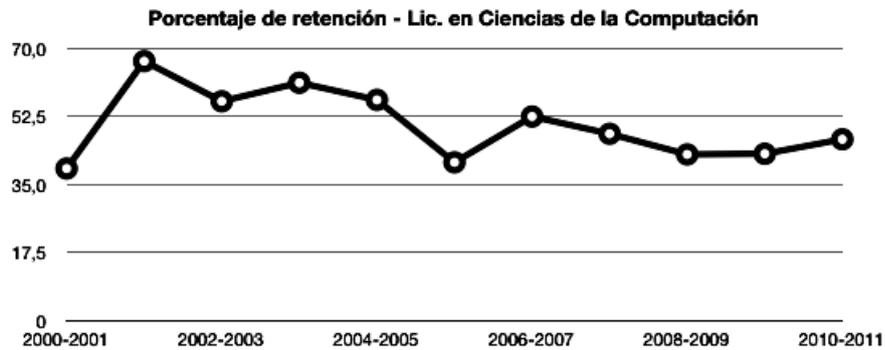


Figura 2: Porcentaje de deserción

ducción de los diversos tipos de datos que se utilizarán, analizando las precedencias de los operadores sobre estos tipos, desarrollando el concepto de sustitución e introduciendo algoritmos para determinar si una expresión dada está bien formada o no. Luego, introduce los programas funcionales con su modelo computacional asociado. A continuación, se desarrolla el cálculo proposicional, introduciendo los axiomas y las reglas de inferencia de dicho sistema. Paso seguido, se tratan algunas aplicaciones —problemas de ingenio, funciones piso y techo, función máximo y mínimo— y, finalmente, el formato de prueba se generaliza introduciendo los teoremas de monotonía para diversos operadores lógicos y definiendo los contextos positivos y negativos. La siguiente unidad se ocupa de introducir en el formalismo el principio de inducción y de presentarlo como una herramienta para la demostración de propiedades de programas funcionales y de funciones recursivas. Luego se tratan los cuantificadores existencial y universal y se dedica un tiempo a la escritura de especificaciones de problemas usando cuantificadores. Finalmente, se desarrolla el cálculo de predicados que luego se aplica en el análisis de razonamientos informales.

Muchos de los fundamentos de este currículum, construido por el docente del teórico y retocado, en parte, por los distintos profesores encargados del práctico de la materia a lo largo de los años, provienen de una cierta **postura epistemológica de las ciencias de la computación**. Es importante resaltar que, debido en parte a la corta edad de las ciencias de la computación como disciplina, las respuestas a preguntas tales como: ¿qué es un programa?, ¿qué significa programar? o ¿la computación es una ciencia? son blanco de arduos debates en el área. Por ejemplo, Eden (2007) describe tres paradigmas que existen para las ciencias de la computación pero que no son compatibles porque poseen bases epistemológicas, ontológicas y filosóficas contrapuestas: el *paradigma racionalista*, donde las ciencias de la computación se conciben como una rama de la matemática; el *paradigma*

*tecnocrático*, que afirma que la disciplina es una rama de la ingeniería y el *paradigma científico*, que entiende a las ciencias de la computación como una rama de las ciencias naturales. El currículum de *Introducción a los Algoritmos* podría encuadrarse dentro del *paradigma racionalista*.

Similarmente, Tedre (2007) describe tres tradiciones dentro de las ciencias de la computación: la *teórica*, la *empírica* y la *ingenieril*. Usando esta clasificación, las raíces epistemológicas del currículum de la materia se localizarían dentro de la tradición *teórica*. Esta tradición comprende a la programación como una disciplina de carácter formal, altamente ligada a la lógica matemática (Dijkstra, 1986). A esta postura adhieren y adhirieron distintos pioneros de las ciencias de la computación. Uno de ellos, Dijkstra (1988), propone entender a la programación como la aplicación, a muy gran escala, de la matemática formal. Así, los programas se comprenden como fórmulas mucho más largas que las utilizadas habitualmente en la matemática, las cuales deben derivarse<sup>12</sup> a partir de una especificación del problema a resolver.

La siguiente cita condensa parte del pensamiento de este autor en relación con los programas:

*“Un programa es un manipulador abstracto de símbolos, que puede transformarse en uno concreto suministrándole una computadora. (...) Entonces, tenemos que diseñar manipuladores abstractos de símbolos. Todos conocemos cómo se ven: se ven como programas o —para utilizar una terminología más general— normalmente como fórmulas bastante elaboradas de algún sistema formal. Realmente ayuda ver a un programa como una fórmula. En primer lugar, coloca a la tarea del programador en la perspectiva apropiada: tiene que derivar esa fórmula. En segundo lugar, explica por qué el mundo de la matemática ha ignorado el reto de la programación: los programas eran fórmulas mucho más largas que las utilizadas, tanto que ni siquiera las reconocieron como tales. (...) El programador (...) debe derivar esa fórmula, debe derivar ese programa. Conocemos sólo una forma confiable de hacerlo, a saber, por medio de la manipulación de símbolos. Y ahora el círculo se cierra: construimos nuestros manipuladores mecánicos de símbolos por medio de la manipulación humana de símbolos.*

*Por lo tanto, la ciencia de la computación está —y siempre lo estará— ocupada por el interjuego entre la manipulación de símbolos mecanizada y humana, normalmente conocidas como ‘computación’ y ‘programación’ respectivamente” (Dijkstra, 1988:5, traducción mía<sup>13</sup>).*

12 En el contexto de las ciencias de la computación, derivar un programa se entiende como el proceso simultáneo de construir una fórmula (programa) y demostrar su corrección respecto de la especificación del problema.

13 *“The program is an abstract symbol manipulator, which can be turned into a concrete one by supplying a computer to it. (...) So, we have to design abstract symbol manipulators. We all know*

Muchas de estas ideas surgieron cuando, durante una entrevista con Juan, el profesor encargado de los teóricos de la materia, le pregunté acerca de cómo había sido la construcción del currículum:

JUAN [*Refiriéndose a la materia*] La primera vez que la di estaba solo, de hecho, estaba Silvia, que estaba como ayudante pero que estaba estudiando conmigo y algunos ayudantes-alumno. O sea que empecé solo con la materia y tuve que tomar algunas... o elegí tomar algunas decisiones que tenían que ver con un par de ideas básicas: uno, usar la lógica como herramienta, o sea, que la lógica me sirva para resolver cosas. Digo, en muchos trabajos sobre educación en matemática, la idea de demostración formal está asociada a una carga [...] La lógica no es una herramienta, es simplemente una especie de justificación final de las cosas. No es el caso que tratamos de mostrar en este curso. La lógica me sirve para descubrir soluciones. La forma de las fórmulas me sirve para construir los programas.

[...] Epistemológicamente es consistente. La programación o la ciencia de la computación habla de programas, habla de estas fórmulas. En ese sentido estudiar esas fórmulas en sí, en su propia especificidad, requiere un uso de la lógica en otro sentido. [...] Esto es una cosa reconocida por muchos informáticos. A partir de Dijkstra, Backhouse, Feijen, Back, Gries. Mucha gente que ha llegado a ese lugar.

[...] La deducción natural o la deducción a la Hilbert son sistemas que funcionaron bien para demostrar meta-teoremas en la lógica pero nadie, ningún lógico en su sano juicio, los usa para demostrar fórmulas grandes. Entonces, entre toda esa gente fueron desarrollando, en la práctica, un estilo de demostración, en los últimos diez o quince años se dedicaron a formalizarlo bien. Se dedicaron a escribirlo de manera precisa y completa. [...] fueron escribiendo eso de manera bien sistemática, en ese sentido es una herramienta bastante refinada, específica para esto, eso es una de las cosas por las cuales elegí tomar esa herramienta, por ese objetivo, ¿no? Manipular fórmulas grandes que son los programas de manera efectiva, algo que en las otras aproximaciones a la lógica no funcionan bien.

---

*what they look like: they look like programs or —to use somewhat more general terminology— usually rather elaborate formulae from some formal system. It really helps to view a program as a formula. Firstly, it puts the programmer's task in the proper perspective: he has to derive that formula. Secondly, it explains why the world of mathematics all but ignored the programming challenge: programs were so much longer formulae than it was used to that it did not even recognize them as such. (...) The programmer (...) has to derive that formula, has to derive that program. We know of only one reliable way of doing that, viz. by means of symbol manipulation. And now the circle is closed: we construct our mechanical symbol manipulators by means of human symbol manipulation. Hence, computing science is —and will always be— concerned with the interplay between mechanized and human symbol manipulation, usually referred to as 'computing' and 'programming' respectively" (Dijkstra, 1988:5).*

LET<sup>14</sup> De todas formas pensando un poco en tu respuesta, es como que en Introducción no sé si llegan a ver todo eso, me parece que eso sucede un poco más en Algoritmos 1, ¿puede ser?

JUAN En Introducción se ven algunos temas, algunas aplicaciones lógicas [...] Me parece que lo que se aprende es un estilo de prueba, un estilo de uso de la lógica [...] Problemas de ingenio, problemas de razonamiento, algunos problemas aritméticos resueltos de manera diferente, máximos y mínimos, por ejemplo [...] Se usa esa herramienta para resolver problemas, silogismos, razonamiento en general. Todas esas aplicaciones a la lógica se ven en Introducción a los Algoritmos [...] Pero siguen siendo aplicaciones puntuales y un poco desconectadas entre sí.

[...] Para hacer problemas aritméticos y manipulación de fórmulas, ahí, en eso tan chiquito, hay cosas conceptuales importantes. Básicamente es tener una teoría, tengo unos axiomas que son válidos en el mundo y usando el marco general deduzco consecuencias de esa teoría y eso me parece que es un aprendizaje interesante, de vuelta, limitado.

[...] [Refiriéndose a la materia Algoritmos y Estructuras de Datos] en el segundo [cuatrimestre], en cambio, todo se concentra en la derivación de programas, en la construcción formal de programas y ahí es como que finalmente cierra, ahí se sanciona la manera de cómo funciona todo. O sea, ahí es donde uno entiende y retrospectivamente ve por qué hizo todo lo que hizo.

[Transcripción entrevista - 8 de octubre de 2009]

Un indicador interesante de la materia es analizar el tiempo que demora una cohorte en aprobarla. Realicé este ejercicio tomando el período 2002-2006 y estudiando los porcentajes de los alumnos que aprobaron la materia el año en que se inscribieron, un año después, dos años después, 3 años después y 4 años después. Este análisis muestra que el mayor porcentaje de alumnos aprueba ese mismo año la materia (porcentaje entre un 28 y un 46 %) y son realmente muy pocos los que la aprueban en los años subsiguientes. Esta es otra forma de analizar la deserción y estaría apuntando a que la materia también es un factor de peso a la hora de analizar la permanencia en la carrera (Ver la tabla 3 y el gráfico 4 en la página 57).

La materia estaba dividida en tres espacios didácticos:

- El teórico: A cargo de un docente y donde todos los estudiantes inscriptos estaban juntos.
- El práctico: Existían tres comisiones, cada una de ellas con un docente a cargo que trabajaban en aulas distintas. Los estudiantes eran asignados a una comisión y en ella trabajaban y rendían los parciales. Al comenzar el cuatrimestre, dos comisiones tenían 40 alumnos y la otra 60 estudiantes.

<sup>14</sup> LET es la abreviatura de Leticia, mi nombre.

Cohorte	Inscriptos en la materia	Aprobados ese año	Aprobados 1 año después	Aprobados 2 años después	Aprobados 3 años después	Aprobados 4 años después
2002	271	104	19	3	0	0
%		38,4	7,0	1,1	0,0	0,0
2003	192	62	13	0	1	0
%		32,3	6,8	0,0	0,5	0,0
2004	145	66	8	1	1	0
%		45,5	5,5	0,7	0,7	0,0
2005	97	36	10	2	1	0
%		37,1	10,3	2,1	1,0	0,0
2006	167	48	13	0	2	0
%		28,7	7,8	0,0	1,2	0,0
<b>% promedio</b>		<b>36,4</b>	<b>7,5</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,0</b>

Figura 3: Tiempo que demoran distintas cohortes en aprobar *Introducción a los Algoritmos*

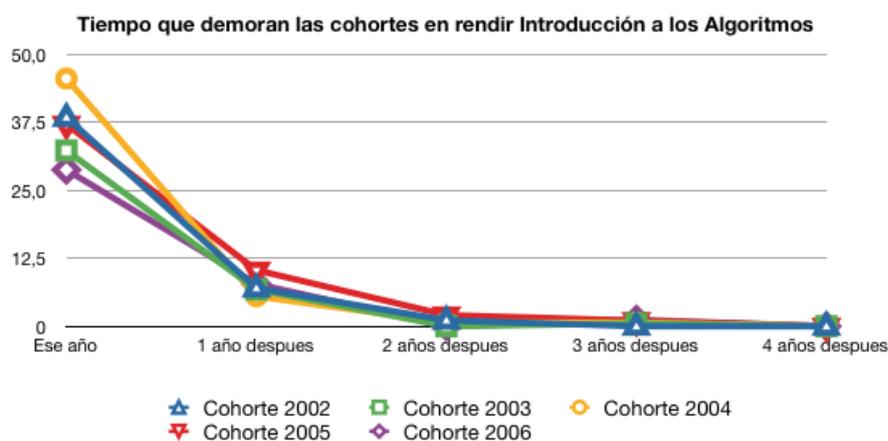


Figura 4: Tiempo de demoran distintas cohortes en rendir *Introducción a los Algoritmos*

- El taller de laboratorio: A cargo de una docente. Debido a la capacidad del aula en donde se desarrollaba el laboratorio, los estudiantes se dividían en dos comisiones que, al comenzar el dictado del taller, contaban con alrededor de 70 alumnos cada una. Una de ellas tenía clases los martes de 14 a 17 hs y la otra los jueves en el mismo horario. Así, la misma clase se dictaba dos veces por semana.

Los espacios de práctico y de laboratorio contaban además con cuatro ayudantes-alumnos en total.

La siguiente tabla muestra un horario semanal donde aparecen todas las actividades relacionadas con la materia:

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
	(9:00 – 11:00) Teórico		(9:00 – 11:00) Teórico	
	(11:00 – 13:00) Práctico		(11:00 – 13:00) Práctico	
	(14:00 – 17:00) Taller de laboratorio (Comisión martes)		(14:00 – 17:00) Taller de laboratorio (Comisión jueves)	

La materia también contaba con una página web donde estaba disponible todo tipo de información relevante para estudiantes y docentes —cambio de horarios, guías de prácticos, material de lectura, etc—. También allí se establecían foros de discusión en los que participaban docentes y estudiantes planteando y debatiendo dudas sobre los ejercicios del práctico y del laboratorio. Esta página utilizaba la plataforma Moodle.

El laboratorio tenía, además, una página web particular —diferente de la página web de la materia— en donde se encontraba un calendario con las temáticas que se tratarían día a día. Era posible hacer click en cada una de las clases y así acceder a una nueva página en donde estaban incluidas y explicadas todas las temáticas y el listado de ejercicios previstos para esa fecha. En el Anexo (página 354) incluyo una fotografía de la página web donde se muestra parte del material correspondiente a la tercera clase que se dedicó enteramente al estudio de las funciones recursivas.

### 3.5 LOS ESPACIOS FÍSICOS DE LA MATERIA

El teórico se realizaba en un aula perteneciente a las baterías D de la universidad<sup>15</sup>. El aula tenía capacidad para 300 alumnos con asientos fijos al suelo y dos pasillos laterales. En dirección opuesta a las puertas de entrada se encontraba una tarima con un gran pizarrón y un pequeño escritorio que ocupaba el profesor. Si bien este espacio contaba con micrófono para el docente, el profesor siempre dio sus clases hablando a viva voz.

Dos comisiones de práctico trabajaban en aulas de la FaMAF mientras que la más numerosa permanecía en la misma aula del teórico. Fue en esta última comisión en donde yo trabajé.

<sup>15</sup> La universidad cuenta con cuatro baterías dentro de su campus. Las mismas son edificios con aulas de distintas dimensiones de uso común para todas las facultades. Por ejemplo, un aula de una batería puede ocuparse los lunes de 9 a 11 hs para una materia de la carrera de enfermería y de 11 a 13 hs para una materia de la carrera de computación.

Los laboratorios se llevaban a cabo en otra de las aulas de las baterías D, cercana a la de los teóricos y prácticos. Este espacio estaba organizado en filas de escritorios con una computadora encima de cada uno. Había alrededor de 50 computadoras en el aula. Al igual que el aula del teórico, también tenía una tarima, un pizarrón de grandes dimensiones y un escritorio para el profesor, pero este aula contaba además con una pantalla y un proyector.

Saliendo del edificio de las baterías hay una explanada al aire libre con bancos y un poco de sombra. Este espacio, bastante agradable, era utilizado por docentes y estudiantes para pasar los recreos y como zona de encuentro para los alumnos luego de las evaluaciones. Los estudiantes acostumbraban a almorzar en el comedor universitario, frecuentemente abarrotado de alumnos de todas las carreras, o hacían picnics en el parque del campus. En todo lo que concernía a la materia, los estudiantes con los que trabajé no necesitaban ir nunca al edificio de la facultad puesto que su comisión de práctico, el teórico y los talleres de laboratorio se desarrollaban en espacios de las baterías D.

Esta reseña de la facultad, la carrera, la materia y los espacios físicos ayudan a comprender el terreno en el que se dieron muchos de los episodios que incluyo en esta tesis. En particular, era necesario describir el currículum de la materia y sus fundamentos epistemológicos debido a las diferencias que existen respecto del currículum propuesto en otros cursos introductorios de programación. Los estudiantes de primer año de la carrera tomaron contacto con este complejo terreno, desarrollado y organizado históricamente, social y culturalmente. A lo largo del trabajo de campo observé cómo se iban tejiendo las relaciones entre los alumnos y docentes y este terreno, es decir, cómo la facultad, la carrera, la materia, las aulas y el campus fueron convirtiéndose, para cada uno de ellos, en entornos con características diferentes.

### 3.6 LOS PARTICIPANTES DE LA INVESTIGACIÓN

Dedico esta sección a presentar a los distintos participantes de esta investigación, estudiantes y docentes. Decidí incluir estas pequeñas descripciones porque las trayectorias previas de cada uno de ellos —todas asombrosamente diferentes— ayudan a comprender y a enmarcar muchas de las formas de participar que desarrollaron en torno al primer año de la carrera. Las personas son en parte fruto de su historia y son estas experiencias pasadas las que les permiten tomar decisiones, actuar en el presente y proyectarse en el futuro.

Durante una serie de entrevistas que realicé con muchos de ellos luego de mi trabajo de campo les pregunté explícitamente acerca de sus trayectorias previas y sobre los motivos que los llevaron a ser parte de la carrera y

de la facultad. Elegí aquí incluir estos fragmentos de entrevista con la idea de que cada uno de ellos se fuera presentado utilizando sus propias palabras, su propia voz. Frente a las mismas preguntas —¿podríamos hablar un poco sobre tu historia? ¿cómo y por qué llegaste a la FaMAF?— todos fueron resaltando aspectos diferentes. Algunos fueron muy sintéticos, otros se explayaron mucho más. Presentar estos fragmentos permite mostrar cómo cada uno escogió contar su historia y esto habla mucho, también, de quiénes son.

Los nombres de los estudiantes y docentes que aparecen en esta tesis son seudónimos. Tomé esta decisión junto con ellos como forma de resguardar su anonimato.

### 3.6.1 *Los estudiantes*

Durante mi trabajo de campo tomé contacto principalmente con un grupo de seis estudiantes: Gabriel, David, Judith, Florencia, Mariana y Francisco. Presentaré a cada uno de ellos a partir de la información que obtuve en el transcurso de mis interacciones con ellos a lo largo del trabajo de campo. Me basaré también en sus respuestas a una encuesta que realicé a todos los estudiantes de la materia en el primer día de clases (La encuesta completa, tal como fue presentada a los estudiantes, se encuentra en el Anexo, página 318).

Para cuatro de los seis estudiantes —Gabriel, Judith, Florencia y Francisco— ampliaré su presentación con extractos de las entrevistas que realizamos durante el 2009.

MARIANA. En 2008 Mariana acababa de terminar la secundaria en una escuela pública de la ciudad de Córdoba. Cuando ingresó a la carrera vivía con sus padres y no trabajaba. No contaba con experiencia previa en programación. Mariana es una estudiante vivaz y extrovertida a la que le gusta conversar con sus compañeros y se siente cómoda haciendo preguntas a sus profesores. Estas fueron algunas de las respuestas de Mariana al cuestionario del primer día de clases:

**¿Por qué elegiste esta carrera?**

Más que todo lo elegí porque es la carrera que en estos momentos tiene más salida laboral. Pero también me interesa bastante la materia.

**¿Qué expectativas tenés respecto a la carrera?**

Primero, espero terminar la carrera a tiempo y forma. Y que me dé una muy buena salida laboral.

*[Transcripción encuesta primer día de clases - 11 de marzo de 2008]*

DAVID. Este estudiante tenía 40 años cuando comenzó la carrera. Vivía solo, tenía un trabajo sin vinculación a la carrera y era el único de los estudiantes con los que trabajé que tenía hijos. David contaba con experiencias previas de estudios de programación tanto en la ciudad de Córdoba (estudiando en un instituto privado y haciendo cursos dentro del departamento universitario de informática de la UNC) como en Buenos Aires. Estas experiencias le habían permitido programar en distintos lenguajes: Visual Basic, Pascal, Python y Ruby on Rails. Sus respuestas a la encuesta fueron las siguientes:

**¿Por qué elegiste esta carrera?**

Me gusta la programación y ser creativo a través de ella, sé que en la FaMAF se aprende pseudocódigo y llegaría a programar en cualquier lenguaje. Me gustan las cosas complejas.

**¿Qué expectativas tenés respecto a la carrera?**

Todas. Todo será posible si yo lo creo posible.

*[Transcripción encuesta primer día de clases - 11 de marzo de 2008]*

GABRIEL. Cuando comenzó la carrera Gabriel tenía 43 años, no tenía hijos ni trabajaba. Unos años después de egresar del secundario había comenzado la Licenciatura en Psicología en la UNC abandonando luego de tres años de cursado. Gabriel tenía experiencia en programación ya que había realizado parte de la Tecnicatura en Computación de la UTN.

Sus respuestas al cuestionario fueron las siguientes:

**¿Por qué elegiste esta carrera?**

Para conocer en profundidad el manejo y las posibilidades de una computadora.

**¿Qué expectativas tenés respecto a la carrera?**

Espero aprender a hacer diseños para software.

*[Transcripción encuesta primer día de clases - 11 de marzo de 2008]*

Cuando durante la entrevista le pregunté acerca de su historia y de cómo había llegado a la carrera estas fueron sus respuestas:

GAB Y bueno, estudié... estuve un tiempo haciendo psicología, dejé, empecé a hacer medicina, dejé y bueno, no se me había ocurrido mucho esto. Hice un curso en la Tecnológica de programación, que no terminé y, bueno, cuando vi esto, o sea, lo de la Tecnológica medio que me abrió el campo pero yo... me gustaba más el tema de... un poco encontrar la base del tema de la programación porque había cosas que... qué se yo, me parece que se quedaban en el aire. Bueno, llegué acá, me inscribí, empecé a ver, y bueno, lo que encontré me gustó, por lo menos es bastante profundo.

LET ¿Y cómo llegaste a la Facultad? ¿Cómo te enteraste de que acá estaba esta carrera?

GAB [*Intentando hacer un esfuerzo por recordar*] No me acuerdo porqué fue, no me acuerdo si fue por la tele o porqué pero escuché lo del FaMAF, o estaba en Internet, no me acuerdo. Lo que estoy seguro es que fui a Internet fui a buscar después qué había sobre FaMAF y bueno, ahí me enteré de cómo hacían el curso nivelatorio, que se podía hacer un año antes, los días sábados, y después me vine un día acá al despacho de alumnos a buscar más información. Esa fue la forma.

[*Transcripción entrevista - 30 de septiembre de 2009*]

JUDITH. Esta estudiante tenía 20 años al comenzar la carrera. Vivía con sus padres y no trabajaba. Antes de ingresar nunca había programado. Terminó el secundario en una escuela pública de la ciudad de Córdoba y en el 2006 ingresó a la facultad de Ciencias Económicas, abandonando dos años después. Sumamente extrovertida y muy decidida, Judith solía ser la que tomaba muchas de las decisiones vinculadas con el grupo de compañeros —cuándo preguntar, dónde estudiar, qué ejercicio resolver, etc.—. Estas fueron sus respuestas al cuestionario:

**¿Por qué elegiste esta carrera?**

Elegí esta carrera porque me apasiona la matemática y la computación. Me interesa mucho la relación que puede haber entre esas dos disciplinas. Es muy interesante para mí el “mundo de la computación y la matemática”.

**¿Qué expectativas tenés respecto a la carrera?**

Recibirme en tiempo y forma, que me pueda brindar la salida laboral que espero, para tener o armar mi propio futuro.

[*Transcripción encuesta primer día de clases - 11 de marzo de 2008*]

Cuando durante la entrevista le pregunté acerca de su historia y de cómo había llegado a la carrera estas fueron sus respuestas:

JUD Yo iba al colegio Brigadier General Cornelio de Saavedra, alias IPEM 181 [...] La especialidad que tenía era la parte de comercio, la parte de gestión, de organización de empresas y eso. Y la verdad es que me gustaba mucho eso a mí, entonces creí y todos los profes me decían, yo tenía buena relación con todos los profes, me decían que el perfil que yo tenía era para seguir ciencias económicas. Me gustaba mucho toda la parte de contabilidad, amo la matemática. No me metí en el profesorado en ese momento porque no me gusta la docencia, en sí, digamos.

LET ¿Profesorado en qué?

JUD De matemática. Porque yo quería algo que se relacione con los números y la matemática porque a mí me encanta, el problema es que hay muchas carreras que se relacionan pero no es pura matemática, entonces tenía que elegir lo que me guste desarrollar.

Así fue que empecé Ciencias Económicas, me fue bastante fácil el ingreso porque del cole salía con esa especialidad y me gustaban mucho las materias. Hice un año y medio y hubo una materia que me trabó muy mucho, que fue Estructura de la Economía Argentina, que era la primera Economía que había, como Introducción a los Algoritmos. La rendí tres veces, no la pude sacar y ya al último la estudiaba ya sin ganas y como que empecé a analizar realmente qué era la carrera que había elegido, entonces me di cuenta que la carrera esta tenía tres grandes partes: una es la matemática, que es la parte de contabilidad, otra la parte de economía que es más al análisis de la economía, no era tanto al número y la otra parte, el derecho. Había muy poquito de lo que yo realmente quería.

[...] Entonces, así fue que hice un año y medio [...] y decidí dejar porque sentía que iba a perder el tiempo porque no... o sea, perder el tiempo en el sentido de que no había forma de que yo enganchara con esa rama que es la parte de la economía, entonces, no iba, no iba y no iba.

Entonces, bueno, como ya era medio tarde para arrancar alguna carrera decido, ahí, empezar a hacer idiomas, así fue que empecé inglés y portugués.

[...] El 24 de enero entro a trabajar en una droguería, de venta de analgésicos. Pero veía que si seguía ahí no iba a empezar más porque era de lunes a viernes, muchas horas, entonces no iba a poder estudiar. Así fue que empecé a averiguar. Me empecé a inclinar por la parte de computación que es otra parte que a mí me gusta muy mucho además de la matemática y era la opción ésta o la UTN [...] Y bueno, me gusta muy mucho, tenía parte de matemática, tenía parte de todo, básicamente, lo que me gustaba, y encima una muy buena y una muy amplia salida laboral, así que bueno, estaba entre acá y la UTN.

[...] Y bueno, cuando vengo acá, averiguo, la atención fue divina, la facultad de encantó, porque es chiquita, está bien cuidada, vos veías los profes, veías una clase cualquiera, una vez me quedé mientras esperaba, veía los profes como re-comprometidos con todo, como daban, los gestos todo y me gustó mucho, entonces de esto fue un 19 de febrero, con lo cual los cursillos ya estaban terminando, 10 días después era el examen final del ingreso de aquellos chicos que no habían promocionado el ingreso y los que rendían libre. Y bueno, así fue que la mandé un día a mi mamá y le dije que me venga a buscar los cuadernillos que yo quería empezar acá, que estaba decidida. Y bueno, estudié sola en esos 10 días, no vine ni un día a clases, nada, y bueno, y llegué acá ese día y pude rendir y, bueno, era aprobado desaprobado, aprobé y entré.

[Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009]

FLORENCIA. Al comenzar la carrera Florencia tenía 18 años y acababa de egresar de la escuela secundaria. Nacida en un pequeño pueblo de la región agrícola-ganadera del interior de Córdoba sus padres son propietarios de un campo en donde se dedican principalmente a la agricultura. Junto a su único hermano realizó sus estudios secundarios en un colegio provincial ubicado en la localidad de La Puerta. Como es común en muchos de los establecimientos de esa zona, su escuela tenía modalidad pupila por lo que Florencia pasaba toda la semana dentro del colegio y durante los fines de semana volvía a la casa de sus padres.

El comienzo de sus estudios universitarios motivó su mudanza a la ciudad de Córdoba. No trabajaba y vivía en un departamento que sus padres habían comprado para que sus hijos tuvieran donde quedarse mientras realizaban su carrera. Estaba localizado en uno de los “barrios de estudiantes” de la ciudad, muy próximo a la ciudad universitaria y, hasta el año anterior, allí había vivido su hermano mayor. Hasta el momento de ingresar a la carrera ella nunca había programado. Estas fueron sus respuestas al cuestionario:

**¿Por qué elegiste esta carrera?**

Elegí esta carrera porque me parecía muy interesante y me gusta bastante a pesar de que no he hecho muchas cosas todavía relacionadas a la computación.

**¿Qué expectativas tenés respecto a la carrera?**

Las expectativas que tengo es que me vaya bien y poder lograr esta meta que me propuse.

*[Transcripción encuesta primer día de clases - 11 de marzo de 2008]*

Cuando durante la entrevista le pregunté acerca de su historia y de cómo había llegado a la carrera estas fueron sus respuestas:

FLOR Yo estudié en La Puerta, un pueblito, tienen un colegio técnico, el I.P.E.M. N° 58 General Mosconi. Ahí estudió mi hermano también y después fui yo. Ahí me recibí y como mi hermano vino a estudiar a la FaMAF la misma carrera, a mí me gustaba. Y entonces por ahí, con un poco de información que tenía de él y qué se yo, me decidí por esa carrera [...] Por eso llegué más que todo a esa facultad. Quizá por recomendaciones de mi hermano que me decía: está bueno el título, está buena la facultad. Entonces por eso llegué.

LET ¿Que estaba bueno el título en qué sentido?

FLOR La salida laboral que tenía. Y la facultad también, que era una de las mejores facultades, por eso es que llegué ahí.

*[Transcripción entrevista - 22 de septiembre de 2009]*

FRANCISCO. Este estudiante tenía 18 años al momento de ingresar a la carrera. Vivía con sus padres, no trabajaba y nunca había programado anteriormente. El año anterior había finalizado sus estudios secundarios en una escuela pública de la ciudad de Córdoba. Estas fueron sus respuestas al cuestionario:

**¿Por qué elegiste esta carrera?**

La carrera la elegí porque tengo conocimiento en que la carrera tiene una salida laboral muy amplia en distintos medios.

**¿Qué expectativas tenés respecto a la carrera?**

Mis expectativas son poder comprender y saber hacer las distintas tareas y poder llevar la materia.

*[Transcripción encuesta primer día de clases - 11 de marzo de 2008]*

Cuando durante la entrevista le pregunté acerca de su historia y de cómo había llegado a la carrera estas fueron sus respuestas:

FRAN Mis estudios secundarios los cursé en el Instituto Manuel Lucero. Experiencias de ahí, muchas. Muchos amigos, un nivel de estudio muy bueno, muy estricto por así decirlo, pero, dentro de todo bastante bueno. Me especialicé en la rama de alimentación, todo lo dedicado a la química, alimentos, cuidados, higiene, todas esas cosas *[En tono de broma]* ¡y terminé en FaMAF! Lo cursé bastante bien, tuve siempre notas que no eran ni muy altas ni muy bajas, pero bien. Me habré llevado mis materias, como cualquiera y cuando terminé casi todos mis compañeros se dedicaron a algo referido a la especialidad.

Pero a mí mucho la especialidad no me gustaba y química no era algo que... no iba con lo mío y por un problema que tuve con un viaje que no fui, no tuve tiempo de nada decidí meterme en FaMAF pero, por otro lado, era algo que me gustaba. Yo siempre había estado un poco interesado en lo que era la informática, computación y esas cosas. Era algo que no conocía muy bien de qué se trataba, el tema de programación, informática, yo tenía pensado otras cosas, que íbamos a estar sentados al frente de una máquina y haciendo otras cosas, que no iba a ser tanto matemática [...]

LET ¿Te acordás cómo llegaste a la facultad? ¿Por qué en este lugar en particular?

FRAN Por qué en este lugar en particular. *[Silencio seguido por una pequeña risa con la que comienza la frase]* Un amigo mío una vez que volvíamos de un bar, me dijo que él había estado en el FaMAF. Entonces yo le pregunté: ¿y? ¿qué onda? ¿está buena la carrera? Me dice: mirá, es linda, a mí me gustó porque a mí me gusta mucho la matemática y esas cosas, a vos te tiene que gustar, si no te gusta la matemática por favor no te metás porque va a ser horrible.

Más o menos me gustaba matemática y me dijo: mirá, ésto ya es opinión mía y cada cual varía sus opiniones, me dice: vos vas a tener para elegir entre la Nacional, que vas a estar en el FaMAF o en la Tecnológica. Yo digo: y bueno, no sé cual, ni idea. Me dice: mirá, la Tecnológica es un poco mas light, por así decirlo. Me dice: ahí van a entrar de una, van a empezar a trabajar con las computadoras, pero no es lo mismo que en FaMAF. En FaMAF por lo menos parten de algo muy abstracto, muy de la base, y a medida que va pasando el tiempo, los años, es como que vas a llegar al mismo nivel que tienen los de la Tecnológica solo que un poco mejor porque vas a entender un poco más de cosas. A los chicos de la Tecnológica les dan las herramientas para que trabajen, a ustedes, los de la FaMAF, les van a dar cómo hacer esas herramientas para que trabajen.

Eso fue lo que me trató de explicar, como que es prácticamente lo mismo solo que en una tenés conceptos más claros de las cosas y yo dije: bueno, vamos a probar a ver qué pasa. Me dice: es un poco más complicado, a lo mejor tenés otra carga horaria, pero está bueno. Yo opté por esa.

*[Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009]*

### 3.6.2 *Los docentes*

Durante mi trabajo de campo tomé contacto con tres docentes: Juan, Pablo y Lorena.

Juan era el docente responsable del dictado de las clases teóricas. Este profesor cursó sus estudios de grado en Ciencias de la Computación en la Universidad de la Plata y en la Escuela Latinoamericana de Informática (EsLAI). Realizó sus estudios de Doctorado en Ciencias de la Computación en la Universidad Tecnológica de Eindhoven, Holanda y regresó al país en 1997 gracias a un programa de radicación de investigadores. Desde ese año trabaja como profesor en la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación en FaMAF. Al comenzar el 2008, época en la que comencé mi trabajo de campo, tenía 39 años.

Pablo era el encargado de la comisión del práctico en la que realicé mi investigación. Este docente se graduó de la Licenciatura en Matemática de la FaMAF y allí realizó el Doctorado en Matemática, trabajando en el grupo de Lógica. Desde que terminó la Licenciatura es docente de distintas materias de la carrera de computación. Tenía 29 años cuando yo llevé a cabo mi trabajo de campo.

Lorena estaba encargada de los laboratorios. De nacionalidad española, cursó sus estudios de grado en Lingüística y su doctorado en Inteligencia Artificial en la Universidad de Barcelona, España. Llegó a Argentina a trabajar en la Licenciatura en Ciencias de la Computación en FaMAF en el año 2005. En el momento en el que realice mi investigación tenía 32 años.

En los siguientes secciones incluyo las respuestas que me dieron cuando, durante las entrevistas, les pregunté acerca de su historia.

### 3.6.2.1 Juan

JUAN Empecé a estudiar Informática en la Universidad Nacional de La Plata y después en tercer año empecé con la ESLAI que era una escuela que existió entre el '85 y el '90, una escuela así de excelencia académica en Informática, al estilo Balseiro por comparar algo conocido. Había que entrar con segundo año aprobado de la universidad así que entré ahí justo con el segundo año de La Plata y me recibí en la ESLAI en el momento en que cerraba. Justo estaba cerrando o sea que fui de los últimos, era la tercera promoción de la ESLAI y la última promoción que se recibió completa.

Mi trabajo de grado lo terminé en Holanda, con un profesor que era un lógico que había estado dando cursos en la ESLAI. Terminé mi licenciatura ahí y después me quedé haciendo un doctorado. En realidad me cambié de tema, pasé a trabajar cosas de concurrencia. Trabajé el doctorado en Holanda y un pos-doctorado en el mismo grupo y en ese momento no quería estar más en Europa y había varias opciones por cuestiones personales, que podían ser irme a Canadá, ir a Venezuela o venirme a Argentina, esas eran las tres opciones que estaba manejando.

Y en ese momento, un matemático uruguayo que vivía en Holanda me comentó que estaban buscando gente en FaMAF así que fue una de las posibilidades venir acá, carrera nueva... y bueno, una serie de coincidencias, una beca de radicación y cosas así me terminaron de convencer [...] y bueno terminé llegando como última decisión acá a Córdoba en el... [*Se toma un segundo para recordar la fecha*] '97. Y desde entonces soy profesor acá.

Entré directamente como profesor adjunto cuando llegué acá y estuve trabajando al principio en un par de materias hasta que medio que me establecí en las materias de primer año. Primero Algoritmos 1 y después, cuando cambiamos el plan de estudios por el... supongo que fue en el 2002 que se cambió el plan de estudios, que se agregó la materia Introducción a los Algoritmos y se reformularon algunas cosas, me hice cargo de esas dos materias haciendo un proyecto así anual de dos materias, una en cada cuatrimestre, de iniciación a la programación y al razonamiento lógico.

[*Transcripción entrevista - 8 de octubre de 2009*]

En su entrevista Juan también relaciona su propia historia, particularmente sus primeras experiencias de programación, con las decisiones curriculares que tomaría muchos años más tarde. Las raíces del currículum no provienen, entonces, solamente de un enfoque epistemológico:

JUAN Mi primera experiencia con la programación fue en la Universidad de La Plata donde los cursos que se daban eran particularmente malos. Entonces, directamente mi percepción era que las materias de matemática eran materias interesantes, divertidas, coherentes, Análisis 1, Álgebra 1, etcétera y las materias de programación eran como muy... no quedaba muy claro qué significaba que algo estuviera bien, qué técnicas se usaban, era todo muy artesanal, en el mal sentido. Todo era más o menos. Mientras que la matemática era muy precisa y muy concreta. Que un problema estuviera bien o no, dependía del docente que lo mirara, había docentes que les parecía bien otros que les parecía mal, no había un criterio claro y no había mucho conocimiento que se aprendiera, simplemente, repetir a partir de ejemplos y tratar de imitar el ejemplo en otra cosa.

[...] El aprendizaje de la programación era muy primitivo. Y sobre todo no estaba de acuerdo con el resto de la carrera. Había materias como cualquier materia de Álgebra 1, libro de Gentile, libros de Lang para Análisis, eran libros serios, sólidos, interesantes y después para programación era todo una pavada con algunos dibujitos.

[...] Luego aprendí otras cosas cuando entré a la ESLAI, descubrí cosas realmente interesantes pero me seguía quedando esta molestia de que muchas veces la lógica que se aprendía y que servía para pensar los programas, la lógica matemática llegaba tarde. En muchos lugares se aprendía a posteriori después de algún curso de programación mejor o peor, como un agregado sobre eso. Por ahí mi objetivo fue, que han hecho muchos otros investigadores, docentes en informática, es integrar las cosas desde el inicio, ver que la lógica es una herramienta útil para resolver problemas. Ese fue un poco el objetivo de empezar en primer año.

[Transcripción entrevista - 8 de octubre de 2009]

### 3.6.2.2 Lorena

LOR Yo de grado soy lingüista, esto es, letras pero sin literatura. En el grado hice, lógica, hice semántica formal y luego en el Doctorado hice un Doctorado en Inteligencia Artificial y tenía dos directores, uno de ellos era computólogo y me dijo: bueno, tenés que hacer esta materia, esta materia y esta materia de computación. Y bueno, ahí me formé en materias básicas de computación, algunas, sobretodo la parte más de algorítmica porque lo necesitaba para hacer mis cosas.

[...] Luego tuve chicos a cargo y esas cosas, entonces me tuve que formar en todo eso. Igual, yo, mi formación es más orientada a las partes más de inteligencia artificial de la computación, yo de hardware no sé prácticamente nada.

Igualmente yo siempre fui profesora de idiomas. ¿Sabes qué? A mí me gusta la interacción con el estudiante. Pero por ahí soy un poco... a veces no tengo paciencia. Sí, me pasa eso.

[...] Bueno, entonces llegué a la facultad porque terminé mi doctorado y [Mi pareja] se volvía [a Argentina] y aquí no había doctores y me ofrecieron un full time y dije: ¿Por qué no? [...] En Europa estaba difícil la cosa para mí y no había cargos con docencia, era saltar de proyecto en proyecto y aquí también me ofrecían docencia y me interesa entonces dije: bueno, está bien.

LET O sea, ¿allá qué te ofrecían?

LOR Me ofrecían contratos en proyectos. Eso significa que tenés, por ejemplo, ahora que hay crisis, probablemente yo estaría sin trabajo porque se reduce el presupuesto para investigación, entonces no dan proyectos, entonces la gente que estuviera contratada con proyectos ya no estaría más contratada. Una situación bastante precaria. Y acá no, acá era un cargo que tenía investigación, pero también tenía docencia, tenía una continuidad. Para mí era valioso.

[Transcripción entrevista - 23 de septiembre de 2009]

### 3.6.2.3 Pablo

PAB Yo soy de Tucumán. Y en principio no sabía bien que iba a hacer pero... de chico a mí me gustaban varias cosas y la computación estaba entre ellas. O sea yo fui de chico a un instituto que se aprendía computación e inglés. Y ahí aprendí varias cosas, pero lo más importante, a programar en Pascal.

Bueno, entonces después, por iniciativa de un amigo mío, vinimos a ver acá que tal estaba la carrera y vinimos a estudiar física. El primer año cursamos física y el segundo año los dos nos inscribimos en matemática porque había una beca. No es que... además nos gustaba la matemática, pero nos inscribimos en segundo año porque había una beca del FoMEC [Se refiere al Fondo para el Mejoramiento de Calidad Educativa]. Entonces yo terminé el segundo año y ahí ya me quedé en matemática. Me terminó gustando más y además que era lo que más me había gustado, en toda la historia.

Así que bueno, terminé la carrera, en quinto año e hice el trabajo final con Darío [Se refiere a un profesor de la facultad que trabaja en lógica]. Ahora bien, yo trabajé en eso porque tenía mucha relación con lógica que era algo que también me intrigaba desde la secundaria. Yo había leído algunas cositas que me tenían muy intrigado y después durante la carrera leí...

[...] Y bueno, la cuestión es que al estar trabajando en esta área yo tomé contacto con toda la gente de computación y en esa época... no sé muy bien cómo fue pero supongo que Darío me habrá sugerido que hable con la gente y apenas me recibí empecé a dar clases en Algoritmos 1 [...] Apenas tuve cargo empecé a dar clases en Algoritmos 1 y luego Introducción a los Algoritmos que era el primer año que se dictaba. ¡Y bueno! Y es muy afín, y la materia que se llama Introducción a los Algoritmos gran parte del contenido es lógica, es todo lógica y bueno la afinidad es evidente con lo que yo hago, ¡y bueno! Y ahí estoy.

*[Transcripción entrevista - 28 de septiembre de 2009]*

En este capítulo he realizado una descripción del terreno del primer año y de las trayectorias que los participantes de esta investigación venían recorriendo. Esta reseña busca ser un marco desde donde interpretar la vida cotidiana de estudiantes y docentes en el primer año de la carrera, cuestión que ocupará todo el capítulo 5. A continuación relato las decisiones metodológicas que fui tomando a lo largo de esta investigación.

## RECORRIDOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

---

La investigación que dio origen a esta tesis busca analizar y describir los procesos situados de aprendizaje en cursos introductorios de programación destinados a alumnos universitarios de primer año que estudian ciencias de la computación. Poder conducir una investigación que sea capaz de construir sentido alrededor de esta cuestión implicó escoger un trayecto metodológico en *resonancia* con este objetivo y con la visión de aprendizaje escogida. Tal como lo afirman Lincoln & Guba (1985) es necesario que la visión del conocimiento adoptada y los procedimientos metodológicos estén en consonancia.

Así, la investigación se planteó desde una *lógica compleja/dialéctica* que concibe al mundo social como complejo, contradictorio y en permanente cambio, lo que requiere desplegar un “*proceso dialéctico en el que no se disocian las concepciones teóricas y empíricas en la generación de conocimientos*” (Achili, 2005: 39).

Decidí darle a mi trabajo la forma de una **investigación etnográfica**. Según Rockwell (2009), el término etnografía no se identifica únicamente con un método, sino que “*se refiere tanto a una forma de proceder en la investigación de campo como al producto final de la investigación*” (p. 19).

Esta autora presenta un conjunto de **características que definen a una investigación etnográfica**. En primer lugar, la etnografía busca *documentar lo no-documentado* de la realidad social que, en las sociedades modernas es lo familiar, lo cotidiano, lo oculto, lo inconsciente. En segundo lugar, el producto de una etnografía es una *descripción* que permita conservar la riqueza de las relaciones particulares que se producen en la localidad en que se realizó el estudio. Ahora, estas descripciones no se construyen desde el vacío sino a partir de una integración entre lo observado y la teoría. En tercer lugar, el etnógrafo realiza una *estancia prolongada* en una localidad lo que le permite sumergirse en el cotidiano de las personas que allí habitan. La recolección de los datos y el trabajo de análisis son, en la etnografía, partes indisolubles del trabajo de investigación y son asumidas por la misma persona. En cuarto lugar, el etnógrafo busca *comprender el conocimiento lo-*

*cal*; para ello crea vínculos con las personas de la localidad, permaneciendo abierto a sus formas de entender el mundo, valorando sus conocimientos e integrándolos en la construcción de su descripción. Finalmente, la etnografía *construye conocimiento*; por más que describe realidades particulares, también propone relaciones importantes para responder a inquietudes teóricas y prácticas más generales (Rockwell, 2009).

De esta manera, el resultado de la investigación que presento aquí busca ser una descripción densa del proceso estudiado que revele una serie de categorías —seguramente superpuestas o entrelazadas— que permitan dar cuenta de las estructuras de significado que se producen en el aula y la interpretación de las acciones de los participantes dentro de este marco (Geertz, 1973).

He articulado este capítulo en secciones que dan cuenta de diversos transcurso metodológicos de mi investigación. Es importante resaltar que esta organización es una forma de relatar al lector el desarrollo que seguí y que no implica separaciones tajantes entre unos y otros o una cronología determinada en la que una etapa se desarrolla completamente a continuación de otra y así sucesivamente.

#### 4.1 DURANTE EL TRABAJO DE CAMPO

La antropóloga Rosana Guber define al «campo» de una investigación etnográfica como:

*“(...) la porción de lo real que se desea conocer, el mundo natural y social en el cual se desenvuelven los grupos humanos que lo construyen. Se compone de todo aquello con lo que se relaciona el investigador, pues el campo es una cierta conjunción entre un ámbito físico, actores y actividades”* (Guber, 2004: 83–84).

Siguiendo la descripción de esta autora, la “porción de lo real” comprende los fenómenos observables, las significaciones que los actores le asignan a su entorno, la trama de acciones en las que están involucrados, prácticas, nociones, conductas y representaciones. Integra, además, hechos pasados y presentes. Este recorte no está dado de antemano, previamente al comienzo del trabajo de campo, sino que se va construyendo en la relación entre el investigador y sus informantes (Guber, 2004).

De esta manera, mi trabajo de campo englobaba tres aspectos. En primer lugar, el terreno de la investigación, ya descrito en el capítulo anterior, compuesto por diversas capas: a nivel más global la FaMAF, en un segundo nivel la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación, más específicamente la materia *Introducción a los algoritmos* y, muy concretamente, los

espacios físicos relacionados con este curso. En segundo lugar, los participantes de la investigación, también descritos en el capítulo 3. En tercer lugar, las relaciones que cada uno de los participantes iba estableciendo con el terreno, es decir, el entorno.

Elegí centrar mi trabajo de campo en la materia *Introducción a los Algoritmos* por dos razones. En primer lugar, los docentes de la materia habían participado activamente en la construcción del proyecto de investigación, todos estaban enterados del mismo y lo apoyaban. Contaba, entonces, con la autorización y la disposición de los profesores para entrar a sus aulas. En segundo lugar, este curso constituye la primera materia del plan de estudio de la carrera relacionada con la programación. Esta situación me permitía analizar de cerca el primer contacto que los estudiantes tendrían con el objeto de su futura profesión: la programación.

**EL INGRESO AL CAMPO.** Mi trabajo comenzó el 11 de marzo de 2008, el primer día de clases de la materia. Me presenté frente a todos los estudiantes en el espacio del teórico, comentando el objetivo de la investigación, agregando que iba a asistir a todas las clases del curso y que iba a necesitar la colaboración de los estudiantes. Además, resalté los cuidados que tendría para respetar su anonimato. Luego de esta presentación les pedí a los estudiantes que llenaran una encuesta en donde se incluían preguntas relativas a los estudios secundarios, a otros posibles estudios universitarios, a las experiencias previas en programación y a las expectativas con respecto a la carrera —utilicé algunas de las respuestas a dicha encuesta para elaborar las presentaciones de los estudiantes en el capítulo anterior— (una versión completa de la misma se encuentra en el Anexo, página 318).

Construir relaciones con un grupo de estudiantes no fue una tarea sencilla. Los primeros días de mi trabajo de campo intenté acercarme a distintos alumnos con muy poco éxito. Recuerdo particularmente un grupo de tres estudiantes a las que mi presencia incomodó considerablemente, generando la desaparición del diálogo entre ellas. Generalmente, cuando los estudiantes veían que me aproximaba, el grupo se disolvía o dejaban de conversar. Al inicio de mi trabajo tenía, entonces, la sensación de que todos, incluso los docentes, me estaban «midiendo», intentando, como dice Rockwell (2009) *“adivinar la intención de la visita, la ubicación profesional, laboral, social y política de quien llega a pedir permiso para anotar, mirar, preguntar y, sobre todo, escribir”* (p. 53).

**DIALOGANDO EN EL CAMPO.** Fue con Judith con la que primero pude establecer una relación de confianza y la que, poco a poco, me fue vinculando con los otros estudiantes a medida que entre ellos se iban conociendo. Durante mis primeros encuentros con los estudiantes que finalmente parti-

ciparon de mi investigación, dediqué un tiempo importante a contestar sus preguntas respecto a lo que haría con los datos recabados, garantizando los cuidados necesarios para preservar sus identidades y subrayando que la investigación buscaba poner en primer plano sus vivencias y no evaluarlos o juzgarlos.

Durante mi estancia en el campo los estudiantes con los que trabajé fueron conformando un grupo. Compartí con ellos todas las clases de la materia (teóricos, prácticos y laboratorios) así como recreos —donde conversábamos en la explanada de las baterías—, almuerzos y tiempo libre en el campus de la universidad.

Poco a poco los estudiantes me fueron abriendo las puertas de su experiencia. Me invitaban a almorzar, a pasar con ellos los recreos, esperaban a que llegara por las mañanas. El grabador y mi cuaderno dejaron de parecerles extraños. Nuestros encuentros se volvieron mucho más ricos; de a poco todos nos íbamos conociendo, reconociendo qué cosas le interesaban a cada uno. A medida que pasaba el tiempo y aprendiendo de mis errores, fui desarrollando la capacidad de hablar y de preguntar sobre los sucesos importantes de formas apropiadas (Rockwell, 2009). En este proceso, se me permitió ser testigo de episodios que no suelen ser mostrados a extraños, como conversaciones sobre los profesores, diálogos sobre problemas personales, historias de vida y expresiones de los sentimientos que les generaba la carrera. En ciertas ocasiones sentí la necesidad de retirarme. Así, acompañaba a los estudiantes hasta momentos antes de los exámenes y luego salía del aula para encontrarlos una vez que hubieran finalizado la evaluación. Claramente, mi presencia tomando notas a su lado durante esta situación no los ayudaría a desempeñarse mejor. También apagué el grabador cuando Florencia recibió su primer parcial corregido y desaprobado. Fue la única opción para respetar la intimidad del momento difícil por el que estaba pasando.

A lo largo del cuatrimestre fui ocupando diversos papeles además del de investigadora. En primer lugar, era egresada de una carrera de la facultad, era un miembro de la misma. Por lo tanto, era una fuente de información para los estudiantes que me preguntaban dónde, cómo y cuándo resolver distintas cuestiones y buscar información. Contestando a una de estas preguntas, referida a si los libros de las materias de primer año estaban disponibles en la biblioteca, fue como tomé contacto por primera vez con Francisco y David. A su vez, yo era un ejemplo vivo de una persona que había atravesado una experiencia similar a la que ellos estaban pasando. Así, recurrentemente tuve que contestar preguntas sobre mi propia experiencia en el primer año referidas a mi desempeño, mis dificultades y las estrategias que desplegué en ese momento. Fue preciso negociar continuamente que mi rol no era el de docente ni el de profesora particular. La mayoría de

las veces buscaba alternativas a sus preguntas en relación con los ejercicios del práctico, fundamentalmente ayudándolos a encontrar un profesor que pudiera responderles. Sí recuerdo haber contestado cuestiones muy puntuales como nombres o formulaciones de teoremas pero nunca resolví para ellos ni con ellos ningún ejercicio.

Realizar un trabajo de campo etnográfico involucra construir relaciones con otros seres humanos, con toda la complejidad que esto conlleva. Así, con cada uno de los estudiantes forjé vínculos diferentes. No ser colocada en el rol de profesora particular fue un aspecto de tensión en mi relación con David, lo que, de alguna manera, motivó que permaneciera más alejada de él. Luego de los primeros parciales Mariana dejó de asistir regularmente a las clases de la materia por lo que la veía muy poco. Esto suscitó que nos fuéramos distanciando gradualmente y que, después del primer mes de clases elaborara muy pocos registros de su experiencia. Todo esto provocó que, si bien Mariana y David continuaron siendo considerados como participantes de la investigación, éstos ocuparan posiciones periféricas dentro de la misma. Los otros cuatro alumnos —Florencia, Gabriel, Francisco y Judith— se convirtieron en mis informantes principales ya que con ellos lograba negociar más fácilmente mi rol como investigadora construyendo una relación de confianza bastante cercana .

Al terminar el cuatrimestre había conseguido registrar un gran volumen de datos relacionados con situaciones muy diversas que se convirtieron en un corpus más que suficiente para realizar mi tesis y que daba cuenta de que había captado gran parte de la experiencia de los alumnos. Al mismo tiempo, las trayectorias de cada uno de los estudiantes se diversificaría en la segunda parte del año —algunos recursaron la materia, otros continuaron con la materia siguiente, otros dejaron la carrera—. El grupo con el que venía trabajando se disgregaría. Por estas razones, decidí completar datos y profundizar el análisis en una instancia de entrevistas con algunos de los participantes de la investigación.

Los **objetivos** que perseguía al realizar un trabajo de campo de esta naturaleza eran los que enuncia Guber (2004):

- *“recabar información y material empírico que permita especificar problemáticas teóricas”* (p. 86): En mi caso procuraba recolectar datos para dar cuenta de la problemática del ingreso universitario, de la construcción de identidades al comienzo de una carrera marcada por la deserción y el fracaso y de las prácticas que es preciso aprender para lograr una participación legítima y una membresía en dicha carrera.
- *“reconstruir la organización y la lógica propias de los grupos sociales”* (p. 86): Para mi investigación esto implicaba construir una descripción

del cotidiano de los estudiantes y docentes del primer año de la carrera.

- *“reformular el propio modelo teórico, a partir de la lógica reconstruida de lo social”* (p. 86): Buscaba analizar cómo se especificaban y se resignificaban en el caso particular que estaba estudiando, las categorías que propone la teoría del aprendizaje situado. Así, procuraba dilucidar qué aspectos de la experiencia del primer año este enfoque me permitía iluminar y cuáles no y qué relaciones se podían establecer con las categorías que utilizaban los estudiantes —por ejemplo, los vínculos entre “los bochos” que percibían los alumnos y la concepción teórica acerca del éxito y el fracaso que había elegido.

Por lo tanto, no puede decirse que me acercaba al campo ausente de una teoría para interpretarlo ni que intentase aplicar esta teoría unidireccionalmente a los hechos que observaba. Durante mi etapa de campo intenté establecer un diálogo activo entre la teoría del aprendizaje situado y los datos que iba recabando, diálogo que se intensificó aún más en la etapa de análisis.

Tal como lo describe Rockwell, estar en el campo, ir estableciendo relaciones con estudiantes y docentes e ir registrando esa experiencia involucró una **dimensión subjetiva**:

*“Lo que de hecho se hace en el campo depende de la interacción que se busca y se logra con personas de la localidad y de lo que ellos nos quieran decir y mostrar. Intervienen nuestros propios procesos inconscientes, las formas en que manejamos nuestras angustias en el trabajo y las interpretaciones de la situación que apenas articulamos como tales. (...) no es válido negar nuestra presencia en el lugar, con todo lo que llevamos ahí: el estar ahí en ese momento, con lo que nos genera —interpretaciones, sensaciones, angustias— el hecho de estar ahí”* (Rockwell, 2009: 49).

Así, no eludí contar a los estudiantes en el campo, ni lo hago ahora, el hecho de que esta era mi primera experiencia de trabajo de campo etnográfico; que era una estudiante de doctorado llevando, por primera vez, las riendas de una investigación y que era egresada de la facultad lo que, de alguna manera, me convertía en un ejemplo de participante exitoso dentro de la facultad. Con esa carga de certidumbres e inseguridades realicé mi trabajo de campo; toda mi persona se comprometió en ese proceso. En este sentido, mi presencia en la materia me dio un acceso seguramente parcial a la realidad que vivían cotidianamente las personas involucradas en el primer año de la carrera. Como lo dice Rockwell (2009) la experiencia del trabajo de campo no me convirtió en «nativa». Más allá de la confianza que

desarrollé con los participantes de la investigación siempre seguí siendo un participante extraño o marginal en el primer año.

EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LOS REGISTROS. Además de participar de las clases y de compartir recreos y almuerzos con los estudiantes, continuamente iba elaborando registros de estas experiencias. Justamente poder “documentar lo no documentado” del ingreso a la carrera y de los procesos de aprendizaje allí envueltos implicaba construir registros que incluyeran otras “maneras de mirar, entender y transformar la vida local” (Rockwell, 2009: 80) además de la mía. Muchos fragmentos de estos registros aparecen en esta tesis.

Para esta tarea siempre tuve presente el carácter público de los registros que propone Rockwell (2009). Así, mis anotaciones eran públicas en dos sentidos. En primer lugar, estaban disponibles para los participantes de la investigación. En numerosas ocasiones, luego de registrar, por escrito o por audio, alguna de sus conversaciones los estudiantes tuvieron acceso a mis registros. Todos ellos sabían que podían mirar mi cuaderno de campo cuando quisieran. También pudimos discutir mis anotaciones relativas a ciertos episodios en entrevistas. En segundo lugar, mis registros buscaban volverse documentos que luego pudiera analizar y reconstruir en múltiples análisis compartiéndolos con distintos investigadores.

Este carácter de registro público implicaba tratar de mantenerme lo más cercana posible a la textualidad de lo que escuchaba y de lo que se decía, sabiendo que esto no es siempre del todo posible. Realizaba un registro escrito de cada clase teórica en donde iba anotando gran parte de lo que decía el profesor, las interacciones públicas entre él y sus estudiantes y los comentarios por lo bajo entre estudiantes que alcanzaba a escuchar desde mi asiento. En un primer momento, durante los prácticos también documentaba el trabajo de los estudiantes por escrito intentando registrar, sobre todo, sus interacciones. Cuando pude establecer la confianza suficiente comencé a utilizar un grabador y a fotocopiar las hojas en las que habían estado resolviendo los ejercicios, complementando el registro con algunas anotaciones respecto a acciones y entornos que la sola grabación no pondría en evidencia. Trabajaba de forma similar en los laboratorios. En este espacio didáctico comúnmente dos estudiantes compartían una computadora, yo me ubicaba próxima a los estudiantes, encendía mi grabador y apuntaba los diversos intentos que realizaban para la construcción de programas así como su interacción con la computadora. No podía construir registros «en el momento» durante los recreos y los almuerzos. En estas situaciones, al volver a la clase inmediatamente documentaba por escrito los diálogos y las situaciones que habían transcurrido.

Gracias a la colaboración de la Secretaría Académica de la facultad cuento con un registro completo de la página web de la materia y de todas las cadenas de mails que allí se establecieron.

Según Rockwell (2009), “una aproximación a lo textual se logra si se reservan largos períodos dedicados a reconstruir de memoria el hecho o la interacción verbal inmediatamente después de que ocurra” (p. 52). Esto era lo que hacía al volver a mi casa luego de un día en el campo. Pasaba en limpio mis notas, cuya versión en borrador incluía numerosas abreviaturas, las digitalizaba y las completaba con cuestiones que recordaba pero que no había podido anotar en ese momento.

De esta forma, iba recolectando y construyendo registros bastante diversos. Siguiendo la sugerencia de Achilli (2005), construí distintas categorías para mis registros, como una manera no sólo de explicitar de forma más completa el entorno del documento sino también de considerar el nivel de confiabilidad del mismo. En esta tesis estas categorías se encuentran en el último renglón de cada cita entre corchetes ([ ]):

- *Notas in situ*: Registro elaborado por escrito en el momento mismo en el que se producía el hecho o la interacción. Lo utilicé mayormente para mis anotaciones de las clases teóricas.
- *Transcripciones*: Reproducción extraída de grabaciones de audio o de textos. Muchos de mis registros de las clases prácticas poseen esta categoría, también la tienen los mails extraídos de los foros de la materia.
- *Reconstrucciones*: Documentos escritos a posteriori de la situación de campo. Mis notas de los recreos y de los almuerzos pertenecen a esta categoría.

Todos estos registros y los fragmentos que aparecen en esta tesis, aún los más textuales, poseen el carácter de contruidos. Como lo expresa Bourdieu (1999) “transcribir es necesariamente escribir, en el sentido de reescribir” (p. 540). Así, al elaborar mis registros estuvo siempre presente la tensión entre mantenerme lo más fiel a todo lo dicho, visto y oído, lo que implicaba devolverle a las conversaciones todo lo que el paso al escrito les quitaban—haciendo uso de distintas herramientas como comentarios— y construir textos legibles tanto para mí como para otros destinatarios (Bourdieu, 1999). Para el caso de los fragmentos que aparecen en esta tesis, tomé la decisión de eliminar muletillas y frases confusas que, si bien tienen su sentido en una conversación, hacen que su transcripción se vea enturbiada e ilegible para una persona que no haya presenciado el diálogo o la situación original. Ahora bien, en ningún momento transformé el orden en el que se desarrolló una interacción e indico, además, todos los cortes realizados con el símbolo

[...]. Tampoco cambié una palabra por otra y esto se mantuvo aún para las llamadas «malas palabras», que permiten indicar matices y sentimientos con un poder de síntesis muy difícil de reemplazar. Así, al mantenerlas en las transcripciones no buscaba disminuir la legitimidad de quien «se expresa incorrectamente» sino justamente lo contrario: mantener y hacer público lo más fielmente posible los sentidos que esa persona expresaba.

#### 4.2 DURANTE LAS ENTREVISTAS

Varios meses después de finalizado el trabajo de campo, luego de haber organizado la masa de registros elaborados y de haber realizado un primer análisis de los mismos, llevé a cabo un conjunto de entrevistas con docentes y estudiantes. Realicé 10 entrevistas en total, una en diciembre de 2008 a una estudiante y el resto entre septiembre y octubre de 2009.

Ellas fueron semi-estructuradas en función de un guión que contenía preguntas abiertas que cada entrevistado fue interpretando según su perspectiva. Las preguntas que componían dicho guión buscaban ser descriptivas, intentando ahondar en respuestas que reflejen la interpretación de diversos episodios desde la perspectiva de los entrevistados. Buscaba obtener una visión retrospectiva —a la luz de los meses y de las experiencias que transcurrieron en ese período— de algunos sucesos, intentando dilucidar mejor el sentido que le habían dado en su momento y el que le daban en la actualidad.

A las categorías de registros que presenté en la sección anterior (*Notas in situ, Transcripción y Reconstrucción*) se agregó, entonces, la categoría *Transcripción de entrevista* que corresponde a los registros elaborados en estas ocasiones.

ENTREVISTAS CON LOS ESTUDIANTES. De los seis estudiantes con los que me relacioné durante el trabajo de campo entrevisté a los cuatro que se transformaron en mis informantes principales: Florencia, Gabriel, Judith y Francisco. Esta elección estuvo motivada por el hecho de que, como expliqué anteriormente, al conseguir establecer una relación de confianza con ellos, la mayor cantidad de mis registros daban cuenta del trabajo de estos cuatro estudiantes. Para Mariana y David contaba con un número de registros mucho menor.

Preparé dos entrevistas. La primera giraba en torno a dos ejes:

- *La historia personal del estudiante*: Si bien tenía conocimiento de a qué establecimientos educativos habían concurrido antes de comenzar la carrera, necesitaba precisar cómo ellos los caracterizaban, qué similitudes y diferencias encontraban entre ellas y el inicio de la carrera y cómo cada uno de ellos se había contactado con la facultad.

- *El contenido a aprender*: Las preguntas de este eje buscaban discutir con los estudiantes algunas de sus producciones, principalmente resoluciones de ejercicios del práctico y de los parciales. Como no trabajaba siguiendo al mismo estudiante todas las clases mis registros mostraban «saltos» en las resoluciones de los alumnos que buscaba saldar en la ocasión de la entrevista.

La segunda entrevista se estructuraba en cuatro ejes:

- *La materia*: exploraba la experiencia de los estudiantes en los distintos espacios didácticos, sus posibilidades de participación en ellos y de establecer relaciones entre los mismos.
- *La relación con los docentes*: indagaba acerca del rol que los distintos profesores habían tenido para el estudiante, las expectativas que los docentes tenían para con ellos y la opinión del alumno respecto de su labor docente.
- *Las relaciones con los compañeros*: buscaba analizar el rol y la importancia que le otorgaban a la colaboración entre pares en el aprendizaje, los conflictos que surgieron dentro del grupo y la opinión acerca de la deserción en el primer año.
- *Formas personales de percibirse como estudiante*: En función de las diversas formas de categorizar a los demás compañeros que habían surgido a lo largo del trabajo de campo —por ejemplo, “los bochos”, “los estudiantes promedio”— quería analizar cómo se ubicaban los estudiantes en relación con dichas categorías.

Realicé ambas entrevistas con Francisco, Judith y Gabriel, todos ellos todavía vinculados a la carrera y siguiendo diversas trayectorias en ese momento. Las mismas se llevaron a cabo en el laboratorio del *Grupo de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología* en el edificio de la FaMAF. La primera entrevista fue, para todos los estudiantes, la más larga, con una duración promedio de 75 minutos. La segunda tuvo una duración promedio de 60 minutos. Para Florencia, que había abandonado la carrera, construí un guión un tanto diferente que, si bien tocaba cada uno de los ejes mencionados anteriormente, no incluía preguntas relacionadas con la resolución de ejercicios —ya había pasado más de un año de que dejara de tener contacto con los contenidos específicos de la materia—. Esta fue la única entrevista que realicé fuera de la facultad, particularmente en el living de la casa de Florencia y duró 45 minutos.

La entrevista de diciembre de 2008, que realicé con Judith, fue filmada. El resto de ellas fue grabada en audio. Este cambio en la forma de registro se debió a que los demás estudiantes se sentían más cómodos hablando

conmigo frente al grabador que había utilizado durante el trabajo de campo que frente a una cámara.

Todas estas entrevistas fueron personalizadas, trabajé fuertemente con distintos textos extraídos de las notas de campo que relataban episodios u opiniones de los estudiantes que durante el análisis me habían resultado significativos en función de mi problema de investigación. Los guiones completos de cada entrevista se encuentran en la sección A.1.2 del Anexo (página 320).

El material recogido en las entrevistas a estos cuatro estudiantes, así como mis registros de campo, fueron el soporte a partir del cual elaboré gran parte del análisis de datos. Así, el mismo está basado en las experiencias de estos cuatro estudiantes.

**ENTREVISTAS CON LOS DOCENTES.** Con respecto al grupo de docentes, realicé una entrevista con el profesor responsable de los teóricos de la materia —Juan—, una con el docente a cargo de la comisión de prácticos observada —Pablo— y una entrevista con la docente responsable de los laboratorios —Lorena—.

El guión construido para estas ocasiones constaba de una sección común para los tres docentes y de otra con preguntas específicas de los espacios en donde se desempeñaban. La sección común tenía tres ejes:

- *Historia personal de formación:* cómo llegaron a ser profesores de la carrera, dónde se formaron, qué carreras estudiaron, etc.
- *Percepción del primer año:* Si bien en conversaciones informales había podido recabar algunas de sus opiniones acerca de los estudiantes ingresantes, de sus motivaciones y de su preparación, era preciso conseguir interpretaciones un poco más detalladas de cómo percibían el problema que dio origen a esta tesis.
- *El currículum de la materia:* Necesitaba conocer las razones que cada uno de ellos esgrimía para sustentar el currículum de la materia y su estructura. También era importante indagar sobre los objetivos que le asignaban al curso y a las dificultades que habían percibido a lo largo de su práctica docente.

En la sección de preguntas específicas trabajé fundamentalmente con las características de las clases que dictan los docentes: cómo las describían, cómo las preparaban, cómo elegían los ejemplos que trataban, etc. Los guiones completos de cada entrevista se encuentran en la sección A.1.3 del Anexo (página 344).

Todas estas entrevistas fueron grabadas en audio y realizadas en el laboratorio del *Grupo de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología* en el edificio de

la FaMAF. La entrevista de Juan tuvo una duración de 70 minutos, la de Lorena de 60 minutos y la de Pablo de 80 minutos.

### 4.3 DURANTE EL ANÁLISIS DE LOS DATOS

Según Rockwell (2009), para que las horas transcurridas en el campo puedan conducir a la producción de nuevo conocimiento deben estar acompañadas de un trabajo teórico y analítico cualitativo y exhaustivo. Dicho análisis abarca gran parte del tiempo de un estudio etnográfico y atraviesa desde las primeras decisiones tomadas en el proceso de observar hasta las últimas etapas de la escritura.

El propósito de este análisis es ir permitiendo modificar las ideas iniciales sobre el problema que se está tratando:

*“La etnografía nos transforma la mirada (. . .) Nunca se emerge de la experiencia etnográfica pensando sobre el tema lo mismo que al inicio. No se trata, en un sentido estricto, de desechar esa concepción original sino de matizarla, enriquecerla y abrirla” (Rockwell, 2009: 66).*

Parte de este proceso, que yo también recorrí, está relatado en el primer capítulo de esta tesis. En el transcurso de la investigación fui desechando categorías teóricas —abstracción, comprensión del lenguaje natural, formalización, modelización, transferencia de conocimientos entre distintas materias del primer año— al mismo tiempo que otras iban cobrando más peso y forma.

Cuando empecé a explorar mis múltiples registros, las categorías de la teoría —por ejemplo, comunidad de práctica, legitimidad, identidad— parecían demasiado abstractas, globales, apartadas de las experiencias concretas que había documentado en el campo. En medio de ese gran volumen de datos me preguntaba: ¿qué sentido adquiere el concepto de comunidad de práctica en el ingreso a la carrera? ¿qué sentido tiene para los estudiantes construir una identidad? ¿qué quería decir “tener éxito o fracasar” en la materia? y, fundamentalmente, ¿cómo se relacionaban estas ideas con los múltiples episodios particulares que había recogido? Las respuestas a estos interrogantes, todos ellos surgidos a partir de los objetivos de mi investigación, se me aparecían confusas y desdibujadas.

La escritura fue la herramienta principal que me permitió ir avanzando, progresivamente, en el análisis. Elaboré numerosos escritos en los que iba conectando distintos fragmentos de registros y asignándoles diversas categorías. Los primeros eran sólo un listado de acontecimientos desconectados. Poco a poco, reescribiendo, relejendo la teoría y volviendo una y otra vez a mis notas de campo, los escritos se iban volviendo más ricos, iba encontrando relaciones entre los episodios y vínculos con las categorías teóricas.

En este transcurso, el análisis de los datos fue tomando forma poco a poco. De la interrelación que se fue tejiendo entre los objetivos de mi investigación, las categorías de la teoría y los datos recogidos emergieron cuatro categorías que vinieron a articular el análisis de los datos. Ellas son: *¿qué se aprende durante el ingreso a la carrera?*, *la práctica de la construcción de demostraciones formales*, *las comunidades de práctica involucradas en el ingreso a la carrera* y *la construcción de identidades, del éxito y del fracaso durante el primer año*. Cada una de estas categorías dieron origen a un capítulo de esta tesis.

En este largo proceso llevé a cabo múltiples tareas:

- Escuchar y transcribir grabaciones.
- Realizar descripciones exhaustivas de episodios. Esto me permitía hacer conscientes mis inferencias para luego ponerlas a prueba analizando otros registros.
- Resumir episodios.
- Elaborar esquemas.
- Construir interrogantes para interpelar a los datos,
- Discutir y revisar en colaboración con pares externos. Expuse mi trabajo frente a distintos colegas: mis compañeros del Doctorado en Ciencias de la Educación, los estudiantes de la Pos-graduação de la Faculdade de Educação de la Universidade Estadual de Campinas, los profesores Darío Fiorentini, Dione Lucchesi de Carvalho, Marcelo Borba y, sobre todo, mi directora y mi codirector. Estas instancias me obligaban a concretar, a sistematizar mi análisis; a explicitar categorías que, para alguien habituado al campo, se dan por supuestas y forman parte del sentido común y a objetivar mi propio punto de vista, distanciándolo del de los participantes de la investigación. Todas estas personas enriquecieron fuertemente mi trabajo ya que, al no haber estado en el campo, tenían una mirada sumamente fresca del proceso que estaba analizando.
- Discutir y revisar con los participantes del estudio. Discutí con los alumnos mis interpretaciones de diversos episodios durante las entrevistas y con los docentes compartí el último capítulo relativo a la identidad, el éxito y el fracaso debido a que allí aparecen gran parte de sus opiniones recogidas en las entrevistas. Estas instancias fueron momentos importantes en los que contrasté las interpretaciones que estaba elaborando, muchas de las cuales fueron matizadas por los participantes.

- Comparar y contrastar registros elaborados a partir de distintas fuentes de datos, por ejemplo, notas in situ con transcripciones de entrevistas, mails al foro web y transcripciones de grabaciones tomadas en el campo.

Los tres últimos ítems se refieren a distintos tipos de triangulaciones que fui llevando a cabo: de fuentes, de métodos, contrastación y discusión con pares y con los participantes de la investigación. Estas actividades, junto con la permanencia prolongada en el campo, son los principales procedimientos mencionados por Araújo & Borba (2004) para aumentar la credibilidad de una investigación. Según estos autores:

*“La credibilidad es entendida como la plausibilidad, para los sujetos involucrados, de los resultados e interpretaciones hechas por el investigador”* (p. 37, traducción mía<sup>1</sup>).

ALGUNAS CONSIDERACIONES EN TORNO A LA NOTACIÓN UTILIZADA. A lo largo de toda esta tesis voy intercalando fragmentos de los registros que elaboré en el campo con interpretaciones y análisis de los mismos. Presento estos registros en un formato particular, con un tamaño de letra más pequeño y una organización especial. Para las citas que involucraban solamente diálogo aparece una primera columna destinada al nombre del interlocutor. Para mejorar la organización espacial, el nombre aparece abreviado, utilizando sólo sus tres o cuatro primeras letras. La columna siguiente está destinada a las frases que cada uno iba diciendo. Este es el listado completo de abreviaturas, con sus significados correspondientes:

DAV	David, estudiante
FLOR	Florencia, estudiante
FRAN	Francisco, estudiante
GAB	Gabriel, estudiante
MAR	Mariana, estudiante
JUD	Judith, estudiante
Est1, Est2, ...	Estudiantes
JUAN	Juan, docente de teóricos
LOR	Lorena, docente de laboratorios
PAB	Pablo, docente de prácticos
CEN 1, CEN 2,...	Integrantes del centro de estudiantes
LET	Leticia

<sup>1</sup> “A credibilidade é entendida como a plausibilidade, para os sujeitos envolvidos, dos resultados e interpretações feitas pelo pesquisador” (Araújo & Borba, 2004: 37).

Para las citas donde la escritura estaba también involucrada, por ejemplo, una explicación de un ejercicio en el pizarrón, presento una columna más, destinada especialmente para esta práctica. En algunos momentos, la práctica de escritura y la práctica del habla se iban estructurando unas a otras, adquiriendo su forma en su articulación mutua. Este formato pretende dar cuenta de dicha interrelación. Utilizo el símbolo ⇔ en la segunda columna para indicarle al lector que debe mover su vista a la tercer columna porque hay escritura involucrada.

Para los registros elaborados durante el taller de laboratorio utilizo letra verbatim y dos columnas. La primera está dedicada al código de los programas que los estudiantes escribían en un editor de textos y la segunda a las respuestas que les daba el programa que ejecutaba dicho código.

Dentro de las citas utilicé el formato [*Comentario*] para hacer aclaraciones al lector y para marcar acciones, por ejemplo: [*Mariana busca en su cuaderno la definición de la función*]. Al final de cada cita aclaro la categoría del registro—entrevista, nota in situ, transcripción, reconstrucción— y la fecha en la que fue recolectada la información. Cuando transcribo sólo una frase dentro del mismo cuerpo del párrafo la presento entre comillas dobles y en letra sin serifa. Para dar mayor claridad, los nombres de los estudiantes y de los docentes también aparecen escritos, en el cuerpo de los párrafos, en letra sin serifa.

A través de todos estos capítulos he ido construyendo el marco en el cual se desarrolló esta investigación, considerando su desarrollo histórico y mi trayectoria personal (capítulo 1), localizándola dentro del campo de la investigación en educación en ciencias de la computación (capítulo 2), describiendo el terreno en donde se llevó a cabo y sus participantes (capítulo 3) y relatando el recorrido metodológico de la investigación (capítulo 4).

El siguiente capítulo está destinado a describir el cotidiano de estudiantes y docentes durante el primer cuatrimestre de 2008. Allí voy entretejiendo numerosos episodios que pude registrar durante el trabajo de campo y que dan cuenta de cómo los participantes de esta investigación vivieron el ingreso a la carrera.

Los cuatro capítulos siguientes (6, 7, 8 y 9) están dedicados al análisis y cada uno de ellos aborda una de las categorías que fueron emergiendo a lo largo de este proceso.

## EL COTIDIANO DE ESTUDIANTES Y DOCENTES: UN RELATO DE LA VIDA DE LOS PARTICIPANTES DE LA INVESTIGACIÓN EN EL TERRENO DEL ESTUDIO

---

En este capítulo describo el día a día de estudiantes y docentes que compartieron la materia *Introducción a los Algoritmos* durante el primer cuatrimestre de 2008. En este transcurso fueron construyendo un entramado de prácticas y de relaciones —entre ellos y con algunos artefactos— que aquí pretendo delinear. Además, a lo largo del cuatrimestre cada uno fue fabricando una forma de percibirse a sí mismo al mismo tiempo que fue percibido por los otros en un proceso sumamente dialéctico. En estas páginas relato, entonces, como se fueron tejiendo las relaciones entre cada uno de los estudiantes y el complejo terreno de mi investigación, es decir, describo como la facultad, la carrera, la materia, las aulas y el campus de la universidad fueron convirtiéndose para cada uno de ellos en entornos con características diferentes.

La escritura de este texto me ha enfrentado a la **dificultad de dar cuenta de la complejidad del cotidiano de un grupo de personas**. En la vida diaria un número sorprendente de cosas suceden en simultáneo, otro gran número permanecen implícitas y muchas de ellas se influyen unas a otras de forma compleja. Las prácticas habituales van construyéndose en un ir y venir con el pasado y en relación con el futuro. Además, al participar en estas rutinas diarias se van generando expectativas sobre ellas, sobre nosotros mismos y sobre el mundo en que vivimos. Para poder reflejar esta complejidad he recurrido a múltiples registros de todo tipo, desde transcripciones de diálogos que grabara durante las clases hasta fotocopias del trabajo de los estudiantes, mails y notas que escribí reconstruyendo conversaciones.

Muchos de los diálogos que aquí presento se encuentran profundamente mediados por los contenidos disciplinares que se iban desarrollando en el aula. Para quienes no estén familiarizados con los tópicos del currículum de

la materia, incluí algunas lecturas dirigidas en donde los conceptos más importantes son introducidos. Algunas de ellas han quedado incrustadas en el cuerpo del capítulo, otras quedaron reservadas al Anexo. Para construirlas me basé fundamentalmente en los apuntes teóricos que los estudiantes tenían disponibles cuando cursaron la materia.

El proceso de **decidir cuáles registros incluir y cuáles no** fue otro de los aspectos dificultosos de la escritura de este capítulo. En este punto, hice uso de un criterio proveniente de la etnografía: escoger aquellos registros que permitan describir las actividades cotidianas incluyendo aquellos en donde el orden habitual se rompe por algún incidente, buscando lograr una “*representatividad hacia el interior del caso estudiado*” (Rockwell, 2009: 83). Sí creo importante resaltar que he tratado de que cada fragmento sea lo suficientemente largo como para que las condiciones en las que se enmarcaban las prácticas de los participantes quedaran manifiestas con claridad.

Otra de las preocupaciones que me aquejaban mientras escribía era si el texto no estaba transformándose en una sucesión de «chismes sobre lo que sucede en primer año». Nuevamente las ideas de Rockwell vinieron a auxiliarme en esta cuestión:

*“El esfuerzo para comprender y explicar debe orientar y motivar también el proceso etnográfico situándolo, así, en el campo de las ciencias sociales y marcando delimitaciones, siempre tentativas, frente a otras prácticas que pueden suponerse parecidas: la literatura, el periodismo, la crónica, el juicio, el chisme...”* (Rockwell, 2009: 99).

Dentro de este marco que busca construir sentido para el proceso que estoy estudiando, la idea esencial de este capítulo es relatar el cotidiano de estudiantes y docentes del primer año de manera que se transforme en un soporte para el análisis que vendrá en los capítulos subsiguientes. Por lo tanto, muchos de los episodios que aquí describo serán referenciados más adelante, como ejemplos o evidencias de mis afirmaciones analíticas. Vista esta naturaleza, en estas páginas no hago uso de las categorías teóricas. Ahora bien, tal como lo resaltan diversos investigadores, la frontera que separa la descripción de la interpretación es por demás difusa. De esta forma, en este capítulo también despunta un primer intento de ir dando sentido o de delinear algunos aspectos que se revelaban importantes en el tránsito por el primer año de la carrera.

## 5.1 EL PRIMER DÍA DE CLASES

El 11 de marzo de 2008 dieron inicio las clases de *Introducción a los Algoritmos*. Antes de que comenzara el teórico el aula estaba repleta de estudiantes —alrededor de 140— que conversaban animadamente entre sí. Muchos de

sus comentarios giraban en torno a cómo imaginaban la materia y a las dificultades que tendrían que enfrentar. El profesor del teórico, Juan, vestía remera, jogging y zapatillas; tenía el pelo largo atado. Un tiempo después, Judith me confesó que cuando lo vio por primera vez no se imaginó que fuera el profesor.

Juan comenzó la clase haciendo preguntas a los estudiantes sobre su experiencia previa en programación y sus expectativas con respecto a la carrera. Durante esta conversación cada respuesta de los alumnos fue valorada de forma diferente por el docente, siendo, en algunos casos, relacionada con algún aspecto de la carrera:

JUAN Yo soy Juan García y voy a dar el teórico de Introducción a los Algoritmos. *[Comenta que la materia es una introducción a muchos temas que se desarrollarán durante la carrera]* ¿Quién programó? *[Algunos pocos levantan la mano]* ¿En qué programaron? *[Se refiere al lenguaje de programación]*

EST 1 En Visual Basic.

EST 2 *[Junto a varios estudiantes más]* C, C++.

JUAN ¡Ah! Eso es más interesante. Y los que no programaron, ¿por qué eligieron esta carrera? *[Ningún estudiante contesta]* A ver, díganme algo. El compañero, ¿a ver? Vos *[Le indica con la mano a un estudiante que conteste la pregunta]*

EST 3 *[Vacilando, pensando una respuesta]* Y... de lo poco que sé de computación saber ... cuáles son los límites de la computación.

*[El profesor se entusiasma ante la respuesta y le dice que esa es una pregunta muy interesante. Agrega que el estudiante va a poder satisfacer esa duda en un par de años y que al final del cuatrimestre van a contar con una herramienta para saber qué problemas son computables]*

JUAN A ver qué más ... Anímense. No hace falta decir cosas interesantes.

EST 4 Un sueño para mí sería crear un sistema operativo que funcione y que se pueda llevar al mercado.

JUAN Sí, hacer un sistema operativo es una tarea gigantesca. Uno no lo puede hacer solo, puede trabajar en colaboración con otros. ¿Quién más?

EST 5 Aprender un lenguaje es sencillo. Pero yo lo que vengo a aprender acá es la matemática, eso es lo difícil.

JUAN Eso es acertado para esta materia. Nosotros vamos a trabajar con un núcleo de un lenguaje de programación y vamos a ver que la matemática que hay por detrás es lo suficientemente rica para decir muchas cosas. *[Comenta como se programa habitualmente: escribiendo código y luego probando con algunos casos para ver si el programa hace lo que debe hacer, si no es así se modifica el código y se vuelve a intentar. Resalta que esta forma de trabajo no verifica la corrección formal del programa]* Los programas son extremadamente complejos, están en el límite de las capacidades humanas [...] Hay programas de 8 líneas que llevaron muchos años para saber que eran incorrectos.

*[Nota in situ clase teórica - 11 de marzo de 2008]*

El profesor continuó la clase haciendo un relato histórico de las ciencias de la computación. En su discurso mencionó a los grandes investigadores que contribuyeron a su desarrollo como Hilbert, Gödel, Turing, Church, Von Newman, Hoare y Dijkstra, hilvanando sus aportes con el desarrollo de tecnologías. Dedicó un tiempo para hablar de la llamada ‘Crisis del Software’ producida en los años 70 cuando se hizo necesario el desarrollo de herramientas de verificación formal de los programas debido a que éstos se volvían más y más complejos.

La segunda parte de la clase fue destinada a la presentación del formato de demostración que se adoptó durante todo el año utilizándolo, en este caso, para la resolución de ecuaciones algebraicas. La principal novedad del formato es la introducción de justificaciones entre los pasos. Así, se requiere explicitar por escrito el teorema, axioma o propiedad a través del cual la fórmula que está en el renglón superior es transformada en la fórmula del renglón inferior. También se presentaron un conjunto de símbolos nuevos:  $\equiv$  —para denotar la equivalencia entre fórmulas— y TRUE y FALSE para indicar cuando una fórmula es verdadera o falsa. Uno de los ejemplos que se trabajaron en el aula fue el siguiente<sup>1</sup>:

$$\begin{aligned}
 & 3 * x + 1 = 3 * (x + 1) - 2 \\
 \equiv & \{ \text{distributividad } *, + \} \\
 & 3 * x + 1 = 3 * x + 3 - 2 \\
 \equiv & \{ \text{aritmética} \} \\
 & 3 * x + 1 = 3 * x + 1 \\
 \equiv & \{ \text{reflexividad} \} \\
 & \text{TRUE}
 \end{aligned}$$

Así, la fórmula de la primera línea es equivalente ( $\equiv$ ) a la fórmula de la tercera línea porque se aplica la propiedad distributiva de la suma respecto del producto. Esta propiedad es la que se explicita entre llaves en la segunda línea.

Al finalizar el teórico, los tres profesores encargados de las comisiones de práctico y los ayudantes-alumno asignados a la materia ingresaron al aula y se presentaron diciendo su nombre. Les comunicaron a los alumnos que docentes y estudiantes serían asignados a tres comisiones y que dos de ellas trabajarían en aulas de la FaMAF mientras que una de ellas permanecería en la misma aula del teórico.

Luego, dedicaron un tiempo considerable a la presentación de los regímenes de regularidad y promoción de la materia, ambos bastante complejos. Los exámenes eran de dos tipos: parciales (tres) y parcialitos (tres) que se tomaban intercaladamente comenzando por un parcialito. Cada parcialito

<sup>1</sup> Dentro del curso se utilizó el símbolo \* para denotar a la multiplicación debido a que el símbolo . se empleaba para denotar otra operación mucho más frecuente.

aprobado significaba un punto más en la calificación del parcial subsiguiente. A su vez, también había dos parcialitos del taller de laboratorio. Para ser alumno regular era preciso aprobar dos de los tres parciales —sumando o no puntos con los parcialitos— y un parcialito de laboratorio. Para promocionar un estudiante necesitaba aprobar los tres parciales con más de 7 puntos —sumando o no puntos con los parcialitos— y los dos parcialitos de laboratorio. El alumno libre era aquel que no aprobaba dos de los tres parciales y, en el examen final, debía resolver dos ejercicios extra para quedar en las mismas condiciones que un alumno regular.

En la presentación del sistema de evaluación quedó de manifiesto que los parcialitos se justificaban como medida para hacer que los estudiantes adquirieran el ritmo de estudio preciso para la materia. Durante este momento también pude registrar las opiniones que dicho sistema suscitó en algunos estudiantes:

JUAN Como es normal que se dejen estar, los parcialitos son para que vayan al día, o para incitarlos a que vayan al día. Suena un poco, ¿cómo se dice?

Est1 Pesado [*Se refiere a que son muchos exámenes*]

JUAN Mmm sí, como autoritario, que nosotros le tenemos que decir lo que tienen que hacer. . . pero bueno, nos ha dado buenos resultados [*Los profesores explican las condiciones para promocionar*]

Est2 [*Por lo bajo a su compañero*] ¡Son jodidos!

☞

[*Juan escribe en el pizarrón la ecuación de la nota con la que aprobarían la materia los alumnos promocionales sin explicar qué significa cada símbolo*]

$$[p * 0.8 + t * 0.2 = Nf]^2$$

JUAN Si entendieron la forma de calcular la nota ya tienen un pasito en la materia. [*Varios estudiantes ríen*]

NOR<sup>3</sup> El sistema es tan complicado que conviene estudiar mucho. [*Nuevamente risas de los estudiantes*]

<sup>2</sup> En esta fórmula el símbolo «p» significa el promedio de las notas de los tres parciales, el símbolo «t» significa el promedio de las notas del laboratorio y «Nf» la nota con la que el estudiante aprueba la materia. De esta forma, la calificación final se calculaba sumando el 80% del promedio de las notas de los parciales y el 20% del promedio de las notas del laboratorio.

<sup>3</sup> Docente encargado de una de las comisiones de práctico.

[Transcripción clase práctica - 11 de marzo de 2008]

Durante el resto del práctico, y por única vez, todos los estudiantes y docentes permanecieron juntos en el aula del teórico realizando los ejercicios del práctico o<sup>4</sup>, el cual era un listado de ejercicios que incluía acertijos lógicos, análisis de razonamientos lógicos, problemas de ‘caballeros y pícaros’<sup>5</sup> y ejercicios de interpretación de textos. Según Pablo, el objetivo de este práctico es que los estudiantes se expongan a un conjunto de ejercicios de ingenio con las herramientas que poseen de la secundaria. A lo largo de todo el semestre se desarrollarán una serie de herramientas lógicas de manera que al finalizar las clases los estudiantes podrán resolverlos formalmente.

En este espacio Judith, Florencia, Mariana y Carolina<sup>6</sup> trabajaron en grupo por primera vez. En este momento ellas comenzaban a conocerse ya que no habían compartido el Curso de Nivelación. Las mujeres no suelen ser muy numerosas en la carrera de modo que las pocas que asisten suelen agruparse rápidamente. Me pareció significativo que luego de numerosas discusiones y de largos razonamientos para resolver un ejercicio sólo registrarán en sus cuadernos una o dos palabras que daban cuenta únicamente del resultado. Así, el proceso de resolución quedaba circunscrito a la oralidad.

Casi al terminar la clase, Pablo realizó el primer práctico expositivo. Estos eran espacios utilizados por los profesores para resolver alguno de los ejercicios de la guía de práctico en el pizarrón con la idea de ayudar y orientar a los estudiantes en la solución de los demás ejercicios. La resolución de Pablo contrastó fuertemente con la práctica de las estudiantes. En lugar de recurrir a la discusión oral, Pablo utilizaba la escritura para ir dando cuenta de cada parte del razonamiento. Además, todos los pasos que desarrollaba apuntaban a la formalización del problema —transformando la oración escrita en el lenguaje natural<sup>7</sup> a un lenguaje más próximo al de la matemática y utilizando tablas. El enunciado del problema era el siguiente: *Nos encontramos con dos personas, A y B. A dice ‘Al menos uno de nosotros es un pícaro’ ¿Qué son A y B?* A continuación transcribo mis notas acerca de este práctico expositivo:

- 
- 4 A partir del práctico siguiente tanto docentes como estudiantes trabajaron en la comisión que les correspondía.
- 5 Este tipo de problemas supone que existe una isla en donde viven sólo dos tipos de personas: los pícaros y los caballeros. Si una persona es caballero siempre dice la verdad. Si una persona es pícaro siempre miente. Estos ejercicios constan de alguna(s) sentencia(s) que una o más personas dicen y, a partir de ellas, hay que descubrir si son caballeros o pícaros. Por ejemplo, uno de los enunciados era el siguiente: Nos encontramos con dos personas, A y B. A dice: ‘yo soy pícaro o B es un caballero’. ¿Qué son A y B?
- 6 Carolina era una estudiante que solía sentarse junto a Florencia y Judith durante los teóricos. No formó parte de esta investigación porque estaba asignada a otra comisión de práctico.
- 7 Dentro del aula de primer año, se entiende por lenguaje natural al lenguaje utilizado para hablar y escribir corrientemente.

⇒

PAB Esta afirmación es equivalente a decir

⇒

*[Comenta que escribiendo de esta forma el enunciado, el problema puede formalizarse más fácilmente. Continúa estableciendo que se pueden dar cuatro casos según las diferentes combinaciones de ser pícaro (P) o ser caballero (C)]*

⇒

PAB Pero como el único que habla es A, nos vamos a preguntar por A. Cuando A es pícaro, ¿esta afirmación [La del enunciado] es cierta?

Est1 No.

Est2 Sí.

PAB Sí es cierta porque al menos uno es pícaro. Pero entonces A no puede decir la verdad.

⇒

Est3 *[Por lo bajo]* ¡Ah!

⇒

PAB Una vez que sabemos que es caballero, entonces lo que dice es cierto y, como uno debe ser pícaro, entonces B es pícaro [...] Lo importante es que traten de ordenarse para explicar, eso es importantísimo... no olvidarnos de lo que estamos suponiendo.

*[Luego de copiar en el pizarrón el enunciado del problema, Pablo lo re-formula]*

A: 'al menos uno de nosotros es pícaro'. ¿A,B?

'Al menos 1 entre A y B es pícaro'

*[mientras habla va construyendo la siguiente tabla]*

A	B
C	C
C	P
P	C
P	P

*[Escribe mientras va diciendo en voz alta lo que escribe]*

'Si A es pícaro lo que dice es cierto. Como dice cosas ciertas no es pícaro. Absurdo'.

'El absurdo viene de suponer que A es pícaro. Luego, A debe ser caballero'.

*[Transcripción clase práctica - 11 de marzo de 2008]*

Dediqué un tiempo al relato de esta primera clase porque en ella se presentaron y comenzaron a negociarse una serie de prácticas que luego perduraron durante todo el cuatrimestre. La forma de interacción durante los teóricos, que se iniciaba a través de numerosas preguntas planteadas por el docente quien luego valoraba las respuestas de los estudiantes, fue una de ellas. En estas valoraciones, así como también en los tópicos escogidos para desarrollar durante la primera clase, resulta significativa la importancia dada a la lógica y a la matemática asociadas a la programación. De alguna manera, a través de esta primera clase, los docentes parecían estar presentando cuál iba a ser el tipo de programación que se aprendería durante el cuatrimestre —orientada a la verificación formal de programas a través de herramientas lógico-matemáticas— y cual no —construida a través de intuiciones y «testeadas» a través de un cierto número de casos de prueba.

La preocupación y la importancia dada al ritmo necesario para llevar la materia al día —con la correspondiente construcción de un sistema de evaluación acorde a ese ritmo— constituyó una constante de los docentes a lo largo del cuatrimestre. Estas inquietudes revelan, en primer lugar, la necesidad de marcar diferencias con la escuela secundaria y, en segundo lugar, la dificultad que los mismos docentes le asignan a la materia.

La diferencia entre las prácticas de docentes y estudiantes —en lo que se refiere, por ejemplo, al lenguaje utilizado o a las formas de resolución empleadas— fue significativa durante todo el primer período de clases hasta que, poco a poco, los estudiantes fueron apropiándose de las prácticas propuestas. Este proceso de hacer suyas las prácticas difería para cada estudiante —según su historia, sus conocimientos previos, sus gustos, etc.— de forma que la práctica emergente nunca fue una copia de la sugerida sino una práctica transformada.

## 5.2 PRIMEROS ENCUENTROS

Las semanas iniciales del cuatrimestre significaron, para los estudiantes, el encuentro con muchas de las numerosas prácticas que se desarrollan dentro de la carrera y de la facultad: el aprendizaje de la escritura básica para el curso, la forma de organización del trabajo en cada espacio didáctico, la manera en que se relacionan los estudiantes entre sí y con los docentes, etc.

Durante estos días muchas de las conversaciones de los alumnos involucraban comentarios acerca de sus primeras impresiones de la carrera y de los profesores. En algunas ocasiones, a través de estos diálogos los estudiantes hacían explícitas las razones de su elección vocacional. Por ejemplo, en el transcurso de una charla que tuve con Mariana ella me contó que “no

le estaba gustando mucho la matemática”. Cuando le pregunté por qué había elegido la carrera me confesó que en realidad su padre había insistido para que estudiara computación debido a la buena salida laboral. La respuesta de ella frente a esta postura fue: “y como yo no le hago asco a estas cosas me inscribí”. Con respecto a los docentes, su forma de hablar y de vestir solía ser tema de conversación —“los profes hablan raro” era una frase que escuchaba muy frecuentemente—. Todas estas opiniones se construían comparando la facultad y la carrera con las experiencias escolares más cercanas —la escuela secundaria u otros estudios universitarios o terciarios—.

Para los docentes este período supuso la construcción de un conjunto de percepciones acerca de algunos estudiantes. Por ejemplo, pude recoger la opinión que Pablo se formó de los alumnos con los que yo estaba trabajando:

*[Hacia el final de un práctico, luego de que Pablo y Judith trabajaran en un ejercicio que ella no había podido resolver]*

PAB ¿Vos cómo te llamás?

JUD Judith Rodríguez.

PAB ¡Ah! ¡Vos sos Judith, la que escribe los mails!<sup>8</sup> *[Los tres reímos]*

JUD ¡Sí, yo soy la valiente que se animó a escribir el primer mail!

*[...]* *[Al finalizar el práctico camino con Pablo de vuelta hacia la FaMAF]*

PAB ¿Ustedes cómo hacen para elegir a los chicos? *[Para la investigación]*

*[Le comento que al comenzar las clases había conocido a estas estudiantes por casualidad, charlando con Juan en un recreo, y había elegido trabajar con ellas porque tenía una buena relación de confianza]*

PAB ¡Ah! ¡Al azar! No, claro, yo te preguntaba porque justo esta chica *[Se refiere a Judith]* debe de ser una de las que mejor les va. Para mí está muy relacionado, a los chicos que son más extrovertidos les va mejor en la carrera, como a esta chica.

*[Le comento que estoy muy contenta de trabajar con este grupo de estudiantes]*

PAB A veces son peores *[Los grupos]*, sobre todo cuando hay uno que sabe y los otros que no, porque el que sabe le termina resolviendo el ejercicio al que no sabe que no aprende nada.

*[Conversamos sobre el hermano de Florencia que también está estudiando la carrera en FaMAF. Pablo lo conoce porque rindió numerosas veces Introducción a la Lógica que es la materia que él dicta en el segundo cuatrimestre]*

PAB A veces cuando les va mal en una materia y la vuelven a cursar es peor, porque son tantos los vicios que se adquieren la primera vez que después no se los sacan más.

*[Reconstrucción - 10 de abril de 2008]*

8 Pablo se refiere a los mails del foro de internet de la materia. Días antes de registrar esta conversación, Judith había enviado una serie de mails pidiendo ayuda con la resolución de algunos ejercicios.

Este período fue una etapa de reconocimiento de los distintos participantes y de las reglas del juego en este nuevo espacio en donde las experiencias previas —como estudiante y como docente— jugaron un rol importante. Fue un primer momento en el que los participantes se posicionaron y, a su vez, fueron posicionados en relación con la carrera y la facultad. Considero que hubo tres instancias fundamentales en este proceso de reconocimiento: el encuentro con la forma de escritura, el encuentro con los miembros del centro de estudiantes y el encuentro con estudiantes ya insertos en el mundo laboral. Cada uno de ellos se describen en las sub-secciones siguientes.

### 5.2.1 *Encuentro con la forma de escritura*

Durante las primeras clases la actividad principal de los teóricos y prácticos giró en torno al aprendizaje de numerosos símbolos que se utilizaban para designar a nuevos operadores y a las reglas que permitían combinarlos para construir fórmulas que tuvieran algún sentido. La gran variedad de tipos de datos que se presentaron, la naturaleza novedosa de muchos de ellos, la diversidad de signos introducidos y las relaciones entre la sintáctica y la semántica de cada símbolo conllevaron el aprendizaje de una práctica bastante compleja como lo es el aprendizaje de un nuevo sistema de escritura.

Para quien no está familiarizado con los tipos de datos utilizados en programación, incluyo, a continuación, una pequeña introducción a este tópico. Quien desee saltar esta introducción puede continuar la lectura a partir del símbolo ♦.

En el curso se trabajaba con diversos **tipos de datos**:

- **Enteros:** ..., -2, -1, 0, 1, 2, ... Usualmente se utilizaba el nombre Num para referirse a este tipo abreviadamente.
- **Booleanos:** TRUE, FALSE. La abreviatura de este tipo era Bool.
- **Caracteres:** Simbolizados con una letra encerrada entre comillas dobles, por ejemplo "b", "h", "4", "\$". Este tipo se abreviaba como Char.
- **Tuplas o n-uplas:** Una tupla es una secuencia ordenada de elementos, esto es, una lista con un número fijo de elementos. Una tupla de dos elementos se denomina dupla; una de tres, tripla; una de cuatro, cuadrupla, etc. Cada elemento de la tupla puede ser de distinto tipo. Se simbolizaban con paréntesis y separando cada elemento por una coma, por ejemplo (1,3) o (True, "t", 9). El tipo de una dupla de dos números es (Num, Num) y el de una tripla de dos caracteres y un booleano es (Char, Char, Bool).

- Listas: Una lista es una colección ordenada de elementos, que deben ser todos del mismo tipo. A diferencia de las tuplas, su longitud puede variar. Se simbolizaban con corchetes y separando cada elemento por una coma, por ejemplo  $[5,4,7,8]$  o  $["c", "f", "r", "w"]$ . El tipo de una lista de números es  $[Num]$ , el de una de booleanos es  $[Bool]$ , el de una lista de listas de caracteres es  $[[Char]]$ .

Cada uno de estos tipos de datos posee un conjunto de operadores asociados. Por ejemplo, la suma (+), el producto (\*) o el máximo (*max*) para los Números; la disyunción ( $\vee$ ), la conjunción ( $\wedge$ ) o la equivalencia ( $\equiv$ ) para los Booleanos; el operador que toma el primer elemento de una lista (*head*) o el operador que devuelve el cardinal de una lista (#), para las listas. La introducción de esta variedad de tipos de datos implica el aprendizaje de la escritura de expresiones que los involucren.



Según el orden establecido por los ejercicios del práctico, el primer paso en este aprendizaje es conocer las reglas que permiten quitar paréntesis innecesarios en una fórmula. Estas reglas son llamadas **reglas de precedencia**. Por ejemplo, dada la expresión  $((p \vee q) \Rightarrow (\neg r))$  debido a que la disyunción ( $\vee$ ) posee mayor precedencia que la implicación ( $\Rightarrow$ ) y a que la negación ( $\neg$ ) posee mayor precedencia que la implicación pueden quitarse todos los paréntesis y la expresión continuará teniendo el mismo sentido. Para la expresión  $p \Rightarrow (q \equiv r)$ , como la implicación posee mayor precedencia que la equivalencia ( $\equiv$ ) los paréntesis no pueden quitarse porque esto alteraría el significado de la fórmula. Lo mismo ocurriría si quitásemos los paréntesis de la expresión  $a * (x + b) = c$ .

El segundo paso es aprender un método para **determinar si una expresión está bien formada** —o dicho en el lenguaje del aula, “si está bien tipada”— de acuerdo con las definiciones de los operadores involucrados. Por ejemplo, la expresión  $100 + TRUE$  no está bien formada porque el operador + toma dos números y devuelve un número. En este caso estaría tomando un número —100— y un booleano —TRUE—. Para decidir si una expresión “tipaba o no” los estudiantes contaban con un conjunto de reglas que establecían de qué tipo debían ser los argumentos que toma cada operador y qué tipo devolvía luego de ser aplicado. Así, la regla que establecía que el menor o igual toma dos números y devuelve un booleano era  $Num \leq Num = Bool$  y la que establecía que la disyunción lógica toma dos valores booleanos y devuelve otro booleano era  $Bool \vee Bool = Bool$ .

Para el caso de los operadores sobre listas, las reglas de tipado eran las únicas herramientas que tenían disponibles los estudiantes porque no conocían la *semántica*, es decir, no sabían qué hacía cada operador. En muchos casos ni siquiera conocían cuál era el nombre del mismo. Los docentes

tomaron la decisión de no explicar la semántica previamente porque buscaban que los estudiantes trabajasen en un nivel puramente sintáctico, es decir, analizando sólo el orden y el modo en que se combinan los distintos símbolos para formar expresiones. Las reglas de tipado para las listas estaban ordenadas en una pequeña tabla ubicada al comienzo de la hoja del práctico. En dicha tabla la letra  $A$  se utilizaba para designar a cualquier tipo —Número, Booleano, Lista de números, etc—. Por ejemplo, para la operación  $\triangleright$  la fórmula que se presentaba era  $A \triangleright [A] = [A]$  y significaba que esta operación toma un elemento de tipo  $A$  y un elemento de tipo  $[A]$  y devuelve un elemento de tipo  $[A]$ . Con esta regla, la expresión  $TRUE \triangleright [1,2,3]$  está mal tipada porque está tomando algo de tipo  $Bool$  y algo de tipo  $[Num]$ .

En base a estas reglas de tipado y a las reglas de precedencia los estudiantes debían construir un **árbol de tipado** comenzando por analizar el tipado para los parámetros de las operaciones con mayor precedencia de la expresión. El tipo resultado de esta operación era utilizado para analizar el tipado de la operación siguiente y así sucesivamente. Por ejemplo, el árbol de tipado para la expresión  $(x + (2/y)) \geq (x + 1)$  es:

$$\frac{\frac{\frac{x}{Num} + \frac{\frac{2}{Num}}{Num}}{Num + Num} \geq \frac{x + 1}{Num + Num}}{Num} \geq \frac{Num + Num}{Num}$$

$Bool$

En el proceso de aprendizaje de este nuevo sistema de escritura resultó importante para los estudiantes el poder nombrar a los operadores que manipulaban, sobre todo a aquellos cuya semántica desconocían. Llamando de alguna manera a los operadores que empleaban lograban comunicarse entre ellos y con los docentes. La mayoría de las veces utilizaban el nombre del símbolo para nombrar a la operación —la operación cardinal se llamaba numeral porque el símbolo que la identifica es  $\#$ —. De todas formas Judith conocía parte de la semántica de algunas operaciones, quizá porque las escuchó en el teórico —el profesor suele mencionarlas— o porque algún ayudante-alumno se las explicó. Ella solía recurrir a este conocimiento para ayudarse a comprender la regla de tipado que debía usar y para corroborar que lo realizado estaba bien. Incluyo a continuación una conversación que tuvieron Florencia y Judith cuando intentaban tipar la expresión  $(\#[TRUE, FALSE]) \triangleright [3,4]$

JUD Yo hice, el... ¿cómo se llama éste? [*Se refiere al símbolo #*] ¿Numeral?, que no se debe llamar así, numeral, pero... como está entre paréntesis hice numeral, lista de Bool.

FLOR Sí, triangulito, lista de Num.

JUD Sí, pero... el tema es que acá... ¿no te da un Bool? [Se refiere al tipo de `#[TRUE, FALSE]`]

FLOR Mirá. ¿Dónde está? [Buscan en la tabla la regla del tipado para #]

JUD ¡Ah! Porque éste también creo que te decía la cantidad de elementos que tenía, o algo así. Entonces queda un Num.

[Transcripción clase práctica - 1 de abril de 2008]

Cuando David y Francisco tuvieron que resolver un ejercicio que requería decidir si era posible asignar tipos a las variables para que la expresión  $x \triangleright y \triangleright z$  quede bien tipada automáticamente le asignaron a  $x$ ,  $y$  y  $z$  el tipo Char justificando esta decisión diciendo: "son de tipo carácter porque son letras".

Lidiando con todos estos símbolos desconocidos y con este conjunto de reglas formuladas siempre de la forma más general posible, la práctica que fueron construyendo los estudiantes se caracterizaba por un intento fuerte de dar sentido a las expresiones que manipulaban haciendo uso de conocimientos que traían de las más diversas áreas, utilizando palabras conocidas e intentando mantener el sentido más cercano o explícito de los símbolos con los que trabajaban.

### 5.2.2 Encuentro con el centro de estudiantes

Otro de los encuentros que se llevaron a cabo durante estos días fue con los integrantes del centro de estudiantes de la facultad. Una de las primeras clases vinieron a invitar a los estudiantes de primer año a participar de las actividades que organizaban. Algunas de ellas entusiasmaron bastante a Judith, Mariana y Florencia:

[Varios integrantes del centro de estudiantes entran al aula durante el práctico, suben a la tarima e intentan que los estudiantes los escuchen]

CEN<sup>9</sup> 1 [...] El viernes a las seis de la tarde en el aula 17 se empieza a juntar el grupo que organiza el campamento. En FaMAF se están haciendo campamentos todos los años.

FLOR [Con interés] ¡Mmm!

CEN 1 La pasamos muy bien, hacemos muchos amigos, es una experiencia bastante linda. Están todos invitados a la reunión el viernes en el aula 17 a las seis de la tarde para organizarlo y participar del campamento. Ahora vamos a pasar esta hoja donde, si quieren, pueden poner el mail para que les llegue información sobre las actividades que realiza el centro de estudiantes. Bueno, manténganse informados, participen, porque hay muchas cosas interesantes que se están haciendo y puede ser que realmente les interese.

<sup>9</sup> Integrante del Centro de Estudiantes.

- MAR *[A Judith y Florencia]* Está bueno, ¿o no?  
*[Mientras, otro de los integrantes del Centro continúa hablando de las actividades que se organizan]*
- CEN 2 [...] de la choripaneada que se hizo, de la famafiesta, o sea la fiesta que organiza el centro de estudiantes de FaMAF.
- CEN 3 También hay varias cosas, como cuestiones de marchas, discusiones políticas...  
*[Pasan la hoja y Florencia, Mariana y Judith se anotan]*  
*[Transcripción clase práctica - 1 de abril de 2008]*

Unos días después Mariana, Florencia y Judith me contaron que habían asistido a la reunión y que estaban participando en la organización del campamento. Sin embargo, dos días más tarde cuando les pregunté acerca de ese tema su opinión había cambiado bastante:

- LET Chicas, ¿y al final qué pasó con el campamento?
- JUD *[Con escepticismo]* Ahí está, siempre en el mismo lugar.
- FLOR ¿Te acordás que...? Ah, no, ella no estuvo.
- JUD No.
- FLOR Fuimos *[A la reunión]* el viernes, *[Con un dejo de cansancio, como si haber ido hubiera sido un esfuerzo importante]* en la hora del práctico. Llegamos a las dos y algo...
- JUD Sí, dos y algo.
- FLOR Nos llegaron a decir que ese día, el mismo día...
- JUD *[Interrumpiendo a Florencia]* A las seis, era la segunda y última reunión del campamento para confirmar presencia.
- LET ¿Y fueron?
- JUD No.
- LET ¿O sea que no van a ir al campamento? *[Silencio]*
- JUD No. Me enojé porque, bah, no me enojé. No me gustó como se manejaban, la organización no me gustó, porque [...] si ellos pueden ese mismo día a las seis, bárbaro, pero a vos no te pueden venir a avisar el mismo día, que el mismo día, dentro de tres horas, es la reunión.  
*[Transcripción clase práctica - 22 de abril de 2008]*

La última mención a esta actividad se produjo en una conversación entre Juan, Florencia y Judith durante el recreo de la clase siguiente. Cuando Judith le contó a Juan el problema que habían tenido con la reunión, Juan pareció desconcertado y aclaró que él había visto en FaMAF varios carteles pegados avisando sobre el campamento y su organización. Judith replicó: "¡Pero nosotros no tenemos clases en el FaMAF, nosotros estamos fuera del FaMAF!"

Esta fue una de las primeras aproximaciones que los alumnos de primer año tuvieron con otros estudiantes con más permanencia en la facultad. A

través de este contacto pudieron acercarse a algunas tradiciones que forman parte de la cultura estudiantil dentro de la FaMAF como la choripaneada, la famafiesta o los campamentos. Este episodio particular habla también del encuentro con una determinada manera de hacer las cosas y de la disponibilidad esperada de los estudiantes. Vista la cantidad de horas de cursado, muchos alumnos de segundo año en adelante pasan gran parte del día dentro de la facultad por lo que organizar una reunión el mismo día o modificar su horario suele ser una práctica corriente. El comentario final de Judith revela, además, una disputa por la pertenencia a la institución. Su reclamo está resaltando las condiciones dispares de los alumnos evidenciando, así, la diferencia en los posicionamientos —no sólo relacionados con el lugar físico— de los estudiantes ingresantes.

### 5.2.3 *Encuentro con estudiantes ya insertos en el mundo laboral*

El 8 de abril, ocupando el final del teórico y el comienzo del práctico, Eduardo y José, dos estudiantes avanzados de la Licenciatura en Ciencias de la Computación, vinieron a la clase a dar una pequeña charla. Ambos poseen una amplia experiencia laboral; en ese momento, José estaba contratado por EDS<sup>10</sup> y Eduardo por Motorola. Juan fue el organizador de este encuentro cuyo objetivo era mostrarles a los estudiantes las perspectivas que se les abrían si continuaban la carrera: “La idea es que les cuenten [*Se refiere a Eduardo y José*] sus experiencias para que se les haga un poco más llevadero lo arduo de la materia”.

José y Eduardo son muy divertidos y fueron contando sus historias y experiencias en la facultad entre chistes y risas de modo que consiguieron captar la atención de los estudiantes. Transcribo algunos fragmentos que creo significativos porque relacionan, desde el punto de vista de alguien que ya está trabajando, las posibles dificultades que puede tener un estudiante de primer año con las ventajas que este aprendizaje trae en el mundo laboral:

JOSÉ Hay lugares donde les atrae que venga material recibido de FaMAF. Si vos sos de FaMAF te dicen: Op, op, venga acá, pase por aquí, siéntese y le vamos a dar un trabajo.

[...] Quiero decir algo importante. La carrera es algo que está bueno. La verdad, me siento satisfecho con la carrera. Creo que es un buen lugar para aprender un montón de cosas, más allá de aprender un lenguaje de programación puntual o aprender alguna herramienta puntual para hacer alguna tarea puntual, está bueno el marco.

<sup>10</sup> Esta empresa, llamada Electronic Data Systems, es conocida por sus siglas en inglés y, junto con Motorola e Intel, es una de las grandes desarrolladoras de software de Córdoba.

Uno ve por la vida que hay mucha gente que no entiende cosas básicas de lógica proposicional [...] Todo esto que ustedes ven y que hoy dicen: ¿para qué mierda estamos viendo todo esto? Y después dicen: No, esta carrera es muy difícil, voy a dejar. Bueno, todas estas cositas que hoy están viendo hacen que cuando tengan que pensar algún problema sea mucho más fácil pensarlo porque el problema, básicamente, es un montón de estas cositas. O sea, cuando vos entendés cómo pensar estas cosas ya después te sale fácil resolver problemas más complejos, porque ya tenés toda la base.

[...] Ahora están viendo esto y ni se imaginan, al pasar los años, se vuelve infinitamente más complejo [...] Esto hace que ustedes puedan resolver algunas cosas que claramente otra gente no puede resolver, no sabe resolver o no entienden cómo resolver [...] Entonces está bueno, éstas son cosas que tiene de bueno la carrera, cómo te abre la cabeza en la forma de pensar, en la forma de encarar estas cosas, en la forma de hacer lo que hay que hacer.

*[Transcripción charla - 8 de abril de 2008]*

A continuación, Eduardo les preguntó a los estudiantes si querían contar sus experiencias. Algunos se animaron a participar y la conversación giró en torno a las diversas cosas que se pueden hacer luego de concluida la carrera. Como ninguno de los estudiantes con los que solía trabajar intervinieron, al terminar la charla les pregunté a Florencia y a Judith acerca de lo que ellas querían hacer una vez que egresaran. Judith me respondió que hasta ahora no sabía y que cuando escucha conversaciones llenas de términos de computación ella no entiende nada. Continuó:

JUD Yo nunca programé y no tengo ni un tío ni un padre ni nadie conocido que programe. Estoy esperando a ver que la carrera me muestre lo que puedo hacer. Además hasta ahora no hemos tenido laboratorio, todo lo que vimos hasta ahora para mí es como matemática y no sé cómo lo puedo usar para programar, lo mismo pasa... yo sé que voy a ver derivadas e integrales, bueno, cómo puedo usar eso para programar.

*[Les comento que yo entré a la facultad con una idea general de lo que iba a estudiar y después, cuando fui haciendo las materias, me fui dando cuenta de lo que podía hacer y finalmente elegí]*

JUD Está bueno que sea una disciplina amplia, o sea, que vos podés hacer de todo y lo que quieras, no es que sea una disciplina cerrada que tenés que hacer esto y esto.

FLOR *[Asintiendo]* Mmm.

*[Reconstrucción clase práctica - 8 de abril de 2008]*

El mensaje transmitido durante este episodio apunta a retener a los estudiantes diferenciando la carrera de otras también relacionadas con la programación y asignándole una posición con un estatus superior. La situación

privilegiada de los egresados y alumnos avanzados en el campo laboral de alguna manera justificaba el esfuerzo necesario en el primer año. Algunos estudiantes, como Judith, estaban en una situación de espera, aguardando a que la relación entre las prácticas de la materia y la programación que José mencionaba en su discurso se hiciera más clara ya que hasta el momento no era para nada obvia.

Como se repitió varias veces durante el cuatrimestre, los docentes y los estudiantes de años superiores hacen énfasis en la dificultad de la materia y de la carrera. Esta insistencia parece, por un lado, intentar tranquilizar a los estudiantes reconociendo el grado de complejidad de las temáticas y los problemas que pueden tener los estudiantes al intentar comprenderlos. Pero también marca una especie de «nivel» prefijado al que los alumnos deben plegarse y otorga una posición sobresaliente a aquellos que lo pudieron alcanzar.

Con esta sección he intentado reseñar una serie de encuentros vividos por alumnos y docentes. A los estudiantes les permitieron, en cierta medida, comenzar a aproximarse a prácticas que resultaron relevantes durante toda la materia y, de alguna manera, comenzar a conocer algunas de las reglas del juego de ser estudiante de primer año. Estos encuentros no ocurrieron aisladamente. Sucedieron en espacios determinados, caracterizados por dinámicas particulares como lo eran las clases teóricas, los prácticos, los laboratorios, los recreos y almuerzos. Estos espacios serán el foco de atención de la próxima sección.

### 5.3 LOS TIEMPOS DE LA ACTIVIDAD

La participación en la materia conllevaba una determinada forma de organización de los tiempos y los espacios. Había momentos delimitados formalmente, con un horario de inicio y de final, un lugar fijo asignado y unas determinadas personas ligadas a ellos. Este era el caso de los teóricos, prácticos y laboratorios. Otros momentos, como los recreos y los almuerzos, eran informales aunque los tiempos de duración de cada uno estaban dados por el docente del teórico en el primer caso y por el comienzo de las clases a la tarde (14hs) en el segundo.

#### 5.3.1 *El tiempo de los teóricos*

El tiempo dedicado a los teóricos englobaba dos horas (de 9 a 11 hs) los martes y jueves. Los distintos grupos de estudiantes que se fueron formando se ubicaban casi siempre en el mismo sector del aula. Florencia, Judith, Carolina y Mariana solían sentarse del lado derecho en la tercera fila de asien-

tos. David y Gabriel se ubicaban de la mitad del aula hacia atrás del lado izquierdo y Francisco siempre se sentaba a la mitad del aula del lado derecho. La acústica del lugar era realmente mala; pasé varios teóricos sentada en las últimas filas de asientos y, desde allí, era realmente difícil entender lo que el profesor decía y casi imposible escuchar los comentarios de los compañeros. Me sentaba, entonces, por lo general en las primeras filas del aula junto a Judith, Florencia y Mariana.

Por lo general la clase comenzaba cuando Juan, desde la tarima, explicaba o introducía algún concepto nuevo. Este desarrollo era principalmente oral utilizando el pizarrón sólo para escribir títulos, axiomas o teoremas y, muy de vez en cuando, construir un diagrama. Los estudiantes seguían en silencio estas explicaciones desde sus asientos y la mayoría tomaba nota en sus cuadernos.

A continuación Juan planteaba uno o más ejercicios —casi siempre demostraciones— para que los estudiantes resolvieran, utilizando los conceptos que acababa de desarrollar. El tiempo que dedicaba para que los alumnos los hicieran no era largo; en algunas clases registré tiempos de uno a tres minutos, en otras de cinco a siete y nunca sobrepasó los quince minutos<sup>11</sup>. Durante este tiempo Juan se sentaba en el escritorio localizado en la tarima —muchas veces a resolver él las demostraciones— o caminaba, con su mate, por los pasillos del aula donde frecuentemente los estudiantes le hacían alguna pregunta. Los alumnos acostumbraban a trabajar en sus cuadernos, algunos en grupo y otros individualmente. Esta parte de la clase era un poco más animada ya que los estudiantes conversaban entre sí o con el docente.

Luego el profesor volvía a la tarima y construía la demostración —escribiéndola en el pizarrón— junto con la participación de los estudiantes. La interacción se generaba a partir de interrogantes que Juan planteaba acerca de los pasos a seguir para construir la prueba. Algunas de las preguntas más frecuentes eran: “¿Qué hacemos? ¿Qué aplicamos acá? ¿Y ahora? ¿Esto es equivalente a qué?” Las respuestas de los estudiantes casi siempre involucraban pronunciar en voz alta la fórmula —o parte de ella— que estaban modificando o nombrar el teorema que proponían utilizar. En reiteradas ocasiones los estudiantes planteaban caminos distintos para hacer la prueba. Las propuestas de los estudiantes eran valoradas por el docente, siendo algunas veces aceptadas y otras rechazadas. El rechazo siempre venía seguido de alguna explicación rápida acerca del porqué de esta decisión. Además, algunas veces el profesor incluía algún comentario para explicitar qué lo había motivado a realizar un paso; por ejemplo, pensar en la fórmula a la que se quería llegar con la demostración.

<sup>11</sup> La única vez que este tiempo tuvo una duración mucho mayor fue en una ocasión en que el profesor debía salir para completar un trámite, por lo que, luego de dejar varios ejercicios para resolver, salió del aula y volvió cuarenta minutos después.

No todos los alumnos participaban de esta dinámica, de hecho, eran casi siempre los mismos los que se animaban a intervenir. De los estudiantes con los que trabajé, sólo Judith respondía de vez en cuando. En los teóricos que pasé junto a Francisco observé que cuando sabía cómo contestar a las preguntas compartía su respuesta con el compañero de banco o conmigo pero nunca las dijo en voz alta a toda la clase. Solía suceder que ningún estudiante respondiera, lo que hacía que se produjera un corto silencio en el aula, de no más de 5 segundos<sup>12</sup>; luego Juan daba la respuesta a la pregunta planteada y continuaba con la demostración.

Incluyo a continuación un fragmento, bastante extenso, de una clase teórica en donde pueden verse estas dinámicas. En este teórico Juan introdujo el cálculo proposicional, los operadores equivalencia ( $\equiv$ ) y negación ( $\neg$ ) con sus axiomas y se realizaron las primeras demostraciones dentro de este cálculo. En el Anexo (página 346) incluyo una pequeña introducción a este tema para aquellos que no lo conozcan:

JUAN El cálculo proposicional es un sistema formal. Un sistema formal es como un juego. Hay ciertas reglas y el juego consiste en ver si una fórmula se puede derivar con esas reglas. La idea de demostración. ¿Para qué demostramos las cosas?

Est1 Para justificarlas.

JUAN ¿Por qué la demostración justifica?

Est2 Porque lo demostramos usando cosas que ya sabemos.

JUAN Sí, pero ¿por qué justifica la demostración?

Est3 Porque uso pasos que ya están válidos anteriormente.

JUAN Pero, ¿quién justifica esas reglas?

*[Comenta que las reglas de inferencia son las que permiten pasar de un paso a otro de la demostración. A continuación, da el ejemplo del ajedrez como un juego con sus piezas y reglas establecidas]* Lo que vamos a ver es la base de por qué lo que demostramos en matemática está bien.

*[Comenta acerca del programa de Hilbert<sup>13</sup>]*  
[...]

<sup>12</sup> En mis notas de campo esta situación se simboliza como *[Silencio]*.

<sup>13</sup> El proyecto de investigación de Hilbert tenía como objetivo lograr que la matemática fuese formulada sobre unas bases sólidas y completamente lógicas. Creía que, en principio, esto

Lo que vamos a hacer ahora es ese juego. ¿Está claro esto? [*Silencio*] No. Vamos a hacerlo de nuevo.

Un sistema formal tiene piezas que serían los axiomas y un conjunto de movimientos válidos que serían las reglas de inferencia. El juego va a ser: si quiero demostrar algo tengo que ver que se sigue de los axiomas. El juego en matemática es mucho más abierto y hacen falta pasos brillantes para poder demostrar.

[...] Una pregunta válida es: ¿para qué hacer todo esto? Varias razones. Primero, las tablas de verdad son poco manejables cuando hay muchas variables. Si tengo una fórmula con  $n$  variables, ¿qué tamaño tiene la tabla de verdad?

Est4 Dos a la  $n$ .

JUAN En segundo lugar, las tablas de verdad son semánticas, las demostraciones son sintácticas. El cálculo sintáctico se puede extender al cálculo de predicados. Tercero, este cálculo permite establecer equivalencias entre fórmulas.

Bueno, hasta acá llega la justificación, vamos a ver cómo funciona el cálculo y después revisamos esta introducción.

[...] Veamos los axiomas de la equivalencia.

⇒

Bueno, acá agarrense de la silla porque hasta que entiendan lo que significa ...

⇒

¿Qué dice esa propiedad? ¿Cómo la llamarían?

Est5 Asociatividad.

[Frente a esta respuesta correcta el profesor comenta que esta propiedad permite sacar paréntesis en muchas expresiones]

JUAN Segundo axioma

[Como título]

Axiomas de la equivalencia

$((p \equiv q) \equiv r) \equiv (p \equiv (q \equiv r))$

podía lograrse, mostrando que toda la matemática se sigue de un sistema finito de axiomas escogidos correctamente y que tal sistema axiomático se puede probar consistente.

<p>⇒</p> <p>No le puse paréntesis porque no hace falta. Los escribo en color para que se vea que son prescindibles.</p> <p>⇒</p> <p>¿Cómo le pondríamos a eso?</p> <p>Est6 Neutro</p> <p>JUAN Neutro muy bien.</p> <p>⇒</p> <p>En realidad es medio neutro, ¿por qué? [Silencio] Porque es neutro a izquierda. [Explica que como la equivalencia es conmutativa no hace falta definir un neutro a derecha]</p> <p>⇒</p> <p>¿Estamos hasta acá? [Silencio] Fijensé que cuando le sacamos todos los paréntesis queda algo raro.</p> <p>⇒</p> <p>Una cosa que van a ver es que a una equivalencia la puedo interpretar como quiera, lo puedo interpretar como: <math>p \equiv TRUE</math> equivalente a <math>p</math>, o como <math>p</math> equivalente a <math>TRUE \equiv p</math>. ¿Tamos hasta acá? Ya sé que esto cuesta primero tragarlo y luego digerirlo, pero bueno, traguen ahora y después lo vamos a seguir viendo. Con esto vamos a demostrar un pequeño teorema [...]</p> <p>⇒</p> <p>¿Cómo se demuestra eso? Hay que demostrar que esto [señala el teorema] es equivalente a algún axioma. Fíjense cómo demostramos este teorema muy elemental.</p> <p>⇒</p> <p>¿Reemplazo dónde?</p> <p>Est7 por <math>p \equiv TRUE</math></p>	<p><math>p \equiv TRUE \equiv p</math></p> <p>[Dibuja sólo los paréntesis con una tiza de color]</p> <p><math>(p \equiv TRUE) \equiv p</math></p> <p>[Escribe el nombre del axioma]</p> <p><math>(p \equiv TRUE) \equiv p</math> (neutro)</p> <p><math>p \equiv q \equiv q \equiv p</math> (conm)</p> <p>[Borra los paréntesis en el axioma del neutro]</p> <p><math>p \equiv TRUE \equiv p</math></p> <p>Teo (Reflexividad): <math>p \equiv p</math>.</p> <p><math>p \equiv p</math> <math>\equiv \{neutro \equiv\}</math></p>
--	---

☞

JUAN Y entonces ¿qué?

Est8 Ya eso es un axioma.

JUAN Muy bien, ya está.

JUAN [...] Es importantísimo que aprendan a usar bien [*Estas herramientas*]. Eso implica pasar muchas horas haciendo cuentitas boludas para no meter la pata en cosas básicas. Un error común es usar axiomas que no existen y otro que apliquen mal los axiomas [...] Ahora vamos a ver la negación.

☞

El axioma de la negación es así, fíjense que es muy simple

☞

¿Cómo se lee este axioma? Negar una equivalencia es lo mismo que negar alguna de ellas [*De las partes*], puede ser cualquiera de los dos. No estamos diciendo que la negación distribuya con la equivalencia, la negación va a una sola. El otro axioma es el siguiente:

☞

Defino FALSE como no TRUE [...]

Ejercicio, demostrar

☞

Haganlo ahora [*1 minuto aproximadamente*]  
¿Demostraron? [*Silencio. Deja pasar un minuto más*] Chicos, ahora al principio les va a costar un poco empezar a demostrar, ya vamos a hacer ejercicios.

[*Judith, Florencia y Mariana trabajan en la demostración*]

☞

JUAN ¿Qué hacemos?

Est9 Usamos la definición de negación.

$$(p \equiv TRUE) \equiv p$$

[*Como título*]

### Negación

$$\neg(p \equiv q) \equiv \neg p \equiv q \text{ (def neg)}$$

$$FALSE \equiv \neg TRUE \text{ (def FALSE)}$$

$$\neg\neg p \equiv p$$

[*Juan comienza la demostración*]

$$\neg\neg p \equiv p$$

JUAN Aprender a demostrar es aprender habilidades. *[Comenta que no hace falta pensar en el significado de las fórmulas que se manipulan y resalta que haciendo esto muchas veces los estudiantes se empantanaban en las demostraciones]*. Me fijo qué axioma más o menos pega y lo aplico.

☞

$\equiv \{def \neg\}$   
 $\neg(\neg p \equiv p)$

Est10 Lo podemos aplicar de nuevo.

JUAN ¿Cómo?

Est10 Meto la negación adentro.

JUAN Fijensé un camino equivocado

☞

$\equiv \{def neg\}$   
 $\neg\neg(p \equiv p)$   
 $\equiv \{neutro\}$   
 $\neg\neg TRUE$   
 $\equiv \{def FALSE\}$   
 $\neg FALSE$

JUAN ¿Y ahí?

Est11 No FALSE es TRUE.

JUAN Pero nunca demostramos eso.

Est11 Ahora hay que demostrar que no FALSE es TRUE.

*[El profesor comenta que éste puede ser un camino pero que hay que tener cuidado de no hacer pruebas circulares que utilicen dentro de la demostración el mismo teorema que se quiere demostrar]*

JUAN Otro camino, el primer camino fue medio fallido, volvemos acá.

☞

*[Subraya y coloca un asterisco en el segundo paso de la demostración]*

$\neg(\neg p \equiv p)$ \*

¿Qué podemos aplicar?

*[Varios estudiantes contestan pero no alcanzo a escuchar sus respuestas]*

☞

$\equiv \{def \neg\}$   
 $\neg p \equiv \neg p$

Pero en vez de sacar el “no” para afuera lo meto para adentro.

*[Judith le pregunta al profesor acerca del paso de conmutatividad necesario antes de poder aplicar la definición de negación]*

JUAN Sí, a los pasos de conmutatividad los salteamos *[El profesor mira para afuera, en la puerta se encuentran asomados estudiantes de segundo año]* Ahí están mis otros alumnos, los que ya pasaron por esto *[Los saluda]*

*[Nota in situ clase teórica - 3 de abril de 2008]*

Juan acostumbraba a hacer referencias a la dificultad de los conceptos que iba desarrollando y de las habilidades que esperaba que aprendieran sus estudiantes. Al hacerlo hacía siempre énfasis en que la comprensión, de alguna manera, se desarrollaba en el tiempo, de forma que lo que no se entiende en el presente se entenderá en el futuro. Así, utilizaba frases como las de la cita —“sigan tragando ahora y después lo digieren”, “al principio les va a costar un poco...”, u otras del tipo “ya lo van a ir entendiendo, no se preocupen si no lo entienden ahora” postergando la atribución de sentido por parte de los estudiantes para más adelante.

Corrientemente el profesor también producía valoraciones sobre lo que para él era fácil, difícil u obvio. Por ejemplo, habitualmente realizaba los cálculos aritméticos muy rápido, salteando pasos o aplicando varios teoremas o propiedades en un solo paso. Una explicación más detallada sólo se daba cuando algún estudiante preguntaba acerca de estos pasos y frecuentemente Juan comenzaba a hacerla con una frase del tipo: “bueno, lo escribo” o “bueno, lo escribo despacito”. Registré que, en varias oportunidades, Juan escribía estas explicaciones al costado del desarrollo que venía realizando y las borraba apenas terminaba de hablar. Los últimos pasos de las demostraciones también solían ser salteados cuando Juan consideraba que eran obvios —sobre todo cuando implicaban la utilización del teorema de reflexividad, como en el caso de la cita anterior, o cálculos aritméticos. Un ejemplo de esta situación se dio a mediados del cuatrimestre. Juan propuso definir una función que calculase el cuadrado de un número para ser implementada en un lavarropas cuyo procesador sólo pudiera realizar sumas<sup>14</sup>. Utilizando el principio de inducción Juan desarrolló el caso inductivo de la función, que quedaba definido como:  $f.(n + 1) = f.n + 2 * n + 1$ <sup>15</sup>. En ese momento se produjo el siguiente diálogo:

JUAN Llego a una definición de  $f$  sin producto.

JUD ¿Cómo que sin producto?

JUAN Bueno, sí, pongo  $2 * n$  como  $n + n$  y listo, el lavarropas contento.

<sup>14</sup> Esto significa que la función sólo puede estar definida en términos de suma porque el procesador no puede resolver productos ni cualquier otra operación.

<sup>15</sup> Dentro de la materia el símbolo “.” se utilizaba para denotar la aplicación de una función.

JUD Ahora sí.

*[Nota in situ clase teórica - 6 de mayo de 2008]*

Con estas estrategias Juan dejaba traslucir qué tipo de oyente esperaba para sus clases y también qué cosas eran para él interesantes, constituyendo un desafío, y cuáles no. Particularmente, el profesor no tenía problemas en mostrar su entusiasmo frente a ciertos tópicos que para él eran sumamente significativos. Por ejemplo, cuando comenzó a desarrollar el principio de inducción hizo referencia, de la siguiente forma, a su experiencia estudiándolo:

JUAN *[Emocionado]* Yo me acuerdo que cuando empecé a estudiar el principio de inducción *[En la universidad]* fue una revelación, fue así, ¡huau! ¡Qué interesante esto!

*[Nota in situ clase práctica - 6 de mayo de 2008]*

A medida que el cuatrimestre fue avanzando había cada vez menos estudiantes en el aula. Sin embargo los que permanecían continuaban ocupando sus posiciones habituales. Esto generó una distribución muy llamativa dentro de un aula tan espaciosa: mayormente se ocupaban las primeras filas y las últimas dejando un «hueco» en las filas del medio en las que casi ningún alumno se sentaba.

No pretendo dar a entender que la dinámica de los teóricos se agotaba en estas formas de trabajo. Cada clase teórica tenía sus singularidades de manera que no puede decirse que fuera igual a ninguna de las otras. En algunas clases Juan utilizaba la mayor cantidad del tiempo desarrollando conceptos, en otras resolviendo demostraciones, en otras proponiendo charlas, etc. Sí busco, luego de la lectura detallada de mis notas de campo acerca de cada una de estas clases, extraer ciertos rasgos que caracterizaban el tiempo que tanto Juan como los estudiantes dedicaban al teórico de forma de reseñar el cotidiano vivido en estos espacios.

### 5.3.2 *El tiempo de los prácticos*

Al finalizar cada clase teórica más de la mitad de los estudiantes partían hacia la FaMAF donde se localizaban dos de las comisiones del práctico. El resto continuaba trabajando en el aula del teórico durante los prácticos. Fue en esta comisión donde pasé gran parte de las clases prácticas del cuatrimestre observando cómo trabajaban Francisco, David, Mariana, Florencia, Gabriel y Judith. El profesor a cargo era Pablo que trabajaba junto con dos ayudantes-alumno asignados a la comisión.

En un aula en donde había muchas más sillas que alumnos, los estudiantes solían ocupar aquellas cercanas a los pasillos y dejar libres las del medio.

Esta ubicación les permitía levantarse y dirigirse fácilmente a donde estaban los profesores y también hacía que fuera más sencillo para los docentes llegar hasta los alumnos para explicarles alguna duda.

El tiempo de los prácticos se organizaba en función de una guía de ejercicios. Habitualmente los estudiantes trabajaban en su banco, solos o en grupo, resolviendo los ejercicios y, cuando surgía algún problema, les preguntaban a los docentes que deambulaban por el aula. Esto implicaba contarle al profesor qué ejercicio del práctico estaban haciendo, cómo era la resolución que estaban construyendo y cuál era la duda. Era usual que, luego de este preámbulo, Pablo tomara el cuaderno del estudiante y, mientras realizaba la explicación, escribiera sobre —borrando o corrigiendo cosas— o al costado de la producción del alumno. Nunca observé esta práctica en los ayudantes-alumno quienes realizaban la explicación oralmente mientras era el alumno el que escribía o modificaba lo escrito en su cuaderno.

Otra práctica corriente dentro de estos espacios eran los prácticos expositivos que realizaba Pablo. Un ejemplo de ellos se encuentra en la página 92 en la sección 5.1. Al resolver los ejercicios en el pizarrón, Pablo siempre hacía énfasis en la formalización de los problemas y en las estrategias que era preciso poner en juego para resolverlos. Su intención parecía ser que estas resoluciones fueran utilizadas por los estudiantes como una suerte de «modelo» para resolver otros problemas similares, cosa que, de hecho, sucedía. También era frecuente que reformulara los aportes que hacían los estudiantes transformándolos a un lenguaje más formal.

La manera en que Pablo resolvía los ejercicios era bastante diferente de la del docente del teórico. Pablo era muy ordenado y siempre incluía la escritura no sólo de fórmulas sino también de oraciones en las que explicitaba la estructura de la prueba, los pasos a ir resolviendo, el enunciado y la respuesta al problema. Al comenzar los prácticos expositivos todos los estudiantes con los que trabajé dejaban lo que estaban haciendo y prestaban atención a Pablo, copiando la resolución en sus cuadernos.

Durante el tiempo en el que Florencia y Mariana asistieron a los prácticos trabajaban junto a Judith. Era habitual que Florencia y Judith verificaran los resultados de los ejercicios que habían hecho por separado en sus casas. Cuando resolvían problemas en el aula por lo general era Judith la que iba escribiendo en su cuaderno mientras Florencia iba haciendo aportes y observaciones. De esta forma, el borrador se construía en el cuaderno de Judith, luego era pasado en limpio si la demostración así lo ameritaba y, a continuación, Florencia intentaba reproducir el razonamiento en su cuaderno. Al igual que muchos estudiantes, al comenzar un tema nuevo Judith resolvía los ejercicios sosteniendo en una mano el listado de axiomas,

de definiciones o de propiedades correspondientes a ese tema<sup>16</sup> mientras iba escribiendo en el cuaderno con la otra. La práctica de hacer demostraciones que estas estudiantes fueron construyendo involucraba combinar fuertemente la escritura y la oralidad, y entremezclar las resoluciones con anécdotas, expresiones de deseos y de sentimientos, risas y referencias a experiencias que habían vivido fuera de la facultad. A continuación incluyo una cita en donde puede verse esta dinámica:

[Judith lee el enunciado del ejercicio seis del práctico: Demostrar el teorema de intercambiabilidad entre  $\neq$  y  $\equiv$ :  $p \equiv q \neq r \equiv p \neq q \equiv r$ ]

JUD Teorema de intercambiabilidad.

FLOR ¿Algo más? [Las tres reímos]

⇒

JUD El teorema dice: [Cantando];Y dice así! [Comenta que había una canción del grupo de cumbia Ráfaga con esta frase. Hablamos de otras canciones de cumbia. Luego, entre risas, hablamos sobre la muletilla que siempre utilizan los profesores de FaMAF cuando explican: ¿está bien?]

JUD Bueno, a ver. ¿Y de dónde partimos acá? [Pensando] Mmmm. Y... podemos partir...

FLOR De la mitad, o sea de la  $p$ ...

JUD Éste [Se refiere a los tres primeros términos ( $p \equiv q \neq r$ ), de esta forma la expresión a demostrar queda partida al medio]

FLOR Claro de la discrepancia.

JUD Y aplicar [El axioma de la definición de] discrepancia. ¿A ver? Vamos a hacerlo.

⇒

Teorema: Intercambiabilidad entre  $\neq$  y  $\equiv$ :

$p \equiv q \neq r \equiv p \neq q \equiv r$

[Judith escribe los términos de los que partirá mientras Florencia va diciendo la fórmula en voz alta. Subraya los términos que modificará]

$p \equiv q \neq r$

$\equiv \{ \text{Definición } \neq \}$

<sup>16</sup> Para el estudio del Cálculo proposicional los docentes habían elaborado un “Digesto de Axiomas y Teoremas Básicos” que consistía en un listado de los axiomas para cada operador y de algunos teoremas muy frecuentemente utilizados. Este digesto se transformó en una herramienta básica para la resolución de las demostraciones. Una copia del mismo se encuentra en el Anexo (página 349).

<p>JUD <math>p</math> [En el axioma] es <math>q</math> [En la expresión a modificar] y <math>q</math> [En el axioma] es <math>r</math> [En la expresión]</p> <p>⇒</p> <p>JUD Y nos va a quedar <math>p</math> (equivalente a no (<math>q</math> equivalente a <math>r</math>))<sup>18</sup></p> <p>⇒</p> <p>FLOR ¿Estás sustituyendo?</p> <p>JUD Digamos, lo aclaro. Lo aclaro porque lo aclaro. Tenés esto. ¡Ah! Acá puedo aplicar el que se negaba, ¿cómo es? [Busca en la lista de axiomas] Bueno, acá podemos aplicar la definición de negación, que no (<math>p</math> equivalente a <math>q</math>) es equivalente a negar uno de ellos</p> <p>⇒</p> <p>JUD Ahí está. Mirá, y ahí aplicamos la definición de la discrepancia. ¿A ver? Pará. No, primero aplicamos la definición de negación de vuelta, vamos a asociar así</p> <p>⇒</p> <p>JUD Ahora trabajamos sobre esto</p>	<p>[Escribe el enunciado del axioma que van a utilizar como cálculo auxiliar en una columna a la derecha de la hoja<sup>17</sup>]</p> $p \neq q \equiv \neg(p \equiv q)$ <p>[Completa la justificación escribiendo la sustitución]</p> $\equiv \{ \text{Definición } \neq (p, q := q, r) \}$ $p \equiv \neg(q \equiv r)$ <p>[Subraya los términos que va a modificar]</p> $p \equiv \underline{\neg(q \equiv r)}$ <p>[Cálculo Auxiliar]</p> $\neg(p \equiv q) \equiv \neg p \equiv q$ <p>[Vuelve al cuerpo de la demostración y escribe mientras va diciendo las fórmulas en voz alta]</p> $\equiv \{ \text{Def } \neg (p, q := q, r) \}$ $p \equiv \neg q \equiv r$ <p>[Subraya]</p> $\underline{p \equiv \neg q \equiv r}$
--	---

17 Hacer esto le permitía establecer correspondencias entre las letras del axioma y las de la fórmula a modificar para, así, determinar la sustitución correcta en cada caso

18 Utilizo paréntesis para marcar las pausas que ella hace, que hacen referencia a los paréntesis que va escribiendo mientras habla.

<p>⊖</p> <p>JUD Definición de negación que es <math>p</math>, negación de uno, negación del otro, y te queda, ¿a ver? Es la negación de [Junto con Florencia] (<math>p</math> equivalente a <math>q</math>) equivalente a <math>r</math>, ¿no? Esto de arriba</p> <p>⊖</p> <p>JUD Y esto, ahora sí, por definición de la discrepancia es <math>p</math> discrepa con <math>q</math> y llegamos</p> <p>⊖</p>	<p><math>\equiv \{ Def \neg \}</math></p> <p><math>\neg(p \equiv q) \equiv r</math></p> <p>[Subraya]</p> <p><u><math>\neg(p \equiv q) \equiv r</math></u></p> <p><math>\equiv \{ Def \neq \}</math></p> <p><math>p \neq q \equiv r</math></p>
---	---

(Ver figura 5)

[Transcripción clase práctica - 17 de abril de 2008]

⊖ Teorema Intercambiabilidad entre  $\neq$  y  $\equiv$  :  $p \equiv q \neq r \equiv p \neq q \equiv r$

<p><math>\equiv \{ \frac{p \equiv q \neq r}{Def \neq} (p, q := q, r) \}</math></p> <p><math>\equiv \{ \frac{p \equiv \neg(q \equiv r)}{Def \neg} (p, q := q, r) \}</math></p> <p><math>\equiv \{ \frac{p \equiv \neg q \equiv r}{Def \neg} \}</math></p> <p><math>\equiv \{ \frac{\neg(p \equiv q) \equiv r}{Def \neq} \}</math></p> <p><math>p \neq q \equiv r</math></p>	<p><math>p \neq q \equiv \neg(p \equiv q)</math></p> <p><math>\neg(p \equiv q) \equiv \neg p \equiv q</math></p>
--	--

Figura 5: Resolución de Judith y Florencia.

Mientras las observaba en no pocas ocasiones podía percibir claramente cómo, a través de su interacción, las dos iban aprendiendo. Los aportes diferentes que hacían, las distintas actividades que realizaban y las diversas dificultades con las que cada una tenía que lidiar hacían que colaboraran entre ellas para lograr una mejor comprensión de su práctica.

La forma de trabajo de Francisco era bastante diferente. En lugar de una práctica sumamente interactiva como la de Judith y Florencia, Francisco acostumbraba a resolver de forma individual los ejercicios, escuchando música a través de los auriculares de su MP3. Al intentar resolver un problema era común que se quedara pensativo, mirando su resolución quietamente. A diferencia de Judith, que explicitaba continuamente su razonamiento y sus dificultades, en estos momentos Francisco parecía estar intentando solucionar sus dudas internamente. Luego de un tiempo, a veces corto y otras veces largo, continuaba con el ejercicio. También era común que cuando

se encontraba con alguna dificultad revisara el material de la clase teórica buscando alguna ayuda.

Francisco tenía dos cuadernos para el práctico. El primero era el de borrador. Allí probaba soluciones, copiaba las resoluciones de los prácticos expositivos y, a veces, tomaba nota de la resolución que algún compañero había construido para resolver un ejercicio que él no sabía cómo solucionar. El otro era el cuaderno del práctico y allí iba resolviendo ordenadamente todos los problemas de la guía de ejercicios.

Un aspecto de su práctica, que para Francisco era muy importante, era conseguir resolver los problemas “solo”. Por más que tuviera en el cuaderno de borrador la solución a un problema siempre trataba primero de hacerlo sin esta ayuda y, únicamente luego de haberlo intentado, miraba la resolución y posteriormente volvía al cuaderno de prácticos para intentar, nuevamente, construir la solución. Para él esta forma de trabajo se relacionaba con la discontinuidad entre la secundaria y la universidad:

FRAN [...] cuando yo entré en la universidad me tomé las cosas de otro modo, porque yo digo: en el día de mañana las voy a tener que entender de pie a cabeza y voy a tener que ser muy bueno entendiendo esas cosas porque de eso voy a trabajar y como una forma de... no sé si autosuperarse pero, de entenderlo mejor. [...] Nos juntábamos a estudiar, sí, pero, en mi casa, yo llegaba y [a] las cosas que yo ya las entendía, que ya sabía que iba a llegar a tal resultado, las hacía de nuevo como para ponerlas en práctica.

[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]

Poder hacer los problemas por su cuenta era, para él, una garantía de comprensión y una forma de prepararse para el futuro ejercicio de su profesión. Él fue el único de los estudiantes con los que trabajé que hacía tanto énfasis en este punto, tanto que, los otros estudiantes siempre veían a Francisco como un estudiante muy solitario.

Las actividades que Gabriel llevaba a cabo durante los tiempos de práctico tenían algunas similitudes con las de Francisco. Acostumbraba a revisar el material teórico cuando se encontraba con dificultades, a copiar las resoluciones de los prácticos expositivos en espacios aparte y a permanecer pensativo mirando su resolución cuando le surgía una duda. A diferencia de Francisco, él solía trabajar junto a David. Si bien no registré momentos en los que resolvieran un ejercicio entre los dos, era habitual que le formulara preguntas a David sobre el ejercicio que iba resolviendo. Sus interrogantes siempre iban dirigidos, en primer lugar, a algún compañero que ya hubiera podido resolver el problema y, sólo cuando ellos no podían aclararle su

duda, se dirigía a algún docente. Incluyo a continuación parte de su trabajo en un práctico en donde puede verse esta dinámica<sup>19</sup>:

*[Gabriel comienza a resolver el siguiente ejercicio:*

*Considerar la función:*

$$\text{concat}.[ ] \doteq [ ]$$

$$\text{concat}.(xs \triangleright xss) \doteq xs ++ \text{concat}.xss$$

*Demostrar que concat distribuye con respecto a ++:*

$$\text{concat}.(xss ++ yss) = \text{concat}.xss ++ \text{concat}.yss]$$

*[Plantea el caso base]*

GAB ¿El caso base estará bien planteado? Lo hice igual que el *[ejercicio]* anterior.

DAV Tenés que sustituir  $xs$  por  $x \triangleright xss$ , es como  $n$  y  $n+1$ .

*[David busca en su carpeta hasta encontrar la hoja en donde este ejercicio está resuelto con la letra de una de las profesoras del práctico y se la entrega a Gabriel. Gabriel observa que lo que está en la hoja es igual a lo que él hizo]*

GAB ¡Ah! Vamos bien, vamos bien. Lo que yo no sabía era en qué influía la función *[La función concat]* en la lista vacía. No. Vamos bien, vamos a ver qué sale de todo esto.

DAV Esto es como un parto, porque es algo que no ves durante 9 meses y después ves la luz.

*[Gabriel vuelve a trabajar mirando la hoja de David.]*

GAB Pará. Acá *[En el caso base]* supongo que vale para la lista vacía. Para el caso inductivo, ¿qué suponés?

*[David le contesta que tiene que suponer que vale para xs.]*

*[... ] [Gabriel pasa al caso inductivo]*

DAV ¿Querés que hoy lo hagamos en el pizarrón? *[Se refiere a cuando se quedan estudiando a la tarde]*

GAB Puede ser.

*[David le explica que tiene que usar la hoja de enunciados del práctico porque ahí está la definición de la función concat]*

GAB ¡Ah!

DAV *[Señalando el caso inductivo de la definición de la función]* Poné la vista ahí vos. ¿Dónde te quedaste vos?

GAB En el planteo. ¿Cómo era? ¿ $xs$  era lista y  $xss$  era lista de lista?

DAV Sí.

GAB Ah!

*[Gabriel vuelve a mirar la demostración de la hoja de David]*

GAB ¡Ah! ¡Mirá como lo sacó!

<sup>19</sup> Una reseña de las temáticas “definición de funciones recursivas e inducción” se encuentra en el anexo (página 352).

[...] [Continúa leyendo el caso inductivo. Al llegar al paso en donde se aplica la hipótesis inductiva le surge la duda del porqué esa expresión es la hipótesis inductiva. Charlando con David termina reconociendo que la hipótesis inductiva es “lo del principio, lo del enunciado”]

DAV ¿Entendiste?

GAB Sí, sí.

[Nota in situ clase práctica - 29 de mayo de 2008]

A través de todas estas citas se puede ver cómo cada estudiante fue construyendo prácticas con características particulares. Sin embargo todas ellas fueron edificándose a través de una fuerte interacción con el espacio físico y con las herramientas disponibles. Mantener durante todo el cuatrimestre una ubicación dentro del aula, tanto en los teóricos como en los prácticos, les permitía ser reconocidos más fácilmente cuando otros estudiantes los buscaban. Por ejemplo, cuando Francisco buscaba a Judith para hacerle alguna consulta siempre miraba hacia las primeras filas del aula. La elección de la fila en donde sentarse se justificaba, para algunos, por la acústica del lugar. Así, Florencia, Carolina y Judith se sentaban adelante porque, según ellas, allí podían escuchar mejor a los profesores. En cambio para otros las primeras filas eran las que ocupaban los más “bochos” por lo que siempre se ubicaban más atrás. Las filas posteriores también permitían que los estudiantes pudiesen hablar durante la clase así como también salir del aula sin ser vistos por los demás. Sentarse al lado o cerca de algún compañero también facilitaba el trabajo conjunto y el planteo de preguntas.

Los artefactos disponibles como, por ejemplo, el Digesto de Axiomas y Teoremas Básicos que se puede ver en la página 349 del Anexo, las definiciones de funciones, las demostraciones realizadas por los docentes, etc., también permeaban intensamente las prácticas. Para casi todos los temas estos listados se transformaban en fuente de consulta para determinar qué regla, teorema, propiedad o definición se podía utilizar en los distintos pasos de la resolución. Las letras con las que se designaban a las variables y los nombres de los teoremas y axiomas utilizados en estos artefactos eran luego conservados por los estudiantes. La posibilidad de escoger un teorema para hacer un paso en una demostración dependía fuertemente de que estuviera en el Digesto<sup>20</sup>. Por supuesto, el orden en el que estaban ubicados los teoremas, axiomas o definiciones dentro de estos documentos también modificaban la tarea ya que, por lo general, los estudiantes comenzaban a buscar qué herramienta podían utilizar desde el inicio del listado hacia abajo. Cuando alguno de los ítems no era utilizado con frecuencia, de alguna

<sup>20</sup> Durante gran parte del cuatrimestre, en las evaluaciones, los estudiantes sólo podían utilizar axiomas o teoremas que se encontraran en el Digesto. Si utilizaban otro teorema debían realizar su demostración en un espacio aparte.

manera, dejaba de «existir» de forma que era cada vez más improbable que los alumnos pensaran en utilizarlo.

Para todos los estudiantes con los que trabajé, la ayuda y la colaboración de otros pares o de los docentes era una parte fundamental de la práctica sin importar qué decidiera hacer cada uno con los productos generados en estas interacciones.

### 5.3.3 *Los tiempos de recreo y almuerzo*

Durante las clases teóricas, alrededor de las 10 hs, Juan daba unos minutos de recreo. Habitualmente los estudiantes salían del aula y se acomodaban en pequeños grupos en la explanada fuera de las baterías. Juan siempre estaba con el mate deambulando y conversando con los alumnos. Eran pocos los que permanecían dentro del aula y los que lo hacían generalmente se levantaban de sus asientos y formaban también pequeños grupos en los pasillos.

El tiempo del almuerzo ocupaba una hora entre el final del práctico y el comienzo de las clases a la tarde. Los estudiantes con los que trabajé tenían dos rutinas para el almuerzo. Una era ir al comedor universitario donde servían un plato económico. Pero durante ese cuatrimestre los trabajadores del comedor estaban en conflicto con el rectorado por lo que entregaban sólo un número fijo de raciones por día. Para los estudiantes esto significaba llegar temprano o, en caso contrario, la posibilidad de quedarse sin comida. Además, ir al comedor suponía dedicar bastante tiempo a hacer las largas filas que se formaban lo que dejaba poco tiempo para almorzar. La otra rutina era llevar el almuerzo desde su casa o comprar alguna comida rápida en las distintas cantinas de la universidad y almorzar sentados en algún sector del parque cercano a las baterías.

Las conversaciones en estos momentos eran muy relajadas y abarcaban los más diversos temas, desde problemas domésticos hasta la situación política del país. En este espacio mucho más distendido eran comunes los chistes, los chascarrillos y la risa. Los recreos y almuerzos eran tiempos en donde los estudiantes podían contar parte de su historia y de sus experiencias en la secundaria, en la universidad o en otras carreras de programación. Tanto David como Gabriel habían realizado estudios de programación en otras instituciones<sup>21</sup> de modo que esta experiencia les servía de contraste para hablar de la facultad:

---

<sup>21</sup> David comenzó a estudiar la carrera de Analista de Sistemas en la Institución Cervantes y Gabriel comenzó la Tecnicatura en Programación de la UTN.

DAV [...] en los otros lugares no es como acá, porque en el Cervantes te enseñan Visual Basic y nada más, en cambio acá van a darnos las herramientas para trabajar en cualquier lenguaje [*Menciona un montón de lenguajes de programación*]

[*Reconstrucción recreo - 3 de abril de 2008*]

GAB ¡Igual esto es mejor! [*Que la Tecnicatura*]

LET ¿Por qué?

GAB Porque creo que acá llegás más al centro de la cuestión, ves más como la base, por lo menos eso es lo que creo y eso también es lo que me dijo una profe de matemática.

[*Reconstrucción almuerzo - 13 de mayo de 2008*]

El hecho de no centrar el currículum en el aprendizaje de un determinado lenguaje de programación sino en conceptos propios de las ciencias de la computación relegando a los lenguajes a una categoría de herramienta, es un rasgo que distingue a la facultad de otras instituciones. Esto está bastante extendido entre docentes y alumnos y suele ser una de las cosas que les dicen a los ingresantes cuando se acercan a pedir información sobre la carrera.

Durante los recreos y almuerzos los estudiantes iban manifestando sus impresiones de la carrera y de la materia, expresando sus miedos y ansiedades, y siendo escuchados por sus pares. Creo que el compartir estas emociones les proporcionaba una suerte de contención frente a las vivencias que iban enfrentando:

[*Luego de que los estudiantes rindieran el segundo parcialito del práctico y antes del primer parcialito de laboratorio*]

GAB Hay momentos en los que me pregunto qué estoy haciendo acá.

[*Reconstrucción almuerzo - 6 de mayo de 2008*]

CARO ¿Cómo estás Judith?

JUD Con todas las cosas de mi vida bien, pero con este tema mal. A mí lo que me preocupa es que estamos a siete días del parcial y ¡nos están bombardeando!

[*Reconstrucción recreo - 8 de abril de 2008*]

La afectividad y la confianza que los estudiantes fueron construyendo al reconocerse en las mismas condiciones jugaron roles importantes en estos espacios y les permitían expresar ideas que no se dirían abiertamente. Por ejemplo, comentarios sobre los profesores, su forma de hablar y de vestir, y los conflictos que tenían con ellos.

Otro tópico muy corriente eran los resultados de las evaluaciones de todas las materias. Después de cada parcial o parcialito la pregunta más frecuente era “¿cómo te fue?” lo que motivaba que cada uno contara su experiencia del parcial o la nota que había obtenido. Las apreciaciones que podían recoger de los docentes acerca de los exámenes —por ejemplo: “los parciales están bastante flojos” — siempre eran compartidas y se transformaban en objeto de conversación. A medida que el cuatrimestre avanzaba, durante los recreos se hizo habitual que fueran compartiendo y pidiendo consejos acerca de las decisiones que tomaban con respecto a cada materia, por ejemplo, dejar de asistir a las clases de una para concentrarse en estudiar otra materia que todavía podían regularizar o no rendir un parcial de una materia para poder estudiar para el parcial de otra.

La presencia de Juan durante los recreos motivaba muchas preguntas relacionadas con la organización de la materia —horarios, condiciones de regularidad y promoción, fechas de parciales, etc.— pero también hacía que los estudiantes le preguntaran sobre algunos programas que les interesaba aprender a utilizar o que soñaban con construir. Estas conversaciones revelaban parte de la idea que los estudiantes tenían sobre su futuro profesional. Las distintas distribuciones de Linux y los programas creados para este sistema operativo también eran tópicos frecuentes. A su vez, los almuerzos solían incluir momentos donde los estudiantes se organizaban para estudiar en grupo luego de las clases o durante el fin de semana.

Por todas estas características, los tiempos de recreo y de almuerzo fueron cobrando un significado importante para los estudiantes. Un año después de que Florencia decidiera no continuar con la carrera (ver detalles en la sección 5.5), éstos eran los momentos que ella mejor recordaba:

LET ¿Querés contar algo más en particular? Alguna anécdota, algo que haya sido importante para vos.

FLOR [*Pensando*] Mmm, que siempre salíamos de clase y nos íbamos a comer [*Ríe*] ¡Sí! Siempre, porque teníamos una hora para ir a comer y ninguna de las chicas tenía tiempo para volverse a comer [*A su casa*] y siempre nos íbamos, nos llevábamos la vianda, tirábamos un mantelcito y nos sentábamos a comer, siempre, con las chicas y después nos íbamos a clase a las dos, siempre. Compartir ese tiempo, charlas, muchas charlas, momentos, eso me quedó.

LET ¿Te acordás de qué eran esas charlas que te gustaban, que te interesaban?

FLOR Y...hablábamos de la secundaria, de cuando salíamos los fines de semana, que cada uno salía a un lado y yo me volvía [*A su pueblo*] y las chicas se quedaban acá y salían acá; de la vida, también, de cuando éramos chicos; de la familia también, de todo un poco hablábamos, en realidad nos conocíamos en las charlas, porque no nos conocíamos casi, nos conocimos recién cuando entramos, con las chicas éstas ni siquiera había hecho el ingreso.

[*Transcripción entrevista - 22 de septiembre de 2009*]

Como se puede ver a partir de la cita, estos tiempos permitían compartir opiniones, emociones e intereses abiertamente e ir creando lazos de amistad y compañerismo.

#### 5.3.4 *El tiempo del taller de laboratorio*

La profesora encargada del laboratorio, Lorena, organizaba su clase en dos partes. Una primera parte teórica, de una hora de duración, en donde ella desarrollaba contenidos relacionados con el lenguaje de programación y daba numerosos ejemplos. Durante los teóricos Lorena hacía un uso extensivo del material que aparecía en la página web del laboratorio. Para sus exposiciones utilizaba una pantalla y un proyector conectado a su computadora personal. Estos dispositivos funcionaban como una suerte de pizarrón electrónico donde podía proyectar la clase que estaba en la página web del laboratorio y mostrar ejemplos de programas escribiéndolos y testeándolos. A su vez, cada estudiante iba siguiendo la clase y realizando los ejemplos desde su computadora. La segunda parte de la clase era el práctico en donde los estudiantes resolvían los ejercicios estipulados para ese día pudiendo consultar a la docente y a los ayudantes que deambulaban por el aula.

Normalmente cuando los estudiantes llegaban al laboratorio abrían la página web del taller y se dirigían a la clase del día. Así, comenzaban el teórico siguiendo desde su computadora lo que iba diciendo Lorena. Pero a medida que el teórico avanzaba, el ritmo de la docente y el de los estudiantes se desfasaba. Esto ocurría principalmente cuando los alumnos querían hacer en su computadora los programas que la docente iba presentando. En estas ocasiones los estudiantes se encontraban con distintas dificultades como no conseguir abrir el editor de textos con el mismo comando que la docente porque en su computadora no estaba activado, no encontraban íconos en el escritorio, sus programas tenían errores que no sabían cómo solucionar, etc. Frente a esta situación, algunos —como Gabriel y Francisco— dejaban el ejemplo sin terminar y continuaban siguiendo a la profesora. Otros, como Mariana, seguían trabajando en el ejemplo hasta que podían solucionar el problema y luego reanudaban la lectura del teórico desde la

página a su propio ritmo. Esto hacía que los estudiantes dedicaran gran parte del tiempo destinado al práctico a releer el teórico.

El taller de laboratorio comenzó un mes después del inicio de clases. Durante este período, la ansiedad y las expectativas de los estudiantes con respecto a este espacio fueron aumentando de modo que era cada vez más frecuente escucharlos hablar de las actividades que imaginaban para este espacio. En la primera clase el aula se colmó de alumnos —probablemente algunos estudiantes asignados a la comisión del jueves fueron el martes para ver de qué se trataba el tan esperado laboratorio—. Por lo menos media hora antes del comienzo de la clase ya había numerosos alumnos haciendo cola y esperando para entrar al aula. Judith y Florencia llegaron unos pocos minutos antes de las 14 hs por lo que sólo consiguieron sentarse en las últimas filas del aula. Desde allí era difícil ver bien la pantalla en donde Lorena iba desarrollando la clase. Luego de varios intentos infructuosos, a la mitad del teórico ambas se levantaron y salieron del aula visiblemente intranquilas. Esta experiencia les generó mucha ansiedad y preocupación. El jueves volvieron al laboratorio y pudieron permanecer hasta el final. Acerca de esta clase, Judith me comentó que se había quedado mucho más tranquila, que habían conseguido una computadora para cada una y que se había dado cuenta de que “el taller no era algo del otro mundo” aunque inmediatamente agregó: “bueno, sí es algo del otro mundo pero después me fui a mi casa, bajé el programita y me puse a hacer los ejercicios, con paciencia y los pude hacer”.

Parte del comentario de Judith puede explicarse en términos del aprendizaje de un nuevo lenguaje de programación —diferente del lenguaje utilizado en los prácticos y teóricos— lo que implica aprender una serie de comandos nuevos y una nueva notación. Durante todas las clases se trabajó con el lenguaje de programación Haskell y con el intérprete Hugs. Para quien no está familiarizado con este lenguaje, en la sección A.2.3 del Anexo (página 350) presento una pequeña introducción al mismo y explico la notación utilizada para escribir programas.

La práctica de los estudiantes durante estos espacios se basaba fuertemente en la interacción entre la escritura de la función y la respuesta del Hugs cuando querían cargarla. Presento a continuación el proceso que Florencia y Judith llevaron a cabo para definir la función `esVacia0Primer0` que, dada una lista, determina si es vacía o si su primer elemento es cero:

<i>[Editor de textos]</i>	<i>[Hugs]</i>
<pre> esVacia0Primer0 :: [Int] -&gt;Bool esVacia0Primer0 [ ] = 'Vacía' esVacia0Primer0 (0: _ ) = 'cero'     otherwise = error 'ni vacia ni cero' </pre>	

*[Notan que el resultado de la función debe ser de tipo Bool por lo que deciden modificar la función]*

```
esVacia0Primer0 [ ] = true
esVacia0Primer0 (0: _)= true
    otherwise = error 'ni vacia ni
cero'
```

```
Hugs.Base>:l practico.hs
ERROR - Syntax error in input
(unexpected '=')
```

*[El error se origina en que para usar el comando 'otherwise' las estudiantes deberían de haber definido por casos la función por ejemplo de la siguiente forma:*

```
    esVacia0Primer0 (x : _) | x == 0 = True
                                | otherwise = False
                                ]
esVacia0Primer0 [ ]
esVacia0Primer0 (0: _)
```

```
Hugs.Base>:l practico.hs
ERROR - Syntax error
```

*[El error proviene del hecho de que las estudiantes, si bien escribieron a qué casos se aplica la función, no especificaron qué debía hacer la misma en cada caso]*

```
esVacia0Primer0 = [ ] || (0: _)
```

```
Hugs.Base>:l practico.hs
ERROR - Illegal expression
```

*[La expresión [ ] || (0: \_) no tipa porque la disyunción (||) toma valores booleanos y no listas ([ ]) o tuplas (0 : \_)]*

```
esVacia0Primer0 [ ] = true
esVacia0Primer0 (0: _)= true
```

```
Hugs.Base>:l practico.hs
ERROR - Undefined variable
true
```

*[La variable True debe escribirse con mayúscula]*

```
esVacia0Primer0 [ ] = True
esVacia0Primer0 (x: _)= x == 0
esVacia0Primer0 _ = False
```

```
Hugs.Base>:l practico.hs
Main>
[Como la función ya pudo ser cargada intentan los siguientes casos de prueba]
Main>esVacia0Primer0 [ ]
```

```

True
Main>esVacia0Primer0 [1,2,3,4]
False
Main>esVacia0Primer0 [0,2]
True

```

*[Nota in situ clase laboratorio - 15 de abril de 2008]*

Así, al resolver los ejercicios del laboratorio muy frecuentemente se establecía un ir y venir entre el Hugs y la definición que los estudiantes proponían, formando una especie de diálogo. A medida que iban interpretando de alguna manera los mensajes que Hugs les daba, iban modificando la función y proponiéndosela al intérprete de forma que parecía que la comprensión de las herramientas que utilizaban —funciones, comandos, etc.— iba construyéndose en esta interacción.

Como puede verse en esta sección, en cada uno de los tiempos en los que estaba organizada la actividad de la materia, estudiantes y docentes fueron construyendo prácticas características en interacción con los espacios, las herramientas, las personas y los objetivos asociados. Sin embargo, algunas prácticas atravesaban todos los tiempos y espacios. La evaluación, que será el centro de atención de la próxima sección, era una de ellas.

## 5.4 LA EVALUACIÓN

A medida que el cuatrimestre fue avanzando la evaluación comenzó a impregnar el cotidiano de los estudiantes. Visto el sistema de parciales y parcialitos de *Introducción a los Algoritmos* y el régimen de parciales de las otras dos materias, eran raras las semanas en las que los estudiantes no tuvieran alguna clase de evaluación. Casi cotidianamente podía registrar alguna conversación o un comentario acerca de los resultados de los distintos exámenes que se iban sucediendo.

Los estudiantes no demoraron en percibir el lugar ocupado por la evaluación en el primer año. Poco después del comienzo de clases, durante una clase teórica, una de las personas que trabaja en el despacho de alumnos, Pedro, fue al curso a avisar acerca de los exámenes de salud obligatorios que todos los estudiantes deben realizarse al ingresar a la universidad. Yo estaba sentada al lado de Florencia y Judith, y cuando él llegó las chicas lo reconocieron: “¡Ah! Ese es el chico del despacho de alumnos”, dijeron. A continuación, Pedro escribió el siguiente cartel en el pizarrón: “Examen de salud obligatorio. 10 al 16 de abril. Turnos en despacho de alumnos. FaMAF”. Cuando estaba escribiendo la palabra examen, Judith abrió los ojos asombrada y cuando Pedro completó la frase exclamó aliviada: “¡Ah! ¡Yo creí que hasta los

de despacho de alumnos te tomaban examen!" Todos los que estábamos cerca nos reímos del comentario incluido Juan que, desde su escritorio, alcanzó a escucharlo. Esta sensación de evaluación permanente se fue agudizando al final del cuatrimestre debido a que los estudiantes ya estaban más cansados y a que muchos exámenes se tomaron en fechas muy próximas entre sí.

Además, la evaluación siempre implicaba una fuerte carga emotiva y funcionaba también como un indicador del valor de las capacidades desarrolladas y del trabajo realizado. Dedicaré las próximas sub-secciones a relatar dos episodios que fueron importantes para los estudiantes y que además ayudan a develar el sentido que la evaluación iba tomando para docentes y alumnos.

#### 5.4.1 *El primer parcial*

El primer parcial se vivió con mucho nerviosismo el 15 de abril. El examen, que tenía una duración de dos horas, abarcaba principalmente dos grandes temas: tipado de expresiones y demostraciones simples dentro del cálculo proposicional. Los seis estudiantes con los que trabajé rindieron el examen. Francisco, Judith, Carolina, Florencia y David repasaron distintas cosas hasta que les entregaron la hoja de ejercicios. Recuerdo a Florencia recitando de memoria las reglas de tipado de los distintos operadores y a Judith preguntando sobre si el examen incluiría una "parte teórica". Acompañé a los estudiantes hasta el momento en que dio comienzo la prueba y luego me reencontré con ellos en la explanada de las baterías a medida que fueron saliendo del examen.

Mariana fue la primera en terminar. Apenas salió del aula se sentó a analizar sus resoluciones de los ejercicios del parcial. Ella las había anotado en un papel aparte para mirarlas con tranquilidad una vez que el examen hubiera terminado. Una de las primeras cosas que me dijo fue que ella se ponía muy nerviosa cuando debía rendir y me contó su experiencia con el examen del *Curso de Nivelación*. Según ella había estudiado muchísimo y cuando llegó al aula no le permitieron rendir porque se había olvidado de realizar la inscripción al examen. Una de las docentes del curso le dijo que no se hiciera problemas porque podría rendirlo en julio y que en ese momento el examen le iba a resultar mucho más sencillo porque ya estaría cursando las materias. Esta respuesta enojó mucho a Mariana que sólo pensaba en rendir el examen. Es bastante frecuente que los estudiantes ingresantes cometan estos olvidos. Por más que los docentes les recuerden una y otra vez que para rendir, tanto el *Curso de Nivelación* como las otras materias, deben completar un trámite de inscripción al examen, siempre algunos lo olvidan. Aprender a manejar estas cuestiones administrativas

es también un aspecto importante del aprendizaje que supone el ingreso universitario.

El próximo en salir del examen fue Francisco. Al preguntarle cómo le había ido nos respondió que había podido hacer todos los ejercicios y que pensaba que le había ido bien. Les pregunté si estaban contentos con la carrera y ambos me contestaron que esperaban que fuera muy distinta. Francisco me contó que pensó varias veces “en irse y no volver más” pero que no lo hacía por la plata, es decir, porque pensaba —y en esto David había hecho mucho hincapié— que el título le permitiría tener una buena salida laboral. Además agregó: “¡Sería perder un año! ¿Qué haces?” También me comentó que tenía un amigo que hizo el primer año de la carrera en FaMAF y después la dejó. Este amigo le recomendaba que no ingresara a la facultad porque “empezás a hablar raro, te aislás, no ves más a tus amigos”. Frente a esta afirmación Francisco respondió: “es verdad, yo a mis amigos hace mucho que no los veo y ya me peleé con mi novia”. El significado que Francisco le daba a ser miembro de la institución, fuertemente asociado a la pérdida de relaciones sociales externas y a la posibilidad de conseguir buenos puestos en el mercado laboral, marcó gran parte de su experiencia en el primer año.

Cerca de las 13 hs salieron Florencia y Judith del examen. Ambas estaban muy enojadas y nos contaron, casi gritando, que habían hecho el parcial en “dos segundos” salvo por el último ejercicio que, por más que lo intentaron, no consiguieron resolver.

JUD ¡Estuve peleando como una hora! Escribí no sé cuántas hojas. Al final entregué y Pablo me dice: ¿qué paso? Le dije que no me salió el ejercicio 4 y un chico, el ayudante, me dijo que entregue la hoja que tenía [*Se refiere a la hoja borrador donde estuvo intentando construir la demostración*] que a lo mejor tenía el teorema casi demostrado y que algo me podían sumar. ¡Lo único que habíamos pensado que no era importante para el parcial fue justo lo que tomaron!

[Reconstrucción - 15 de abril de 2008]

Con esta última frase Judith se refiere a una decisión que tomaron junto a Florencia sobre la estrategia de estudio para el parcial: como los prácticos dedicados a construir demostraciones habían sido pocos, ellas asumieron que el tema central del parcial sería tipado de expresiones. Por ello, el día anterior al examen decidieron repasar este tópico en lugar de continuar avanzando en la guía de ejercicios de demostraciones. En base a esta elección llegaron al parcial habiendo resuelto muy pocas demostraciones y la mitad de los ejercicios del práctico<sup>22</sup>. El parcial incluyó un ejercicio de

<sup>22</sup> Si hubieran avanzado más podrían haber notado que el ejercicio 4 del parcial —que pedía demostrar la distributividad de la conjunción con la disyunción— era muy similar al último ejercicio del práctico —en donde había que demostrar la distributividad de la disyunción con la conjunción.

sustitución (1 punto), uno de tipado de expresiones (2 puntos) —con dos incisos—, uno de tipado de funciones (1.5 puntos) y uno de demostraciones dentro del cálculo proposicional (4.5 puntos) —con tres incisos. Como toda evaluación, los parciales servían para poner en evidencia qué temáticas eran más relevantes que otras. El origen del enojo fue que los criterios para tomar estas decisiones no fueron los mismos para Judith y Florencia que para los docentes.

Durante el teórico siguiente un estudiante le pidió a Juan que resolviera el ejercicio 4 del parcial que, tal como había sucedido con Judith y Florencia, le había traído dificultades a muchos estudiantes. Lo interesante de la explicación de Juan, y de la situación toda, son las valoraciones, bastante dispares, que todos —docente y alumnos— hicieron sobre la dificultad de la demostración:

Est1 Profe, ¿puede hacer en el pizarrón éste del parcial?

JUAN ¿Cuál?

Est1 La distributividad del  $\wedge$  con el  $\vee$  [*Se refiere al teorema  $p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$* ]

JUAN Chicos, acá me piden que demuestre el del parcial. [...] Este ejercicio [*Se refiere al ejercicio del parcial*] parece largo pero no parece difícil. Lo hacemos así, a lo bruto.

*[Mientras el profesor va construyendo la demostración Judith le cuenta a Carolina que hizo todo el resto del parcial en una hora y que no quería entregar porque ese ejercicio no le salía.]*

⇒

*[A medida que va escribiendo Juan va diciendo en voz alta las fórmulas]*

$$(p \wedge q) \vee (p \wedge r)$$

$\equiv \{ r.d.^2 \}$  [*se refiere a que aplica dos veces (2) regla dorada (r.d.)*]

$$(p \equiv q \equiv p \vee q) \vee (p \equiv r \equiv p \vee r)$$

$\equiv \{ distr. \}$  [*se refiere a que aplica la distributividad del  $\vee$  con la  $\equiv$* ]

$$\begin{aligned} p \vee p &\equiv p \vee r \equiv p \vee p \vee r \equiv \\ q \vee p &\equiv q \vee r \equiv q \vee p \vee r \equiv \\ p \vee q \vee p &\equiv p \vee q \vee r \equiv p \vee \\ q \vee p \vee r & \end{aligned}$$

JUD [*Por lo bajo*] ¡No entra ni en el pizarrón!



[Tacha con tiza azul los términos que se simplifican por idempotencia de la disyunción]

$$\begin{aligned} p \vee p &\equiv p \vee r \equiv p \vee p \vee r \equiv \\ q \vee p &\equiv q \vee r \equiv q \vee p \vee r \equiv \\ p \vee q \vee p &\equiv p \vee q \vee r \equiv p \vee \\ q \vee p \vee r & \end{aligned}$$

[Tacha con tiza amarilla los términos que se simplifican por neutro de la equivalencia. Judith y Carolina lo ayudan]

$$\begin{aligned} p \vee p &\equiv p \vee r \equiv p \vee p \vee r \equiv \\ q \vee p &\equiv q \vee r \equiv q \vee p \vee r \equiv \\ p \vee q \vee p &\equiv p \vee q \vee r \equiv p \vee \\ q \vee p \vee r & \end{aligned}$$

$$\equiv \{ r.d. \}$$

$$p \wedge (q \vee r)$$

JUAN Era largo pero fácil, era obvio; uso regla dorada, distribuyo y luego cancelo por idempotencia y neutro, les dije que ese era el método.

JUD [Por lo bajo a Carolina] Lo que no entiendo es el primer paso. ¡Ah! Es que yo lo que hice fue usar regla dorada pero con todo. [A Juan] Yo estuve una hora para hacerlo y no me salió.

JUAN ¿Y no se te ocurrió hacer eso?

JUD A mí lo que se me ocurrió fue usar regla dorada y traté de aplicarla de miles de formas menos esa [...]

JUAN A mí me llevó medio pizarrón nomás.

JUD [Por lo bajo] ¡A nosotras nos hubiera llevado una hoja y media!

JUAN ¿Quién lo hizo? [Se refiere a qué alumnos pudieron resolver el ejercicio en el parcial] [Los estudiantes levantan la mano y el profesor los va contando] ¡Ah! Bien, cinco, muy bien, estamos mal, che.

[Nota in situ clase teórica - 17 de abril de 2008]

En este caso, la forma de percibir la dificultad del ejercicio fue completamente diferente. Juan, considerándolo obvio, ni siquiera pudo construir una demostración en la que se expliciten organizadamente los últimos pasos en donde muchos términos de la fórmula eran modificados simultáneamente.

te. La notación que utilizara, igual a la que se usa para cancelar términos en expresiones aritméticas, llevaron a Judith a pensar que los términos que se simplificaban por idempotencia de la disyunción directamente desaparecían al igual que sucede con la cancelación en aritmética<sup>23</sup>.

Los resultados del parcial fueron entregados tres clases después en el espacio del práctico. El profesor decía en voz alta el apellido de cada alumno, éste se levantaba, iba a buscar su examen, lo miraba y luego lo devolvía. El grado de ansiedad de los estudiantes fue aumentando a medida que el docente iba mencionando más y más nombres de la lista de 148 alumnos que rindieron el examen:

*[Pablo comienza a entregar los parciales por lo que Judith y Florencia dejan de resolver problemas y prestan atención al profesor]*

PAB Rodríguez, Judith.

JUD ¡Ahí está! *[Se levanta de un salto a recibirlo y vuelve al banco visiblemente aliviada luego de comprobar que había aprobado]* ¡Ahh! ¡Cero coma dos me pusieron! *[Se refiere al puntaje que obtuvo en el último ejercicio, habla casi riéndose]* ¡No! ¿Te acordás que yo no lo había podido sacar al último? ¿Que me hicieron entregar la hoja de borrador?

FLOR ¡Ah!

JUD Ah, ni me lo corrigieron a ésta *[Se refiere a la hoja borrador]* [...] O sea, en realidad me saqué 7,7 más el punto del parcialito.

FLOR ¿Qué te pusieron ahí abajo?

JUD ¡Me mató! ¿Te acordás que no lo pude sacar y que entregué la hoja borrador? Me pusieron 0,2. Calculo yo, de..., por lo que vieron la hoja borrador, ¡de lástima! *[Ríe]* [...] Uno, ¿a ver? Tres, cuatro coma cinco, seis, siete coma cinco, siete coma siete más el punto del parcialito ocho coma siete *[Va sumando el puntaje obtenido en cada ejercicio]* O sea, digamos, que hice todo bien menos el que no me salió que no me salió directamente [...]

FLOR Bueno pero si les das una hoja con el trabajo te dan algún punto [...]

JUD *[Riendo]* ¡Cuando me levanté a buscarlo! ¡Yo! Dije *[Ríe]*

LET ¡Soltaste la lapicera! *[Las dos reímos. Los profesores continúan entregando los parciales]*

JUD *[A Florencia]* ¡Te están matando los nervios! *[Ríe]*

LET ¡La Flor está blanca!

JUD *[Imitando la música de las películas de suspenso]* Chan, chan, chan, chan, yuuuuuuuuuun, yunnnnnnnnn

PAB Gómez.

23 Las simplificaciones que Juan realizaba al aplicar el axioma de la idempotencia de la disyunción transformaban un término como  $p \vee p \vee q$  en  $p \vee q$ . Judith, al asociar los símbolos con la cancelación en aritmética pensó que ese mismo término quedaba modificado como  $q$ .

JUD Ahí está. [*Florencia se levanta a buscar su examen. Vuelve a sentarse con la cara descajada. Había obtenido una calificación de 1.25 sobre un total de 10. En este momento decido apagar el grabador, todas nos sentíamos muy incómodas, no sabíamos qué decir. Recuerdo que Judith tomó el parcial y comenzó a revisarlo. Florencia prácticamente no lo miró*]

[*Transcripción clase práctica - 22 de abril de 2008*]

Los otros estudiantes con los que solía trabajar también estaban en el aula y recibieron su nota. Cada uno obtuvo una calificación diferente: Mariana un 3, Gabriel un 7,4, David un 1 y Francisco 6,5.

A partir del primer parcial comencé a percibir que Florencia estaba muy desanimada. Ella empezó a decir que se aburría y que no le gustaba lo que tenía que hacer en las clases, inclusive antes de conocer la nota de su parcial. Fue abandonando la dinámica de trabajo duro que había mantenido hasta el momento y cada vez pasaba más tiempo sin hacer nada durante las clases. Mariana también comenzó a trabajar cada vez menos y, aunque continuaba asistiendo a las clases, pasaba casi todos los prácticos charlando con otros estudiantes en la explanada de las baterías. Los resultados de las evaluaciones fueron un factor importante a la hora de reafirmar o de repensar la decisión vocacional. Para Florencia obtener notas bajísimas en los primeros parciales de todas las materias fue un indicador de que en esta carrera ella “estaba perdiendo el tiempo”.

#### 5.4.2 *Haciendo «colador»*

El segundo parcial de *Matemática Discreta I* fue un episodio que generó bastante polémica y conflicto entre los estudiantes. Por más que ocurrió fuera de la materia en donde se centra esta investigación lo incluyo en este capítulo porque considero que fue muy importante para los alumnos que, durante varios días, no hablaron de otra cosa. Las conversaciones que registré referidas a este tema también dejan traslucir muchas ideas de los docentes en torno a la evaluación y al ingreso a la facultad.

La primera mención de este tema ocurrió antes de comenzar una clase teórica, el martes siguiente al parcial. Estábamos conversando en grupo Francisco, Pablo, Judith y yo. Los chicos nos contaron que el examen fue muy difícil en comparación con los ejercicios del práctico. Judith comentó: “Hasta los ayudantes se asombraron cuando vieron el parcial y por lo menos tres nos dijeron que había sido muy difícil”. Pablo le preguntó qué ayudantes habían dicho eso y Judith le fue diciendo los nombres. Al escuchar uno de los nombres (Diego) Pablo dijo asombrado: “Es un chico de Olimpíadas, si él dice que es difícil entonces es porque fue difícil”. Considero significativo el hecho que, para que su cuestionamiento acerca del parcial gane mayor legitimidad, los estudiantes recurran a la opinión de los ayudantes-alumno. Finalmente, para Pablo,

la palabra de un estudiante que participa de las Olimpiadas Matemáticas resuelve la cuestión de la dificultad del parcial. Para muchos docentes la participación en este tipo de competencias les otorga a los estudiantes una legitimidad mayor, de forma que su opinión se privilegia en comparación con la de otros alumnos.

Judith nos contó que le preguntó a un ayudante por qué hacían estas cosas y el ayudante le contestó: “y, están haciendo colador”, a lo que ella replicó: “¡y qué quieren colar si ya no somos nada!” Pablo concluyó: “¡Ahora saben quién los quiere más!” La opinión de Judith está fuertemente influenciada por su experiencia en Ciencias Económicas donde la cantidad de alumnos era mucho mayor que la cantidad de estudiantes de FaMAF, por eso parece costarle tanto entender que se pretenda seleccionar cuando los estudiantes son tan poco numerosos.

Ese mismo día, durante el horario de práctico se tomó el segundo parcial de *Introducción a los Algoritmos*. Recuerdo que Judith estaba bastante nerviosa aunque repasara y consiguiera recordar correctamente las demostraciones. En un momento me comentó: “Viste que es tan fácil que da miedo. Después del parcial de Álgebra<sup>24</sup> no se qué esperar de los exámenes”. La experiencia del parcial de Matemática Discreta pareció, en cierta medida, desestabilizar a Judith, menguando la confianza que tenía en sí misma.

El desenlace de este conflicto estuvo mediado por estudiantes que participan de distintas agrupaciones estudiantiles dentro de FaMAF<sup>25</sup>. Luego del parcial de *Introducción* algunos miembros de la agrupación Brumario se acercaron a hablar con los estudiantes con la idea de decidir qué medida tomar. Los ingresantes plantearon que se solicite a los docentes un recuperatorio del parcial. David propuso que el examen fuera anulado porque “si vamos a pedir un recuperatorio entonces es porque aceptamos lo que nos hicieron” y resaltó que esto abriría las puertas para que les volviera a suceder lo mismo en futuros exámenes. Frente a esta postura más firme, intervino Fabiana, uno de los miembros de Brumario que además era en ese momento ayudante-alumno de *Matemática Discreta I*. En su discurso repitió numerosas veces que no creía que los docentes hayan tenido malas intenciones cuando planificaron el examen y que ellos tenían expectativas con respecto a los estudiantes y son estos últimos los que no llegan al nivel esperado: “somos nosotros los que no llegamos”. Los alumnos que estaban presentes recalcaron que no buscaban que los parciales sean fáciles pero que la difi-

24 Aquí Judith se refiere a la materia Matemática Discreta I. Lo que sucede es que este curso se dicta para los estudiantes de las Licenciaturas en Matemática, Física y Astronomía y de los Profesorados en Matemática y Física bajo el nombre de Álgebra I. Por esta razón muchas veces los estudiantes de computación llaman a la materia de la misma manera que los otros alumnos.

25 Para referirme a cada una de estas agrupaciones decidí utilizar seudónimos como forma de resguardar su anonimato.

cultad de este examen había sido mayor a la de los prácticos. Al final de esta reunión, los integrantes de Brumario se comprometieron a conversar con los docentes para pedir que se tome un recuperatorio, sin embargo, muchos de los estudiantes presentes no quedaron conformes. Para Carolina, si se pedía un recuperatorio, antes debían poder asegurar que los alumnos vendrían a rendir. Judith pensaba que la dificultad del mismo debía ser la adecuada “porque si hacen otro parcial como el que tomaron para qué vamos a ir” y subrayó que faltaban tres semanas para que terminen las clases y todavía tenían que rendir muchos parciales y parcialitos.

Luego de la reunión, todo el grupo con el que solía trabajar fue a almorzar al Comedor Universitario. Allí Carolina encontró a Federico, un miembro de la agrupación Pibe que en ese momento estaba a cargo del centro de estudiantes. Al acercarse le preguntó a Carolina: “¿Cuál es la queja?”, a lo que Carolina respondió contándole acerca de la dificultad del parcial. Federico le contestó: “siempre es así, siempre se espera de los parciales un poquito más”. Por más que Judith le contara detalladamente las características del parcial, Federico estaba en una posición tal que no podía ni siquiera concebir el reclamo y mucho menos aceptarlo. Cuando finalmente se alejó, Carolina exclamó enojada: “¡Nunca más me vuelvo a quejar!”

La solución que Brumario negociara con los docentes fue que el parcial no se consideraría y que el tercer parcial tendría dos partes. Una primera donde se incluirían todos los temas del segundo parcial y una segunda que comprendería los tópicos del tercer parcial. La posibilidad de volver a tomar el segundo parcial luego de que terminen las clases fue descartada por los docentes porque esto perturbaría el estudio para los exámenes finales. Así fue como los estudiantes tuvieron que estudiar para los dos parciales juntos además de rendir los exámenes de las otras materias. A lo largo de todo este incidente quedó más que claro cuál es la legitimidad de los estudiantes en relación a los exámenes y hasta qué punto algunos docentes están dispuestos a negociar cuestiones relacionadas con ellos.

Dentro de la materia *Introducción a los Algoritmos*, el sistema de parciales y parcialitos de práctico junto con los parcialitos de laboratorio resultaba muy complicado para muchos estudiantes. Por ejemplo, Francisco había aprobado los parciales y parcialitos del práctico pero no creía que pudiera aprobar un parcialito de laboratorio. Le preguntó a varios docentes y ayudantes-alumno y ninguno supo decirle si quedaría en condición de alumno regular o libre.

La evaluación se convirtió en una práctica casi constante, que desgastaba mucho a los estudiantes. Además, ayudaba a que cada uno fuera construyendo una imagen de sí mismo —algunas veces favoreciendo la sensación de inseguridad— y a que los alumnos tomaran contacto con muchas con-

cepciones que los docentes y los estudiantes de años más avanzados mantenían con respecto a quiénes son las personas que estudian en la institución.

### 5.5 «DEJAR» LA CARRERA

Luego de un mes y medio del comienzo de clases, después de haber desaprobado los primeros parciales de las tres materias, Florencia comenzó a sentirse fuertemente desanimada. En un proceso que duró alrededor de 15 días, en los que asistía a clases pero no resolvía ningún ejercicio ni tomaba notas, les fue contando —primero a sus compañeros más allegados y luego, y con mucha más dificultad, a sus padres— que iba a “dejar la carrera”.

Me enteré de esta decisión a través de un comentario de Mariana. Ella me contó que el día anterior se reunieron en la casa de Florencia para tomar mate y que ella decía todo el tiempo que quería dejar y que ya había hablado con su mamá avisándole “que quería dejar porque le iba mal en los parciales y no entendía nada”. La mamá le dijo que siguiera asistiendo a las clases durante la semana y que el fin de semana hablarían con su papá para ver que decisión tomarían. Mariana terminó su comentario diciendo: “¡Y bueno! ¡Habrá que hacerle la despedida!”

Al comenzar el práctico siguiente hablé con Florencia, le pregunté si había podido hablar con sus padres y cómo le había ido. Me contestó que el papá le había dicho que hiciera lo que ella quisiera así que iba a averiguar sobre la carrera de Veterinaria en la Universidad Católica. Como me sorprendí ante esta opción ella se explicó un poco más: cuando tuvo que decidir sobre qué carrera seguir estaba entre Computación y Veterinaria, pero como Veterinaria estaba en Santa Fe y allá tenía que pagar alquiler, terminó decidiéndose por la Licenciatura en Ciencias de la Computación.

La semana siguiente Florencia ya no asistió más a clases. La más afectada por la decisión de Florencia fue Judith ya que, desde el comienzo del año se habían hecho bastante amigas y estudiaban muy bien juntas. Ella fue la que se encargó de contarnos la noticia. Carolina y yo estábamos esperando a que comenzara la clase, ella llegó y lo primero que dijo fue: “Bueno, se va achicando el grupo, Florencia ya no viene más y Mariana está en eso”.

Al promediar el cuatrimestre los comentarios acerca de la disminución de la cantidad de gente en las aulas se hicieron más frecuentes, sobre todo entre los estudiantes. Una de estas situaciones se dio al comienzo del práctico del 8 de mayo cuando Judith estaba entrando al aula y se encontró con Carlos, un estudiante cercano a Francisco. Ella comentó: “Falta mucha gente en el aula, yo no entiendo, porque sólo vamos un mes y medio de clases y en tan poco tiempo vos no podés darte cuenta de lo que se trata la carrera como para decidir dejar”. Él le contestó: “Yo no pienso dejar, por más que me fue horrible no pienso dejar”.

Me parece significativa la elección de la expresión «dejar la carrera», que está muy extendida, para hablar sobre estos temas —a mí misma me cuesta encontrar otro término—. La expresión «dejar la carrera porque **me** fue mal» pone toda la responsabilidad de lo que ocurre en el estudiante. Los pronombres que se utilizan para hablar sobre los resultados de los parciales y de las decisiones vocacionales siempre vienen a reemplazar al mismo sujeto: el estudiante. Por supuesto que la elección vocacional y el desempeño en los exámenes son también cuestiones personales. Pero la imposibilidad de ver el rol que cumplen otros actores en esta experiencia es lo que me parece más revelador. En sus diálogos sobre estos temas nunca aparecen los docentes, el discurso que utilizan, las condiciones físicas en las que se trabaja o las creencias que mantienen muchos miembros de la facultad. Así, no conseguir aprobar los exámenes se vive como una experiencia personal, atribuyéndose a sí mismo la culpa por el fracaso con un sentimiento que disminuye la autoestima porque se relaciona con capacidades que el estudiante considera que no tiene.

## 5.6 LA DIFICULTAD DEL PRIMER AÑO SEGÚN OTROS ESTUDIANTES

A mediados del cuatrimestre, cuando ya se habían sucedido los primeros parciales de todas las materias y se acercaban los segundos, un grupo de estudiantes del centro de estudiantes fueron al aula a hablar con los alumnos de primer año a pedido de Juan. La intención del profesor era propiciar un encuentro con estudiantes más avanzados que pudieran aconsejar a los estudiantes de primer año en lo que respecta a formas de estudio y a la continuidad en la carrera:

JUAN Quiero retomar el tema de las charlas. Hoy creo que van a venir algunos de sus compañeros del centro para hablar un poco de ambientación a la vida universitaria. Siempre después de los parciales hay como un...

Est ... bajón.

JUAN Bajón, para ver cómo están estudiando, yo esperaba que sea antes de que empiecen a desertar pero bueno, espero que no sea así y el martes va a venir el Fer Herrera para hablar de Software Libre<sup>26</sup>.

*[Nota in situ clase teórica - 8 de mayo de 2008]*

Al igual que la charla de José y Eduardo, estudiantes avanzados que ya habían conversado con los estudiantes (ver sección 5.2.3), el objetivo que

<sup>26</sup> Fernando Herrera es un programador bastante reconocido en Córdoba que, desde hace muchos años, trabaja en el desarrollo del Software Libre.

Juan perseguía con este encuentro era ayudar a los estudiantes a sentirse más cómodos con la carrera. Al finalizar la clase teórica, dos miembros del centro de estudiantes llegaron al aula y empezaron a hablar con los alumnos. Judith estaba comenzando a resolver los ejercicios del práctico por lo que, en un primer momento, no se detuvo para escuchar. Transcribo a continuación los fragmentos que encuentro más significativos de la charla. La grabación fue de mala calidad, por lo que muchos fragmentos se han perdido.

CEN 1 [...] charlar un poco, más que nada, ver cómo están, dice Juan que varios están desanimados, que les fue mal en los parciales [...]

JUD [Por lo bajo] Yo no escucho hasta que no nos resuelvan el práctico [Risas en el grupo]

CEN 2 Todos tienen parcial, ¿qué tal les ha ido en el último? [Silencio]

CEN 1 ¿Cómo van con los parciales, en general? [Silencio]

JUD [Por lo bajo] Bien [...]

CEN 1 Ehmm, no, eso, contarles un poco... digamos que sí, es difícil, primer año es difícil, les va a costar porque es un salto muy grande con respecto a lo que ustedes estaban acostumbrados en la secundaria, ¿sí? Es otra forma de pensar, otra disponibilidad. Es un salto grande que a cada uno le lleva diferentes tiempos adaptarse, o no, al ritmo. A algunos les va a ser más fácil, a otros más difícil pero, en general, siempre hay algo que nos cuesta más, es muy común eso [...]

Ustedes tienen una gran ventaja en primer año que es que son muchos. Aprovechenlo, armen grupos de estudio, júntense a estudiar entre varios, [En broma] jodan [Risas de los estudiantes] no, armen grupos de estudio, aprovechen eso, júntense porque [...] por ahí unos entienden mejor una cosa, otros entienden mejor otra y, acostúmbrese, desde ya [Con mucha seguridad, casi dando una orden] a pedir ayuda a sus profesores. Los prácticos están para que ustedes vayan y los harten a preguntas, del práctico que sea, aunque sea del práctico 1. A mí muchas veces me pasa que me atraso y me da vergüenza caer en mayo con preguntas del primer práctico; bueno, no. No les tiene que dar vergüenza porque para eso son los prácticos, para eso son los profesores. Aprovechen todo, aprovechen las horas de consulta. Yo sé que es un embole, digamos esta carrera tiene más carga horaria que... cualquiera...

CEN 2 ... en la facultad.

CEN 1 En la facultad, en general, tienen mucha carga horaria.

CEN 2 Tienen una carga a la que no están acostumbrados. A mí me pasa. Personalmente, yo ya pasé por una ingeniería donde estábamos acostumbrados a cursar seis horas como mucho, acá me paso nueve horas en la facultad, de las nueve de la mañana a las seis de la tarde. De entrada no fue lo que más me gustó pero dije: bueno.

Yo soy de computación, yo estuve el año pasado acá, yo soy de segundo año. Me costó, al principio, entender muchas cosas. Algoritmos... me costó mucho, porque está muy relacionado con la matemática. Yo ya había tenido programación, entonces, empezar a ver esto me parecía un poco sin sentido. Pero con el tiempo, a medida que va avanzando la carrera aprendí a no preguntarme tanto para qué lo quiero a esto ahora, sino entender que esto me va a servir después.

Ustedes tienen una materia que se llama Matemática Discreta, que me imagino que a muchos no les debe simpatizar [*Con énfasis*] para nada. Bueno, [*Enfatizando, cortando luego de cada palabra*] lamento informales que va a ser una de las materias que más usen, sobretodo el cuatrimestre que viene y el año que viene, en todo lo que sea programación. Todo lo que es propiedades de números apréndanselo ahora, lo van a usar muchísimo [*Este comentario generó muchísimo barullo en la clase. Recuerdo a CEN 1 diciéndole a CEN 2 que la charla era para que los chicos no se fueran de la carrera*]

CEN 2 Yo me acuerdo que no me gustaba, Álgebra es una cosa que no me gusta, pero... hay muchas cosas que las van a entender cuando... creo que las van a entender así, de una, con el tiempo.

CEN 1 Nunca van a entender las cosas de una chicos...

CEN 2 [*Casi al mismo tiempo*] Nunca, las van a tener que hacer y re-hacer un montón de veces.

CEN 1 Van a tener que intentar, intentar, intentar, son conceptos muy difíciles, Álgebra es difícil, es muy difícil.

CEN 2 [*Casi al mismo tiempo*] Para alguien que nunca lo vio.

CEN 1 Álgebra yo lo entendí en tercer año de la carrera y yo estoy en Matemática, o sea, no es que [...] [*Son muchos años de esfuerzo*] y después te van cayendo las fichas y van madurando las ideas y está bien que sea así, así está planteado, no desesperen, o sea, tómenlo así si no entienden.

[*CEN 1 aconseja asistir a clases y aprovecharlas y, junto a CEN 2 hablan sobre las dificultades de los exámenes finales —“no los subestimen”— y la posibilidad de rendir dos materias en una misma fecha —“otro error muy común”. También recomiendan estudiar las demostraciones desarrolladas en los teóricos porque siempre entran en los exámenes. Un estudiante pregunta por la obligatoriedad de la asistencia a la materia Matemática Discreta comentando que él hacía mucho que no iba a clases pero ahora quería volver. En función de esta pregunta CEN 1 enfatizó*]

CEN 1 Sí, andá a la clase, no hay problema, andá. Que no te de vergüenza preguntar sobre el primer práctico. Digamos, no hay problema. Pero las clases es algo que hay que aprovechar, la asistencia es otra medida, media mandatarista, que usan los profesores para darles la idea de que tienen que ir a clases, en estas carreras [*Enfatizando, separando cada palabra y acentuándola*] hay que ir a clases, es la única forma.

[*Transcripción charla- 8 de mayo de 2008*]

El discurso de estos estudiantes más avanzados es bastante similar al de muchos docentes de la facultad, hasta se podría hablar de un discurso bastante unificado para el que está ingresando. En primer lugar, la charla completa deja entrever un conjunto de suposiciones previas acerca de los ingresantes a partir de la cual se organiza el discurso: no están acostumbrados al ritmo de estudio, se enfrentan con dificultades conceptuales, les cuesta permanecer tantas horas en la institución, etc. Probablemente todas estas conjeturas se basen en su propia experiencia como ingresantes ahora permeada por su permanencia dentro de la facultad.

En segundo lugar, la noción de que los conceptos que se manejan en el primer año son difíciles de comprender ya había surgido numerosas veces en las clases de Juan, al igual que la idea de que las cosas en algún momento se entienden y que mientras tanto no hay que desesperar. Nuevamente parece que se intentara tranquilizar a los estudiantes pero sin darles respuesta a la ansiedad que les genera el presente y hasta cabría preguntarse si tanta insistencia no termina reforzando la creencia en la dificultad de los conceptos que los alumnos ya estaban experimentando por sí mismos.

Finalmente, durante la charla quedó claro que es preciso amoldarse a algunas cosas para poder permanecer dentro de la carrera. Las preguntas sobre la utilidad de las temáticas o su relación con las ideas que los estudiantes poseen sobre la programación deben suspenderse. Los temas se justifican más bien por su utilidad dentro de la carrera teniendo una finalidad propedéutica. El ritmo tampoco parece algo que puede negociarse sino más bien algo a lo que hay que acostumbrarse.

## 5.7 CONSTRUYENDO RELACIONES

Las relaciones entre las personas con las que trabajé fueron variando con el paso del tiempo, algunas se fortalecieron y otras se volvieron conflictivas. Los vínculos con los demás modificaban las prácticas y, a su vez, se iban construyendo a medida que las prácticas se desarrollaban. Dedicaré esta sección para hablar de estos procesos refiriéndome, en primer lugar, a las relaciones entre los docentes y los estudiantes y, en segundo lugar, a los vínculos entre alumnos.

### 5.7.1 *Con los docentes*

Gran parte de los diálogos entre docentes y estudiantes se generaban a partir de dudas en los ejercicios. Así, las relaciones entre alumnos y profesores se iban tejiendo mayormente en el momento de la consulta. Estos encuentros nunca se reducían a conversar acerca de los conceptos de la materia sino que se entremezclaban continuamente normas y valores man-

tenidos por las personas participantes haciendo cada vínculo diferente a los demás.

De todos los estudiantes con los que trabajé, Judith fue la que más carga emotiva depositaba en las relaciones con los docentes. A lo largo del cuatrimestre fue construyendo una relación con Pablo en donde lo que siempre estaba en juego era la (des)confianza de Judith en sus propias producciones. Durante las primeras clases, ni Judith ni Florencia tenían preferencia en relación a qué profesor llamar cuando tenían una duda en el práctico —había disponibles tres docentes, Pablo y dos ayudantes-alumno—. Esta situación se modificó drásticamente luego de la siguiente situación:

*[Florencia y Judith terminan una demostración que les trajo muchas dificultades. Si bien consiguieron llegar al resultado, Judith no estaba segura de la corrección de algunos de los pasos que realizaron. Deciden preguntarle a un docente. Luego de llamarlo, Pablo se acerca]*

PAB ¡Ah! ¡Justo el mismo! *[Se refiere a que es el mismo ejercicio que estuvo explicándoles al grupo de al lado]*

JUD ¿El mismo? Pero nosotras no aplicamos *[El teorema de]* De Morgan. Nosotras aplicamos otro.

PAB Es más largo nomás.

JUD Sí. Nosotros aplicamos Regla Dorada acá *[Señala un paso en su cuaderno]*

PAB *[Asintiendo]* Ahá.

JUD ¿No cierto? Y me queda esto.

PAB ¿A ver? Dejame que lo revise.

JUD Sí.

*[Pablo va leyendo la hoja de Judith y, de vez en cuando, murmura alguna cosa]*

JUD [...] Y ahí empiezo a asociar de distintas maneras.

PAB ¡Ah! Y no llegás.

JUD Sí.

PAB *[Un poco enojado]* ¡Y ya está! ¡Y bueno! ¿Cuál es el problema?

JUD Pero... y que no sé si están bien aplicados, porque mirá lo que me pasa acá. Acá lo que me pasa es que, o sea, de acá saco TRUE...

PAB *[Al mismo tiempo]* Sí, está bien porque...

JUD ...  $\forall q$ , que eso termina siendo TRUE.

PAB Sí.

JUD Bueno. Y acá esto me queda así. Esto es el Axioma del Neutro *[se refiere a que tres términos de su demostración formaban el axioma del neutro completo]* ¿Yo lo puedo aplicar como directamente axioma o tengo que volver a hacer esto es equivalente a tal cosa? *[La duda de Judith es si puede reemplazar todos los términos del axioma directamente por TRUE o si tiene que reemplazar algunos por otros para luego usar el axioma de la reflexividad]*

PAB No, podés. Cualquier axioma o teorema que te quede totalmente listo lo podés reemplazar por *TRUE*.

JUD Por *TRUE*, así directamente, como hice recién.

PAB [*Asintiendo*] Mmm.

JUD ¡Ah! Está bien entonces. Listo [*Pequeña risa*]

PAB ¿Sí?

JUD Bueno.

*[Pablo se aleja. Las tres juntamos nuestras cosas y salimos del aula. Mientras vamos caminando Judith habla de Pablo bastante enojada. Según ella, él "no la quiere y la trata mal". Me cuenta su visión de lo que sucedió durante este práctico]*

JUD Lo llamé para preguntarle si el razonamiento estaba bien y dijo: [*Con tono enojado*] ¡Pero llegaste! Sí. ¿Entonces cuál es el problema? [*Continúa contándome que esa no era la primera vez que se sentía así*] Una vez Pablo le estaba explicando a Florencia y yo quise decir algo y me dijo: "¡vos callate!" Vos, Leti, lo debés tener todo registrado. No digo que lo haga de mala onda pero a mí esa forma no me va. Prefiero preguntarle al otro chico que es divino, más tranquilo y te escucha

*[Transcripción clase práctica - 22 de abril de 2008]*

En los 20 días que siguieron Judith no volvió a acercarse a Pablo para hacerle consultas. Luego, de una manera que me resultó abrupta, cambió su opinión acerca del docente. Durante un práctico, después de que me preguntara sobre la corrección de una propiedad que quería utilizar, le contesté: "No sé, preguntale a Pablo o al que quieras..." Luego de reírnos me respondió: "No, pero Pablo está bueno para preguntarle". Durante la clase de consulta siguiente, Judith nos contó, a Carolina y a mí, que tenía dudas con un ejercicio del práctico 7. Carolina le respondió en tono irónico: "¡Andá a preguntarle a Pablo ahora que te quiere!" Finalmente, luego de un parcialito volví a preguntarle sobre su relación con Pablo para ver si podía entender qué había ocurrido:

LET ¿Te amigaste con Pablo?

JUD [*Sonríe*] Sí, es que está más piola. No era yo el problema, no era yo el problema. Él se puso piola. Ahora se acerca a charlar y el otro día hizo un gran avance, me respondió un mail diciendo: Hola, Jud.

*[Reconstrucción - 10 de junio de 2008]*

Durante el último práctico registré el siguiente diálogo entre Judith y Pablo que refleja, en alguna medida, el vínculo que finalmente construyeron:

*[Judith estaba bastante atrasada con el práctico porque había tenido que faltar a varias clases por motivos personales. Resuelve correctamente una demostración]*

JUD ¿Viste cuando sentís que la re-chamullaste pero estás contenta porque llegaste?

LET *[Asintiendo]* Mmm.

*[Se fija si Pablo o el ayudante-alumno están disponibles. Ambos estaban explicando a otros estudiantes]*

JUD Pablo me mata si me llega a ver esta demostración. Vas a ver que me va a retar.

*[Le dice a Pablo que se acerque cuando termine. Mientras tanto resuelve el ejercicio siguiente usando las mismas estrategias y el mismo formato que utilizó para la demostración anterior]*

JUD No puedo creer que me salgan estos ejercicios.

*[Pablo se acerca]*

JUD Yo sé que soy enquilombada para hacer los ejercicios.

PAB No, está bien.

JUD No sé si está bien, en algún momento metí la pata.

PAB ¿A ver? Dejame ver, a menos que te de mucha felicidad explicarme *[Pablo agarra el cuaderno de Judith y va leyendo la demostración]*

*[Pablo corrige en la hoja de Judith aspectos del formato de la demostración]*

PAB Sí, está bien.

JUD ¡No lo puedo creer!

PAB Hay algo medio raro, no sé qué es *[Continúa mirando la demostración]* *[Señalando un paso de la demostración]* Acá te chiflaste.

JUD Acá apliqué Tercero Excluido y acá Teorema Estrella.

PAB ¡Ah! No, está bien. Está perfecto *[Se aleja]*

JUD ¡No lo puedo creer! *[Dirigiéndose a mí]* ¡Venite acá al lado mío que me das suerte! No, es que vos ves este ejercicio y no podés creer que esté bien *[Revisa el otro ejercicio que había resuelto haciendo las mismas correcciones de formato que Pablo le marcara anteriormente]* ¡Ah! ¡Me salió el 17! El 17 es más lindo, es más cortito.

*[Transcripción clase práctica - 19 de junio de 2008]*

Pablo siempre tuvo altas expectativas con respecto a Judith. Desde el inicio del cuatrimestre, cuando fuera la primera en pedir ayuda en el foro web de la materia, Pablo la había reconocido como una estudiante que tendría éxito en la materia (ver página 94). Por esta razón siempre estaba, de alguna manera, pendiente de ella. Por ejemplo, cuando Judith entregó el primer parcial con cara enojada Pablo le preguntó qué le había sucedido y, al entregarle corregido el segundo parcial cuya nota era menor que la necesaria para promocionar, le dijo: “no sé que me hiciste”.

Como puede verse en las conversaciones anteriores, Judith realmente necesitaba que alguien con estatus docente valorara su razonamiento para así obtener confianza en las prácticas que desarrollaba. Por este motivo era tan importante para ella que la escuchasen y que los docentes se mostrasen

accesibles y cercanos. Además, aunque se sintiera insegura, no estaba dispuesta a perder toda su legitimidad frente a él. Una vez que Pablo le mostró que, de alguna manera, la tenía en cuenta acercándose a charlar o dirigiéndose a ella de manera más informal, Judith pudo restablecer su relación con él y hasta aceptó plantearla en términos que antes le molestaban.

#### 5.7.1.1 *¿Por qué no vienen?*

Los docentes ensayaron distintas estrategias para fortalecer su relación con los estudiantes. Juan solía acercarse a algunos de ellos durante los recreos para conversar de distintos temas. También los contenía pidiéndoles que hablaran con él si pensaban dejar la carrera. Para Mariana, que estaba bastante desanimada luego de los primeros parciales, esta propuesta fue algo muy positivo y aunque la charla nunca se materializó, la sola posibilidad sirvió para tranquilizarla bastante.

Pablo buscó acercarse a los estudiantes a través de la página web de la materia. Mediando el cuatrimestre, la asistencia a la comisión de prácticos de la que estaba a cargo había sido realmente baja —menos de 20 personas de los 60 asignados inicialmente—. En este contexto creó un foro titulado: “¿Por qué no vienen?”. Varias cadenas de mail se armaron dentro de este foro. Transcribo tres de ellas. Una con el subject “Primera piedra” iniciada por Pablo, otra con el subject “Es la única materia promocionable!” iniciada por un alumno y otra, también comenzada por un estudiante, con el subject “Quiero más TALLER!” Estas cadenas son las que apuntan a la inquietud inicial de Pablo —el resto de los mails son acerca de las notas de parciales y finales—. En estos mensajes puede verse una gran variedad de opiniones y de experiencias en el primer año<sup>27</sup>:

**Subject: primera piedra** de Pablo - viernes, 16 de mayo de 2008, 19:28

Hola a todos, este nuevo foro parte de mi inquietud con respecto a la asistencia, especialmente a mi comisión.

Quisiera leer opiniones (mejor si se acercan y me las dicen) sobre cómo se puede mejorar la clase, si acaso no han tenido una buena atención, etcétera.

La primera pregunta que tiro es la que da nombre al foro.

Saludos a todos, estamos para ustedes.

**Re: primera piedra** de César [*Alumno*] - domingo, 18 de mayo de 2008, 04:22

hola Pablo. CREO Q LOS CHICOS YA NO VAN, PORQ, MUCHAS VECES NO ENTIENDEN ALGO, Y ESO TE BAJONEA...

<sup>27</sup> Transcribo el texto perdiendo algunos aspectos del formato del mail para así poder preservar mejor el anonimato de las personas que escribieron. Cada mensaje comenzaba con una pequeña foto de la persona que escribía, al costado se encontraba el subject en negrita, abajo el autor, la fecha y la hora. A continuación venía el cuerpo del mail. Para la transcripción he tratado de respetar al máximo el tipo de letra y la indentación escogida por las personas que escribieron. Tampoco he corregido errores de ortografía, de acentuación ni de redacción.

AMI ME PASA CON MATEMATICAS Y ANALISIS. A ESTA MATERIA LA AGARRO MAS EL PROBLEMA ES QUE A VECES ME OLVIDO DE LAS COSAS, MUY SEGUIDO, Y POR ESO ME SAQUE UN 4 EN EL PARCIAL. PERO, CREO Q LA CAUSA PRINCIPAL PORLA Q LOS CHICOS, CASI NO VAMOS, ES POR ESO.

ES MI OPINION, NO SERA LA MEJOR, PERO ES LO QUE SIENTO YO...

**Re: primera piedra** de Felipe [*Alumno*] - domingo, 18 de mayo de 2008, 10:18

JUSTAMENTE... SI, A MI ME PASA ESO, NO ENTIENDO NI MU... PERO CON MAS RAZON TRATO DE IR, Y TAMBIEN A LOS HORARIOS DE CONSULTA... APROVECHEN LA SEMANA DE MAYO

ESTA ES EN DEFINITIVA LA CARRERA QUE HAN ELEGIDO POR QUE LES GUSTA... PARA MI EN PARTICULAR LAS CLASES ESTAN BIEN DADAS... Y SI, ME CUESTA BASTANTE Y TIENE UN RITMO DIFICIL DE SEGUIR... PERO CON MAS RAZON TENEMOS QUE IR... PILAS CHICOS Y SI ESTO REALEMENTE LES GUSTA PONGALE GANAS...

SE QUE POR AHI TE AGARRA UN SUEÑO OOOO ENORME Y NO AGUANTAS MAS Y DECIS "VAMOS A JUGAR AL METEGOL QUE SALEN PELOTITAS GRATIS.." PERO BUENO, EN DEFINITIVA PENSANDO LO BIEN EN LA VIDA NADA ES GRATIS Y HAY QUE SACRIFICARSE UN POQUITO, Y COMO BIEN DIJIMOS SI ESTO ES LO QUE REALMENTE LES GUSTA ++PILAS++, Y PORSUPUESTO QUE NO VA A SER FACIL, PERO SI NO NOS VAMOS A SACRIFICAR UN POQUITO, DEJEMOS DE PERDER EL TIEMPO...

ADEMAS EN NINGUNA OTRA FACULTAD SE VEN LAS POSIBILIDADES QUE TENEMOS NOSOTROS! NI EN LAS PRIVADAS.... DONDE HAN VISTO QUE TENGAN 1 DOCENTE Y 2 ASISTENTES PARA 20 MONOS LOCOS.... APROVECHEN ESA OPORTUNIDAD PARA SACARSE LAS DUDAASSSS, QUE LOS PROFES ESTAN PARA ESO... MOLESTARLOS HASTA CANSARLOS DE PREGUNTAS...

SE QUE HAY MUCHOS QUE TRABAJAN O HACEN OTRAS ACTIVIDADES Y SE LES COMPLICAN LOS TIEMPOS... Y SE COMPLICA MUCHOOOO MAS BUENO DEJO DE DAR ESTE SERMON ABURRIDO Y MUCHO ANIMO LICENCIADOS/AS.

= :) [*Emotición smile*]

**Re: primera piedra** de Miguel [*Alumno*] - domingo, 18 de mayo de 2008, 20:52

Hola, yo opino lo mismo que César, me pasa que no tengo tanta motivacion que digamos

Lo que dice Felipe es verdad, las clases están buenas, en los prácticos a pesar de eran bastantes, al menos cuando yo iba, y sin embargo , estoy seguro de que todos se sacaban todas las dudas , ¿que más que eso Pablo?

Creo que mi poca motivacion es porque todavia no me acostumbro, al igual deben haber muchos así.

Y estoy de acuerdo con lo que dice Felipe, cuando no entiendes algo, te bajoneas ,y cuando te atrasas también, o cuando te va mal.

Una sugerencia es que debería haber un grupo de la carrera, así podamos compartir más que contenidos, digamos más que abocados a lo técnico nomás, sino compartir experiencias y demás, con egresados y todo. Pero también la mayoría de las materias tienen página web o una especie de foro, así que hay algo.

Es una sugerencia, este post que empezó Pablo ya está cubriendo algo de eso.

Saludos gente,

Miguel

**Re: primera piedra** de Pablo - martes, 20 de mayo de 2008, 17:49

Quiero insistir sobre todas las cosas en lo que dijo Felipe en una parte de su mensaje,

APROVECHEN ESA OPORTUNIDAD PARA SACARSE LAS DUDAASSSS, QUE LOS PROFES ESTAN PARA ESO... MOLESTARLOS HASTA CANSARLOS DE PREGUNTAS... Realmente es lo que más deseo que suceda... Por ahí no lo dije con mucha alegría: fue después de un examen y mucha gente se había equivocado en cosas que yo mostré explícitamente en clase (y una cosa muy importante, si no se entienden las explicaciones, deben insistir para obtener una mejor!!).

Y quizá cuando lo dije ya había muy poca gente para escucharlo, por eso uso este medio para repetir el llamado.

Lo que sí quisiera ahondar es en lo que dice Miguel:

Creo que mi poca motivación es porque todavía no me acostumbro, al igual deben haber muchos así.

¿A qué no se acostumbran? Hay infinitas opciones: es todo muy muy distinto a la secundaria, y más en FaMAF, porque se estudian cosas que están muy descuidadas en la escuela. Pero me gustaría conocer su perspectiva.

Saludos a todos, espero sus respuestas.

**Re: primera piedra** de César [Alumno] - martes, 20 de mayo de 2008, 19:08

mi colegio era una porquería... los profesores eran los que se fugaban, y nosotros quedábamos en el aire, después te aprobaban sin motivos, y yo me metí acá...

**Re: primera piedra** de Fabián [Alumno] - miércoles, 21 de mayo de 2008, 13:20

SI.. igual mi colegio... El nivel al que nos tenían acostumbrados era de terror (ahora lo veo).

POr eso para mí cuesta tanto ponerse las pilas... Aceptemoslo, la mayoría somos pendejos todavía...

Y como dice Felipe, hay que ponerse las pilas y muchos de nosotros. NO TIENE EL HÁBITO de estudiar. Y cuesta enderezar lo mal aprendido.

Saluz

**Subject: Es la única materia promocionable!** de Néstor [Alumno] - sábado, 17 de mayo de 2008, 20:26

Hola chicos. Les quería tan solo recordar que esta era la única materia promocionable que teníamos. Debe ser bastante pesado tener que rendir 3 finales.

Para los que ya no pueden promocionar, igual vengan che! NO ES LO MISMO ESTUDIAR EN TU CASA SOLO!

y para los que pueden promocionar... ¡QUE NO LES GANE LA VAGANCIA!

Bueno, les dejes saludos

Néstor

**Es la única materia promocionable?** de Pedro [*Alumno*] - miércoles, 21 de mayo de 2008, 22:43

Hola, creo que Analisis Matematico también es promocionable, pero obviamente, son muy pocos los q tienen esa opción :S [*Emotición desconcertado*]. Yo no promocioné la materia, solo estoy regular, pero igual voy a clases. Igual ultimamente voy a Ciudad Universitaria y no entro a clases porque ya me cansé de estar todo el día sentado mirando el pizarrón, los bancos son bastantes incomodos y tenemos poco taller. Lo que nos enseñan en taller muy pocos lo entienden (no se porqué), por suerte a mi no me pasa. bueno al final no di ninguna solución ;) [*Emotición guiño*], ja... nos vemos luego, un abrazo =P [*Emotición broma*]

**Re: Es la única materia promocionable?** de Patricio [*Alumno*]- jueves, 22 de mayo de 2008, 00:01

see es son muy incomodos esas sillas.. encuanto a laboratorio la mayoría no entiende por que nunca programaron nada.. yo en mi vida programe y entiendo muy poco lo que vemos.. no es que explique mal la profe.. si no que va muy rapido

**Re: Es la única materia promocionable?** de Pablo - jueves, 22 de mayo de 2008, 17:13

Acuerdo totalmente, ese aula es un asco total: tiene mala luz, mala acústica, todo mal. A los bancos no los probé durante 4 horas (en mi época también me escapaba del práctico!).

Pedro se quejó de que tienen poco taller. ¿Les gustaría tener más taller, o (por ejemplo) cambiar algunas horas de teórico/práctico por taller con la compu?

Hay una cosa que tienen que tener en cuenta: si les cuesta empezar a programar, es perfectamente normal. Si tienen compañeros que no les cuesta nada, también es normal. La programación requiere que se desarrolle cierto tipo de intuición, que algunos ya la traen por algún motivo y otros no. Pero se puede conseguir mediante práctica. "Más sabe por viejo que por diablo". Esto último vale exactamente igual con los ejercicios del práctico. Y esto tiene una conexión muy profunda, que justifica los contenidos de esta materia y de la que viene (Algoritmos I): hay una relación directa entre lógica y programas. Juan les debe haber contado algo de eso.

Saludos...

P.D.: la relación a la que me refiero en el último párrafo es el "isomorfismo de Curry- Howard" [http://en.wikipedia.org/wiki/Curry\\_Howard\\_isomorphism](http://en.wikipedia.org/wiki/Curry_Howard_isomorphism). Está en inglés y es bastante complicadito, pero lo pongo por completitud.

**Re: Es la única materia promocionable?** de Felipe [*Alumno*] - jueves, 22 de mayo de 2008, 19:41

hola. si sin duda los bancos son bastante incómodos!!!... es verdad... 4 horas ahí es medio secante..

Pero... por lo menos tenemos bancos .... en muchas otras de las facultades... (agronomía por ejemplo...) se sientan en el piso por que no tienen suficientes bancos.. o bien... están parados todo el día... :S [Emotición desconcertado] nuestra facultad es una de las más lindas...(en mi opinión) tampoco justifico que la infraestructura este bien... debería tener más comodidades TODA la UNC... pero bueno... miren así también pasan en muchos colegios del norte.. donde los chicos van a caballo (kilómetros) o CAMINANDO para poder ir a la escuela... donde también comen, y el presupuesto que tienen por parte del gobierno para darles de comer es de 0.25 ctvs por día.. con eso les dan de comer? (un chupetin cuesta eso ahora) y los chicos quieren ir a la escuela... :S [Emotición desconcertado] bueno... el punto es que podríamos estar peor... por eso cuidemos lo que tenemos q parece poco pero es mucho con respecto a los que otros tienen... no se enojen con migo, se que la rutina tan agoviante por ahí cansa... pero bueno... pila pila.... primer año todos lo dicen que es difícil sera por algo no?

les deseo muchos éxitos y que logren lo que se propongan

Saludos

Felipe!

ahhh por cierto si hicieron una "autosuma" o una planilla de cálculo en excel alguna vez.. probablemente esa fue su primera experiencia como programador/ra

**Quiero mas TALLER!** de Pedro [Alumno] - sábado, 24 de mayo de 2008, 03:56

Hola de nuevo :D [Emotición risa], Ya que propusieron sacarnos horas del teórico/práctico y darnos mas horas en el taller, creo que podrían sacarnos media hora del teórico y media hora del práctico, si total todo el mundo se va media hora antes de que termine la clase. je... bue' son delirios, quien sabe que será de nosotros.

p/d: en el taller deberían darnos dos o tres ejercicios iguales (del mismo tipo) antes de pasar al próximo tema, como para q practiquemos suficiente lo q acabamos de aprender y no nos quede nada en el aire. Son propuestas, quizás no funcionen, q se yo :S [Emotición desconcertado].

bue, un abrazo.

**Re: Quiero mas TALLER!** de Carolina [Alumna] - domingo, 25 de mayo de 2008, 01:55

Vengo leyendo varias de las respuestas y trato de aportar un poco algunas opiniones. En primer lugar no se si nos “propusieron” sacar ni poner horas de ningun lado, me parece que la pregunta apuntaba más a conocer los problemas que estamos teniendo a la hora de cursar. Ahora, me pregunto cómo hacer de estos planteos muy individuales algo que pueda servirnos como propuesta. Las discusiones sobre si los bancos son duros o no, me parece que ponen la cuestion en algo no solo muy individual sino en un terreno medio dudoso de reclamar cierto tipo de “servicios” que la facultad debería darnos. No sólo es cierto que comparativamente la Famaf tiene muchas ventajas por sobre otras, sino que no estamos teniendo una discusión sobre otras cuestiones que también son asunto nuestro como estudiantes, como lo pedagógico, o incluso sobre (por ejemplo) que los horarios son muy dificiles de llevar para alguien que labura (que no son pocos), más en una universidad pública. En muchos casos se plantea sobre cómo tienen que hacer los profes para salvar nuestra falta de pila para el laburo o la cursada. Me parece que hay alguna diferencia entre reclamar un derecho (del que tenemos que hacernos cargo) y exigir una ganancia. La pregunta es, si alguien no quiere estudiar, va a servir que el profe se ponga más “divertido”?

Por otra parte, si bien no podría opinar mucho sobre la distribución del plan de estudios, me parece que el peso sobre el material más teórico (si se quiere poner así) es una apuesta propia de la Famaf sobre qué debe manejar un profesional para ser Lic. en Computación. Tal vez haría falta más horas de taller (aunque la carga horaria ya es de por si pesada), no lo se, pero si considero que si se tratara de aprender a programar con un lenguaje particular, estudiar acá no tendría diferencia con un terciario o incluso con bajarte un manual de la web y aprender de pecho (ambas cosas que como resultado más mediato te llevan a programar). Ta bueno por ahí manejar esa diferencia, si es que efectivamente está pensado de esa forma, para darle un sentido a muchas de las cosas que ahora parecen algo densas.

Espero sirva de algo. Prometo escribir más corto la próxima =-) [*Emotición smile*]<sup>28</sup>

[*Transcripción mail del foro - 16-25 de mayo de 2008*]

En primer lugar, me parece importante resaltar que a través de un medio como el mail los estudiantes pudieron expresar muchas opiniones que usualmente quedaban confinadas al círculo de compañeros más próximos.

Algunos mensajes muestran que sus autores se están apropiando fuertemente del discurso de los docentes y de los estudiantes de cursos avanzados, repitiendo, en algunos casos, casi textualmente lo que éstos dijeron en distintas ocasiones (ver, por ejemplo, en la sección 5.6 el discurso de los alumnos pertenecientes al centro de estudiantes). Otros realmente parecen

<sup>28</sup> Considero que este mail está fuertemente impregnado por la experiencia de Carolina como estudiante de Comunicación Social —en una facultad muy diferente a la FaMAF— y por su situación laboral —trabajaba numerosas horas como docente en la escuela secundaria—.

arengas trayendo a escena la necesidad de aumentar la motivación y de alentarse frente a ámbitos difíciles de enfrentar.

Algunos motivos que los estudiantes consiguen dar frente a la falta de motivación son la falta de comprensión, la imposibilidad de seguir el ritmo propuesto por la materia y los malos resultados en los exámenes. Cuando Florencia decidió dejar la carrera esgrimió razones similares. Casi podría decirse que, al igual que el discurso de los docentes, la dificultad conceptual y el ritmo necesario para la materia son una constante a la hora de hablar sobre la experiencia del primer año.

Los alumnos tienen problemas para relacionar lo que se propone en la materia con otros conceptos o prácticas anteriores a la facultad. Durante todo el cuatrimestre escuché numerosas veces frases como “Nunca había visto esto”, “a esto nunca lo había hecho antes” que dan cuenta de esta imposibilidad de establecer vínculos con prácticas anteriores. El poco tiempo que se dedica al taller de laboratorio acentúa esta sensación ya que muchos estudiantes esperaban que muchas de las actividades que realizaran en la facultad involucraran utilizar una computadora.

Como ya lo dijera en secciones anteriores, el ritmo de la materia y del primer año en su totalidad, se transforma para muchos estudiantes en una rutina agobiante. Las dificultades para seguirlo y, a su vez, tener un trabajo dan cuenta de que la carrera está pensada para estudiantes con dedicación exclusiva.

El proceso de adaptarse a los cambios que implica el inicio de la carrera (con su ritmo y sus dificultades) en comparación con la escuela secundaria tampoco se manifiesta como algo sencillo.

En los mensajes también surgen ciertos signos de distinción de la carrera. La posibilidad de contar con más docentes que muchas de las carreras de la UNC se percibe como un privilegio y como un factor que debería redoblar el compromiso de los estudiantes. Otro indicador es el “énfasis en lo teórico” que mencionara Carolina.

La percepción de todas estas características habla de que los estudiantes van pudiendo construir una visión de la carrera y de la facultad.

### 5.7.2 *Con los compañeros*

Los estudiantes con los que trabajé fueron tejiendo diversas relaciones entre ellos, todas muy vinculadas a la colaboración en el aprendizaje y a la contención frente a los exámenes, el desgano y la frustración. Solían reunirse frecuentemente para estudiar, tanto en los prácticos como en largas sesiones luego de clases donde, según me contaban, se ayudaban entre sí, discutían, corroboraban resultados, intentaban todos juntos resolver un

ejercicio particularmente difícil y también hablaban de los más diversos temas.

Los compañeros tenían un rol importante a la hora de expresar sentimientos y de compartir opiniones frente a las vivencias que iban enfrentando. La afectividad y la confianza que se construye al reconocerse como personas en las mismas condiciones eran importantes. La respuesta que diera Judith cuando Carolina le preguntó cómo andaba durante un recreo apunta en esta dirección: "Con todas las cosas de mi vida bien, pero con este tema mal. ¡A mí lo que me preocupa es que estamos a siete días del parcial y nos están bombardeando!"

El grupo o el compañero de banco también permiten expresar ideas que no se dirían a toda la clase. A través de comentarios por lo bajo, frecuentemente marcados por el humor y la ironía, los estudiantes solían conversar con sus pares sobre la dificultad o la falta de comprensión de los temas que se trataban en ese momento en la clase.

Las relaciones entre los estudiantes con los que trabajé se volvieron conflictivas cuando las definiciones de los comportamientos requeridos por la facultad no eran las mismas para todos los miembros del grupo. El ritmo al que debían avanzar y el tiempo que dedicaban al estudio, colocado muchas veces en términos de prioridades, fueron definiciones que causaron conflicto entre ellos y que culminaron con el alejamiento de algunos de sus integrantes:

*[Antes del segundo parcialito. Mariana se levantó y salió del aula al terminar el teórico]*

JUD Ayer estudiamos todo el día con Gabriel y David. Yo estudio bien con Gabriel porque más o menos tenemos el mismo nivel. En Análisis como yo ya tengo una base de otra carrera no me cuesta y ya me pasé tres tardes explicándoles a los chicos. A mí no me importa eso, es más, me ayuda a estudiar. Pero en esta materia yo necesito tomarme mi tiempo, porque yo no sé lo que estamos viendo. Entonces me molesta tener que pasarme la tarde explicando cuando el otro no sabe lo más básico, puede ser que no entienda un paso difícil, pero que no entienda que  $p \equiv true \equiv p$  que es un axioma que usamos mil veces, ya no.

*[Reconstrucción clase práctica - 6 de mayo de 2008]*

Luego de la entrega de los primeros parciales la actividad de Mariana se volvió muy fluctuante. Continuaba yendo a la facultad, solía comentar que estaba bastante "bajoneada" y, por lo general, al terminar el teórico salía del aula y se quedaba charlando con algún compañero. Esta dinámica incomodaba bastante a Judith que tenía grandes dificultades para aceptar otras formas de compromiso con la carrera que no fueran las estipuladas formalmente por los horarios de clase. Así, no podía comprender que Mariana siguiera asistiendo sólo a algunas clases o que permaneciera afuera

del aula la mayor parte del tiempo. De hecho, muchas veces solía referirse a Mariana como una estudiante que, al igual que Florencia ya “había dejado” la carrera.

Sin embargo, para Judith el grupo era algo importante. Ella y David eran los que más activamente armaban reuniones de estudio y los que más hablaban de cómo estaba el grupo. En uno de los teóricos a los que Carolina faltó ella dejó su lugar habitual y fue a sentarse junto a Gabriel en la parte de atrás del aula. Desde este lugar pudo ver a Francisco cuando llegaba y dónde se sentaba —a mitad del aula del lado derecho—. Él habitualmente ocupaba este lugar sólo que Judith no se había dado cuenta y, en ese momento, le llamó mucho la atención que eligiera sentarse solo. Al salir de la clase durante el recreo me comentó bastante preocupada: “El grupo se está desmembrando, Carolina no vino y Francisco se sentó en otro lado”.

Unos días más adelante durante un almuerzo en el Comedor Universitario en el que parte del grupo se sentó en una mesa donde no entraba el resto —Judith, Carolina y yo— me enteré que el grupo estaba en conflicto. Transcribo aquí el fragmento desde mi cuaderno de campo:

JUD Hace varios días que el grupo está medio separado y el viernes estuve hablando con David sobre eso [...] Me dijo que había algunos que sacaban provecho de las juntadas pero no ponían nada. David junta demasiado el compañerismo con el estudio, si no estudiamos juntos no somos compañeros. Si a mí no me sirve no me voy a juntar y eso no significa que no seamos amigos.

LET ¿Qué paso? ¿Por qué te dejó de rendir juntarte con ellos?

*[Judith me cuenta que decidió dedicarle menos tiempo a la facultad y que antes, cuanto ella se juntaba con ellos, se pasaba todo el tiempo explicándoles y ella no tenía problemas con eso]*

JUD No es por hacerme la genia ni nada, a lo mejor es porque yo tuve otra formación, pero ahora que tengo menos tiempo ya no puedo hacer eso. Entonces prefiero estudiar sola o con Carolina.

*[Reconstrucción almuerzo - 3 de junio de 2008]*

Finalmente, Judith y Carolina se volvieron compañeras de estudio. Como no compartían comisión, Judith trabajaba mayormente sola en las comisiones y, de vez en cuando, le hacía alguna consulta a Francisco. David y Gabriel continuaron trabajando y estudiando mayormente juntos.

Cuando el cuatrimestre promediaba, la estructura de grupo para trabajar en los prácticos se fue haciendo cada vez más rara. La cantidad de estudiantes en las clases iba menguando y la mayoría trabajaba solo o a lo sumo con un compañero al lado con el que ocasionalmente entablaba conversación. Así, parecía que cada cual iba avanzando solo y haciendo consultas a medida que lo iba necesitando. El grupo más numeroso del curso resultaba ser, casi siempre, el que yo observaba.

Como puede verse en las citas anteriores, el ritmo al que debía avanzarse y la dificultad de los tópicos —puesta en términos del nivel de cada uno— no eran problemas que se restringían sólo al vínculo entre docentes y estudiantes sino que atravesaban también las relaciones entre pares. Vivido muchas veces como una carrera que los va dejando exhaustos a medida que el cuatrimestre avanza, la cuestión del ritmo no dejaba mucho margen para la solidaridad entre los que lo iban siguiendo y aquellos que no. Los grupos que terminaban fortaleciéndose eran aquellos en los que el nivel y el ritmo eran más homogéneos.

## 5.8 TERMINANDO EL CUATRIMESTRE

A medida que fue avanzando el cuatrimestre se fueron sucediendo los exámenes parciales de todas las materias. Las calificaciones obtenidas se constituyeron en indicadores importantes para los estudiantes. Cada vez había menos alumnos en las clases y las inasistencias de los estudiantes con los que trabajé se hicieron más habituales. Los comentarios sobre el cansancio que iban sintiendo se volvieron moneda corriente. Hacia el final del cuatrimestre era común encontrarlos charlando entre ellos durante las clases o verlos resolviendo ejercicios de otra parte de la materia, sobre todo del laboratorio, en horarios de práctico. Dedico esta sección a relatar algunos episodios que hablan de este estado. En primer lugar, transcribo gran parte de los diálogos que se generaron durante una de las últimas clases teóricas en donde Juan les propuso a los estudiantes que hicieran una evaluación de la materia. En segundo lugar, incluyo algunas conversaciones que dan cuenta de las emociones y las estrategias que fueron construyendo los estudiantes que no lograron aprobar los exámenes.

### 5.8.1 *Evaluando y aconsejando desde el teórico*

El 12 de junio fue el último teórico que Juan dictó. Al comenzar la clase comentó que ese día tenía la intención de hacer una evaluación de la materia para que los chicos pudieran hacerle críticas y sugerencias. Así, les pidió que fueran pensando “qué cosas les parecieron bien y qué cosas cambiarían”. Luego de hacer otros comentarios propuso comenzar con la evaluación y lanzó el siguiente interrogante: “Casi todos los fines de cuatrimestre me hago la misma pregunta y siento la misma frustración, ¿por qué quedamos menos de la mitad?” A continuación transcribo parte de la charla que se dio en ese momento. Dada la acústica del aula, algunos comentarios se perdieron:

- Est1 Una de las cosas que hace que quedemos menos es Álgebra [...]
- Est 2 Esta es la materia más fácil.
- JUAN *[Bromeando]* ¿Es la materia más fácil? Entonces les tengo que pedir más, me estoy poniendo viejo...
- [Juan pregunta sobre las expectativas que tenían al entrar a la facultad]*
- Est3 A veces no estamos acostumbrados a la facultad y Álgebra necesita más tiempo...
- Est4 De lo poco que sabemos de computación, el Hugs no te gusta mucho al principio pero después te va gustando más. Yo sé que esto es lo que va a seguir y no tanto Álgebra o Análisis.
- Est5 Es feo tener clases en las Baterías.
- JUAN Eso es porque no hay aulas tan grandes en la facultad [...]
- Est6 Están un poco descoordinados, los teóricos de los prácticos y los laboratorios.
- JUAN Esta materia es democrática *[Comenta que los docentes de la materia no trabajan en equipo sino que cada uno se ocupa de la parte que le corresponde. Luego hace un resumen del curso y de las ideas que lo llevaron a construir de esa forma el currículo]*
- Lo más difícil en la programación es que estamos trabajando con sistemas que exceden la capacidad humana para entender [...]. Necesitamos herramientas que nos ayuden a entender [...]. Si les tiro un razonamiento de diez líneas y les digo que lo resuelvan no tienen ninguna chance de que puedan hacerlo, sin pasarlo a la lógica no hay posibilidad de resolverlo [...]. Si en cinco minutos lo pasás todo a la lógica y en treinta minutos hacés la cuenta o lo resuelven o encuentran el contraejemplo [...]. Necesitamos tener formalizaciones que nos permitan escribir y reescribir sacando todo *[Lo que sea detalle]*, eso es lo que nos va a permitir pensar [...].
- La computación es como una ingeniería en el sentido de que tiene que ver con la construcción de artefactos, un programa es como la construcción de artefactos. Como disciplina ingenieril está bastante pobre, ¿qué pasa? ¿qué ocurre? La primera razón es que programar es difícil o muy difícil y la respuesta que se dice a eso es que las empresas quieren vender y si después el programa está mal hay que pagar para arreglarlo. Estamos tratando de cambiar eso, con la responsabilidad que eso tiene.
- [Hace un comentario acerca de los programas incorrectos que causan perjuicios a las personas que los utilizan como el software para los cajeros automáticos. Agrega que una vez le sucedió que el sistema se cayó y el cajero no le entregó el dinero pero sí se lo descontó]*
- ¿Quién garantiza que esos sistemas son correctos? Un buen programador debe evitar eso, si el sistema se cae antes de la transacción entonces debe volver atrás, esas son cosas de Bases de Datos de hace 30 años atrás [...]

Si conocen a alguien que programe sabrán que no todo el mundo estudia lógica. Ver lógica en el primer año es un problema, este curso no es un curso de lógica sino un curso sobre como usar la lógica [*Agrega que en segundo año hay una materia donde la lógica pasa a ser el objeto de estudio y no una herramienta*] Lo que pasa en muchas carreras es que falta la conexión entre la lógica y la programación. [*Profundiza esta idea asociando a la parte lógica el estudio de la semántica y del Álgebra de Bool, y a la parte de programación, la práctica de construir programas recurriendo a heurísticas no formales*]

JUAN Esa separación entre talleres y materias se da mucho y eso es un error. [*Juan y los estudiantes hablan de la materia Algoritmos 1 que es la materia de programación del cuatrimestre siguiente y de la historia del Windows*]

Est 7 ¿Cuándo tenemos que aprender inglés?

JUAN Yes, aprender inglés ayuda mucho.

Est7 ¿Cuándo?

JUAN As soon as possible [*Subraya que no le agrada decirles a los estudiantes que tienen que aprender inglés pero casi todo el material está en inglés*] No hace falta saber inglés sino saber leer inglés técnico que es mucho menos. Si después se dedican a la vida académica también van a tener que saber escribir inglés técnico que es mucho menos que saber escribir en inglés [...]. Esta materia ya tiene bibliografía en inglés y no creo que se vaya a traducir [...]. No es difícil, se sientan con el libro, un diccionario y un amigo que sepa un poco. Empiezan. La primera página van a tardar lo mismo que las dos segundas y así. Un día, sin darse cuenta, leen de corrido [...].

Est8 En el caso de que uno quiera programar para Linux, ¿qué lenguaje de programación? Que sea fácil.

JUAN En general cualquier lenguaje de programación está disponible para cualquier plataforma. Depende de lo que quieras hacer, ya hay muchas cosas hechas sólo que hay que elegir las adecuadas [...]. No hay respuesta para eso, todo depende de lo que quieras hacer. Yo les diría, si quieren hacer cosas divertidas, bueno, Haskell, que ya saben, Python es un lenguaje bonito [...]. C es un lenguaje que se usa mucho para las cosas básicas. Lo ideal es que ustedes sepan los conceptos y después elijan los lenguajes. Eiffel es un lenguaje hermoso.

[*Un estudiante comenta algo sobre el Software Libre*]

JUAN Cuando uno aprende el lenguaje de la comunidad [*Del Software Libre*] se vuelve un programador mucho más eficaz, uno aprende a reutilizar mucho código, lo van a ir aprendiendo por necesidad, hay tantas cosas dando vueltas que no se puede aprender todo. Necesitan algo, lo aprenden [...].

Chicos, un consejo, para las materias, no se presenten al pedo a las materias, si no saben no se presenten. No es muy bueno en el currículum tener cinco bochazos. Si a uno le fue mal en el parcial es casi seguro que le va a ir mal en el final. Eso es estadísticamente muy fuerte. Si les fue mal en el último parcial entonces es casi 100 % que les va a ir mal, para no frustrarse. Otra cosa, ya es medio tarde para eso... si no pueden hacer todas las materias entonces hagan dos o una, muchas veces el ritmo es muy fuerte o por miles de razones [...]

Est9 ¿Cuáles serían las dos materias que se tendrían que hacer?

JUAN Yo haría, ya sé que no les va a gustar, Álgebra y Algoritmos.

Est10 ¿Y se puede seguir avanzando con las correlativas?

JUAN Sí, se puede seguir avanzando. Mucha gente quiere seguir todo y al final se queda con nada. Sean sinceros consigo mismos, vean cuánto están dispuestos a estudiar, digo, no es una vergüenza. Algoritmos I es una materia difícil, muchos prácticos y es la materia esencial. No es porque la dicte yo sino porque después de computación no pueden hacer nada.

*[Transcripción clase teórica - 12 de junio de 2008]*

A lo largo de toda esta conversación se mencionaron varias cosas que considero relevantes. Por parte de los alumnos vuelve a surgir el tema de acostumbrarse a la facultad, tal como apareció en las cadenas de mails (ver sección 5.7.1.1). En este proceso de adaptación para ellos parece importante, en primer lugar, sobreponerse a la primera impresión de las materias que no coincide con las ideas que ellos tenían y, en segundo lugar, conseguir ubicar el lugar de las materias propias de matemática y las más cercanas a la computación, con la idea de que las primeras deben pasarse —una especie de mal necesario— y las segundas serán las que se vayan haciendo más frecuentes. Las preguntas de los estudiantes sobre la programación siempre apuntan a los lenguajes de programación mientras que Juan habla en términos de herramientas lógicas para resolver un problema siendo el lenguaje con el que se programa una decisión casi secundaria.

Juan también utilizó la conversación para expresar muchas de sus ideas acerca de la programación que son las que justifican el currículum que construyó para la materia. Aparecen también algunos consejos muy propios de la facultad, como el no presentarse a rendir para no acumular aplazos en el promedio que ya había sido mencionado por otros estudiantes de años más avanzados (ver sección 5.6). Nuevamente surge el tema del ritmo y esta vez es el docente el que recomienda focalizar la atención en algunas materias en lugar de tratar de hacer todas. La justificación de esta decisión viene dada, otra vez, por la dificultad de las materias que continúan pero también por el compromiso que cada estudiante esté dispuesto a asumir.

## 5.8.2 «Resistiré» el final del cuatrimestre

Los estudiantes que no habían conseguido aprobar los exámenes parciales fueron construyendo posiciones diferentes en relación al cuatrimestre siguiente. Algunos pensaban cursar nuevamente todas las materias mientras que Gabriel no concebía que todo el tiempo que había invertido en el estudio fuera en vano. La siguiente viñeta, extraída de mi diario de campo, ilustra estas posturas y las formas que los estudiantes encontraban para explicitar cómo se sentían:

*[Durante un recreo, Francisco, Gabriel y yo esperamos en la fila de la fotocopidora para copiar la hoja de enunciados del práctico 8]*

LET ¿Y terminaron el práctico 7?

GAB ¡Terminar es una manera de decir! No, no lo terminamos.

*[Se acerca Carlos [CARL], un estudiante cercano a Francisco y a Gabriel al que había visto varias veces pero con el cual nunca había conversado. Empezamos a hablar sobre el parcial de Matemática Discreta]*

CARL Si no va bien será cuestión de hacer todo de nuevo el año que viene.

GAB No, eso no puede ser.

LET ¿Por qué?

GAB Esa opción no puede ser por el tiempo que uno le dedicó a todo esto, de alguna forma tengo que encontrarle la vuelta a esto.

CARL *[Bromeando]* De última será cuestión de ponerse a cantar en la plaza San Martín.

FRAN Yo toco la guitarra.

GAB Y yo aprendo a tocar el saxo. *[Todos reímos]* Si seguimos así nos vamos a quedar “cantando al sol como la cigarra”<sup>29</sup>.

*[Todos comienzan a recordar otras canciones cuyas letras les sirven para expresar la experiencia que están viviendo. La primera en ser mencionada es “Resistiré”<sup>30</sup> y Gabriel propone otra llamada “Yo renaceré”]*

*[Carlos me pregunta acerca de mi investigación]*

CARL ¿Y desde cuándo está haciendo esto?

LET Desde hace dos años, desde al año pasado.

CARL ¿Y los chicos del año pasado eran mejores que nosotros?

29 Aquí Gabriel se refiere a la famosa canción de María Elena Walsh. Transcribo la primera estrofa y el estribillo de la canción: *Tantas veces me mataron/ tantas veces me morí/ sin embargo estoy aquí resucitando/ gracias doy a la desgracia/ y a la mano con puñal/ porque me mató tan mal/ y seguí cantando.// Cantando al sol como la cigarra/ después de un año bajo la tierra/ igual que el sobreviviente/ que vuelve de la guerra.*

30 El estribillo de la canción es: *Resistiré, erguido frente a todo/ me volveré de hierro para endurecer la piel/ y aunque los vientos de la vida soplen fuerte/ soy como el junco que se dobla, pero siempre sigue en pie/ resistiré, para seguir viviendo/ soportaré los golpes y jamás me rendiré/ y aunque los sueños se me rompan en pedazos, resistiré, resistiré.*

LET Por lo que pude ver, el año pasado pasó más o menos lo mismo que está pasando ahora.

GAB ¡O sea que les dan con todo al final del cuatrimestre!

[Reconstrucción recreo - 5 de junio de 2008]

Considero que esta conversación da cuenta de la magnitud de la apuesta que estos estudiantes estaban haciendo sobre la carrera. Por lo menos para Gabriel, el esfuerzo invertido servía como un mecanismo para fortalecer su compromiso. Los términos que usan también hablan de las grandes dificultades a las que se enfrentaban llegando a concebir el espacio de la carrera como un lugar de lucha, de desafío y de resistencia.

Una estrategia que encontraron David y Francisco fue dejar de estudiar algunas materias para concentrar su atención en aquellas en las que tenían más posibilidades de quedar como estudiantes regulares. Así, faltando menos de un mes para finalizar el cuatrimestre y luego de los segundos parciales de todas las materias David decidió dedicarse a *Introducción a los Algoritmos* y a *Matemática Discreta I*, quedando como alumno libre en *Análisis Matemático I*. El siguiente es un diálogo entre ellos dos, donde se contaron sus ideas y percepciones:

[Durante un práctico. Ese día los estudiantes tenían parcialito de práctico a la mañana y parcialito de laboratorio a la tarde]

FRAN ¿Vos sabés programación?

DAV ¿Qué?

FRAN Si sabés lo del laboratorio.

DAV No [...] Voy a hablar con la profesora [Del laboratorio] para ver si me deja rendir el jueves [Se refiere a rendir el parcialito del taller de laboratorio con la comisión de los jueves] y si no por ahí conviene prepararse directamente para el final, son dos ejercicios más.

FRAN ¿Y para esto?

DAV No. No estudié nada. Vi un ejercicio el sábado.

FRAN ¡Es que no te da tiempo para todo! [Agrega que él quiso estudiar Álgebra pero que no tuvo tiempo]

DAV Yo me voy a quedar con esto [con *Introducción a los Algoritmos*] y con Álgebra [...] A mí no me da la campera, que los que quieren seguir que sigan. Yo hago los ejercicios que puedo, los que puedo sacar los saco. Los que son todos iguales sí pero los que no...

[Transcripción clase práctica - 10 de junio de 2008]

Luego de bastantes cavilaciones y de hablar con David y Judith, Francisco decidió darle prioridad a *Introducción a los Algoritmos*. Él ya estaba como alumno regular en *Análisis Matemático I* y para regularizar *Matemática Discreta I* debía aprobar las dos partes del tercer parcial (ver sección 5.4.2). Para

regularizar *Introducción* necesitaba aprobar el segundo parcialito de laboratorio —con lo que estaba muy atrasado— y el segundo parcial. Frente a esta situación dejó de asistir a las clases de *Análisis*, no se presentó al tercer parcial de *Matemática Discreta I* (quedando como alumno libre en esa materia) y se puso a estudiar fuertemente *Introducción*. Finalmente consiguió regularizarla y la última semana del cuatrimestre faltó a todas las clases porque ya estaba estudiando para rendir los finales.

Para estos estudiantes el salir del ritmo pre-establecido por la facultad, con el correspondiente atraso y prolongación de la carrera, fue una decisión de un alto costo. Antes de poder tomarla Francisco y David hablaron muchas veces con sus compañeros y en estas conversaciones podía notarse la frustración que les producía. Varios meses más tarde, durante las entrevistas, todos me dijeron que cuando comenzaron la carrera nunca imaginaron que “se atrasarían”. Sin embargo, esta elección fue lo que les permitió seguir adelante con la carrera.

## 5.9 RECORRIDOS DESPUÉS DEL PRIMER CUATRIMESTRE

Luego del primer cuatrimestre cada uno de los estudiantes con los que trabajé siguió caminos diferentes, volviendo a encontrarse con algunos de sus compañeros sólo en algunas materias. En esta sección presento sus recorridos después del primer cuatrimestre cursado e incluyo, además, aspectos que creo que marcaron el camino de algunos de ellos, sobre todo durante el tiempo que compartimos juntos.

### 5.9.1 *Francisco*

Durante el recreo de la clase en donde Juan había propuesto realizar una evaluación de la materia (ver sección 5.8.1) me acerqué a hablar con Francisco sobre los temas que se habían tratado. Me contó que él no había participado de la discusión porque no se animaba a hablar frente a todo el curso pero que no tenía problemas en contarme su opinión de la materia “cara a cara”:

LET ¿Y? ¿Qué pasa?

FRAN No, más o menos lo mismo que dicen todos, van muy rápido y no te da tiempo para todo.

LET ¿Y eso sería lo único para mejorar?

FRAN No sé si mejorar.

[Continúa hablando sobre los libros de cada una de las materias]

En Álgebra tenemos un apunte pero es como un resumen y con eso no me alcanza. En Análisis, donde el profe también la lleva bastante rápido, encontré un libro en la biblioteca que creo que se llama Spivak.

LET ¿Spivak o Stewart?

FRAN Stewart. El Spivak era el que era un quilombo. Con este libro me lleva más tiempo pero así entiendo.

LET ¿Y acá?

FRAN Y acá no. Era mucho, no tenía tiempo para leer. Además no estaba todo sino algunos capítulos, yo leía y me daba cuenta de que faltaba lo que seguía.

LET Fran, ¿y alguna vez vos habías programado?

FRAN No, no tenía ni idea.

LET ¿Y alguna vez habías hecho algo con la compu?

FRAN Sí, me gustaba, yo la ayudaba a mi vieja con algunas cosas del Word y del Excell, no es que sepa Word y Excell. Y una vez desfragmenté un disco, lo hice y después no sabía cómo lo había hecho [...] Otra vez rompí una máquina [Ríe]

*[Le pregunto sobre cómo veía él su estudio]*

FRAN Sí, yo estudié. En la secundaria yo tenía fama de vago, como que estudiaba para zafar pero ahora en la facu ya no quiero zafar más. Yo estudié, no soy como los chicos de la primera fila que se nota que son unos bochos. Hay algunos que estudian todo el día, yo no puedo. Yo llego a mi casa, descanso una hora y después me pongo a estudiar una hora o dos, dejo y después vuelvo.

LET ¿Y no estudiás en grupo?

FRAN No, nunca me lo planteé. Estudiar con Judith estaría bueno porque ella sabe mucho y yo le podría enseñar algo. A mí me dijeron que cuando entrara en la facu que estudiara en grupo, pero no [...] Estaría bueno [Estudiar con Judith] ella sabe más, no sé qué le podría enseñar. Lo que pasa es que también perdés tiempo porque te juntás con alguien y, por ahí, te ponés a hablar de otras cosas o te desconcentrás porque uno te pregunta de otro ejercicio y dejás el que estás haciendo. Yo a veces me atraso porque quiero resolver solo un problema. Lo miro, por ahí estoy una hora pensando y no pido ayuda y no quiero pedir ayuda porque lo quiero hacer yo. [Agrega que el día anterior había estado media hora pensando como hacer una función del laboratorio. Como le había pedido a Judith los ejercicios, después de esa media hora leyó como lo había hecho ella. Después lo dejó por un rato y volvió a intentar resolverlo él solo]

*[Reconstrucción recreo - 12 de junio de 2008]*

Puede verse el gran contraste entre las prácticas que Francisco realizaba con la computadora antes de entrar a la facultad y las que debió aprender durante el primer cuatrimestre. El cambio en los hábitos de estudio y en la forma de percibirse a él mismo también aparecen como relevantes en su

recorrido. Finalmente, vuelve a surgir la idea de la individualidad que, en mi opinión, fue una de las cosas más distintivas de su experiencia. Como ya se viera en la sección 5.3.2, para Francisco era sumamente importante conseguir hacer las cosas solo. De alguna manera Francisco se percibe como el único protagonista de su carrera mientras que los docentes y los compañeros ocupan roles secundarios.

Durante el primer cuatrimestre de 2008 Francisco cursó las tres materias correspondientes al plan de estudios. En la primera fecha de exámenes aprobó *Introducción a los Algoritmos* y desaprobó *Análisis Matemático I*. En la segunda fecha aprobó *Análisis*. En *Matemática Discreta I* quedó como alumno libre.

En el segundo cuatrimestre de 2008 cursó *Algoritmos y Estructuras de Datos I*, quedado como alumno libre; *Análisis Matemático II*, quedando como alumno libre y el recursado de *Matemática Discreta I*, aprobando el examen final. En el primer cuatrimestre de 2009 se inscribió en el recursado de *Algoritmos y Estructuras de Datos I*, pudiendo aprobar el examen final y en el recursado de *Análisis Matemático II*, desaprobando el final. Durante el segundo cuatrimestre de 2009, época en la que realizamos la última entrevista, se encontraba cursando *Álgebra* y *Análisis Matemático II*.

### 5.9.2 Mariana

Como ya mencioné anteriormente, luego de no conseguir aprobar ninguno de los primeros parciales, Mariana continuó yendo a la facultad, asistía a los teóricos y luego se quedaba afuera del aula charlando con algún compañero. Era habitual escucharla decir que estaba “re-bajoneada” y que no se presentaba a los exámenes porque “no quería dar lástima”.

El último día de clases hablé con ella durante el recreo. Le pregunté si estaba estudiando para rendir el final del *Curso de Nivelación* y me comentó que estaba estudiando en su casa y que había hablado con David para estudiar pero que cuando él podía ella no y viceversa. Agregó:

MAR Espero que me vaya bien, porque yo estudio pero a la hora de rendir. . .

Si no lo rendiré de nuevo en agosto y si no en diciembre. Si ahí ya no apruebo voy a dejar porque perder otro año más al pedo, no.

LET Mariana y ¿qué te parecieron los temas del cursillo después de haber hecho este cuatrimestre?

MAR Una boludez, mucho más fácil. El año que viene voy a volver a hacer las materias de nuevo.

LET ¿Y vos creés que va a ser distinto a este año?

MAR Sí, yo creo que sí, voy a estar mucho más preparada, yo este año caí y vine ciega y me encontré con una pared enorme.

[Reconstrucción recreo - 19 de junio de 2008]

Para Mariana el volver a cursar las materias era la posibilidad con la que más cómoda se sentía vista la enorme ruptura entre lo que ella esperaba de la facultad y lo que luego encontró. Creo que el aprendizaje más importante que marcó esta primera parte de su recorrido fue el poder hacerse una idea mucho más realista del tipo de temáticas que se tratan y del grado de complejidad de las mismas.

Así, en el segundo cuatrimestre de 2008 volvió a cursar las tres materias, aprobó *Introducción a los Algoritmos* al final del año y rindió sin éxito *Análisis Matemático I*. Al comenzar el 2009 volvió a inscribirse en *Matemática Discreta I* y en *Análisis Matemático I* y a mediados del año intentó infructuosamente rendir *Análisis Matemático I* en dos oportunidades. En el segundo cuatrimestre de 2009 se inscribió para cursar nuevamente esta materia, junto con *Matemática Discreta I* y *Algoritmos y Estructuras de Datos I*. Al finalizar ese cuatrimestre no consiguió aprobar en dos oportunidades *Análisis Matemático I* ni *Matemática Discreta I*.

### 5.9.3 Judith

En el segundo parcial a Judith le faltaron unas décimas para llegar al siete y seguir en el camino de la promoción que era su objetivo. Pablo le comentó que todavía podían negociar su promoción si obtenía una buena nota en el tercer parcial y que a los estudiantes que promocionan con algún parcial por debajo de siete como castigo no les ponían la nota que suma el promedio de los parciales sino un punto menos.

En función de todo esto ella decidió no ir más a las clases de *Análisis Matemático I* —ya estaba como alumna regular— y dedicarse a estudiar a fondo *Matemática Discreta I* —necesitaba aprobar sólo una parte del tercer parcial— e *Introducción a los Algoritmos*. Conversé con ella antes de que comenzara el tercer parcial de *Introducción* y allí me contó que había conseguido regularizar *Matemática Discreta I* y agregó “si me va bien en éste, tengo que sacar siete o más, voy a haber cumplido todos mis objetivos”. Fue así como ocurrió, Judith promocionó *Introducción a los Algoritmos*.

En el primer cuatrimestre de 2008 Judith cursó las tres materias correspondientes al plan de estudios. Promocionó *Introducción a los Algoritmos* y aprobó *Análisis Matemático I*. Rindió tres veces *Matemática Discreta I* y luego de recursarla consiguió aprobarla. En el segundo cuatrimestre cursó *Algoritmos y Estructuras de Datos I* y aprobó el examen final, regularizó *Análisis Matemático II* y quedó como alumna libre en *Álgebra*. En el primer cuatrimestre de 2008 cursó y aprobó *Algoritmos y Estructuras de Datos II* y *Organización del Computador*, recurrió y aprobó *Álgebra* y abandonó *Análisis Numérico*. Durante el segundo cuatrimestre de 2009 estaba cursando *Introducción a la Lógica y la Computación y Probabilidad y Estadística* y había abandonado *Sistemas*

*Operativos*. Sólo le faltaba aprobar *Análisis Matemático II* para terminar el primer año y dos materias para terminar el segundo.

#### 5.9.4 *Gabriel*

La experiencia de Gabriel estuvo marcada por el problema del acceso al material para el estudio. Esta fue la primera preocupación que me comunicó al conocerme. Mientras hablábamos acerca de mi trabajo me preguntó: “¿Ya tenés una opinión formada acerca de cómo se accede a la información?” Como en un principio no entendí a qué se refería, le pedí que me explicara y él me contó que “a veces es difícil para nosotros acceder a la información, en esta materia no hay libro y hay cosas que necesitas que no se ven en las clases y tenés que buscarlas en libros y a veces eso no es tan fácil”.

Durante un práctico lo encontré en la fotocopidora de las baterías haciendo copias de un libro de *Matemática Discreta I*. Al preguntarle si ese era el libro recomendado por los docentes de la materia me contestó que no, que el libro recomendado era “taquigráfico” y agregó: “es para ver lo de conteo, acá está todo explicado”. Así, Gabriel pasaba gran parte del tiempo que dedicaba al estudio consultando distintos libros para ir armando, como en una suerte de rompecabezas, los materiales teóricos necesarios para comprender los temas. Creo que los reclamos de Gabriel con respecto a estos temas también revelaban cierta desconexión entre teóricos y prácticos ya que, según él, había cosas que no se daban en las clases que luego eran necesarias para los ejercicios. Toda esta situación le generaba mucha frustración porque el tiempo que debía invertir en la búsqueda y la lectura de la bibliografía era considerable.

Durante el primer cuatrimestre Gabriel cursó las tres materias correspondientes al plan de estudios. Regularizó, rindió y aprobó *Introducción a los Algoritmos* y *Análisis Matemático I*, quedando como alumno libre en *Matemática Discreta I*. En el segundo cuatrimestre recursó y aprobó *Matemática Discreta I* y quedó libre en *Algoritmos y Estructuras de Datos I* y en *Análisis Matemático II*. En el primer cuatrimestre de 2009 recursó *Algoritmos y Estructuras de datos I* y *Álgebra*, quedando libre en ambas materias. En el segundo cuatrimestre de 2009 estaba cursando nuevamente estas dos materias.

#### 5.9.5 *David*

Luego de desaprobar el primer parcial de *Matemática Discreta I*, los dos primeros parciales de *Introducción a los Algoritmos* y el primer parcial de *Análisis Matemático I*, David decidió dejar de asistir a esta última materia para focalizarse en estudiar las otras dos.

En julio de 2008 David intentó sin éxito aprobar el *Curso de Nivelación* por lo que no pudo inscribirse como alumno regular en ninguna materia. Aún así, se inscribió como estudiante libre en *Introducción a los Algoritmos* y en *Análisis Matemático I*.

A finales de 2008 aprobó el *Curso de Nivelación* y rindió dos veces, sin conseguir aprobar, *Introducción a los Algoritmos*. A comienzos del 2009 reprobó *Análisis Matemático I*. En el primer cuatrimestre de 2009 se inscribió como alumno regular en *Matemática Discreta I* y en *Análisis Matemático I*. A mediados del 2009 aprobó *Introducción a los Algoritmos* y reprobó *Análisis Matemático I*. Durante el segundo cuatrimestre de 2009 se inscribió para cursar *Algoritmos y Estructuras de Datos I* y *Análisis Matemático II*.

#### 5.9.6 Florencia

Cuando Florencia decidió no continuar con la carrera regresó a su pueblo natal debido a problemas familiares.

Durante el segundo cuatrimestre, ya de vuelta en Córdoba, realizó un curso de tres meses de duración de Diseño Web en un instituto privado.

Al comenzar el 2009 comenzó la Tecnicatura en Industrias Alimentarias en la UTN, carrera que seguía cursando cuando la entrevisté a finales de ese año. En esa época estaba realizando también un curso de Diseño Web Avanzado, continuación del que había hecho el año anterior.

Como puede verse, cada uno de estos estudiantes fue construyendo recorridos diferentes dentro de la carrera signadas por diversos aspectos de la experiencia. Algunos de ellos volvieron a ser compañeros en las materias posteriores, otros no. Algunos mantienen actualmente relaciones de amistad y otros no.

Con este capítulo he intentado describir el día a día de estudiantes y docentes durante el cuatrimestre que duró mi trabajo de campo. Buscaba clarificar qué prácticas se fueron construyendo, qué tipo de artefactos se manejaban, cómo eran las relaciones que se establecieron y de qué forma se iban percibiendo los estudiantes en este proceso. He tomado un fragmento de la vida de estas personas fuertemente empapado de su pasado y con un futuro en construcción. El siguiente capítulo estará dedicado a dar una primer respuesta al objetivo general de la tesis, y estará centrado, por lo tanto, en los procesos situados de aprendizaje.

## ¿QUÉ SE APRENDE DURANTE EL INGRESO A LA CARRERA?

---

En este capítulo pretendo realizar un primer análisis de los procesos situados de aprendizaje que se producen a partir de la participación en las prácticas del primer año de la carrera. Este objetivo me llevará, en primer lugar, a recorrer la perspectiva teórica, interrogándola principalmente sobre el significado que construye para el concepto de aprendizaje. A continuación, intentaré construir una respuesta al interrogante ¿qué aprenden los estudiantes?, poniendo en relieve el carácter complejo, situado y original que adquirieron estos procesos en el primer año. Luego, dado el profundo vínculo que la teoría establece entre aprendizaje y práctica, examinaré las principales prácticas establecidas por el currículum y los docentes y las creadas por los alumnos, finalizando con una reflexión sobre su efectividad para generar aprendizajes. Por último, haciendo uso de las categorías propuestas por Lave (1996c) para indagar los fenómenos que se reclamen como ejemplos de aprendizaje, intentaré reseñar cuál es el *telos* de los estudiantes, qué relaciones se establecen entre las personas involucradas en el primer año de la carrera y el mundo social y qué mecanismos de aprendizaje se ponen en marcha.

### 6.1 ¿QUÉ SE ENTIENDE POR APRENDIZAJE SITUADO?

Tratar de responder a la pregunta que da nombre a este capítulo involucra, inicialmente, escoger una perspectiva desde la cual concebir el aprendizaje. En esta dirección presentaré seguidamente, de forma resumida y general, el trabajo realizado durante años por Jean Lave y sus colaboradores en el marco de la llamada teoría del aprendizaje situado (Lave & Wenger, 1991; Chaiklin & Lave, 1996; Lave, 2010; Lave, 1996a; Lave, 1996b; Lave, 1996c; Lave, 1991; Lave, 1988; Wenger, 1998). Me centraré en las ideas que considero fundamentales en relación al aprendizaje mientras que algunas facetas de este complejo concepto se irán desarrollando con mayor profundidad en los capítulos siguientes.

En primer lugar, creo que es preciso dilucidar qué significa que el aprendizaje sea una actividad **situada**. Existen diversas interpretaciones de este concepto. Para algunas el adjetivo situado da cuenta de que la actividad está localizada temporal y espacialmente. Para otras, que el significado de las acciones y del pensamiento dependen del contexto social que les dio origen, involucrando a otras personas. De acuerdo a Lave y Wenger (1991) el adjetivo sirve para denotar una característica constitutiva de la actividad: “*no hay actividad que no sea situada*” (p. 33, traducción mía<sup>1</sup>). La atención se vuelca entonces a la constitución mutua de las personas, la actividad y el mundo.

Por lo tanto, el aprendizaje se entiende como una actividad situada social, histórica y culturalmente lo que implica que posee una naturaleza interesada para quienes están involucrados en él. El carácter situado de la actividad permite también concebir al conocimiento y el aprendizaje como relacionales y al significado como negociado (Lave & Wenger, 1991).

Lave concibe al aprendizaje como un **aspecto integral e inseparable de la participación en las prácticas situadas socialmente** (Lave, 1996c; Lave & Wenger, 1991). La realización de actividades, vista desde una perspectiva situada, involucra cambios continuos en el conocimiento y la acción, es decir, involucra al aprendizaje. Se desprende, entonces, que está presente en todas las actividades en y con el mundo; es una parte integrante de la actividad, aunque frecuentemente no se lo reconozca como tal. De alguna manera, el foco de la cuestión se invierte: ya no es problemático que se produzca el aprendizaje, lo que es complejamente problemático es lo que se aprende (Lave, 1996a).

Así, no puede hablarse de aprendizaje como un tipo particular de actividad, separada de las demás, ni del conocimiento como entidad estática. Más bien se entiende que el conocimiento es una construcción que se transforma al utilizarse y que tanto **el aprendizaje como el conocimiento son procesos de participación cambiantes en la práctica social en un mundo cultural e históricamente estructurado**. Ambos residen en las relaciones entre las personas, las tareas asignadas, las herramientas y el medio y no pueden, por lo tanto, localizarse en lugares particulares como, por ejemplo, la mente de las personas (Lave, 1996a).

Por último, considero importante esclarecer los conceptos de práctica y de participación que se convierten en ideas claves a la hora de concebir el aprendizaje desde esta perspectiva. La **práctica** se comprende como una unidad teórica abarcadora en donde suceden las relaciones entre la persona, la actividad y la situación (Lave, 1996a). Según Wenger:

*“práctica connota hacer algo, pero no simplemente hacer algo en sí mismo y por sí mismo; es hacer algo en un contexto histórico y social*

<sup>1</sup> “*there is not activity that is not situated*” (Lave & Wenger, 1991:33)

*que otorga una estructura y un significado a lo que hacemos” (Wenger, 1998: 47).*

Focalizarse en la práctica implica adoptar una visión relacional de las personas, sus acciones y el mundo. El concepto de **participación** está basado en la idea de negociación y renegociación constante de significados en el mundo. La noción de participación disuelve las dicotomías entre pensar y hacer porque enfatiza que la comprensión y la experiencia se constituyen mutuamente (Lave & Wenger, 1991).

Desde esta visión intentaré dar respuesta a la pregunta que da origen al capítulo. Pido al lector que cada vez que se mencione al aprendizaje haga el esfuerzo por entenderlo en estos términos, bastante alejados de las concepciones habituales.

## 6.2 ¿QUÉ APRENDEN LOS ESTUDIANTES?

En el transcurso de analizar y describir los procesos situados de aprendizaje en el primer año, indefectiblemente me topé con el interrogante acerca de qué es lo que se aprende durante el ingreso a la carrera. En este sentido, de forma similar a Lave (1996c) juzgué importante indagar sobre cuáles son los resultados de todo un cuatrimestre de trabajo dentro del primer año.

Partiendo de la concepción de aprendizaje antes descrita, durante el trabajo de campo y en el proceso de análisis llegué a comprender que los estudiantes estaban involucrados, simultáneamente, en una multiplicidad de aprendizajes. Estaban aprendiendo, entre otras cosas: matemática, lógica y programación, su lenguaje y sus relaciones; a interpretar enunciados; a resolver problemas y ejercicios; a autorregular su trabajo; a crear estrategias de estudio; a manejar artefactos como digestos, hojas de ejercicios, Hugs, Linux, etc.; a participar de los distintos espacios didácticos de la materia; a relacionarse con estudiantes y docentes; a reconocer diferencias con la escuela secundaria y las posiciones que ocupan estudiantes y docentes en la carrera y la facultad y, en particular, las posiciones que pueden ocupar los ingresantes; a construir una visión de la carrera y de la facultad, una concepción del aprendizaje, el fracaso y la deserción; a rendir exámenes y construir el significado de la evaluación; a fracasar; a resistir; a percibir y lidiar con el ritmo establecido al que se debe avanzar; a amoldarse al currículum; a descubrir razones y estrategias para permanecer en la carrera; a manejar cuestiones administrativas; etc.

Pensando en que el aprendizaje es siempre complejamente problemático, cada uno de estos ítems no puede considerarse un bloque simple sino que **cada uno está compuesto por un conjunto de aprendizajes profundamente relacionados**. Aprender a relacionarse con otros estudiantes involucra

aprender a pedirles ayuda y consejos, por ejemplo, al momento de decidir a qué materias darles prioridad; aprender a escuchar, a expresarse y a construir espacios para hacerlo —como los comentarios susurrados durante los teóricos o los grupos en los recreos—; construir un lenguaje común y compartir parte de la historia personal de cada uno. Para el grupo de estudiantes con los que trabajé, aprender a construir relaciones fue un proceso muy vinculado con la contención y el apoyo:

*[Los chicos deciden quedarse a la consulta de laboratorio que hay de 15 a 17 hs. Francisco prefiere irse y David le insiste para que se quede]*

FRAN ¡Pero si no entiendo nada!

DAV Bueno, pero si no venís... es recíproco! Dale, quedate.

*[Al final Francisco decide quedarse y va a comprar comida con David]*

*[Reconstrucción de clase práctica - 29 de abril de 2008]*

FLOR *[Refiriéndose a sus colegas]* y el compañerismo mismo de no entender algo y te lo explicaban y darte fuerza *[Imitando a sus compañeras]* ¡Ah! ¡Seguí! ¡No dejes! De hecho, siempre me dijeron: seguila, seguila o volví a recursarla, volví a comenzarla. Siempre estuvieron así.

*[Transcripción entrevista - 22 de septiembre de 2009]*

Como lo muestran estas citas, el aliento y la insistencia de los compañeros en continuar perseverando y la construcción de relaciones de colaboración en lo que respecta a los contenidos de la materia eran dos procesos que se iban desarrollando de manera entrelazada. Aprender a relacionarse entre pares también envolvía la preocupación por los demás, estando al tanto de sus dificultades y de los motivos de sus inasistencias y, simultáneamente, la comparación del propio desempeño en función del de los otros. Así, cada vez que le preguntaba a uno de los estudiantes por sus compañeros de grupo, siempre sabía si había asistido a las últimas clases de las materias y cuáles habían sido sus calificaciones en los últimos exámenes. Luego de las entregas de las evaluaciones, conversaciones como la siguiente eran comunes:

*[Pablo entrega corregido el segundo parcialito. El mismo consistió en dos ejercicios, el primero valía 0.4 puntos y el segundo 0.6 puntos. Francisco se acerca a Judith]*

FRAN ¿Y? ¿Cómo te fue?

JUD *[Saqué]* Un 0.4 porque no pude terminar de resolver el *[Ejercicio]* dos. *[Se la nota decepcionada porque los docentes no le otorgaron ningún puntaje por todos los pasos que había hecho en ese ejercicio]* ¿Y a vos cómo te fue?

FRAN Uno.

JUD Pero, ¿pudiste sacar el dos?

FRAN Sí.

JUD No me habías dicho que te salió el dos.

FRAN Sí, hice un montón de pasos pero me salió.

JUD ¡Ah!

*[Ambos comparan sus resoluciones y concluyen que a Judith le faltaron muy pocos pasos para terminar la demostración. Francisco le aconseja que vaya a hablar con los docentes para pedirles que le otorguen parte del puntaje correspondiente al ejercicio]*

*[Reconstrucción clase práctica - 13 de mayo de 2008]*

Así, aprender a relacionarse con los compañeros fue un proceso que entremezclaba la preocupación por los otros y la comparación —y en algunos casos la competencia— con los otros.

El aprendizaje de la lógica y la programación involucraba una multiplicidad de procesos complejamente entrelazados, como aprendizaje de las relaciones entre la matemática y la programación, el aprendizaje de símbolos nuevos, su utilización e interpretación, el aprendizaje de la demostración, etc. Aprender a participar de cada espacio didáctico de la materia conllevaba aprender en qué momentos se conversaba y cuándo no; qué, cómo y cuándo y a quién se preguntaba; cómo se respondía a las preguntas de los docentes y qué tipo de alumno esperaba cada profesor.

A su vez, todos estos aprendizajes tampoco pueden pensarse como bloques aislados. **Existen numerosas interrelaciones entre ellos** lo que desdibuja fuertemente sus fronteras. Aprender a relacionarse entre compañeros se vinculaba con las posiciones que podían ocupar los ingresantes, particularmente, con la legitimidad que poseían —generando, por ejemplo, relaciones de resistencia y contención frente al fracaso y al ritmo de avance establecido—. El tipo de actividades a las que se enfrentaban también contribuía: algunas de ellas propiciaban la colaboración, como las sesiones de prácticos o de estudio; otras, como las evaluaciones, la competencia.

El aprendizaje de contenidos lógicos y matemáticos se conectaba también con el aprendizaje de la visión de la carrera y de la facultad. Justamente los contenidos tratados eran la razón principal para distinguir la carrera de otras con títulos similares convirtiéndola en una carrera “que va a la base”, como dijera Gabriel. Y eran también los contenidos los que contribuían a aprender una visión de la misma como difícil. A su vez, la dificultad de los temas ayudaba a aprender una visión del fracaso y de la deserción como algo —de alguna manera— natural o esperable. Todo esto estaba vinculado con una forma de entender el aprendizaje que también fue algo que los estudiantes aprendieron en el transcurso del cuatrimestre. Los siguientes fragmentos de clases, extraídos de mi diario de campo, muestran que esta visión supone la existencia de un momento —casi un instante— en el que la

comprensión se alcanza y hasta que esa ocasión llegue es preciso perseverar y no desesperar:

*[El profesor del teórico, Juan, introduce el tipo función y el tipo lista junto con algunas de sus operaciones]*

JUAN No se asusten si les quedan las cosas en el aire por estas semanas, asústense dentro de unas semanas. A esto hay que ir masticándolo de a poquito hay muchos conceptos, mucha notación nueva, ya lo van a ir masticando.

*[Nota in situ clase teórica - 25 de marzo de 2008]*

JUAN Veamos los axiomas de la equivalencia.

⇒

Bueno, acá agárrense de la silla porque hasta que entiendan lo que significa.

⇒

*[El profesor presenta todos los axiomas de la equivalencia] [...]*

¿Estamos hasta acá? Ya sé que esto cuesta primero tragarlo y luego digerirlo, pero bueno, traguen ahora y después lo vamos a seguir viendo.

*[Como título]*

Axiomas de la equivalencia

$((p \equiv q) \equiv r) \equiv (p \equiv (q \equiv r))$

*[Nota in situ clase teórica - 3 de abril de 2008]*

Las metáforas alimenticias contribuían a construir una visión del aprendizaje como un proceso individual en el que los estudiantes «incorporan cosas». Creo importante resaltar que este discurso no pertenecía solamente a los docentes; los estudiantes de años más avanzados también lo compartían (ver, por ejemplo, la charla que dieran los integrantes del centro de estudiantes en la página 135). Recogí una muestra de esta apropiación del discurso cuando entrevisté a Judith. En esa ocasión ella consiguió repetir casi textualmente estas ideas al hablar de las expectativas de sus profesores:

JUD Creo que lo que deben ellos *[Los docentes]* esperar es que... uno como alumno, no sé si pueda llegar a comprender la totalidad de lo que te están enseñando, porque yo creo que cada uno tiene su proceso, pero por lo menos, el hecho de prestar atención a lo que estás tratando de inculcarles, de enseñarles y que lo sigas arrastrando para adelante.

[*Hablando como si fuera un docente*] Si hoy no entendiste esto, bueno, vos confiá que hoy es así, que mañana lo vas a hilar con lo que sigue y te van a caer todas las fichas juntas. Eso era lo que muchos nos decían, sobre todo en Álgebra [...] ellos nos decían: puede que inducción hoy no lo entiendan, inducción es un concepto muy amplio, muy poderoso, entonces puede que no lo entiendan ahora, pero ustedes háganlo, hagan, hagan, hagan, en algún momento lo van a entender.

[...] Yo creo que en parte es eso, ¿no? Desde hoy te enseño, tratá de absorber y comprender lo más que puedas, y lo que no puedas seguilo machacando. No te quedes como que es un concepto de esta materia y después viene otra y chau, digamos, esto se terminó y se hundió.

[*Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009*]

Según esta visión habría dos «etapas» en el aprendizaje. Una primera en la que se asimila, se mastica, se machaca, se trabaja mecánicamente y una segunda en la que se comprende en profundidad los conceptos que se manejan. El tránsito por la primera etapa, marcado por las ideas de resistencia y perseverancia, correspondería en gran medida a los primeros años de la carrera lo que también contribuye a delimitar las posiciones que ocupan los estudiantes ingresantes.

En contraposición con esta aparente apropiación del discurso docente, observé que cada estudiante le asignaba un significado diferente a los consejos y comentarios de los profesores y de sus pares y, de hecho, cada uno elegía como relevantes distintos aspectos de ellos.

A partir de lo dicho en los párrafos anteriores, coincido con Lave (1996a) al considerar que la producción del aprendizaje no era algo problemático dentro del primer año. Lo que sí era complejamente problemático era **lo que se aprendía**. En cada una de las conversaciones entre docentes y estudiantes, en cada ejercicio que resolvían juntos, en cada comentario por lo bajo se generaba un aprendizaje rico en donde se entretejían y se iban definiendo entre sí una gran variedad de elementos:

[*El profesor repasa las funciones piso y techo<sup>2</sup>. Comenta que en los lenguajes de programación sólo está definida la función piso y, por lo tanto, la función techo debe definirse a partir del piso. Señala que la solución a este problema no es obvia y, junto a los estudiantes, derivan la definición*]

<sup>2</sup> La función *techo*, denotada con los símbolos  $\lceil \ ]$ , se aplica a un número real  $x$  y devuelve el mínimo número entero  $k$  no inferior a  $x$ . Por ejemplo  $\lceil 3,54 \rceil = 4$ . La función *piso*, denotada por los símbolos  $\lfloor \ ]$ , se aplica a un número real  $x$  y devuelve el máximo número entero  $k$  no superior a  $x$ . Por ejemplo,  $\lfloor 3,54 \rfloor = 3$ .

JUAN No esperaba que lo hicieran solos. Esto es realmente hacer programas, no hacemos demostraciones por el solo hecho de demostrarlas, con esto encontramos la solución y al mismo tiempo la demostración de la corrección.

*[Los estudiantes formulan muchas preguntas sobre la forma en que se construyó la demostración]*

JUAN Programar no es sentarse y esperar a que se me ocurra una idea, programar muchas veces es hacer cuentas y en este curso la idea es darles herramientas para que puedan hacerlo.

*[...]*

*[Mientras el profesor continúa hablando, Carolina y Judith comentan por lo bajo sobre el primer parcial]*

CARO Norberto *[el profesor encargado de su comisión]* me dijo que aunque no sabía muy bien por qué, hubo más dificultades con los ejercicios de tipo que con los teoremas y demostraciones.

*[Judith le cuenta que durante la clase anterior de laboratorio habían construido un razonamiento correcto para resolver uno de los ejercicios pero que perdieron muchísimo tiempo por no darse cuenta de que la indentación que estaban usando para definir la función no era la correcta]*

JUD Lo mismo nos pasó con *[La definición de la función]* números pares, probamos miles de cosas y lo último que se me iba a ocurrir era usar el mod *[Se refiere a la función módulo]*. ¡Esas cosas las vimos pero una sola vez!

☞

*[Mientras tanto el profesor escribe con letras grandes abarcando casi todo el pizarrón]*

Don't panic!

*[Nota in situ clase teórica - 24 de abril de 2008]*

En esta cita puede verse cómo los estudiantes aprendían, de forma entera, sobre el valor de la evaluación, los temas que los docentes consideraban más complejos, el nivel que esperaban que los estudiantes alcancen, las expectativas que tenían, el tipo de oyente que esperaban para las clases, la visión de aprendizaje que sostenían y el tiempo involucrado en estos procesos, al mismo tiempo que aprendían a relacionarse entre ellos, a contar

sus experiencias y a valorar las temáticas que estaban estudiando. Lo que se iba aprendiendo dependía también de cómo cada uno y entre ellos iban pudiendo interpretar la actividad que realizaban.

Con respecto al **carácter distribuido del conocimiento y el aprendizaje**, considero que uno de los momentos en los que esto se revelaba más claramente era cuando observaba a los estudiantes resolver demostraciones en los prácticos. En esas ocasiones, el aprendizaje iba emergiendo a partir de los vínculos que se establecían *in situ* entre los estudiantes, el enunciado del ejercicio, el Digesto de Axiomas (que presentaba ordenados de una manera particular a los axiomas y hacía uso de ciertas letras para enunciarlos), los consejos y estrategias sugeridos por los docentes, los ejercicios que acababan de resolver, la distribución espacial en la que se encontraban (quién estaba más cerca, quién podía sostener la hoja de axiomas o de prácticos o dónde apoyarlas, cómo colocaban el cuaderno para que los compañeros o el docente pudieran ver la resolución), la hoja cuadriculada en la que estaban trabajando y la distribución del ejercicio que iban construyendo en la misma (distintas columnas para cálculos auxiliares o para distintos caminos de resolución), los apuntes del teórico, el libro, etc. Cuando le pedí a Judith que intentara describir estos procesos de resolución, su respuesta volvió a poner de manifiesto este carácter distribuido y relacional del aprendizaje:

LET ¿Te acordás cómo llegabas a decir: bueno, este es el axioma que voy a usar?

JUD Claro. No, lo que pasa es que, sobre todo en los primeros ejercicios, nos daban la lista de axiomas que podíamos usar.

LET Sí, pero, ¿cómo elegías de esa lista?

JUD Y bueno, veía más o menos qué me podía ser útil. Por ejemplo yo veía que ahí [*Señala el enunciado del problema del que estamos hablando*] tenía negaciones y un término sin negar, ¿no cierto? Bueno,  $p$  true  $p$  [*Se refiere al axioma del neutro de la equivalencia:  $p \equiv True \equiv p$* ] no me servía. O sea, sólo iba observando para ver, de alguna manera, qué es lo que más me podía ayudar para poder demostrar lo que quería ¿no?

[...] En cuanto a mi forma de trabajar era eso, escribir, escribir. Cuando me doy cuenta de que acá se pueden hacer dos o más cosas, tomar la posibilidad. De hecho hay veces que agarraba una hoja [*Coloca la hoja que tiene en frente de forma apaisada*], escribía acá [*Hace el gesto de escribir una fórmula en el margen superior izquierdo de la hoja*], hacía así [*Dibuja una columna*], escribía acá [*Hace el gesto de escribir una fórmula al lado de la primera columna*], hacía así [*Dibuja una segunda columna*]. Porque yo desde el vamos me daba cuenta que podía arrancar de varias partes, entonces, bueno, arrancaba de la primera parte, ¿llegaba? No, no llegaba. Entonces seguía acá [*Señala la segunda columna*]. ¿Llegaba o no llegaba? y así. Por ahí se me empezaban a mezclar todas porque cosas de acá [*Señala una columna*] las podía usar acá [*Señala la otra*].

Pero bueno, la mayoría de los ejercicios salían pero había que ponerse mucho, sobre todo con éstos [*señala la hoja del práctico 5 que estaba sobre la mesa*] que, sigo insistiendo, son más complicados que ya una simple equivalencia.

[...] Yo trataba de aplicar los [*Axiomas*] más bases, porque sabía que justamente iban a estar bien aplicados, eran los que más manejaba y por ahí sí, se me hacía todo este choclo de cosas, como yo decía, pero me daba cuenta de que los podía simplificar y no era para asustarme ni nada por el estilo.

[*Transcripción entrevista - 20 de diciembre de 2008*]

Otros ejemplos se encuentran en las citas de las páginas 116 y 112 que muestran respectivamente a David y Gabriel y a Florencia y Judith resolviendo demostraciones. En ellos se puede apreciar como estos estudiantes iban elaborando sus demostraciones a partir del entrecruzamiento de las consultas al Digesto o a la hoja del compañero con las preguntas a pares y docentes, las experiencias pasadas y los consejos que habían recibido de sus profesores o pares.

Un aprendizaje importante durante el ingreso a la carrera que también se iba produciendo continuamente durante las conversaciones entre estudiantes y docentes es el relativo al fracaso en el primer año. Si bien la cuestión del éxito y del fracaso será uno de los focos de atención del capítulo 9 es válido plantear aquí una serie de interrogantes relacionados con él: ¿se aprende a fracasar? ¿se aprende **sobre el** fracaso? ¿se aprende **a partir del** fracaso?

Habitualmente, se piensa al fracaso como algo distinto del aprendizaje. Así, frecuentemente las razones que se esgrimen cuando una persona no aprende suponen que no puede o no quiere involucrarse en algo llamado «aprendizaje». Pero si concebimos al aprendizaje como un aspecto integral de la práctica social, la distinción entre aprendizaje y fracaso se hace mucho más borrosa (Lave, 1996a). Podría decirse que cuando el fracaso se vuelve parte de la práctica cotidiana entonces hay un aprendizaje involucrado en ese proceso.

Desde este enfoque tanto el éxito como el fracaso se consideran organizaciones sociales e institucionales y no características de las personas. La falta de aprendizaje, el fracaso y el éxito son tanto posiciones como procesos sociales normales y activos, es decir, se construyen de forma tan habitual como la producción de conocimiento corriente (Lave, 1996a). La forma en que surgió esta investigación es uno de los ejemplos que da cuenta de la construcción sociocultural del fracaso dentro de la carrera. Al proponerme realizarla, el docente estaba —de alguna manera— instituyendo la cuestión, estaba reificándola como una problemática que merecía ser abordada.

Dado que el patrón de calificaciones en los exámenes de las materias se repite a lo largo de los años, antes de que los estudiantes ingresaran por primera vez en el aula, tanto el fracaso como el éxito ya se encontraban instalados allí y fueron surgiendo y siendo reconstruidos en las innumerables interacciones entre los participantes de las clases. Cuando entrevisté a los docentes preguntándoles acerca de sus estudiantes, todos ellos reconocieron rápidamente que un porcentaje reducido no tendrían problemas con las materias, serían aquellos a los “que no les cuesta” o “los que ya vienen con la facilidad” mientras que el resto tendría que realizar un gran esfuerzo, quedando muchos en el camino. De este modo, la construcción del fracaso es una tarea colectiva en la que se comprometen una multiplicidad de personas.

En síntesis, lo que los estudiantes de primer año estaban aprendiendo era complejamente problemático, relacional, múltiple y estaba distribuido en las actuaciones de las personas en los diferentes ambientes, es decir, estaba distribuido en prácticas de las que participaban.

### 6.3 LAS PRÁCTICAS Y LOS APRENDIZAJES

Pensando al aprendizaje como un aspecto integral e inseparable de prácticas de las que los estudiantes participan, emergen los interrogantes acerca de cuáles son dichas prácticas y cuál es su efectividad para dar origen a los aprendizajes descritos en la sección anterior.

Es claro que los estudiantes de primer año no participaban directamente de las prácticas propias de la programación ni de las de investigación. La carrera y la facultad, como toda institución educativa, **crean prácticas propias**, diferentes de las originales, a partir de la visión de un conjunto de personas acerca de cómo se conoce y de cómo debería aprenderse a programar. Algunas de estas prácticas, en las que los estudiantes participaban de diferentes maneras, eran las clases teóricas, las prácticas, los laboratorios, los prácticos expositivos, la resolución de problemas creados específicamente para el aula, las charlas de alumnos avanzados y con acceso al mundo laboral y los exámenes.

Si supongo que la práctica involucra el hacer dentro de un contexto histórico y social entonces no puedo afirmar que, por ejemplo, la práctica de las clases teóricas abarcaba sólo un docente hablando desde una tarima y un conjunto de estudiantes escuchando y tomando apuntes. Esta práctica comprendía también el contexto histórico y social de la carrera y de la facultad (los orígenes de la institución como un instituto de investigación, el surgimiento de las distintas carreras a lo largo del tiempo, el estatus de cada una de ellas, la formación de sus docentes fuertemente orientada hacia

la investigación, la imagen de la institución y de la carrera que se construye en los medios de comunicación, etc., cuestiones que describí en el capítulo 3) y todos los aspectos que se hacían explícitos en estas situaciones y los que no. Ejemplos de estos últimos pueden ser: el acuerdo tácito entre docentes y estudiantes acerca de que cada uno está en el aula para hacer lo que se supone que debe hacer de la mejor manera posible, cuáles son los conceptos previos necesarios para el estudio de los temas y la idea de que el proceso de aprendizaje implica, en primer lugar, aprender la teoría y luego las aplicaciones.

En su participación en estas prácticas impuestas, los estudiantes fueron creando una multiplicidad de prácticas que les permitían habitar, darle un significado propio y, hasta cierto punto, transformar las primeras. Prácticas como los almuerzos grupales en el comedor universitario o en el parque, las juntadas a estudiar fuera del horario de clases, los comentarios por lo bajo, la especulación con el cronograma de exámenes, la resolución grupal de ejercicios, el venir hasta la universidad pero en lugar de entrar a la clase quedarse conversando afuera con los compañeros, el acompañarse, apoyarse y compararse entre ellos, etc., fueron construyéndose con un carácter sumamente original y situado, es decir, se crearon en la relación dialéctica entre los estudiantes actuando y el entorno de esa actividad.

A lo largo del cuatrimestre varias dimensiones de la vida de los estudiantes comenzaron a **empaparse de los patrones de todas las prácticas involucradas en el primer año**. Tal fue el caso de la organización de la rutina diaria y de los fines de semana, la realización de actividades extra-facultad, la forma de hablar, las relaciones de amistad y los temas en los que comenzaron a interesarse y de los que hablaban. Es más, la participación en las prácticas de la facultad y las exigencias derivadas generaban en algunos estudiantes una sensación de saturación. Así, los equilibrios que los estudiantes con los que trabajé consiguieron lograr entre los tiempos destinados a la facultad y los dedicados a la familia, los amigos, el deporte, etc., siempre fueron inestables.

Si se toman como indicadores las evaluaciones parciales y finales, el conjunto de prácticas establecidas en el primer año pueden no resultar del todo **efectivas** para el aprendizaje de la lógica y la programación. Por el contrario, sí lo eran para muchos de los aprendizajes mencionados en la sección anterior. Al igual que Lave (1996c), considero que el principio de la efectividad residía en las intrincadas relaciones entre las prácticas, los cuerpos involucrados, el espacio y el tiempo en donde se desarrollaban, los cursos de vida y las relaciones sociales que se construían.

Así, la práctica de la clase teórica, llevada a cabo en un aula fuera de la facultad con capacidad para 300 alumnos, con asientos fijos al piso, un pizarrón y una tarima; donde los espacios que ocupaban los estudiantes y

el docente estaban diferenciados; con una organización temporal en la que la teoría precedía a la práctica; donde el docente decidía qué ejercicio se resolvía, cuánto tiempo otorgaba a la resolución y a continuación construía la demostración en el pizarrón; con una forma de interacción caracterizada por las preguntas del docente sobre los pasos necesarios para construir las demostraciones seguidas de las respuestas de algunos estudiantes que proponían el nombre de un teorema o axioma o recitaban parte de una fórmula; era efectiva a la hora de aprender las diferencias con la escuela secundaria, las posiciones que pueden ocupar los docentes y los estudiantes de la carrera y una visión del aprendizaje como un proceso individual de asimilación que, debido a la dificultad de las temáticas tratadas, puede resultar dificultoso por lo que precisa también de perseverancia.

Las charlas de estudiantes avanzados de la carrera era otra de las prácticas que, realizadas en momentos cercanos a los exámenes, dentro del aula del teórico y donde se compartían los cursos de vida de los oradores—fundamentalmente los aspectos relacionados con la carrera y la salida laboral—, era sumamente efectiva a la hora de aprender una visión de la carrera así como también para aprender razones para permanecer en ella y amoldarse al currículum de la misma.

Una parte importante del aprendizaje de lo que se esperaba de los estudiantes, de las relaciones entre pares y del aprendizaje involucrado en el fracaso se llevaba a cabo efectivamente a través de los vínculos entre la práctica de la evaluación, que era la única instancia en la que el trabajo de los estudiantes se valoraba; los cuerpos de los estudiantes más separados que lo habitual para evitar que se copien; el tiempo especificado para realizar el examen; la cuantificación de los resultados y la posibilidad de avanzar en la carrera marcando, en alguna medida, los cursos de vida de los estudiantes.

#### 6.4 TELOS, RELACIÓN SUJETO–MUNDO Y MECANISMOS DE APRENDIZAJE

Intentando dilucidar qué es una teoría del aprendizaje, Lave (1996c) propone una herramienta para interrogar a los fenómenos que se reclamen como ejemplos de dicho proceso. Para cada caso particular sería necesario poder delimitar y caracterizar:

- “[Un] telos: una dirección de movimiento o cambio del aprendizaje (...) [La noción] fomenta (...) un foco en las trayectorias de los aprendices a medida que éstos van cambiando,
- Relación sujeto–mundo: Una especificación general de las relaciones entre los sujetos y el mundo social,

- [Unos] *Mecanismos de aprendizaje: (...) más que herramientas y técnicas particulares para el aprendizaje en sí mismas, son formas de volverse un participante, formas de participar, y formas en las cuales los participantes y las prácticas cambian*" (Lave, 1996c: 156-157, traducción mía<sup>3</sup>)

¿Cuáles son —para el caso particular que estoy analizando— el telos, las relaciones sujeto–mundo social y los mecanismos de aprendizaje?

Considero que el **telos** de los estudiantes del primer año era volverse un profesional programador calificado en el mercado laboral. Esto contrastaba fuertemente con la tradición de la institución vinculada históricamente a la formación de investigadores. Un indicador de este punto es que todos ellos pensaban permanecer en la carrera hasta obtener el título intermedio de Analista en Computación en lugar de completar la licenciatura.

Con esta perspectiva, el primer año era vivido en muchos aspectos como el comienzo del recorrido de esa trayectoria y, como tal, estaba muy empapado por el deseo de convertirse en una clase particular de persona. De esta manera, para Francisco el hecho de que la carrera fuera el paso previo al ejercicio profesional hacía que concibiera a su estudio como una gran responsabilidad ya que debía capacitarse para responder correctamente dentro de un empleo.

Si bien todos buscaban convertirse en programadores, cada uno de ellos ingresó a la facultad con una idea diferente de lo que eso significa. Cuatro de ellos —Mariana, Francisco, Judith y Florencia— nunca habían programado anteriormente por lo que se acercaron a la carrera con una idea bastante vaga de esta tarea y motivados, principalmente, por la salida laboral que posee una persona con un título de programador. Los siguientes fragmentos pretenden ilustrar estas situaciones iniciales:

FLOR Sí, yo creo que es algo básico programar en esta carrera. Pero como nunca lo había hecho pensé que era más fácil. La verdad nunca había tenido programación, nada. Nunca había manejado un programa en programación, entonces dije: ¡Ah! ¡Bueno! Vamos a ver. Pensé que era fácil, la verdad. [Ambas reímos]

[Transcripción entrevista - 22 de septiembre de 2009]

3 • *Telos: that is, a direction of movement or change of learning (...) It encourages instead a focus on the trajectories of learners as they change,*  
 • *A subject–world relation: a general specification of relations between subjects and the social world,*  
 • *Learning mechanisms: (...) Rather than particular tools and techniques for learning as such, there are ways of becoming a participant, ways of participating, and ways in which participants and practices change.* (Lave, 1996c: 156-157)

FRAN Yo tenía esa idea y estaba mortal que me metía en la facultad de computación e iba a estar al frente de una computadora escuchando música, con auriculares y aprendiendo a programar y yo pensé que la programación no iba a ser eso de estar con lógica, matemática y que iba a ser tan complicado [...]

LET ¿Y qué pensaste que iba a ser la programación?

FRAN Yo pensé que iba a estar en Internet, que iba a bajar programas y que iba a estar más en el tema de que ya estaban hechos los programas.

*[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]*

Para muchos, entonces, la visión de la práctica de la programación que tenían antes de entrar a la carrera fue muy diferente de la que encontraron en la materia. Este contraste se materializaba muy frecuentemente en las charlas con otros compañeros bajo la forma de exclamaciones del tipo: “no esperaba que la carrera fuera así”.

Así, construir un panorama de la práctica de la programación y otorgarle un significado al volverse un programador no fueron procesos sencillos<sup>4</sup>, principalmente porque involucraban abandonar las ideas propias iniciales e intentar darle sentido a una visión ajena y externa que presentaban los docentes y el currículum. Estas divergencias hacían que tuvieran dificultades a la hora de relacionar las prácticas que se les presentaban desde la materia con la actividad de un programador:

FRAN [...] cuando nosotros vimos axiomas [...] uno los hacía *[A los ejercicios]*. Los hacía, y me iba re bien en eso y yo decía: pero, ¿para qué estoy haciendo esto? No sé para qué me va a servir. Y una clase Pablo me dice: bueno, mirá, vos a esto lo vas a usar pero de acá a un futuro, lo vas a usar mucho cuando estés programando [...] Vos vas a decir: esto no me sirve de nada, pero cuando vos lo pongas en una computadora o cuando vos trates de relacionar un programa que quieras que haga tal cosa con otro te va a servir mucho, me dice, así que aprendelo, y ¡bueno! [...]

LET ¿Y lo que te dijo Pablo en ese momento te sirvió para tranquilizarte? O sea, ¿te alcanzó esa respuesta?

FRAN No sé si para tranquilizarme pero más o menos como para saber por qué estaba haciendo lo que estaba haciendo [...] Y yo dije: bueno, ¡vamos a ver qué pasa en un futuro!

<sup>4</sup> No considero que estos procesos se realicen de manera acabada en el primer año. Probablemente se desarrollen durante toda la carrera y en la inserción en el mundo del trabajo. El primer año sería entonces, una etapa inicial en la construcción de estos significados.

Y Juan [...] hubo clases en las que llevó a gente recibida del FaMAF a que nos contara más o menos cómo iba la cosa. Una vez fueron dos personas [*Se refiere a la charla de José y Eduardo (Ver página 100)*] que miraron el pizarrón, vieron el teorema estrella y dijeron: ¡Uh! Por favor, memorícenlo porque éste les va a servir un montón. Y yo decía: ¡Uh! Bueno ¡listo! [*Ambos reímos*]. Y, no, más o menos, no sé si tranquilizarme, pero ver que lo voy a seguir usando, de que me va a servir para algo.

[*Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009*]

Estos momentos en los que los estudiantes tenían contacto con profesionales o en donde podían hablar con sus docentes eran claves a la hora de ir construyendo, al menos indirectamente, un panorama de la práctica de la programación. Era la palabra de los programadores, como practicantes expertos, la que legitimaba y ayudaba a dar significado a las prácticas áulicas.

Aquellos estudiantes que sí tenían experiencia previa en programación como Gabriel y David, pensaban que el paso por la carrera les permitiría conocer con gran profundidad los cimientos de la práctica:

[*Gabriel habla sobre un curso de programación que hizo antes de entrar a la facultad y lo compara con la carrera*]

GAB Yo conocí la programación a través de un lenguaje de programación [...] Lo que veíamos [*En el curso*] era Visual Basic, C++. Acá [*En FaMAF*] un poco puedo darme la idea de que la de todo eso es una base matemática. O sea, no totalmente pero puedo darme cuenta que viene de ahí. Nosotros veíamos, por ejemplo, en Visual Basic que nos daban algunos errores y [*El profesor del curso*] nos hablaba de las listas y de los argumentos y yo decía: ¡De qué me está hablando este tipo! No entendíamos nada. Como que la base del programa estaba en otras cosas que eran un poco más simples y que eso viene formando un conjunto que te forma un lenguaje de programación. Bueno, yo quería llegar a eso, quería saber cómo se formaba un lenguaje de programación, para mí eso era la base.

[*Transcripción entrevista - 30 de septiembre de 2009*]

Para Gabriel la posibilidad de ir respondiendo a estos interrogantes a través de su paso por la carrera significó que durante el primer año el campo de la programación se abriera, abarcando más que el manejo de los distintos lenguajes de programación. Por más que su experiencia previa fuera sumamente diferente a la que vivía en ese momento (más centrada en el aprendizaje de un lenguaje de programación y en la construcción ad hoc de programas, sin las bases formales para su elaboración o verificación), ésta le permitía darle un sentido profundo al currículum y a la forma en que la materia presentaba a la programación. En contraste, aquellos que nun-

ca habían programado sólo podían recurrir a la confianza en los docentes, expresando su parecer con frases como la siguiente:

*[Hablamos de las relaciones que Judith había podido encontrar entre los distintos espacios de la materia]*

JUD [...] si está dado así yo calculo que debe ser por algo. Por ahí no fue tan inmediato el poder ver para que servía eso, sino sea más a largo plazo.

*[Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009]*

Estas opiniones implicaban que los estudiantes postergaban para el futuro la posibilidad de darle sentido a muchas de las prácticas que se les presentaban. Estas citas dejan abierto el interrogante acerca de la necesidad de experiencias previas en programación para poder atribuirle un sentido a las temáticas tratadas en el primer año.

Con el correr del cuatrimestre las ideas en torno a la programación y al tipo de profesional en el que se convertirían fueron construyéndose y transformándose en la interrelación entre las distintas experiencias de los estudiantes, las prácticas presentadas desde la materia y el contacto con programadores profesionales. El telos de los estudiantes trascendía, entonces, el alcanzar el manejo técnico y las habilidades necesarias para resolver los ejercicios.

En cuanto a las **relaciones sujeto–mundo social**, en una perspectiva del aprendizaje como un proceso situado social e históricamente, existe una constitución mutua entre los estudiantes y los docentes y el mundo social en el cual se comprometen. La institución, los espacios físicos, la forma de organización curricular van formando a los estudiantes y docentes, dotándolos de una forma de ver el aprendizaje, la carrera, la programación, etc. A su vez, son los estudiantes y los docentes los que van componiendo este mundo social, creando espacios y estrategias para habitarlo y participar en él, es decir, construyéndolo. Considero que en este capítulo he incluido numerosos ejemplos de esta relación dialéctica de constitución mutua.

Con respecto a los **mecanismos de aprendizaje**, pensados como formas de participación y de volverse un participante, en el capítulo 5 he delineado las formas específicas de participación que se fueron construyendo para los distintos espacios didácticos de la materia. Tomaré, como un ejemplo, el conflicto entre Pablo y Judith que surgiera luego de que la estudiante interviniera varias veces en las explicaciones de Pablo a otros de sus compañeros, siendo reprendida por el docente (ver sección 5.7.1 en la página 137). En esta disputa lo que estaba en juego era justamente la forma de participación en estos momentos puntuales. Con el tiempo Judith aprendió a permanecer callada mientras Pablo explicaba, y a construir otras oportunidades para colaborar con sus compañeros desde un lugar “de igual a igual”:

*[Conversamos sobre el significado que tuvo para Judith el conflicto con Pablo]*

JUD [...] muchas veces sirve más que te explique un compañero, que sabe por ahí las palabras, esto del uso cotidiano, un compañero del mismo lugar tuyo, que nadie sabe nada, te explique alguna técnica que él haya encontrado para encarar algo, [a] que venga un profe que ya está acostumbrado a hacer eso, a tratar de explicarte lo que él hace veinte años que hace.

[...] Entonces a mí eso me incomodó un poco. Igualmente yo a los chicos seguí tratando de ayudarlos en lo que me preguntaban, en ningún momento me inhibió para nada. Muchas veces ya llegaba un punto que, para no generar conflicto, lo dejaba que hable y cuando se iba yo le seguía explicando [...] Porque antes lo miraba con cara mala o le decía: ¡Pero si yo todavía no terminé de hablar! ¡Por qué no me dejás! Entonces, después, digo: bueno, que diga y hable lo que quiera, total, si los chicos me preguntan es porque necesitan ayuda, ni siquiera porque yo sepa más, sólo porque *[como si reprodujera un diálogo entre compañeros]*: ¿Hiciste tal ejercicio? Sí. Y bueno, y veamos este, y bueno, lo veíamos. Y por ahí no está bueno a cada rato llamar a un ayudante o a un profe, también está bueno tratar de hacerlo uno mismo.

*[Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009]*

Aparece en esta cita parte del proceso de Judith en el que se volvió participante de las prácticas del primer año así como también una de las formas claves de participación que era la colaboración y la resolución conjunta de ejercicios entre compañeros. Hacia el interior del grupo los modos de participación no fueron algo inalterable sino que se iban transformando de acuerdo al tiempo que cada uno de los miembros elegía o podía dedicarle a la materia y según las distintas dificultades y ritmos de avance.

La frecuencia con la que se recurría a la ayuda de los docentes, mencionada por Judith al final de la cita, era otro punto importante en las formas de participación de las clases prácticas. Era preciso ir estableciendo un equilibrio entre consultar continuamente todas las dudas y poder seguir avanzando con la guía de ejercicios. Preguntar todo el tiempo era algo no muy bien visto por los docentes, que esperaban que los estudiantes hicieran un esfuerzo para resolver solos los ejercicios, ni por los estudiantes que, ante estas situaciones, se sentían frustrados por no poder avanzar sin el auxilio de los profesores. Simultáneamente, los tiempos apremiaban y era preciso terminar las guías de ejercicios en plazos determinados para no quedar atrasado. Así, iban estableciéndose estrategias intermedias, como preguntar a los compañeros o llamar una sola vez a un docente para preguntar varias dudas.

A lo largo de estas páginas he analizado los múltiples y complejos procesos de aprendizajes en los que los estudiantes con los que trabajé se em-

barcaron así como también las relaciones con las prácticas del primer año. El siguiente capítulo estará centrado en ciertos aprendizajes generados en la participación de una práctica específica que, por el lugar que ocupa en el currículum, es central para lograr un buen desempeño en la materia: la construcción de demostraciones formales.

## LA PRÁCTICA DE LA CONSTRUCCIÓN DE DEMOSTRACIONES FORMALES

---

De las numerosas prácticas de las que los estudiantes de primer año participan, me centraré aquí en la demostración formal que constituye el núcleo del currículum de la materia. Siendo así, gran cantidad del tiempo de los teóricos y prácticos está destinado a construir pruebas en sistemas lógicos formales. Además, la práctica de la construcción de demostraciones es central en las evaluaciones parciales y finales. Me propongo entonces **analizar cómo se construye, de forma situada cultural, social e históricamente, la práctica de la elaboración de demostraciones formales.**

Las demostraciones que los estudiantes construyen a lo largo de la materia se relacionan con una variedad de tipos de datos —números, listas, funciones, proposiciones, predicados—. Inicialmente, construyen pruebas dentro del cálculo proposicional. Luego, pasan a demostraciones por inducción que les permiten demostrar propiedades de funciones definidas recursivamente. Finalmente, construyen pruebas dentro del cálculo de predicados. Poseo registros de los estudiantes construyendo todos estos tipos de demostraciones. Sin embargo, escogí como fuente principal de datos para este capítulo, mis registros relacionados con las pruebas en el cálculo proposicional.

Dos son las razones que me llevaron a esta decisión. La primera razón está relacionada con el currículum de la materia. Cálculo proposicional es el primero en el currículum que involucra construir demostraciones en un sistema formal siendo, para muchos estudiantes, la primera oportunidad para enfrentarse con esta tarea. Además, si bien los demás temas poseen sus particularidades, el formato que debía utilizarse para las demostraciones era el mismo y la actividad de los estudiantes era muy similar. Así, abarcando cálculo proposicional, el lector podrá también tener una idea aproximada de la elaboración de pruebas que involucren otros tipos de datos. En segundo lugar, cuando cálculo proposicional fue la temática principal de las clases prácticas, Florencia y Mariana todavía asistían regularmente y trabajaban en equipo junto a Judith. Esta forma de trabajo me permitió realizar

grabaciones de audio que se convirtieron en registros sumamente ricos de su actividad.

Una idea fundamental que guiará mi análisis y que se basa en los conceptos que presenté en el capítulo 3, es la siguiente: *“la práctica se constituye en una relación dialéctica entre las personas que actúan y los entornos de su actividad”* (Lave, 1988: 159). Esto me llevará a analizar, inicialmente a nivel global, los distintos recursos que estructuran la actividad, sus resultados posibles y las posibilidades de reproducción y transformación de la misma. Luego, centraré mi atención en la práctica que las estudiantes desarrollaron cuando resolvieron el primer ejercicio de la guía de cálculo proposicional, buscando dilucidar los distintos recursos que estructuraban la actividad. Esta reflexión me llevará a profundizar en el carácter situado de la práctica de construir demostraciones. A continuación abordaré un ejemplo de construcción completa de una prueba que no resultó sencilla para las estudiantes. Utilizando este soporte empírico analizaré, en primer lugar, algunas de las estrategias que crearon para hacer un paso de demostración. Finalizaré argumentando acerca de la naturaleza no lineal, cíclica y abierta de la práctica de construir pruebas formales de la alumnas.

### 7.1 SITUACIONALIDAD DE LA PRÁCTICA Y RECURSOS DE ESTRUCTURACIÓN

Un sistema formal consta de un conjunto de axiomas, reglas de inferencia y un esquema de prueba. En términos formales, una demostración se define como *“una secuencia finita no vacía de sentencias, cada una de las cuales es o un axioma del sistema o la consecuencia inmediata de dos sentencias precedentes por la aplicación de una regla de inferencia”* (Hanna, 1983: 37, traducción mía<sup>1</sup>). Teniendo en cuenta sólo esta descripción, podría pensarse que la práctica de construir demostraciones es una tarea puramente sintáctica independiente del entorno en que se desarrolla.

Sin embargo, la exploración de los registros de campo me ha llevado a concluir que la práctica desarrollada por las estudiantes tenía un carácter sumamente situado, estando la actividad dialécticamente construida en relación con el entorno. Por lo tanto, la actividad matemática de construir demostraciones no dependía sólo de la forma de la matemática implicada—generalmente relacionada con la generalización y la manipulación sintáctica de símbolos—, dependía del entorno, de la actividad que se desarrollaba y de sus relaciones (Lave, 1988).

---

<sup>1</sup> *“a finite non-empty string of sentences, each of which is either an axiom of the system or the immediate consequence of two preceding sentences by a rule of inference”*(Hanna, 1983: 37).

En este punto creo importante clarificar el significado de una relación dialéctica. Un vínculo de este tipo va más allá de afirmar que dos o más factores se ejercen efectos entre sí. *“Una relación dialéctica existe cuando sus elementos componentes se crean uno en relación con el otro”* (Lave, 1988: 160). Por lo general, la constitución mutua de los términos de una dialéctica no se basan en contribuciones iguales, siendo dispares las proporciones que aporta cada término. Entonces, lo que estoy proponiendo es que la actividad de las estudiantes durante las clases prácticas y el entorno del aula se creaban uno en relación con el otro y lo que emergía de esta constitución era la práctica de la construcción de demostraciones formales.

Así, tanto la actividad como el entorno proporcionan recursos para estructurar, en diferentes proporciones, la práctica. Algunas preguntas que emergen de este análisis y que intentaré responder aquí son: ¿Cuáles son los recursos que intervienen en la estructuración de la práctica de construir demostraciones formales? ¿Qué recursos aporta la actividad de las estudiantes? ¿Qué recursos aporta el entorno? ¿En qué proporciones cada uno de ellos constituye la práctica?

Realizando una descripción global, puede decirse que la construcción de una demostración no seguía el carácter lineal que posee una prueba una vez finalizada. Más bien era un proceso con idas y vueltas que involucraba recurrir a distintas personas y artefactos —principalmente el Digesto y la hoja de ejercicios—, cálculos auxiliares, intentos por diversos caminos y discusión. Para que el lector pueda darse una idea más acabada de cómo era la actividad de las alumnas, deberá imaginar un grupo de tres estudiantes, sentadas una al lado de otra, frente a sus cuadernos, sosteniendo en una mano un lápiz y en la otra el digesto de axiomas y teoremas, organizando su actividad en función de la guía de ejercicios a resolver —mantenida siempre en un lugar cercano, por ejemplo, debajo del cuaderno—, consultándose y discutiendo frecuentemente acerca de los pasos a seguir, pronunciando en voz alta las fórmulas que van escribiendo y preguntando a los docentes que deambulan en un aula con alrededor de sesenta estudiantes. De esta forma, construir una demostración era una actividad en la que interactuaban complejamente una multiplicidad de factores.

Uno de los recursos que estructuraban en gran proporción la actividad de todos los estudiantes era la guía de ejercicios, también llamada Práctico. Ésta funcionaba como hoja de ruta para cada clase, indicando qué era lo que tenía que hacerse cotidianamente. Comúnmente cada ejercicio constaba de varios ítems agrupados. Era raro que un ejercicio tuviera una relación explícita con el siguiente. En consecuencia, la actividad de los estudiantes se organizaba también secuencialmente: trabajaban en un ejercicio, al terminarlo pasaban al siguiente y luego al siguiente y así sucesivamente hasta terminar la guía.

Un análisis en términos dialécticos debe, entre otras cosas, explicar los resultados posibles de la actividad y las posibilidades de reproducción y transformación de la misma (Lave, 1988). En el caso de la práctica de la construcción de demostraciones, el desenlace deseado por las estudiantes era justamente lograr completar una demostración a través de pasos con justificaciones que las convencieran para poder continuar con el ejercicio siguiente y así ir avanzando en el práctico. Cuando se encontraban con dificultades podían y solían recurrir a algún docente o compañero. Otro resultado posible de la actividad era abandonar la demostración sabiendo que más adelante (tal vez durante una sesión de estudio con los compañeros) deberían retomarla. Esta última opción era la menos utilizada por las estudiantes, quienes llegaron a invertir prácticos completos para realizar una única demostración.

Gran parte de las tareas que los estudiantes realizaban eran impuestas por los docentes a través de la guía de práctico. En este nivel, los estudiantes tenían muy pocas posibilidades de transformar la actividad. Visto que las guías de ejercicios se reutilizan durante varios años, los alumnos se ceñían a reproducir la actividad una vez más. Unas pocas veces registré que alguno de los estudiantes construyera una demostración novedosa, por su ingenio o simplicidad, que los docentes juzgaran mejor que la que ellos mismos habían elaborado. En estos casos la nueva prueba pasaba a formar parte del repertorio puesto en juego por los docentes la próxima vez que dictasen la materia.

Las posibilidades de reproducción y transformación de la actividad también pueden analizarse al nivel de los estudiantes lidiando con los ejercicios impuestos. Para Judith una forma de resolver una demostración tenía más chances de reproducirse cuando se había mostrado útil en las demostraciones anteriores. Por lo general, estas estrategias sufrían transformaciones cuando pasaba de un ejercicio a otro en donde la consigna marcaba nuevos requerimientos. La forma de trabajo, que consistía en la resolución individual de los ejercicios entrelazada con la consulta y la explicación a y de los compañeros, era algo que también se reproducía. Por ejemplo, Judith se encargaba de hacerlo cuando aparecían diversos caminos para proseguir en una demostración. En estas circunstancias ella ordenaba el trabajo del grupo estableciendo que cada estudiante siguiera el camino que mejor le pareciera y quien consiguiera construir la demostración, luego debería explicárselas a las demás.

En los diversos niveles mencionados, el del grupo clase, el del grupo de estudiantes y el de la individualidad, la producción de rutinas implicaba crear las condiciones para su reproducción y esto se daba principalmente a través de los diálogos entre las estudiantes y entre las estudiantes y los docentes. Evitando confrontaciones y participando dentro de los canales

que se iban estableciendo, todos contribuían a hacer que la próxima clase práctica fuera similar a las anteriores. Entonces, tal como lo afirma Lave (1988), “la reproducción de las actividades en el tiempo es una producción” (p. 162).

### 7.1.1 Comenzando a demostrar

Para empezar a responder las preguntas que dan origen a este capítulo, incluyo a continuación una serie de episodios en donde Mariana, Florencia y Judith resuelven el primer ejercicio de la guía de prácticos de cálculo proposicional. Estos fragmentos serán tomados como soportes empíricos en las reflexiones siguientes. Su lectura debe ser acompañada del Digesto de Axiomas y Teoremas Básicos y de la guía de ejercicios titulada Práctico 4. Para facilitar esta tarea y con la idea de que el lector vivencie el trabajo de las estudiantes a medida que va leyendo, ambos documentos se encuentran en el sobre ubicado al final de este capítulo de manera que pueden extraerse y colocarse próximos al texto.

JUD *[Leyendo la indicación inicial en la hoja de práctico]* En los siguientes ejercicios, es necesario indicar en los comentarios entre llaves cada axioma o teorema que se usa, indicando como se lo aplicó, diciendo como se sustituyó cada variable, y subrayando la subexpresión donde se aplicó. Para las propiedades de conmutatividad y asociatividad de la equivalencia, no es necesario hacer indicaciones. Bueno, el *[Ejercicio]* 1. Justificar los siguientes pasos de demostraciones usando un axioma y escribiendo la sustitución.

⇒

FLOR ¡Ah! ¿Lo hacemos en la fotocopia nomás? *[Ve que Judith comienza a copiar el enunciado en su cuaderno]* No.

JUD No creo que sea un solo paso.  $p$  equivalente a  $p$  es equivalente a  $p$ , ¿dónde estaba eso? *[Busca entre sus papeles el digesto]*

FLOR Ahí *[Señala el digesto]*

JUD No,  $p$  equivalente a  $p$  equivalente a *TRUE*. ¿Cómo era el axioma? *[Miran el digesto]*

1) a)

$$r \equiv r \equiv p \\ \equiv \{ \quad \quad \quad \} \\ p$$



JUD ¿Estará bien esto? [Llaman a Pablo] Una pregunta, ¿el 1a? Yo tengo esto [Señala  $r \equiv r \equiv p$ ]

PAB Sí.

JUD Me dice que tengo que llegar a demostrar  $p$ .

PAB En un solo paso.

JUD Ah, bueno, capaz que esto también se podría directamente...

PAB [Viendo la resolución de Judith] No, no, no, no. Es un paso, un paso así calcado funciona. [Judith le cuenta la resolución que había construido]

PAB Sí, pero estás haciendo dos pasos.

JUD ¿Y cómo lo hago en menos?

[Pablo le explica a Judith cómo se resuelve el ítem 1d que estaba resuelto a modo de ejemplo al final del enunciado del ejercicio. Ni Judith ni Florencia se habían percatado del ejemplo]

PAB Si juntamos esto [Se refiere a la expresión de arriba:  $r \equiv r \equiv p$ ] con esto [La expresión de abajo:  $p$ ] vamos a obtener... un axioma

JUD Claro.

PAB Poné primero  $p$ .  $p$  es equivalente a esto [La expresión de arriba] ¿Qué queda?

JUD Y, que  $p$  es equivalente...

PAB Escribilo acá [En el cuaderno]

JUD Es más complicado de lo que yo creí.  $p$  equivalente a lo de arriba.

PAB Sí.

⇒

[Cálculo auxiliar]

$p \equiv r \equiv r \equiv p$

JUD ¡Ah! A todo esto tengo que llamar *TRUE*. No. ¡No entiendo!

PAB ¿Lo hiciste? Esto [Se refiere a lo que Judith recién escribió] decíme si lo encontrás acá [Señala el digesto], con alguna sustitución, ¿no? [Judith mira el digesto]

JUD Sí, ésta. [Señala el axioma A2: Conmutatividad de la equivalencia]

PAB Ésta misma. Entonces acá [Señala el digesto] sustituís  $q$  por  $r$ . Ya está.

- JUD Y yo entonces pondría, entre llaves pondría:  
A2... ¿y por qué me termina dando  $p$  esto?  
Porque yo lo que tengo que hacer es pegar  
estos dos...
- PAB Vos tenés un axioma.
- JUD Sí.
- PAB Si sustituís  $q$  por  $r$  sigue valiendo. Me queda  
esto [*Señala el cálculo auxiliar*]. Ahora esto yo  
lo puedo agrupar de la manera que yo quie-  
ra, en particular lo puedo agrupar que esto  
[*Señala  $p$* ] es equivalente a todo esto [*Señala*  
 $r \equiv r \equiv p$ ] y ya está, esto [*Señala la prime-  
ra expresión*] es equivalente a esto [*la segunda*  
*expresión*]
- JUD Ah, claro. Bueno, o sea que una forma muy  
útil sería poner lo de abajo pegado con lo de  
arriba...
- PAB En algún orden...
- JUD Para ver...
- PAB En qué se parecen. Exactamente.
- JUD [...] Sí, hubo un ejercicio que [*Juan*] empecé  
de uno [*De un lado de la expresión a demostrar*],  
llegó a un punto...
- MAR [*Simultáneamente*] tenía que llegar a...
- PAB ¡No! Pero esto es como lo más básico, esto es  
un pasito de la demostración, un solo paso.

[*Transcripción clase práctica - 8 de abril de 2008*]

Aquí es el docente el que estructura fuertemente la actividad. Establece la restricción del paso único y le dice explícitamente a Judith qué hacer y dónde hacerlo, sin dar lugar a desviaciones. No da mucho espacio para las ocurrencias de la estudiante, sino que se dedica a comunicarle una secuencia de pasos —una receta, como Pablo dijera muchas veces— que la llevarán a encontrar la solución. Una muestra de esta estructuración es que Judith comienza a utilizar el lenguaje utilizado por Pablo para referirse a los axiomas: en una primera instancia ella nombraba a los axiomas por su nombre y luego pasa a llamarlos por su ubicación en el Digesto —A2, A3— como lo hiciera el docente.

No resulta casual que las estudiantes hubieran pasado por alto el ejemplo. Como lo mencionara en párrafos anteriores, los estudiantes no suelen tener razones para ver todos los ítems de un ejercicio antes de comenzar a hacer el primero, porque habitualmente no hay relación entre unos y otros —de hecho, en este caso no la había—. Los ejemplos tampoco son habituales. De los cuatro prácticos en los que las estudiantes habían trabajado

anteriormente, sólo dos ejercicios traían, al final del enunciado, la solución de alguno de sus ítems.

Al final del episodio Pablo localiza la actividad de las estudiantes en relación a las demostraciones del profesor del teórico. Esto ayuda a estructurar la actividad posicionándola como lo más elemental, ayudando a que las alumnas entendieran el significado de lo que estaban haciendo.

Otro aspecto importante es la necesidad de Judith de legitimar su trabajo con un docente. Esto se transformó en una constante en la actividad de la estudiante.

Más allá de la inseguridad que pueda caracterizar a un novato que recién comienza a realizar una tarea nueva para él, ni la guía de ejercicios ni el digesto aportaban recursos para que los estudiantes pudieran valorar o confirmar la corrección de su trabajo. Así, el único recurso que la actividad ponía a disposición para realizar esta evaluación era el docente. Además, el tipo de tarea que los estudiantes habían realizado hasta el momento en los prácticos anteriores —basada en la aplicación de reglas sumamente estrictas— y el tipo de interacción que mantenían con los docentes —quienes solían resaltar aún más la rigurosidad en la aplicación de reglas— no ayudaban a que los alumnos se sintieran cada vez más confiados e independientes.

En el episodio siguiente, fueron Mariana y Florencia las que realizaron las preguntas intentando entender la resolución del ejercicio que Pablo había discutido con Judith:

*[Pablo se aleja]*

MAR ¿De dónde sacaste esto? *[Se refiere al cálculo auxiliar:  $p \equiv r \equiv r \equiv p$ ]*

JUD Y esto es la parte de arriba,  $p$  es lo de abajo, lo que tenés que llegar, y todo esto es lo que está acá arriba, y cuando te das cuenta, esto es igual al axioma de conmutatividad de la equivalencia.

MAR No *[Hace un comentario inaudible]*

JUD Entonces ponemos así: por conmutatividad de la equivalencia con  $q$  igual a  $r$

☞

*[Escribe la justificación]*

$r \equiv r \equiv p$

$\equiv \{ \text{conmut} \equiv (q := r) \}$

$p$

MAR O sea que te quedaría así...

JUD *[Dirigiéndose a Florencia que estaba mirando su trabajo]* Mirá, así. Ya está, este es un solo paso. Ese es el ejercicio.

FLOR Mmm. Yo no entiendo una cosa.

- JUD Me cuesta darme cuenta al final, ¿vos sabés?
- FLOR ¿Y cómo carajos sé que ahí me queda  $p$ ?
- JUD ¡Uh! ¡La boquita! ¿Por qué esto ahí te da  $p$ ?  
Porque vos dijiste que esto [La expresión de arriba] mediante un paso vas a llegar a  $p$ .
- FLOR ¡Ah! y ahí llegás a  $p$ .
- JUD El ejercicio es demostrar que esto [Lo de arriba]...
- FLOR ...es equivalente a  $p$ . Bien. No, yo ¿sabés lo que pensé? Pensé que resolviendo esto [La expresión de arriba] te iba a dar  $p$ .

[Transcripción clase práctica - 8 de abril de 2008]

Al alejarse el profesor, la actividad del grupo vuelve a la normalidad. Tanto Florencia como Mariana vuelven a participar y formulan cómodamente las dudas que tenían sobre la explicación de Pablo. ¿Por qué no participan ellas en la discusión con el docente? ¿Por qué sólo lo hace Judith? Una primera respuesta a esta pregunta es pensar que Judith fue la que tuvo el rol más activo en la resolución del ejercicio, siendo la que propone el axioma a utilizar. Parte de la respuesta a estos interrogantes también puede encontrarse en las diferencias entre las respuestas y explicaciones brindadas por el profesor y la colega. Judith solía hacer un esfuerzo por responder detalladamente cada uno de los interrogantes de sus compañeras. Repitiendo en voz alta la pregunta parecía querer asegurarse de haberla entendido y no tenía problemas en repetir la explicación. Como dijera en los párrafos anteriores, la interacción con Pablo era de naturaleza diferente, centrada, sobre todo en transmitir un conjunto de pasos a seguir para construir la solución.

En el siguiente episodio Judith construye una solución para el ítem 1 b:

⇒

- JUD Tengo un  $\wedge$  acá. Regla dorada.
- FLOR ¿Esto es a lo que llegamos, a lo que hay que llegar?
- JUD Sí, lo que está abajo.
- FLOR Y ¿acá le tenemos que poner regla dorada?
- JUD Lo de arriba igual a lo de abajo

⇒

[Judith copia el enunciado del punto b]

$$r \vee \neg s \equiv r$$

$\equiv \{ \quad \quad \quad \}$

$$\neg s \equiv r \wedge \neg s$$

[Cálculo Auxiliar]

$$(r \vee \neg s \equiv r) \equiv \neg s \equiv r \wedge$$

$\neg s$

[Judith mira una y otra vez la regla dorada en el digesto y la expresión que acaba de escribir en el cuaderno. Mientras, repite en voz alta varias veces la palabra  $q$ ]

[Va diciendo en voz alta la fórmula que escribe inmediatamente abajo de su primera expresión]  $r$  o  $q$ , equivalente a  $r$ , equivalente a  $q$ , ¡ahí está! Mirá, equivalente a  $r$  y  $q$

⇒

¡Bien! Esto es a lo que tengo que llegar, tengo que llegar...

MAR ¿Qué hiciste?

JUD Acá yo aplico la regla dorada, sustituyo  $p$  por  $r$  y el  $q$  lo sustituyo por negación de  $s$

⇒

$$r \vee q \equiv r \equiv q \equiv r \wedge q$$

$$\neg s = q$$

$$r = p$$

[Completando la justificación]

$$r \vee \neg s \equiv r$$

$$\equiv \{ \text{Regla dorada } (p, q := r, \neg s) \}$$

$$\neg s \equiv r \wedge \neg s$$

[Transcripción clase práctica - 8 de abril de 2008]

La decisión tan clara de utilizar regla dorada con solo mirar el enunciado del ejercicio puede deberse a que, en los teóricos anteriores, Juan había insistido bastante en que cuando la expresión a manipular contiene una conjunción, la opción más sencilla es aplicar este axioma puesto que permite convertir una conjunción en una disyunción, operador que interviene en una multiplicidad de axiomas.

A través de estas citas puede verse cómo la actividad de Judith queda estructurada por los consejos de Pablo. Ella sigue los pasos que el docente le recomendó: pegar lo de arriba con lo de abajo y comparar con los axiomas presentes en el Digesto. La mayor dificultad de la actividad es, entonces, conseguir una concordancia entre la expresión y algún axioma, conseguir que «hagan juego» de alguna manera. Al mismo tiempo que sigue los pasos de Pablo, ella va construyendo su propio soporte para encontrar la sustitución que le permitirá equiparar la expresión con el axioma. Su segundo cálculo auxiliar es un paso intermedio, en el que ella reemplaza términos de la expresión que tiene —en este caso  $\neg s$ — por una sola letra — $q$ — que coincide con la que está en el axioma de la regla dorada. Con este paso ella logra que la expresión sea más sencilla y más parecida al axioma, poniendo en evidencia la sustitución que debe realizar. En este episodio queda re-

flejado cómo la dificultad del ejercicio se resuelve en la interrelación entre Judith actuando, el Digesto, la hoja de práctico y los consejos de Pablo.

### 7.1.2 *La situacionalidad múltiple de la práctica*

Los episodios mencionados en la sección anterior así como los mencionados en el capítulo 6 en la página 170, revelan que la práctica de la construcción de demostraciones **estaba situada en la interrelación entre las estudiantes y los artefactos —principalmente el digesto y la guía— así como también en las tareas que realizaban**. Pero no solo eso, la práctica de las estudiantes estaba situada en múltiples sentidos, como se verá a continuación.

**Su práctica estaba situada en las comprensiones de cada una sobre la educación** y, en particular, sobre **la educación superior**. Con esto me refiero a que *“a través de nuestra vida educativa nos adaptamos a ciertas costumbres y se nos inculcan expectativas en relación a la enseñanza y el aprendizaje”* (Ozmatar & Monaghan, 2008:122, traducción mía<sup>2</sup>). La manera de comunicarse con los docentes y con los compañeros está enraizada en una forma de comprender el entorno universitario: los interlocutores son dos personas adultas, que poseen un determinado *background* de conocimientos, que se encuentran en el aula luego de la elección de una carrera universitaria y que poseen un grado de autonomía mayor al que caracteriza a los estudios secundarios. A lo largo de las clases, las estudiantes también habían tomado contacto con la forma de trabajo dentro de esta materia, reconociendo el enfoque pedagógico de la misma y construyendo expectativas acordes para las tareas que allí realizarían. El carácter de formación profesional, propio de los estudios universitarios, también estaba en juego durante la práctica. En una de las entrevistas que realizamos, Judith me reveló cuál era su concepción al respecto: “el título es personal, es de uno. No tenés que depender de que el otro te pueda o no explicar”. Así, ella veía a la finalización de una carrera universitaria como un desafío individual. Esto se veía sumamente reflejado en la forma de colaborar con los compañeros que fue estableciendo. Incluyo a continuación una cita en donde ella relata cómo construyeron una de las demostraciones que más dificultades le causaron al grupo. En sus palabras también se evidencia la forma de entender los vínculos con los compañeros elaboradas por este grupo:

---

2 “[T]hroughout our educational life we adapt to certain customs and are instilled with expectations regarding teaching and learning” (Ozmatar & Monaghan, 2008: 122).

JUD [...] nos juntamos en mi casa un día. Estábamos Francisco, David, Florencia, Mariana, yo y Gabriel. Nos juntamos en casa un día a darle, darle, darle, darle. No había forma, mirá que éramos seis pensando y a nadie, nadie, nadie, hasta que Gabriel dijo: lo saqué [...] y Gabriel lo explicó y lo copié a modo de que me quede hecho, porque tantos intentos. Lo entendí, todo, digamos no es que...

[...] Hay tanta cantidad de caminos que fuimos seis para sacar un ejercicio y todos por lados distintos. Vos fijate que no es que fue un intento y bueno no llegué, listo chau. Sí, pilas de borradores y hojas. En casa quedaron una pila. Agarré un montón de hojas y tiré las hojas [*Hace un gesto como si colocara muchas hojas sobre la mesa*] y dije: bueno, empiecen porque... y bueno, todos con las hojas borradores hasta que llegamos al resultado y, de hecho me acuerdo que por ahí se trababa uno y [*Como si un compañero le estuviera preguntando a otro*] che Judith, che Florencia o che Francisco ¿a ver cómo se te ocurre de acá seguir? Y por ahí te dicen: ¡ah! Mirá, yo nunca había llegado hasta acá y se me ocurre seguir así.

[*Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009*]

Así, la colaboración es grupal pero el trabajo es individual en el sentido de que cada uno avanza por su cuenta y puede ir pidiendo ayuda. Por más que desde la perspectiva de una persona externa la construcción de una demostración pueda parecer colectiva debido a la gran cantidad de intercambios entre los estudiantes, para ellos la prueba era algo individual. Por eso puede ser atribuida a alguien, por ejemplo a Gabriel en este caso, y también por esta razón, Florencia y Francisco se esforzaban por volver a reconstruir individualmente en sus cuadernos las demostraciones que habían discutido con sus compañeros.

Por lo tanto, **la práctica de los estudiantes también estaba situada en sus comprensiones previas de otras prácticas sociales, particularmente, en la comprensión de las estudiantes acerca de la colaboración entre pares.** La forma que tenían Florencia, Mariana y Judith de trabajar frecuentemente involucraba que estas dos últimas fueran un poco más adelantadas en la guía de ejercicios que Florencia. Esto ocurría porque, si bien muchas veces comenzaban trabajando todas juntas en el mismo ejercicio, la resolución se terminaba haciendo en el cuaderno de Judith por lo que a continuación Florencia intentaba reproducirla en su cuaderno mientras las otras dos estudiantes continuaban avanzando. La siguiente cita, extraída de la misma clase que los fragmentos de la sección anterior en el marco del práctico 4, muestran esta situación así como las estrategias de Florencia para construir momentos en donde formular preguntas a sus compañeras.

[Judith y Mariana terminan de resolver el ejercicio 1e construyendo la siguiente justificación:]

$$\begin{aligned} \text{TRUE} &\equiv \text{FALSE} \\ &\equiv \{ \text{Equivalencia y negación } (p := \text{TRUE}) \} \\ &\text{FALSE} \end{aligned}$$

[Para ello utilizaron fuertemente que la negación de TRUE es FALSE por el axioma A5 que define a FALSE]

[Mientras, Florencia resolvía el punto d:]

$$\begin{aligned} p \vee (q \equiv p \wedge r) &\equiv p \vee q \\ &\equiv \{ \text{A 10 sust } r = p \wedge r \} \\ &p \vee (p \wedge r) \end{aligned}$$

FLOR El 1e ¿utilizás definición de Falso?

JUD El 1, ¿e?

FLOR Sí.

JUD No, yo había creído que era esa pero no, no es esa. Fijate. Podés aplicar axiomas o teoremas también...

FLOR ¿Y cuál aplicaron ustedes?

[Judith y Mariana resuelven el ejercicio 1f]

$$\begin{aligned} p \Rightarrow (q \Rightarrow r) \\ &\equiv \{ \text{Def. de implicación } (p, q := p, q \Rightarrow r) \} \\ &p \vee (q \Rightarrow r) \equiv q \Rightarrow r \end{aligned}$$

[Mientras, Florencia intenta al mismo tiempo resolver el punto e y seguir la resolución del punto f]

FLOR Y bueno, entonces hay que hacer, en el f,  $q$  es igual a  $q \Rightarrow r$

JUD [Asintiendo] Mmm.

FLOR ¿Eso hay que hacer?

JUD Claro. ¿Te estás dando cuenta? ¿No?

FLOR Sí.

[Judith y Mariana leen la consigna del ejercicio dos y tienen problemas para comprenderla. Deciden buscar a un docente para que les ayude pero ven que todos están ocupados]

FLOR Mientras que buscamos un profe... no me doy cuenta qué teorema usar en el e.

JUD ¿En el 1e?

- FLOR ¿Qué teorema demostraste? ¿Esto vos lo viste parecido...? [*Judith mira el cuaderno de Florencia en donde tenía copiado el enunciado*]
- JUD Ah, pero ahí te falta poner a dónde querés llegar vos. [*Se refiere a la expresión de abajo del enunciado que Florencia había copiado pero varios renglones más abajo*]
- FLOR ¡Ah! ¡Qué problema!
- JUD Mirá. [*Busca el enunciado*]
- FLOR Hay que llegar a falso.
- JUD [*Notando que Florencia sí tenía escrita la expresión de abajo del enunciado*]  
¡Oh! ¡Que lo escribís separado! [*Judith ríe*]
- FLOR ¿Por qué?
- JUD Y, ¡si es un solo paso! Dónde querés... [*Termina la frase riéndose*]. Pero miralo acá [*En la guía de ejercicios*], es más fácil.  
[*Mariana y Judith continúan intentando resolver el ejercicio 2a*]
- FLOR Te digo los valores. Yo hice valer a  $p$  TRUE, y a menos  $p$  [*se refiere a  $\neg p$* ], falso.
- JUD Y, pero... ¿y cuál es la negación de  $p$ ?
- FLOR ¡Ah! Puedo aplicar FALSE para designar...
- JUD Es que si ponés esto está mal, en realidad, porque  $p$  es  $p$ ...
- FLOR ¡Ah!
- JUD Si está negado o está no negado, es  $p$ , ¿entendés?
- FLOR Sí.

[*Transcripción clase práctica - 8 de abril de 2008*]

Al ir atrasándose, la estrategia de Florencia era ir encontrando y creando resquicios en donde plantear sus dudas: cuando sus compañeras terminaban un ejercicio o cuando esperaban a un docente. A pesar de sus tres intentos Judith no le dio la respuesta del ejercicio 1e. Parecía querer que Florencia la construyera por sí misma, ella le daba pistas —por ejemplo, cuando le dice que también puede usar teoremas, dando un indicio para que Florencia se fije en la columna de teoremas en donde se encuentra el de equivalencia y negación que utilizaron— y le corregía los errores. Por más que en sus diálogos Judith no le diera la receta para resolver el ejercicio, por momentos su interacción se parece a la que Judith tuviera con Pablo, en el sentido de estar centrada en los aspectos del formato del ejercicio.

Lo que parece estar en pugna en estos diálogos es el tema de la regulación entre la cantidad y el tipo de preguntas y el tipo de respuestas de los compañeros: «si otro responde a todas mis preguntas entonces al final va a ser el otro el que resuelva el práctico que es algo que uno tendría que poder hacer solo» versus «no sé cómo avanzar en este ejercicio». Por supuesto, este conflicto está completamente atravesado por las relaciones afectivas que unen a estas estudiantes: hay una preocupación porque el otro avance,

entienda, no se desanime, gane autonomía y vaya aprendiendo al mismo tiempo que se busca que la relación de amistad se mantenga y se fortalezca. Vale la pena resaltar que el tipo de tarea tampoco ayuda a zanjar este conflicto: visto que la dificultad del ejercicio es encontrar el axioma que «haga juego», que se ajuste a la expresión del ejercicio, no hay muchas formas de ayudar a otro a no ser dándole la respuesta.

Las interacciones entre Judith y Florencia terminaban fundiendo algunos aspectos muy similares a las explicaciones de Pablo con la preocupación de mantener una relación de amistad. Vale decir que las numerosas explicaciones, tanto a Florencia como a Mariana, también beneficiaban a Judith. En esos momentos ella iba explicitando, sistematizando y logrando más confianza en sus estrategias. Esto fue confirmado durante la entrevista cuando, hablando de la relación con sus compañeros, Judith me dijo: “. . . cada uno tiene su forma de aprender, yo aprendo mucho explicando. Y si no tengo con quien, a la pared o a mí misma”.

Muchas de las consultas de Florencia y Mariana a Judith estaban destinadas a legitimar el resultado al que habían arribado y, en esa dirección, se parecen bastante a las que Judith le formulara a Pablo. Pero surge entonces el interrogante sobre la legitimidad de Judith para esta tarea: ¿qué es lo que le otorga a Judith legitimidad para convertirse, para sus compañeras, en alguien que puede juzgar la validez de su trabajo? ¿cómo se posiciona y es posicionada de esta manera? Más allá de que el tema de la legitimidad ocupará mi atención en el capítulo 8, puede anticiparse que el éxito en la resolución de ejercicios anteriores, su experiencia en otra carrera universitaria en donde estudió algunos temas similares y su capacidad para comunicarse con los docentes son factores importantes. Surge entonces que **la práctica que construyeron las estudiantes también estaba situada en las historias personales**: cada una llegaba con distintas experiencias en relación a la matemática y la programación y, por lo tanto, con diversos medios en su haber para hacer frente a las tareas que se les encomendaban.

## 7.2 DEMOSTRACIONES COMPLEJAS

Con el objetivo de mostrar cómo era el proceso de construcción de una demostración completa transcribo, a continuación, parte de mis registros en donde las estudiantes trabajan en una prueba que les resultó dificultosa. Para resolverla dedicaron gran parte del práctico —alrededor de una hora y media— y realizaron cuatro intentos por diversos caminos de los cuales, por motivos de longitud, incluyo sólo tres (Una copia de la resolución completa del ejercicio se encuentra en la figura 9 de la página 322 del Anexo). El ejercicio correspondía al Práctico 5, la segunda guía de ejercicios dentro del Cálculo Proposicional. Su enunciado era el siguiente:

Demostrar la Relación entre  $\vee$  y  $\neq$ :  $p \neq q \equiv (p \vee q) \wedge \neg(p \wedge q)$ .

[Primer intento:]

[Leen el enunciado del ejercicio dos]

⇒

JUD ¡Ay! ¡Qué asco! Y bueno, acá tenemos varias opciones [Se refiere a cómo comenzar la demostración]

FLOR ¿Por la discrepancia, no? [Se refiere a comenzar por el término  $p \neq q$ ]

JUD Por definición de discrepancia... pero nunca vas a llegar a esto [Se refiere a todos los otros términos de la expresión]

FLOR ¿No?

JUD Me parece que no.

⇒

$$p \neq q \equiv (p \vee q) \wedge \neg(p \wedge q)$$

$$\begin{aligned} p \neq q \\ &\equiv \{ \text{Def } \neq \} \\ &\quad \neg(p \equiv q) \\ &\equiv \{ \text{Def } \neg \} \\ &\quad \neg p \equiv q \end{aligned}$$

[Transcripción clase práctica - 22 de abril de 2008]

Luego de realizar estos pasos en la demostración las estudiantes, por iniciativa de Judith, deciden abandonar este camino. Lo que motivó esta decisión fue que no encontraban cómo ir complejizando el término del que habían partido para llegar al otro. La idea que Judith propusiera, partir del lado “más complicado” para, de alguna manera “ir minimizándolo”, formaba parte de una serie de consejos que los docentes les iban transmitiendo a los estudiantes durante los prácticos expositivos, los teóricos y las consultas personales. Seguir por el camino propuesto en el primer intento hubiera significado que las estudiantes tuvieran que «crear» términos utilizando, por ejemplo, el axioma del neutro de la equivalencia para reemplazar a  $\neg p \equiv q$  por  $\neg p \equiv q \equiv \text{TRUE}$  y a partir de allí reemplazar a  $\text{TRUE}$  por un término apropiado como  $p \vee q \equiv p \vee q$ . Este trayecto en donde sería preciso ir «anticipando» los términos que se necesitan para luego encontrar estrategias para «hacerlos aparecer» es claramente más dificultoso. Tanto que en la cita las estudiantes ni siquiera parecen concebirlo, sobre todo porque tienen a mano otras posibilidades todavía sin explorar.

En el segundo intento parten del otro término:  $(p \vee q) \wedge \neg(p \wedge q)$ . En este caso aplican una serie de axiomas que les transforman la expresión original en una mucho más larga. Dentro de esta práctica, ¿qué significa entonces “minimizar”? Si se analiza el listado de axiomas puede verse que todos los

operadores están definidos en términos de equivalencias y disyunciones. Para estos dos operadores están definidos una serie de axiomas muy útiles —conmutatividad, asociatividad, idempotencia, distributividad—. Así, dentro de esta práctica minimizar no implica necesariamente disminuir el número de términos sino que muchas veces puede significar aumentar el número de ellos, siempre y cuando cada uno involucre sólo disyunciones y equivalencias. A partir de ahí, ir eliminándolos será una tarea más sencilla vistos los axiomas de estos dos operadores. Sin embargo, la longitud de las expresiones se volvía algo difícil de manejar sobre todo cuando las alumnas no podían encontrar correspondencias sencillas entre los términos que manipulaban y los axiomas. Esto último fue lo que desencadenó el abandono del segundo camino.

[*Tercer intento:*]

JUD ¿Y si aplicamos, de una, regla dorada en todo eso?

FLOR ¿No lo aplicamos ya?

JUD No, lo aplicamos por separado, bueno ahora lo apliquemos a todo. Esto [ $p \vee q$ ] es  $p$  [en el axioma] y esto [ $\neg(p \wedge q)$ ] es  $q$  [En el axioma]. Te quedaría.

⇒

[Bromeando, como si estuvieran simplificando una expresión aritmética] Bueno, éste se va con éste [Las tres ríen]

MAR ¡Ah! Quiere tachar todo [Entre las tres analizan la posibilidad de sacar afuera la negación del término  $(p \vee q) \vee (\neg(p \wedge q))$  y concluyen que no es posible]

JUD Y si acá aplicamos regla dorada te va a quedar

⇒

$$\underbrace{(p \vee q)} \wedge \underbrace{\neg(p \wedge q)} \\ p \vee q \equiv \neg(p \wedge q) \equiv (p \vee q) \vee (\neg(p \wedge q))$$

[Marca el término que va a modificar y aplica el axioma]

$$p \vee q \equiv \neg(p \wedge q) \equiv (p \vee q) \vee \underbrace{\neg(p \wedge q)} \\ \neg(p \equiv q) \equiv p \vee q$$

[Aplica la definición de negación]

$$\neg(p \equiv q) \equiv p \vee q$$

$$\neg p \equiv q \equiv p \vee q$$

Y esto es [Aplicando definición de negación] de vuelta

⇒

Vamos por este lado [Se refiere a considerar los términos que dejó sin modificar] Éste queda  $p \vee q$

⇒

Ahí sí puedo hacer distributiva, esto era, ¿cómo hacía?

⇒

Bueno, entonces si yo tengo que esto es  $p$ , esto por ejemplo, es  $q$  y esto es  $r$

⇒

FLOR Claro

JUD Y acá... acá... acá. ¡Ah! esto es  $p$  esto es  $q$  y esto es  $r$

⇒

FLOR ¿Otra vez?

JUD Vamos a ver.

⇒

Me va gustando más ahora. Y esto [Refiriéndose al término  $(p \vee q \vee p \vee q)$  que todavía no había modificado], esto es por... neutro...

FLOR [Refiriéndose al axioma  $A_3$ ] Neutro de la equivalencia.

$$(p \vee q) \vee (\neg p \equiv q \equiv p \vee q)$$

[Cálculo auxiliar]

$$p \vee (q \equiv r) \equiv (p \vee q) \equiv (p \vee$$

$r)$

$$\overbrace{(p \vee q)}^p \vee \overbrace{(\neg p \equiv q)}^q \equiv \overbrace{p \vee q}^r$$

$$(p \vee q \vee \neg p \equiv q) \equiv (p \vee q \vee p \vee q)$$

$$\overbrace{(p \vee q \vee \neg p)}^q \equiv \overbrace{q}^r \equiv (p \vee q \vee p \vee q)$$

$$(p \vee q \vee \neg p) \equiv p \vee q \vee q$$

JUD ¿Cómo era? No, eh... Que tenías que  $p \vee p$  es  $p$  [*Se refiere al axioma Ag: Idempotencia de la disyunción*]. Éste [ $p \vee q$ ] es tu  $p$  y éste [ $p \vee q$ ] es tu  $p$ .

⇒

¿Ves que son iguales? Entonces esto te queda uno solo, digamos. ¿Entendés eso? a esto [ $p \vee q$ ] vos lo llamas  $p$  ¿ves que esto es igual?

FLOR Sí

JUD Entonces también es  $p$

FLOR ¡Ah!

JUD Esto es  $p \vee p$  que es  $p$ , se reduce a una sola. Entonces te queda  $p \vee q$ .

⇒

Y acá [*Se refiere al término  $p \vee q \vee \neg p$* ]  $q \vee \neg p$ ... A ver si tenemos un axioma que nos venga bien, acá... ¿A ver si es éste? [*Aplican el teorema estrella llegando a un resultado que no las convence*]

FLOR Volvamos a empezar [*Ríen*] ¿Qué hora es?

LET Doce y veinticinco.

$$\overbrace{(p \vee q \vee p \vee q)}^p$$

[*Completa entonces el paso*]

$$(p \vee q \vee \neg p) \equiv p \vee q \vee q \equiv p \vee q$$

FLOR Bueno, ¿y si comenzamos otro?

JUD ¡Ah! Empezaba para cualquier otro lado. [*Discuten posibles caminos pero ninguno les convence*] No, de Guatemala a guate peor, ¿no? No.

FLOR ¿Por qué no lo preguntamos si siempre nos trabajamos con esto?

[*Transcripción clase práctica - 22 de abril de 2008*]

En este tercer intento Judith encuentra una estrategia para manejar mejor la longitud de la fórmula: ir modificando término a término. Esta estrategia se volvió una parte fundamental de la práctica, siendo utilizada en casi todas las demostraciones subsiguientes. La distribución espacial dentro de la hoja pasa a volverse significativa de manera que un término debajo de otro denota que el segundo es producto de la transformación del primero.

También me parece importante analizar el rol de las llaves que va dibujando Judith antes de aplicar un axioma así como la importancia de escribir el axioma a aplicar como cálculo auxiliar. Si bien en esta cita Judith sólo escribe el axioma una sola vez, en muchas de sus demostraciones —sobre todo en las primeras— esto era muy frecuente. Durante una de las entrevistas le pregunté específicamente sobre esto:

*[Le muestro algunas de las demostraciones que construyera en los prácticos]*

LET ¿Cuál es el rol de esto? *[Señalo el cálculo auxiliar en donde tenía escrito el axioma a aplicar e inmediatamente abajo la expresión que tenía con sus llaves arriba]*

JUD A mí se servía mucho tener el axioma a mano para ir comparando, ¿no cierto? Yo decía, este es el axioma, que es lo que me dicen. Yo acá tengo toda esta expresión, entonces digo: ¿cómo puedo manipular lo que tengo que demostrar en base a este axioma que tengo escrito? Entonces a mí me servía mucho verlo ahí plasmado en el mismo lugar. Entonces yo decía: si este es el axioma, ¿qué tengo yo? [...] Entonces así, me servía ver el axioma, muchas veces, como acá ¿ves? *[Señala el cálculo auxiliar que construyera para el ejercicio siguiente al que estábamos trabajando]* saco flechitas para ver, bueno, ya te voy a explicar bien este *[Ejercicio]*, pero para ver a esta  $p$  *[Del axioma]* la puedo llamar en este caso particular  $s$ , y así.

LET O sea, ¿para ver la sustitución?

JUD Claro, para ver cómo puedo meter de alguna manera lo que quiero en el axioma que tengo y para usarlo bien, que es lo que tanto nos hacían hincapié.

*[Transcripción entrevista - 22 de diciembre de 2008]*

Se desprende, entonces, que esta estrategia poseía una doble función. En primer lugar, ayudarla a construir la correspondencia entre la expresión a modificar y el axioma que había decidido aplicar. En segundo lugar, era una estrategia construida por ella misma para asegurar la corrección de los pasos y poder, entonces, autoevaluar y autorregular, de alguna manera, su trabajo. Estos cálculos le permitían, por lo tanto, ir aumentando la confianza en los pasos realizados.

En el tercer intento puede verse además, cómo el ir encontrando correlaciones entre los axiomas y las expresiones manipuladas iban haciendo que Judith tuviera más confianza en el camino elegido. A esto es a lo que se

refiere cuando dice “me va gustando más ahora” y esto es lo que nuevamente está en juego cuando deciden abandonar el intento.

[Cuarto intento:]

JUD A ver...

⇒

FLOR Volviendo al de arriba.

JUD Sí. Esto, acá aplico regla dorada [Se refiere al término  $\neg(p \wedge q)$ ]

⇒

Porque aplicamos nada más acá la regla dorada, acá [En el resto de la expresión] no. ¿Y si a esto [A toda la expresión] le aplicamos regla dorada? Como esto [Se refiere al término  $p \vee q$ ]  $p$  y esto [Se refiere al término  $\neg p \equiv q \equiv p \vee q$ ]  $q$ ? ¿A ver? nos va a quedar...

⇒

Bien, esto y esto queda ahí [Se refiere a los cuatro primeros términos] y esto [El último término] me queda... porque el  $\vee$  era distributivo con el  $\equiv$ , ¿o no? [Busca y encuentra el axioma A10 que establece la distributividad de la disyunción con la equivalencia] [...] Esto sería  $p$  y esto sería  $q$  y  $r$

⇒

FLOR [Mirando el último término:  $p \vee q \vee p \vee q$ ] Ese y ese son igual.

$$(p \vee q) \wedge \neg(p \wedge q)$$

[Aplica este axioma y simultáneamente también utiliza la definición de negación. Estos pasos habían sido realizados con detalle en el tercer intento]

$$(p \vee q) \wedge (\neg p \equiv q \equiv p \vee q)$$

$$p \vee q \equiv \neg p \equiv q \equiv p \vee q \equiv (p \vee q) \vee (\neg p \equiv q) \equiv p \vee q$$

$$\underbrace{(p \vee q)}_p \vee \underbrace{(\neg p \equiv q)}_q \equiv \underbrace{p \vee q}_r$$

$$(p \vee q) \vee (\neg p \equiv q) \equiv p \vee q \vee p \vee q$$

<p>JUD Esto vos lo puedes asociar. Esta <math>p \vee p</math> y te queda <math>p</math> [Se refiere a aplicar el axioma A9]</p> <p>FLOR ¡Ah! Y te queda <math>p \vee q</math>.</p> <p>JUD Esta <math>q \vee q</math> y te queda <math>p \vee q</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\Rightarrow</math></p> <p>¡Ah! y acá puedo volver a distribuir, mirá, esto es <math>p</math>, esto es <math>q</math> y esto es <math>r</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\Rightarrow</math></p> <p>FLOR Es <math>r</math></p> <p>JUD Entonces queda</p> <p style="text-align: center;"><math>\Rightarrow</math></p> <p>FLOR ¡Ah!</p> <p>JUD [Mirando el segundo término: <math>p \vee q \vee q</math>] Esto [<math>q \vee q</math>] te queda <math>q</math>, esto [todo el término, <math>p \vee q \vee q</math>] es <math>p \vee q</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\Rightarrow</math></p>	<p>[Escribe debajo del término que modificó el resultado de aplicar dos veces el axioma A9]</p> <p style="text-align: center;"><math>p \vee q</math></p> $\underbrace{(p \vee q)}_p \vee \underbrace{(\neg p)}_q \underbrace{(\neg q)}_r \equiv \underbrace{q}_r$ <p>[Completa el paso que había comenzado a escribir aplicando la distributividad de la disyunción con la equivalencia]</p> <p style="text-align: center;"><math>p \vee q \vee \neg p \equiv p \vee q \vee q \equiv p \vee q</math></p> <p>[Escribe debajo del término modificado]</p> <p style="text-align: center;"><math>p \vee q</math></p>
---	--

[Mirando el primer término:  $p \vee q \vee \neg p$ ] Y acá,  $p \vee \neg p$ . ¿A ver?  
 ¿Qué definición se puede sacar acá? [Ambas miran el digesto]

FLOR ¿Tercero excluido?

JUD ¿Y qué te queda?  $p \vee \neg p$

FLOR [Simultáneamente]  $p \vee \neg p$  ¿y qué te queda? Nada, vacío.

JUD No entendí nunca eso, ¿vos sabés? [Le pregunta a David que les contesta que  $p \vee \neg p$  puede reemplazarse por TRUE] Es TRUE. Esto [el término completo] es  $TRUE \vee q \dots TRUE \vee q \dots$  ¡Ah! El absorbente ¿ves? [Se refiere al teorema del absorbente de la disyunción:  $TRUE \vee p \equiv TRUE$ . Las estudiantes habían demostrado este teorema en el práctico 4.] Es TRUE o sea que todo esto es TRUE

⇒

[Escribe debajo del término que ha estado modificando y completa el paso de demostración]

$$TRUE \equiv p \vee q \equiv p \vee q$$

FLOR Eso no me sale.

JUD Y bueno, ¡ahí está mirá! [Ríe] ¡ellas querían llegar como sea! [Ríe] Esto [Se refiere a los tres términos que venía manipulando] es TRUE, porque es un axioma, es el neutro de la equivalencia.

FLOR ¿A ver? ¡Ah! ¡Mirá!

JUD Bueno, ¿pero qué hacemos con lo otro? [Se refiere a los términos que había dejado ignorados varios pasos atrás] Esto es TRUE porque es un axioma

⇒

[Escribe debajo de los términos que venía modificando]

TRUE

[Ahora Judith vuelca su atención a los términos que había dejado de lado:  $p \vee q \equiv \neg p \equiv p \vee q$ ] ¡Ahí está! ¡Mira! [Notando que tiene dos veces repetido el término  $p \vee q$ ] Esto también es TRUE, mirá esto equivalente con esto, o sea  $p$  equivalente a  $p$  es TRUE. Y te queda

[Completa el paso de demostración]

$$TRUE \equiv \neg p \equiv q \equiv TRUE$$

JUD Y te queda, pará,  $p$  equivalente a  $p$ , equivalente a TRUE, o sea  $p$  es todo esto ¿no?

[Aplica el axioma del neutro de la equivalencia]

$$TRUE \equiv \overbrace{\neg p \equiv q}^p \equiv TRUE$$

¡Ya está! Y todo esto [El término  $\neg p \equiv q$ ] es  $p$  otra vez.

$$\neg p \equiv q \equiv TRUE$$

$$\neg p \equiv q$$

¡Mirá! [Judith nota que arribaron a la misma fórmula a la que habían llegado partiendo de la discrepancia en el primer intento y que, por lo tanto, terminaron la demostración] Charaaaan [Todas reímos]. Estoy tan así, como emocionada, ¡qué satisfacción! [...] Voy a llamar a alguno de los chicos antes de que me emocione porque si llego a tener algo mal puedo llorar [Todas reímos.]

---

*[Judith pasa en limpio la demostración, escribiendo sólo el último camino e incluyendo las justificaciones. Luego se la muestra a Pablo que le confirma su corrección]*

*[Transcripción clase práctica - 22 de abril de 2008]*

En este último intento, una de las cosas más importantes que hace posible la resolución de la demostración es la articulación de los tres intentos anteriores. Estas experiencias previas facilitan el camino, permiten realizar varios pasos simultáneamente y también tener presentes pasos que han resultado infructuosos.

### 7.3 LA NATURALEZA DE LA PRÁCTICA DE LA CONSTRUCCIÓN DE DEMOSTRACIONES

A partir de los intentos para construir demostraciones presentados en la sección anterior me propongo, a continuación, considerar la naturaleza de la práctica. En primer lugar, esta práctica tenía una **naturaleza no lineal**. Constantemente los pasos ya realizados ayudaban a construir los pasos siguientes, generándose un ida y vuelta constante en donde las estudiantes analizaban lo que habían hecho al mismo tiempo que tenían en cuenta la expresión a la que debían arribar. Por otra parte, la linealidad también se rompía cuando trabajaban con expresiones largas. En estos casos normalmente enfocaban la atención en uno o varios términos dejando los otros en espera para continuar manipulándolos más adelante. La elección de algunos términos se hacía en función de ya haber encontrado un axioma para aplicar en ellos —lo que a su vez dependía de los axiomas que ya venían aplicando que eran tenidos más en cuenta que aquellos que todavía no habían utilizado— y también con el objetivo de ir logrando términos más simples, es decir, que cada uno incluyera disyunciones o equivalencias.

En segundo lugar, la práctica de la construcción de pruebas tenía una **naturaleza cíclica**. Cuando un camino era finalmente descartado, principalmente porque no podían encontrar una correspondencia sencilla entre los términos a los que llegaban y los axiomas, las estudiantes no hacían borrón y cuenta nueva. La experiencia del camino anterior les servía para alimentar el camino que estaban comenzando. Así, podían saltar varios pasos porque en el camino anterior ya se habían demostrado correctos —como es el caso del comienzo del cuarto intento en donde se aplican simultáneamente la regla dorada y la definición de negación—. Parte del proceso de encontrar los axiomas a utilizar y aplicarlos se acortaba porque ya los habían usado anteriormente —es el caso, por ejemplo, de la idempotencia de la disyunción, axioma del cual en el tercer intento las estudiantes ni siquiera recordaban su nombre y necesitaron recurrir al Digesto, mientras que en el cuarto intento ya lo utilizaron directamente—.

Las dos características mencionadas anteriormente implican que la práctica de construir demostraciones tenía una **naturaleza abierta**. Por más que la experiencia las iba dotando de herramientas, tácticas y «truquitos», ca-

da nueva demostración suponía un nuevo desafío, en el sentido de que la resolución de las anteriores no implicaba necesariamente el éxito en la resolución de la siguiente.

Para Judith muchas de las estrategias que componían su repertorio a la hora de resolver demostraciones eran las “recomendaciones” que le dieran los docentes. Algunas de ellas —que la estudiante mencionara durante una de las entrevistas— son:

JUD [...] Cuando tenemos equivalencias como ésta [*Escribe en la hoja en blanco que tenía disponible el teorema de cuya demostración estábamos hablando:  $\neg s \equiv \neg p \equiv s \equiv p$* ] lo que podíamos hacer era, que era lo más fácil, tomábamos los términos que queríamos, por ejemplo estos dos [*Señala los dos términos del medio:  $\neg p \equiv s$* ] y los íbamos trabajando hasta llegar a los otros dos. Cuando teníamos una equivalencia eso era lo que más nos recomendaban por el hecho de que era más fácil ver a dónde queríamos llegar que ingeniárselas para llegar a un *TRUE*.

[...] al principio de estos ejercicios cuando quedaban cosas demasiado gigantes, demasiado largas, muchas veces los mismos profes nos decían que cuando llegáramos a cosas muy complicadas, que paremos un poco y veamos si podíamos ir por otro lado. Cosa que después se revierte [*Se refiere a las demostraciones del Práctico 5*] porque nos dicen: hay veces que es preferible que te quede una cosa gigante, una cosa larga para poder simplificar muchos términos y que te quede lo que querés.

[...] [*Mirando una de las demostraciones del primer parcial*] este es el caso típico donde nos decían: hagan términos, hagan términos; hagan términos y simplifiquen términos.

[...] Otra recomendación era que siempre, no siempre, nos convenía partir del lado más complicado para llegar al más simple, por ahí se podía trabajar un poco más.

[...] Otra de las cosas que siempre nos decían era: bueno, si no pueden desde un primer momento partir de este lado y llegar al otro, partan de un lado y lleguen a algo. Agarren el otro término y lleguen a lo mismo.

[*Transcripción entrevista - 22 de diciembre de 2008*]

Cada uno de estos consejos fueron utilizados por Judith en múltiples oportunidades y varios de ellos se pueden ver en las citas de la sección anterior. Sin embargo, más allá del papel fundamental que jugaran tanto las sugerencias de los docentes como sus propias estrategias, Judith no dejaba de considerarlas relativamente útiles, evitando ver a la práctica como algo cerrado, metódico. De hecho, dentro de las guías varios ejercicios podían resolverse aplicando la misma secuencia de pasos y así fue como ella los resolvió. Esto me llevó a pensar que había desarrollado una especie de método que le sería útil para resolver en el futuro demostraciones con ca-

racterísticas similares. Sin embargo, cuando hablamos de esto durante una de las entrevistas ella relativizó mi parecer:

LET ¿O sea que había como un método para resolver estos ejercicios?

JUD No sé si un método sino una recomendación. Posiblemente, como te digo, es tan amplio todo esto, todo lo que podés usar, o no, que cada uno le da la vuelta que puede, como quien dice, ¿no? [...] Como te digo, siempre hago hincapié en ir haciendo, ir probando, ir probando. De hecho es lo que nos recomendaban, ¿no? Probar y probar hasta que en algún momento la ficha va a salir.

*[Transcripción entrevista - 22 de diciembre de 2008]*

Esto implicaba una cuota de incertidumbre cada vez que se comenzaba una demostración nueva. En algún sentido, la práctica es una práctica «artesanal» ya que, si bien los estudiantes se enfrentan a ella con una serie de herramientas, cada una es «un mundo nuevo», un caso particular, existiendo siempre la posibilidad de no poder resolverla.

La práctica de la construcción de demostraciones tenía, también, una **naturaleza reflexiva**. Aunque los pasos que realizaran al construir una demostración fueran incorrectos, cada uno de ellos tenía un significado para ellas siendo en alguna medida sensata su aplicación. La decisión de dar un paso estaba siempre, entonces, precedida de alguna reflexión en donde el entorno de la demostración jugaba un papel importante, fundamentalmente a la hora de congeniar la estrategia que se pretendía utilizar con la consigna del ejercicio.

#### 7.4 LOS TIEMPOS DE LA PRÁCTICA

El entorno en relación al cual Florencia construyó su práctica frecuentemente no le otorgaba oportunidades para verbalizar lo que estaba pensando y entendiendo. Cuando llamaban a algún docente siempre era Judith la que conversaba con ellos y éstos nunca se dirigían al resto del grupo. Esto puede verse en la cita de la sección 7.1.1 en donde Pablo discute con Judith acerca de cómo resolver el primer ejercicio del práctico 4. En esta ocasión, una vez que Pablo terminó su explicación se alejó del grupo diciéndole a Judith: “Bueno, cualquier cosa... pedime de vuelta si no **te sale**”.

Trabajando con sus compañeras esta situación se repetía frecuentemente. Más allá del interés genuino de Judith por su amiga, a veces sus respuestas no contestaban a sus preguntas o se basaban en describir una y otra vez las estrategias que Judith iba creando. Había momentos en los que Judith parecía estar hablando para explicarse a sí misma más que a sus colegas:

[Judith y Mariana construyeron la siguiente resolución para el ejercicio 2a:]

$$\begin{aligned} p \equiv q &\equiv p \wedge q \equiv p \vee q \\ &\equiv \{ \text{conmut} \equiv (p, q := p \equiv q, p \wedge q) \} \\ p \wedge q &\equiv p \equiv q \equiv p \vee q \end{aligned}$$

FLOR ¿Son dos sustituciones?

JUD ¿Cómo?

FLOR Son dos sustituciones.

JUD Sí, acá y acá.  $p \wedge q$ ,  $p \equiv q$  [Sigue murmurando fórmulas] No, pará, pará, pará, pará... Si yo ahora tengo,  $p \equiv q$  equivalente a  $p \wedge q$  equivalente a  $p \vee q$

⇒

A esto le llamo  $p$  [Hace la llave sobre  $p \equiv q$ ] y a esto le llamo  $q$  [Hace las llaves sobre  $p \wedge q$ ]

⇒

Ah, está bien, claro, porque hacemos la conmutatividad de  $p$  y  $q$

Y después lo reemplazamos por sus iguales y nos queda lo de abajo

⇒

[A Mariana] ¿Entendés?

MAR ¿Cómo?

JUD Mirá. No, no, no cambien nada, está bien esto, quería ver por qué era así [...]

FLOR ¿Vos estás en el dos?

JUD Sí.

FLOR Ah.

JUD Estaba viendo por qué era así porque me costó verlo.

$$p \equiv q \equiv p \wedge q \equiv p \vee q$$

$$\begin{aligned} \overbrace{p \equiv q}^p &\equiv \overbrace{p \wedge q}^q \equiv p \vee q \\ q \equiv p &\equiv p \vee q \end{aligned}$$

$$p \wedge q \equiv p \equiv q \equiv p \vee q$$

[Transcripción clase práctica - 8 de abril de 2008]

A lo largo de estas líneas se pueden notar las disparidades entre Judith y Florencia y cómo, a veces, era difícil para ellas establecer un verdadero diálogo: al escuchar a Judith, Florencia quedaba tan desorientada que no sabía ni en qué ejercicio estaba. De esta forma, al ir atrasada respecto del ritmo de sus compañeras, durante las clases prácticas Florencia se enfrentaba al doble desafío de avanzar en el ejercicio que estaba resolviendo y, simultáneamente, estar atenta a cómo sus colegas resolvían los ejercicios siguientes. En este esfuerzo por intentar seguir a sus amigas se creaban grandes con-

trastes y era notable cómo muchas veces ella alcanzaba a entender retazos de las estrategias de sus compañeras.

Del análisis de sus producciones y de sus intervenciones en los diálogos se desprende que no consigue, en relación con este entorno, construir un significado para la actividad de hacer un paso de demostración, como puede verse en la siguiente cita donde junto a Judith hablan de la resolución del ejercicio 1d:

*[Florencia y Judith siguiendo los consejos de Pablo, resuelven de la siguiente manera el ejercicio 1d:]*

$$\begin{aligned} p \vee (q \equiv p \wedge r) &\equiv p \vee q \\ &\equiv \{ \text{Distributividad } \vee, \equiv (p, q, r := p, q, p \wedge r) \} \\ &p \vee (p \wedge r) \end{aligned}$$

*[Cálculo auxiliar:]*

$$\begin{aligned} \text{Axioma: } p \vee (q \equiv r) &\equiv (p \vee q) \equiv (p \vee r) \\ (p \vee (q \equiv \underbrace{p \wedge r}_r)) &\equiv p \vee q \equiv (p \vee (\underbrace{p \wedge r}_r)) \end{aligned}$$

FLOR Claro, pero ahí no llegamos a lo que queríamos demostrar ¿o no?

JUD Sí, ya llegaste. Estoy diciendo que esto... vos con poner así estás llegando, ¿entendés? *[Refiriéndose al cálculo auxiliar en donde hicieran equivalente la fórmula de arriba con la de abajo]* Todo esto *[Lo de arriba]* es equivalente a todo esto *[Lo de abajo]*. *[Volviendo al cuerpo del ejercicio]* Por eso es que vos podés afirmar que esto es equivalente a esto, por esta propiedad. Esto, por esta propiedad es equivalente a esto. Y ahora sustituís por  $p$ ,  $q$  y  $r \wedge q$ . ¿Está? ¿Entendés más o menos?

FLOR Sí. Sí, lo tengo que pensar.

JUD Es puro, es puro alboroto nomás.

*[Transcripción clase práctica - 8 de abril de 2008]*

La duda sobre la relación entre el cálculo auxiliar y la resolución del ejercicio le había surgido a Judith en el momento en que Pablo le explicó el ejercicio 1a, cuando le preguntó: “¿y por qué me termina dando  $p$  esto?” (ver la cita que comienza en la página 187). La respuesta que después ella le diera a Florencia se parece bastante a la que recibió de Pablo. Otra duda que ambas tuvieron en distintos tiempos se refiere a la sustitución: ¿se sustituye en el axioma o se sustituye en la expresión que estoy manipulando? La primera respuesta de ambas fue sustituir en la expresión de manera que la fórmula que se manipula se transforme en un axioma. Esto fue corregido, en el caso de Judith cuando Pablo le explicó el ejercicio 1a y, en el caso de Florencia cuando ésta le preguntara a Judith acerca de la sustitución del ejercicio 1d:

FLOR ¿El 1 d?

JUD ¿Cuál?

FLOR El d. Es A 10 y sustituís  $p \wedge r$  igual a  $r$ .

JUD Ah, sí, en realidad sustituís  $r$  igual a esto [*Se refiere a  $p \wedge r$* ].

FLOR Ah. ¿Es al revés?

JUD Claro, porque vos en la fórmula general tenés  $r$ .

FLOR Ahí [*Señala el axioma en el digesto*]

JUD Claro. Y en la fórmula tuya...

FLOR Entonces tengo que poner esto [*Preparándose para borrar su respuesta*]

JUD No, no, está bien. Entonces en A10 sustituís  $r$  igual a  $p \wedge r$ .

FLOR Es al revés.

JUD Claro. Porque vos estás substituyendo de la fórmula general a esto.

[*Transcripción clase práctica - 8 de abril de 2008*]

Durante la misma clase práctica, estas dificultades en torno al significado de una demostración se acentuaron cuando tuvo que pasar al ejercicio dos. En el enunciado del mismo se solicitaba explícitamente que se subrayaran los términos que se modificaran y que se utilizara la regla de Leibnitz. Esta regla había sido presentada en la clase teórica por lo que su nombre le era familiar a Florencia. Judith tuvo la misma dificultad cuando comenzó el ejercicio y pudo saldarla adaptando ligeramente su estrategia de poner llaves sobre las expresiones para dilucidar la sustitución adecuada. Subyacía a esta técnica un sentido equivocado para la regla de Leibnitz. Sin embargo, a Judith le servía para satisfacer la consigna al mismo tiempo que aprovechaba los recursos que había ido construyendo anteriormente, obtenía resultados correctos y seguía avanzando. En la siguiente cita ambas discuten sobre la resolución del ejercicio 2a:

[*Mariana y Judith construyen una solución para el ejercicio 2a mientras que Florencia resolvía el 1e. Como era habitual, Judith explicita en voz alta el camino seguido*]

JUD ¿Entendiste Florencia?

FLOR No.

JUD Ahí el ejercicio te dice...

FLOR [*Simultáneamente*] ¿Qué hay que subrayar?

JUD Y, dónde tenés que aplicar las fórmulas para llegar a lo otro.

FLOR A lo de abajo.

JUD Claro, en este caso vos te das cuenta que esta parte es igual [*Se refiere al término  $p \vee q$* ], entonces hay que hacer una modificación de esta parte [*Señala  $p \equiv q \equiv p \wedge q$* ] para llegar a esto [*Señala  $p \wedge q \equiv p \equiv q$* ]. Acomodarlo, ¿entendés? Eso es lo que hay que subrayar.

⇒

FLOR Y Leibnitz, ¿donde..?

JUD Y Leibnitz es reemplazo de iguales por iguales, que te quiere decir,

FLOR ¡Ah! Eso...

JUD Que primero hagas la regla o el axioma que pusiste y vuelvas a sustituir.

FLOR Me mareo.

JUD Mirá, esta es tu regla, la que vas a aplicar, la regla dorada.

FLOR Sí.

JUD En este caso tenés que llegar exactamente a esto [*Se refiere a la expresión de abajo*]. Vos sabes que por la conmutatividad de la equivalencia podés poner los términos como a vos se te antoje.

FLOR [*Asintiendo*] Mmm.

JUD Entonces vos acá tenés que hacer una sustitución y aplicar Leibnitz. Entonces, si vos a esto, ahora escribí lo que está arriba

⇒

JUD Lo que está arriba es esto, si vos a esto lo llamás  $p$ , y a esto llamás  $q$  y a esto no lo tocás porque está igual.

FLOR ¡Ah! Cierto.

⇒

JUD Ahí tenés la primer sustitución, que es una sola en realidad. Entonces te queda, te quedaría,  $p \equiv q$  equivalente a  $p \vee q$ .

FLOR Sí.

$$\underline{p \equiv q \equiv p \wedge q \equiv p \vee q}$$

[*Florencia escribe como cálculo auxiliar*]

$$p \equiv q \equiv p \wedge q \equiv p \vee q$$

$$\underbrace{p \equiv q} \equiv \underbrace{p \wedge q} \equiv p \vee q$$

$$p \equiv q \equiv p \vee q$$

JUD Bueno, listo, aplicá la conmutatividad. ¿Cómo te queda? Quedaría  $q \equiv p$ , si aplicás la conmutatividad en esta parte, donde está subrayado [*se refiere a los términos  $p \equiv q$* ], ¿entendés?

FLOR Claro, vuelvo a reemplazar.

JUD Sí. Claro hacés  $q \equiv p$  equivalente a  $p \vee q$ , y ahí reemplazás de vuelta por los valores que le habías dado a  $p$  y a  $q$ , y te queda lo de abajo, ¿entendés?

⇒

[*Florencia realiza ambos pasos simultáneamente*]

$$p \wedge q \equiv p \equiv q \equiv p \vee q$$

FLOR Es un quilombo más.

JUD Es lo mismo para mí. Lo que pasa es que antes no reemplazábamos de vuelta.

[*Transcripción clase práctica - 8 de abril de 2008*]

Judith intenta transmitir su técnica y lo hace de forma similar a como lo hiciera Pablo: diciendo explícitamente qué es lo que hay que hacer, indicando lo que hay que escribir y dónde. Parece entonces que el entorno de Florencia le ofrece muchas recetas a las que ella no alcanza a dar sentido. Cuando dice "es un quilombo más" está remarcando esta idea. Al final del práctico en el que se dio la conversación anterior estos conflictos volvieron a surgir:

JUD ¿Qué es lo que no entendiste?

FLOR Esto sí me sale hacer [*Refiriéndose a la escritura de la justificación entre llaves*]

JUD ¿Y qué no te sale hacer?

FLOR [*Refiriéndose al cálculo auxiliar que construyera a partir de su interacción con Judith*] Esto, no lo entiendo. Pero, qué se yo, es un quilombo más para mí...

JUD No, pero yo a esto lo hice... Pará, yo a esto lo hice...

FLOR Yo hice la sustitución, todo, me da, yo llego a esto.

JUD [*Refiriéndose a su cálculo auxiliar*] Pero esto, yo lo hice porque yo quise. Vos... mientras que esté bien hecho, listo, a vos no te piden: escriba por qué, o cómo se dio cuenta. ¿Entendés? Esto va de la forma de cada uno, digamos.

[*Transcripción clase práctica - 8 de abril de 2008*]

En esta oportunidad, una de las pocas en las que se explayara sobre sus dificultades, queda de manifiesto que la estrategia que le transmitiera Judith no le servía de justificación para la solución del ejercicio que era el rol

fundamental que sí cumplía para Judith. En la práctica de esta última estudiante hay una profunda interacción entre el ir dando sentido a conceptos tales como sustitución o regla de Leibnitz y la construcción de herramientas o técnicas para resolver los ejercicios. No parece suceder esto en la práctica de Florencia.

Las primeras demostraciones que realizó individualmente a las que yo tuve acceso correspondieron a los dos ejercicios de cálculo proposicional del primer parcial, realizado dos clases después del momento en que registrara todas las conversaciones anteriores. Transcribo, a continuación, una de ellas. El enunciado del ejercicio era el siguiente:

*Demostrar los siguientes teoremas utilizando solamente Axiomas. Subrayar las subexpresiones donde se hayan aplicado. (Se pueden utilizar teoremas mientras que los demuestren en el parcial)*

$$\text{a. } \neg s \equiv \neg p \equiv s \equiv p$$

*[Resolución de Florencia:]*

$$\begin{aligned} & \neg s \equiv \neg p \equiv s \equiv p \\ \equiv & \{ \text{Def negación sust} = s, \neg p := p, q \} \\ & \neg p \equiv q \\ \equiv & \{ \text{Def de negación} \} \\ & \neg(p \equiv q) \\ \equiv & \{ \text{def de discrepancia} \} \\ & p \neq q \\ \equiv & \{ \text{reflex sust} = p, q := s, p \} \\ & s \equiv p \end{aligned}$$

En esta resolución aparece la influencia de la estrategia de Judith que consistía en reemplazar los términos marcados bajo las llaves por otras letras, operar y luego volver a recuperar los términos originales. Así, el primer y el último paso de su demostración no son aplicaciones de axiomas sino más bien sustituciones o reemplazos que le permiten obtener una expresión en términos de las letras con las que estaban enunciados los axiomas, en el primer caso, o recuperar la expresión original, en el segundo. A su manera, Florencia sigue el consejo de Judith: “vos tenés que ver de qué forma te queda algo parecido a un axioma”.

Esto implica que la sustitución se haga en la expresión que estaba manipulando, en lugar de sustituir en los axiomas. La elección de la sustitución parece fuertemente guiada por la comparación entre los operadores que tiene en la expresión y los que tiene en el axioma, eligiendo lo que es diferente entre medio como lo que se debe sustituir. Una vez realizado este paso, Florencia se manejaba bien aplicando axiomas y teoremas que estaban escritos exactamente igual que en el Digesto.

El requisito de explicitar la sustitución que se utiliza en cada paso de la demostración es sólo de esta materia y no es algo a lo que los estudiantes

estén habituados en la escuela secundaria. Más allá de que una sustitución esté implícita en la aplicación de cualquier propiedad aritmética para resolver los típicos «ejercicios combinados», su explicitación en el marco de un tipo de dato diferente que consta de nuevos operadores —todos ellos presentados a través de símbolos nuevos— no parece, en absoluto, trivial.

Dos clases después del parcial, luego de que los mismos se entregaran corregidos y de que Florencia comenzara a pensar en dejar la carrera, ella vuelve a preguntarle a su compañera acerca de todos estos temas a partir de una resolución que había construido anteriormente del ejercicio 1 del práctico 5 cuyo enunciado era el siguiente:

*Demostrar los siguientes teoremas del Cálculo Proposicional acerca de la conjunción:*

a) *Asociatividad de la conjunción:  $p \wedge (q \wedge r) \equiv (p \wedge q) \wedge r$*

[Al comenzar el práctico Florencia le pregunta a Judith sobre el siguiente paso de demostración que había realizado]

⇒

$$\underline{p \wedge (q \wedge r)} \equiv (p \wedge q) \wedge r$$

$$p \wedge (q \wedge r)$$

≡ { Regla dorada }

$$p \equiv q \wedge r \equiv p \vee (q \wedge r)$$

FLOR El [Ejercicio] 1

JUD 1 [Judith busca en su carpeta la resolución].

FLOR Vos en el 1 tomás esta parte [ $p \wedge (q \wedge r)$ ], no cierto, y le aplicás regla dorada.

JUD Sí.

FLOR Vos agarrás el axioma, no cierto, sustituís para llegar a esto [Señala el axioma].

JUD No.

FLOR ¿Sustituís para qué?

JUD Es a modo, digamos... Para que quede claro que acá tu  $p$  es esto. [Refiriéndose a la justificación y al segundo paso] Vos acá, ¿por qué pusiste todo esto? Y, porque aplicaste tal regla y, de la regla, del axioma hago la siguiente sustitución, para que esto me quede igual a esto, ¿entendés?

FLOR No. Lo que no entiendo es cómo te das cuenta de sustituir.

JUD Y... te das cuenta [...] Escuchame, vos partís de acá [Se refiere al término que eligió para comenzar la demostración] y querés llegar acá en realidad [Se refiere al otro término del teorema:  $(p \wedge q) \wedge r$ ]

FLOR Sí, eso lo sé.

JUD Entonces acá vas a trabajar...

FLOR ...para llegar a esto.

JUD Para tratar de llegar a esto [...] Entonces, vos acá empezás a aplicar regla dorada. La regla dorada, ¿qué te dice?  $p \wedge q$

FLOR [Simultáneamente]  $p \wedge q \equiv$   
 $\Leftrightarrow$

JUD [Interrumpiéndola] Pará,  $p \wedge q$  equivalente a algo. Bueno, ¿cuál sería tu  $p$  y cuál sería tu  $q$  acá? [Se refiere a la expresión que está modificando] O sea, ¿se puede aplicar esa regla? Es la pregunta.

FLOR Sí.

JUD Sí, porque si a  $p$  lo deajo como  $p$  y a  $q$  lo sustituyo por esto [Señala  $q \wedge r$ ] puedo aplicar la regla.

FLOR ¡Ah!

JUD Entonces en todos los lugares donde tengas  $q$ ...

FLOR Voy a sustituir.

JUD En la regla, en el axioma vos vas a aplicar la sustitución que vos dijiste, ¿entendés?

FLOR [...] Bueno,  $p$  es  $p$ ,  $q$  va a ser  $(q \wedge r)$ .

JUD Es  $q \wedge r$ . Sí,

FLOR [Simultáneamente con Judith] Equivalente a  $p$  equivalente a  $q \wedge r$  equivalente a...  $p \wedge$   
 $\Leftrightarrow$

JUD [Interrumpiéndola y corrigiéndola]  $p \vee$

FLOR ¿Por qué?

JUD  $\vee$ , porque es la regla. ¿Está bien? [Señalando el axioma que acababan de escribir] El  $\vee$ , así es la regla.

FLOR ¡Ah!

JUD  $p \vee$  y ahí ponés  $q \wedge r$ ,  $q \wedge r$ .

FLOR ¡Ah! Ahí está

[Cálculo auxiliar]

$$p \wedge q \equiv p \equiv q \equiv p \vee q$$

[Mientras Florencia va escribiendo esta instanciación de la regla dorada debajo del axioma]

$$p \wedge (q \wedge r) \equiv p \equiv q \wedge r \equiv p$$

<p>⇒</p> <p>JUD ¿Está?</p> <p>FLOR Bueno, entonces ahora yo a esto no lo pondría [<i>Se refiere a no escribir el término <math>p \wedge (q \wedge r)</math> del cálculo auxiliar debajo de la justificación en la demostración</i>] y pondría <math>p</math> equivalente a <math>q \wedge r</math> equivalente a <math>p \vee (q \wedge r)</math></p> <p>⇒</p> <p>JUD Sí, claro</p> <p><i>[Florencia anota la siguiente oración al lado de los cálculos auxiliares]</i></p>	<p><i>[Completa entonces la expresión que estaba escribiendo]</i></p> $p \wedge (q \wedge r) \equiv p \equiv q \wedge r \equiv p \vee (q \wedge r)$ <p><i>[Subraya]</i></p> $p \wedge (q \wedge r) \equiv \underline{p \equiv q \wedge r \equiv p \vee (q \wedge r)}$ <p>Sust. [<i>Sustituyo</i>] los valores en el axioma y anoto lo que me quedó de la sustitución. Regla Dorada, sust <math>q = (q \wedge r)</math></p>
---	--

*[Transcripción clase práctica - 24 de abril de 2008]*

Parece que en esta oportunidad ella está comenzando a darle significado a la idea de sustitución y a las estrategias de Judith. Comienza a participar un poco más, pudiendo adelantar respuestas y anotando lo que para ella es importante y no sólo lo que le dicen. Hasta este punto parece que la sustitución fuera para ella, un requisito de los docentes que tiene que satisfacer de alguna forma: sabe que tiene que sustituir pero no sabe cómo darse cuenta de cuándo hay que hacerlo ni para qué.

Gran parte del desarrollo de la práctica de Florencia pone en evidencia la diferencia que existe entre los tiempos didácticos y los tiempos de aprendizaje. Según el ritmo establecido por los docentes, cuando Florencia estaba discutiendo acerca de la sustitución con Judith en la cita anterior, todos los estudiantes ya deberían estar resolviendo demostraciones más complejas incluidas en los ejercicios 4, 5 y 6 del Práctico 5. El profesor del teórico había presentado a la sustitución un mes antes y en ese momento ya estaba desarrollando la segunda 'aplicación de cálculo proposicional: piso y techo'. La inmensa disparidad entre estos tiempos plantea preguntas sobre la posibilidad de retener a estudiantes con otros ritmos de aprendizaje en el marco de los tiempos didácticos establecidos.

## 7.5 LOS ARTEFACTOS DE LA PRÁCTICA

Según Lave & Wenger (1991), los artefactos de la práctica —que, de acuerdo a su terminología, constituyen la tecnología de la práctica— son un campo fértil a la hora de reflexionar acerca del acceso a la comprensión que una comunidad disponibiliza para sus recién llegados. Estos autores resaltan que habitualmente se concibe a los artefactos como cosas dadas, como objetos fijos en el tiempo y en el espacio. En contraposición, ellos resaltan la estrecha vinculación que existe entre los artefactos y la forma de participación en la práctica que su uso permite. Siguiendo esta misma perspectiva, Santos & Matos (2008) se refieren a los artefactos como artefactos-en-la-práctica en el sentido de que *“su utilidad no se revela en las características identificadas independientemente de su uso en las prácticas en donde son puestos en acción”* (p. 201, traducción mía<sup>3</sup>).

Si bien ya he utilizado la palabra artefacto sin haberla definido con precisión, este es el sentido que le atribuyo. Coherentemente, esta es la visión que adopté para analizar aquí los dos principales artefactos utilizados en la práctica de la construcción de demostraciones: el Digesto de Axiomas y Teoremas Básicos y el Práctico 4.

Para el caso del Digesto, su utilización fue cambiando a lo largo del tiempo. Durante las primeras clases era un artefacto de consulta casi permanente para las estudiantes quienes recurrían a él para buscar qué axioma utilizar en cada paso de las demostraciones que estaban construyendo. Este uso reiterado fue haciendo que las alumnas lograran memorizar, poco a poco, su contenido. En consecuencia, en el transcurso de las clases prácticas fue siendo cada vez menos utilizado y finalmente abandonado. El digesto tampoco constituía algo fijo en el sentido de que la relevancia de algunos axiomas iba cambiando a medida que Mariana, Judith y Florencia iban avanzando en la guía de ejercicios. El caso del Práctico 4, y de todas las guías de ejercicios en general, mostraba un uso mucho más constante con el pasar del tiempo. Su uso se repite en los prácticos de todas las materias de la carrera y, por lo tanto, estos artefactos se transforman en herramientas básicas de trabajo durante su permanencia en la facultad.

De manera similar a como describieran en su estudio Santos & Matos (2008), la construcción de objetos —en este caso la producción de demostraciones— estaba mediada por estos artefactos, estableciéndose un proceso intrínsecamente dialéctico y colaborativo entre ambos, un proceso en donde se encontraban, entraban en conflicto y se entremezclaban distintas perspectivas y voces. Los cambios que Judith hiciera a su estrategia de colocar llaves para satisfacer la nueva consigna que establecía que la regla de Leibnitz de-

3 ... *“their usefulness is not revealed in the characteristics identified independently of use in the practices where they are put in action”* (Santos & Matos, 2008: 201).

bía ser utilizada; la preocupación de Florencia por descubrir el sentido de la sustitución que los ejercicios requerían; la comparación constante entre la forma de los axiomas y la forma de las expresiones a manipular, el formato de las soluciones que construían y el formato solicitado, fueron algunos de los momentos en donde esta relación dialéctica se ponía en evidencia.

Como lo explicara al comienzo de este capítulo, estos artefactos se constituían en recursos que estructuraban la actividad de los estudiantes. Siguiendo a estos mismos autores:

*“...adoptar una manera situada de hablar de los recursos, de los recursos de estructuración, significa reconocerlos como elementos de espacios de actividad llevándose a cabo en un mundo social estructurado y donde los significados son producidos y reproducidos. Los recursos nos llaman a pensar en los usuarios como personas que son parte de comunidades y por lo tanto son vistas y pensadas como seres sociales”* (Santos & Matos, 2008: 187, traducción mía<sup>4</sup>).

Esta forma de comprender a los artefactos, en particular, y a los recursos de estructuración, en general, plantea las siguientes preguntas: ¿quién crea los artefactos de la práctica? ¿quién los utiliza? ¿para qué se utiliza el poder de crear y de utilizar los artefactos? En el caso que estoy analizando los responsables de crear el Digesto y el Práctico son los docentes asignados a la materia. Ambos artefactos emergen de un proceso de colaboración colectiva en donde se combinan las experiencias y el trabajo en años anteriores con las opiniones y creencias de los docentes que ese año están asignados a la materia. Obviamente, los principales usuarios de estos artefactos son los alumnos del curso.

La creación del Digesto les permite a los docentes establecer las reglas del juego de la construcción de demostraciones en el sistema formal del cálculo proposicional. Sólo ese listado de teoremas y axiomas era el legitimado. Cuando Mariana propuso utilizar un listado mucho más grande que había encontrado en un libro tanto los ayudantes-alumno como Judith cuestionaron su uso y resaltaron que cualquier axioma o teorema que no estuviera en el Digesto si se utilizaba debía ser demostrado aparte. A través de la guía de ejercicios, los docentes establecían un ritmo de avance así como también la actividad para cada clase. La expresión de una de las integrantes del centro de estudiantes cuando participara de la charla organizada por Juan: “a mí muchas veces me pasa que me atraso y me da vergüenza caer en mayo con preguntas del primer práctico; bueno, no. No les tiene que dar vergüenza porque

<sup>4</sup> *“...adopting a situated way of talking about resources, structring resources, means recognizing them as elements of spaces of activity taking place in a social world which is structured and where meanings are produced and reproduced. Thus, the notion of resources calls us to think about the users as persons who are part of communities and therefore are seen and thought of as social beings”* (Santos & Matos, 2008: 187).

para eso son los prácticos, para eso son los profesores” de alguna manera resalta lo sólido y lo importante del ritmo que establecen los docentes a través del artefacto. El margen de movimiento que les queda a los estudiantes no es grande, ellos utilizan estos artefactos porque los docentes los construyen y los legitiman para que sean utilizados dentro de la actividad en el aula. Como resultado, la creación y el uso de artefactos contribuye a la reproducción del orden social establecido en el aula, en donde hay un docente que establece qué es lo que hay que hacer en cada momento y a través de qué herramientas hacerlo.

Estos artefactos funcionan, entonces, como importantes reguladores de la participación de los actores de la clase y es en esta dirección en donde comienza a jugar el acceso a la comprensión. Según Lave & Wenger (1991), convertirse en un miembro de una comunidad involucra, sin lugar a dudas, el compromiso con las tecnologías de la práctica cotidiana pero advierten que *“la comprensión que se gana del compromiso con la tecnología puede ser extremadamente variable dependiendo de la forma de participación permitida por su uso”* (p. 101, traducción mía<sup>5</sup>). Cabe preguntarse, por ejemplo, qué tipos de comprensiones acerca de la demostración en sistemas formales permite un artefacto cuyas consignas prácticamente no aportan ningún marco motivador de la actividad, que requiere la construcción de demostraciones sin dar espacio a la reflexión sobre cuándo una demostración terminó o sobre lo que sucede cuando se quiere demostrar que algo no vale y que no ofrece ningún recurso para que los estudiantes evalúen su trabajo.

Todo artefacto refleja, en su mismo diseño y utilización, el sistema de actividad y el mundo social del cual es parte. El artefacto puede volverlos transparentes o mantenerlos opacos. La guía de ejercicios es muy transparente en relación con las actividades a realizar estando cada ejercicio enunciado a través de consignas muy concisas y también transparenta parte del mundo social de la facultad que sostiene que el aprendizaje es una actividad individual que se alcanza luego de la resolución de ciertos ejercicios en un espacio separado del teórico especialmente diseñado para tal fin. Simultáneamente mantiene opacas las relaciones que vinculan un práctico con otro, los criterios que se utilizaron para ordenar los ejercicios y el aporte que cada uno de ellos realiza a la comprensión. ¿Qué ganan los estudiantes al comenzar completando sólo una justificación, luego una justificación en un entorno más complejo y finalmente varias justificaciones en una demostración ya elaborada? Parece desprenderse una concepción del aprendizaje en donde se va acompañando al estudiante paso a paso hasta que está en condiciones de encarar una demostración completa. Entonces, pretende dividir en partes discretas la dificultad de la construcción de la demostración

5 *“the understanding to be gained from engagement with technology can be extremely varied depending on the form of participation enabled by its use”* (Lave & Wenger, 1991:101).

pero este fraccionamiento no se especifica desde el principio lo que hace difícil darle sentido a cada parte.

El Digesto es transparente al evidenciar las informaciones importantes para la práctica: no sólo establece los axiomas sino también las reglas de precedencia. El conocimiento contenido en él es básico para la participación en las clases. El Digesto mantiene opacos los motivos que llevaron a elegir esos axiomas como axiomas dentro del cálculo y no otros. Esta fue una de las dudas más poderosas que se planteó Gabriel al momento de relacionarse con el Digesto:

GAB [...] Algunas cosas, digamos, yo empecé aprendiéndolas de memoria y después, a medida que íbamos trabajando los programas y a uno ya más o menos le quedaba cual era el axioma se comienza a preguntar: bueno, pero ¿y esto de dónde viene? O sea, porque a mí me lo dan por cierto pero y yo ¿cómo sé [*Que vale*]?

[*Transcripción entrevista - 30 de septiembre de 2009*]

La cuestión de fondo que aparece en las palabras de Gabriel es la del significado de un axioma en el marco de un sistema formal con toda su cuota de convención y de haberse mostrado útil en el pasado. El Digesto tampoco dilucida por qué están presentes los teoremas que componen la segunda columna. Al enunciar las proposiciones en mayúsculas —cosa que no se repite en ningún otro lugar— parece dar un indicio, que nunca se clarifica, de que en realidad esos axiomas funcionan como «esquemas» en donde cada letra mayúscula puede sustituirse por cualquier expresión booleana.

Por supuesto, en todo artefacto se combina indefectiblemente visibilidad e invisibilidad. La invisibilidad de los artefactos mediadores es necesaria para permitir que el centro de atención se coloque en el tema en cuestión: la construcción de demostraciones. Sin embargo, es necesario que el significado del artefacto sea lo suficientemente visible como para permitirnos su uso no problemático (Lave & Wenger, 1991).

Estas reflexiones en torno a los artefactos de la práctica permiten dilucidar otra importante característica de los mismos: ellos cargan una porción trascendental del patrimonio de la práctica. En palabras de Lave & Wenger (1991): “*Comprender la tecnología de la práctica es más que aprender a usar herramientas; es un camino para conectar con la historia de la práctica y para participar más directamente es su vida cultural*” (p. 101, traducción mía<sup>6</sup>). Esto es lo que se juega en el manejo del Digesto y del Práctico. Ellos son ventanas que permiten, con distintos grados de visibilidad, asomarse a la forma de organización de la vida de los estudiantes y docentes de la carrera y al mismo

6 “*understanding the technology of practice is more than learning to use tools; it is a way to connect with the history of the practice and to participate more directly in its cultural life*” (Lave & Wenger, 1991: 101).

tiempo van marcando los contenidos y creencias que, a lo largo del tiempo, se han ido sosteniendo y desarrollando.

A lo largo de este capítulo he ido profundizando en las distintas facetas que poseía la práctica de la construcción de demostraciones formales, con sus diversas naturalezas, sus recursos de estructuración y sus artefactos. En el capítulo siguiente, relaciono la participación en esta práctica, así como en las que he descrito en el capítulo 6, con la construcción de comunidades de práctica.

## LAS COMUNIDADES DE PRÁCTICA DE LAS QUE LOS ESTUDIANTES PARTICIPAN

---

El análisis del encuentro entre los alumnos recién llegados y la facultad a la que los estudiantes pretenden integrarse —uno de los objetivos específicos de esta investigación— puede ser analizado fructíferamente en términos de una de las categorías teóricas que proporciona la teoría del aprendizaje situado: el concepto de **comunidad de práctica**. Partiendo de esta perspectiva los interrogantes que intentaré responder a lo largo de este capítulo serán: ¿Cuáles son las comunidades de práctica de las que los estudiantes participan y se vuelven miembros durante el primer año de la carrera? ¿Cómo son sus trayectorias en este proceso de ingreso?

El concepto de comunidad de práctica fue acuñado por Lave y Wenger en su trabajo de 1991 y luego retomado por Wenger en 1998. Estas dos publicaciones serán la base teórica que orientarán mi análisis. La primera sección de este capítulo está dedicada a presentar de forma resumida las ideas centrales de estas dos investigaciones.

Si bien ambas giran alrededor del concepto de comunidad de práctica, lo conciben desde ópticas diferentes, lo construyen utilizando distintos tipos de «lentes».

El objetivo de Wenger (1998) era elaborar una teoría social de aprendizaje ubicada en la intersección de los ejes *estructura social-experiencia situada* y *práctica-identidad*. Analizando una comunidad de práctica establecida dentro de una empresa dedicada al procesamiento de solicitudes de seguro médico, Wenger construye una serie de herramientas útiles para mapear aspectos claves de una comunidad de práctica (Kanes & Lerman, 2008). Estos conceptos fueron los que me guiaron en la elaboración de la primera parte de este capítulo donde describo las dos comunidades en las que se involucraron los estudiantes: la comunidad de práctica educativa de computación y la comunidad de práctica del grupo de compañeros.

Lave & Wenger (1991) elaboran su trabajo alrededor de las ideas de tensión, conflicto y discontinuidad en la práctica. La idea de comunidad de práctica actúa dentro del marco de otro concepto: la **participación periférica legítima**. Los análisis desde esta óptica se centran en las trayectorias

de aprendizaje que recorren los participantes de una comunidad de práctica. Esta fue la perspectiva que utilicé en la segunda parte de este texto, en donde analizo las trayectorias de los estudiantes y las posiciones que fueron ocupando en el campo de participación de la comunidad de práctica educativa de computación.

## 8.1 DESARROLLO DEL CONCEPTO DE COMUNIDAD DE PRÁCTICA

Lave y Wenger (1991) conciben el aprendizaje como un proceso situado de participación en comunidades de práctica. Estos autores definen a una comunidad de práctica como:

*“... un conjunto de relaciones entre personas, actividades y el mundo a lo largo del tiempo y en relación con otras comunidades de práctica tangenciales y superpuestas. Una comunidad de práctica es una condición intrínseca para la existencia de conocimiento, en particular, porque provee el soporte interpretativo necesario para dar sentido a su herencia”* (p. 98, traducción mía<sup>1</sup>).

Así, ser miembro de una comunidad de práctica involucra no sólo el manejo de habilidades técnicas eruditas sino que también implica participar de un sistema de actividades comprendiendo las acciones que se realizan y los significados que éstas tienen para la comunidad y para la vida de sus miembros (Lave & Wenger, 1991)<sup>2</sup>. Esta teoría coloca en el centro a la **participación** en la práctica entendiéndola como el proceso a través del cual el aprendizaje se lleva a cabo.

Asimismo, esta perspectiva asume que la **membresía** en una comunidad permite la participación en múltiples niveles de la práctica, de forma que cada miembro realiza distintas contribuciones a la actividad de la comunidad. Una comunidad de práctica no implica, entonces, homogeneidad; sus miembros pueden sostener intereses y puntos de vista diversos y participar de formas variadas dentro de la misma. El concepto de comunidad de práctica tampoco pretende simbolizar un grupo bien definido e identificable a partir de fronteras sociales visibles sino más bien habla de la participación en una práctica compartida.

Unos años más tarde, Wenger (1998) retoma el concepto de comunidad de práctica y define tres dimensiones para las mismas: el *compromiso mutuo*

<sup>1</sup> “A community of practice is a set of relations among persons, activity, and world, over time and in relation with other tangential and overlapping communities of practice. A community of practice is an intrinsic condition for the existence of knowledge, not least because it provides the interpretative support necessary for making sense of its heritage” (Lave & Wenger, 1991: 98).

<sup>2</sup> Para hacer la lectura del texto más fluida de aquí en adelante me referiré frecuentemente al término *comunidad de práctica* como *comunidad*.

—término que denota las relaciones recíprocas por medio de las cuales los participantes pueden llevar a cabo la práctica de la comunidad— la *empresa conjunta* —que resulta de un proceso de negociación entre los miembros y que crea relaciones de responsabilidad entre ellos— y el *repertorio compartido* —que alude a los variados recursos creados por la comunidad en la persecución de su empresa, incluyendo rutinas, herramientas, historias, gestos, etc.

Según Wenger (1998):

*“La práctica no existe el abstracto. Existe porque personas están comprometidas en acciones cuyos significados negocian mutuamente. (...) La práctica reside en una comunidad de gente y en las relaciones de participación mutua gracias a las cuales pueden hacer lo que hacen”*  
(p. 100).

Cuando comencé a analizar el ingreso a la carrera a través del enfoque que me proporcionaba esta teoría pensé, en primer lugar, que la problemática alrededor de la cual giraba esta tesis era el ingreso a una sola comunidad de práctica. Pero a lo largo del proceso comprendí que las comunidades de práctica en las que se envuelven los estudiantes durante el primer año son **múltiples** y van variando a lo largo del tiempo y de persona a persona. Además, estas comunidades están **anidadas**, en el sentido de que algunas se crean dentro y como una forma de participar de otras más amplias que las contienen. Dos fueron las comunidades que jugaron un papel central en la trayectoria de los estudiantes con los que trabajé. En las siguientes secciones describiré cada una de ellas utilizando las dimensiones desarrolladas por Wenger (1998).

## 8.2 LA COMUNIDAD DE PRÁCTICA EDUCATIVA DE COMPUTACIÓN

Gran parte del aprendizaje en el que los estudiantes de primer año se embarcaron estaba situado en el ingreso a una comunidad de práctica que he llamado *comunidad de práctica educativa de computación*. Sus miembros eran los estudiantes de todos los años de la carrera y los docentes responsables del dictado de las materias. Este era un grupo heterogéneo de personas que fue, y continúa actualmente, cambiando con el tiempo.

Los docentes de esta comunidad poseen una formación variada que va desde la formación del matemático, del estadístico y del lógico a la del investigador en distintas áreas de las ciencias de la computación (sistemas formales, model checking, lenguaje natural, etc.). Estos distintos bagajes les permiten, y a su vez les confieren, distinta participación dentro de la comunidad: son asignados por la facultad para el dictado de materias cercanas

a sus temas de investigación, dirigen trabajos de grado y dictan cursos de pos-grado y especializaciones donde forman nuevos especialistas en su área específica, etc. Por lo tanto, las trayectorias formativas y de investigación de cada docente constituyen un elemento que impregna la visión de la materia que desarrolla. Si bien una buena parte del plantel docente desarrolla tareas de investigación dentro de la institución, también existe un número importante de cargos con dedicación simple ocupados por egresados de la carrera que trabajan en empresas de desarrollo de software —empresas multinacionales, nacionales y propias—. También existen diferencias marcadas por las distintas dedicaciones —simple, semi, full— y antigüedades —en un rango que va desde aquellos que trabajan a partir de la creación de la carrera en 1992 hasta los que se incorporaron hace menos de un año—.

Los estudiantes se distinguen por las materias que están cursando o el año de la carrera en el que se encuentran, pero también por su grado de dedicación al estudio —algunos se dedican exclusivamente a él, otros trabajan—, por su antigüedad en la institución y por su participación en otras comunidades como el Grulic<sup>3</sup>, las Olimpíadas de Computación y las Olimpíadas Matemáticas, las empresas donde trabajan, el estudio de otra carrera, etc.

Entre los estudiantes existe un grupo diferenciado: los ayudantes-alumno. Ellos son estudiantes de años avanzados —de 3<sup>ro</sup> hacia adelante— que trabajan como docentes en los prácticos de materias que ya cursaron. Por el tipo de cargo que poseen no son los responsables del práctico, usualmente no corrigen exámenes ni dictan prácticos expositivos, pero sí atienden las dudas puntuales que les surgen a los estudiantes cuando intentan resolver los problemas del práctico. En esas interacciones suelen transmitirles a sus «estudiantes-compañeros» muchas de las experiencias que vivieron cuando ellos eran principiantes en la comunidad, así como también consejos sobre cómo manejarse dentro de la misma. Los ayudantes-alumno constituyen, entonces, una figura intermedia que juega un rol importante en el ingreso a la comunidad. Una de las conversaciones registradas que reflejan esta situación se produjo entre Marcelo [MARC], un ayudante-alumno, y Judith. La misma se llevó a cabo durante uno de los últimos prácticos del cuatrimestre, cuando ya se habían entregado las notas de los dos primeros parciales y Judith tenía posibilidades de promocionar la materia. En función de una duda Marcelo le explicó a Judith cómo resolver un ejercicio. Al terminar la explicación se produjo el siguiente diálogo:

MARC ¿Vos aprobaste el tercer parcial?

JUD No lo tomaron todavía.

MARC ¿Y podés promocionar?

---

<sup>3</sup> Grupo de Usuarios de Software Libre de Córdoba.

JUD Sí.

MARC Estudiá mucho.

JUD Sí, esa es la idea.

MARC Además te vas a dar cuenta de que es re-difícil aprobar tres materias en una sola fecha.

[Nota in situ clase práctica - 19 de junio de 2008]

Así, en muchos de los múltiples aprendizajes descritos en el capítulo 6 en los que los estudiantes de primer año estaban involucrados —por ejemplo, el aprendizaje de estrategias de estudio para rendir exámenes y el aprendizaje de una visión de la carrera y de la facultad— jugaban un papel importante no sólo los docentes sino también estos otros aprendices más experimentados.

Las relaciones entre los miembros de esta comunidad se caracterizan por ser bastante informales. El número de docentes y estudiantes no es muy grande y muchos de ellos pasan gran parte del día dentro de la facultad de modo que todos llegan a conocerse rápidamente. Además, cotidianamente todos visten y hablan de manera informal, se muestran accesibles y es común que compartan otros espacios además del aula tales como reuniones políticas, fiestas, recreos, etc.

### 8.2.1 *El compromiso mutuo dentro de la comunidad*

En el caso de la comunidad de práctica educativa de computación uno de los mecanismos más importantes a través de los cuales se construyen las relaciones de compromiso mutuo es la asistencia y la participación en las clases. Ir a la facultad de lunes a viernes, pasar gran cantidad de tiempo con compañeros y docentes intentando resolver problemas, conversando e interactuando con ellos mientras se trabaja, son elementos claves de la práctica de la comunidad. Esto se puso de manifiesto ya en la primera clase, cuando los docentes establecieron que la asistencia no constituía un requisito para la regularización o promoción de la materia pero inmediatamente recomendaron a todos los estudiantes que vengan a clases. Los docentes de práctico y laboratorio también tenían la intención de reforzar el compromiso entre los participantes cuando, cada uno por separado, escribieron mails al foro de la página web de la materia preguntando por los motivos de la inasistencia al taller y al práctico (este último episodio fue descrito en la página 141 en el capítulo 5).

Las relaciones de compromiso mutuo involucran compartir información relacionada con la facultad, con la carrera y las ciencias de la computación así como también mostrarse accesible frente a los demás. El compromiso con la comunidad se expresa también a través de la preocupación por sus

otros miembros. Los docentes se preocupan mucho por los alumnos, suelen preguntarles diariamente cómo están e intentan generar mecanismos para mejorar el desempeño de los estudiantes o contenerlos frente al fracaso. El propio hecho de que uno de los docentes propusiera una investigación como esta y que todo el resto del cuerpo docente de la carrera la apoyara brindando toda la información que tuvieran a su alcance es otra importante señal de este compromiso.

Esta comunidad está inserta en una institución que también alberga a otras comunidades de práctica y a otros actores con intereses bastante diversos. Esto implica limitaciones, negociaciones y luchas frecuentes en planos que van desde la financiación económica hasta los mecanismos de incorporación de personal. La defensa de los intereses de la carrera en el ámbito más amplio de la facultad es otra de las formas en las que sus integrantes muestran su compromiso con la comunidad.

Tal como lo menciona Wenger (1998), lo que hace que esta comunidad de práctica se mantenga unida a veces es algo muy sutil y delicado como compartir un mate con un docente durante un recreo, charlar con algún participante, enviar o responder un mail preguntando por la asistencia, construir una idea de desarrollo profesional futuro o crear afectos entre docentes y estudiantes.

Gran parte del ingreso a esta comunidad de práctica se desarrollaba dentro de la materia *Introducción a los Algoritmos*. Dentro de este curso un importante dispositivo que facilitaba el establecimiento del compromiso mutuo dentro del primer año era la participación en los foros de discusión que se establecían en la página web de la materia. En ellos cualquier estudiante podía enviar un mail planteando alguna pregunta referida al curso. La mayoría de ellas eran dudas sobre resoluciones de ejercicios pero también se mandaron mails referidos a la asistencia y a las dificultades de los estudiantes. Estos espacios, que no requieren del encuentro físico de las personas involucradas, permitían que los estudiantes se conocieran, se explicaran problemas y se apoyaran entre sí generando relaciones que los ayudaban a llevar a cabo sus actividades. Esta forma de participación en la práctica era utilizada principalmente durante la noche, los fines de semana o en los períodos de receso. La siguiente cadena de mails, que fue iniciada por Lorena y donde se propone agregar clases de consulta durante la semana de mayo<sup>4</sup>, es un ejemplo más del establecimiento de relaciones de compromiso mutuo con la comunidad<sup>5</sup>:

---

4 La semana de mayo es una semana en la que tradicionalmente no se dictan clases en la universidad. Durante dicho periodo suelen coincidir varios feriados referidos a la formación del primer gobierno patrio de Argentina.

5 En esta cadena de mails se registraron 15 respuestas de los estudiantes. Para no hacer tediosa la lectura del texto aquí presento solo algunas respuestas que seleccioné buscando reflejar la mayor variedad posible.

**Subject: clase de repaso en la semana de mayo** de Lorena- 17 de mayo de 2008, 20:41

Hola a todos,

quisiéramos saber cuánta gente estaría dispuesta a venir a una clase de repaso en la semana de mayo. Seguramente sería el día jueves, de 15 a 17, si es que no hay una gran cantidad de gente a quien le venga mejor el martes. De esta forma, toda la gente que no vino el día jueves porque estaba estudiando para el parcial, podrá venir a recuperar.

Por favor, los interesados en venir este día a repasar generalización (y los temas anteriores), escriban un mail. Si nadie escribe, no vamos a dar la clase, porque obviamente nosotros al tema ya lo sabemos.

En cualquier caso, vamos a publicar las soluciones a los ejercicios de generalización que se plantearon en la clase anterior, para que los que no puedan venir también se vayan haciendo un poco a la idea de cómo encarar funciones un poco más complejas, combinando diferentes tipos de generalización.

Saludos, Lorena.

**Re: clase de repaso en la semana de mayo** de Carolina[*Alumna*]- sábado, 17 de mayo de 2008, 20:58

Lorena: Si el jueves da el cuorum para la consulta, yo me prendo para ir.

Sds.Carolina.

(...)

**Re: clase de repaso en la semana de mayo** de Alfredo [*Alumno*] - domingo, 18 de mayo de 2008, 13:34

Barbaro.... El jueves estaré ahí

Alfre

**Re: clase de repaso en la semana de mayo** de Gabriela[*Alumna*] - domingo, 18 de mayo de 2008, 14:27

esta durisiimoo!! yo voy < : ·) [*emotición payaso*]

**Re: clase de repaso en la semana de mayo** de Patricio- domingo, 18 de mayo de 2008, 16:04

Casi seguro voy..

Saluz!

(...)

**Re: clase de repaso en la semana de mayo** de Cristian [*Alumno*] - lunes, 19 de mayo de 2008, 01:51

estaremos ahi. segurisimo. que vamos

**Re: clase de repaso en la semana de mayo** de Ernesto [*ayudante-alumno de laboratorio*]- lunes, 19 de mayo de 2008, 12:30

Buenísimo chicos y chicas, nos vemos el jueves. No nos vayan a querer clavar eh??? ;·) [*emotición guiño*]

Ernesto.

**Re: clase de repaso en la semana de mayo** de Marcos [*ayudante-alumno de laboratorio*]- miércoles, 21 de mayo de 2008, 15:42

listo... yo tambien me anoto para el jueves... nos vemos ahi!

[*Transcripción mails del foro - 17-21 de mayo de 2008*]

Estos espacios, más informales, daban lugar a formas personales de expresar, demandar y fortalecer el compromiso con la comunidad. La posibilidad de colocar una pequeña foto para personalizar los mensajes de cada participante<sup>6</sup> y el uso de emoticones abrían un nuevo espectro de formas de expresión.

La insistencia de Juan en que los estudiantes participen de sus clases era, a su manera, una forma de reforzar el compromiso. Así, era frecuente que mientras realizaba demostraciones en el pizarrón intercalara frases alentando a que los estudiantes participaran como las siguientes: “¿Preguntas? Anímense a participar”; “¿Qué hacemos? Vamos, díganme algo”; “Díganme algo, yo a esta cuenta ya la sé, o creo que la sé”; “¿Existen ustedes? yo digo algo y ustedes no responden”.

Otro registro, realizado a mediados de mayo, pone en evidencia una tentativa de Juan por mantener a uno de los miembros dentro de la comunidad a través del compromiso mutuo. En esta oportunidad me encontré con Mariana que estaba bastante desalentada luego de los resultados que obtuvo en los primeros parciales. Cuando le pregunté cómo estaba me contestó: “Mejor, el otro día me agarró el profe [*Juan*] y me dijo: si estás pensando en dejar primero vení a hablar conmigo”. En este caso, Juan había cumplido su objetivo ya que esta muestra de interés por parte del docente había tranquilizado y motivado a Mariana para asistir a las clases.

Una mención especial con respecto al establecimiento del compromiso mutuo merecen las charlas que Juan organizó en donde participaron estudiantes ya insertos en el mundo laboral, egresados, miembros del centro de estudiantes y desarrolladores del software libre. Todas estas instancias eran presentadas por el profesor en términos de compartir experiencias en torno a la carrera para así aumentar el entusiasmo de los estudiantes y disminuir la deserción.

En el caso de la charla que dictaran José y Eduardo, dos estudiantes avanzados en la carrera ya insertos en el mundo laboral (ver sección 5.2.3 en la página 100), el compromiso con la comunidad se intentaba reforzar al vincular las prácticas que se desarrollan en el primer año con las prácticas profesionales. Particularmente una de las cosas que más se resaltaron fueron las características que distinguen a los egresados de la institución y

<sup>6</sup> En la transcripción estas fotos se han eliminado ya que, generalmente, mostraban el rostro de la persona que escribía el mensaje.

que los colocan en ventaja en relación con otros profesionales. El mensaje que se trasmite apunta a reafirmar el status de la comunidad y a apuntalar las relaciones de compromiso mutuo entre los miembros en función de los beneficios que pueden obtener de esta formación tan bien apreciada en el mundo laboral. Esta promesa es entonces la que, de alguna manera, justifica tanto el currículum de la materia como el esfuerzo necesario para poder aprobarla.

La charla que dieran estudiantes integrantes del centro de estudiantes (ver sección 5.6 en la página 134) apuntaba a reforzar el compromiso enfatizando el vínculo de las prácticas de primer año con las prácticas de las materias posteriores en el plan de estudios, insistiendo fuertemente en la asistencia a clases. Una de las ideas destacadas durante la charla fue que el primer año “es difícil” y que los temas no se aprenden rápidamente sino luego de numerosos intentos e incontables horas de estudio. La dificultad en el ingreso a esta comunidad se explica en función de la diferencia con las prácticas de la secundaria: “les va a costar porque es un salto muy grande [...] con respecto a lo que ustedes estaban acostumbrados en la secundaria [...] es otra forma de pensar, otra disponibilidad”. Este complejo aprendizaje conlleva, para los integrantes del centro de estudiantes, distintos tiempos para cada persona y esto es algo “normal” por lo que un alumno no debe desanimarse si en un principio no comprende sino que debe perseverar hasta que “le cae la ficha”. De esta forma, las relaciones de compromiso mutuo que parecían querer reforzar se vinculan fuertemente con la responsabilidad y la constancia individual de cada uno de los miembros de la comunidad.

Además de éstas, Juan llevó a cabo dos charlas más. Una, a cargo de Fernando Herrera, giró en torno al desarrollo del software libre y el impacto social de las tecnologías. La segunda estuvo a cargo de Damián Moreno, un egresado de la carrera que junto con otros estudiantes y egresados montó su propia empresa de desarrollo de software. Ambas suscitaron gran interés en todos los estudiantes y fueron espacios en los que aquellos que estaban programando o planeaban hacerlo pudieron plantear preguntas concretas como qué lenguajes utilizar o qué licencia escoger. Estas charlas se constituyeron en momentos en donde el compromiso se afirmó porque la práctica de la programación en entornos laborales concretos, diferentes de la facultad, tomó el lugar preponderante. Fueron instancias en donde un miembro de la comunidad, el docente, presentó a alguno de sus «expertos» pudiendo, los recién llegados, tener un primer contacto con ellos.

Estar comprometido con la comunidad educativa de computación fue algo que tomó distintos significados para cada uno de los estudiantes con los que trabajé. Por ejemplo, Judith expresó su opinión al respecto durante la siguiente conversación que tuvo con Mariana. La misma fue registrada

al comienzo de un práctico a mediados del cuatrimestre. Allí, Judith opinó sobre la construmbre de Mariana de permanecer afuera de las clases:

JUD No te sirve de nada estar un ratito en el teórico y salir, después estar un ratito en el práctico y salir. Sería mejor que digas: bueno, hoy voy a entrar en el práctico y te quedás todo el práctico y después decir: no voy a entrar al teórico y no entrar. Si estás, estás. [...] Te lo digo para que veas un poco con quién estás, porque si estás bajoneada, te cuestan los ejercicios y te fue mal quizá lo mejor no sea estar al lado de Natalia<sup>7</sup> que ni siquiera pudo aprobar las materias de la secundaria. No te lo digo de mala onda sino para que pienses qué querés hacer.

[Reconstrucción de clase práctica - 13 de mayo de 2008]

En este “si estás, estás” de Judith parece revelarse que, para ella, pertenecer a esta comunidad involucra un compromiso alto que requiere de mucha energía, continuidad y esfuerzo por parte de los miembros y que no acepta medias tintas. Al mismo tiempo, también parece implicar alejarse de ciertos compañeros.

Para los docentes el compromiso con la comunidad parecía estar también fuertemente vinculado con el esfuerzo de los estudiantes. Por ejemplo, estas ideas se traslucen en los siguientes comentarios recogidos en distintas clases: “Al principio, al menos una vez, hay que hacer todo el detalle para convenirse de que así está bien, sangre y esfuerzo”, “... la segunda dificultad obvia es inventar la demostración; y eso, bueno, no sé, para eso tienen que hacer muchos ejercicios”.

Como puede verse en varias de las citas discutidas aquí y en el capítulo 5, las relaciones de compromiso mutuo no necesariamente suponen armonía, felicidad, apoyo mutuo o alegría. Muchas veces involucran desacuerdos; formas de «catalogar» o «etiquetar» a los otros, como lo hiciera Judith con Natalia; formas de marcar superioridad; conflictos, como el que tuvieron Judith y Pablo (ver página 137), etc.

El compromiso mutuo no significa homogeneidad. Así como los participantes desarrollan formas compartidas de hacer cosas también se especializan y se distinguen entre ellos (Wenger, 1998). En el caso de la comunidad de práctica educativa de computación, por lo general, cada profesor va especializándose en alguna materia de modo que algunos son «los que están en primer año», otros suelen estar en materias de lógica avanzada porque investigan en ese área, etc. Con los estudiantes ocurre algo similar, cada uno va eligiendo con cuales de sus compañeros trabajar así como a los do-

7 Natalia era una amiga de Mariana, ambas se habían conocido en el *Curso de Nivelación*. En abril ella no consiguió aprobar las materias que debía de la escuela secundaria por lo que automáticamente quedó fuera de la facultad. De todas formas continuaba asistiendo porque la madre se lo había recomendado ya que así tendría menos dificultades en las materias el próximo año.

centes que lo acompañarán en las últimas etapas de la carrera —materias optativas y trabajo de grado—. Muchas veces ser un miembro de otra comunidad como el Grulic, las empresas de desarrollo de software o el centro de estudiantes implica manejar ciertas prácticas que diferencian a los estudiantes dentro de la comunidad de práctica educativa de computación. Así, por ejemplo, un miembro de Grulic generalmente tendrá profundos conocimientos relacionados con la instalación y la performance de muchas distribuciones de Linux —por ejemplo, Ubuntu, Mandriva, Gentoo, Debian—, y normalmente será consultado sobre estos temas por sus compañeros de carrera interesados en instalarlos en sus computadoras.

### 8.2.2 *La empresa conjunta*

La empresa de la comunidad de práctica educativa de computación puede definirse como: *formar profesionales en el área de ciencias de la computación*. Esta empresa se negociaba en dos niveles interrelacionados. Uno más amplio referido a la carrera en general y otro, subordinado al primero, relacionado con la materia y su funcionamiento.

Según Wenger (1998) la empresa de una comunidad no puede imponerse desde afuera sino que es definida por los participantes en el mismo proceso de alcanzarla. La empresa es, entonces, autóctona siendo la respuesta negociada de sus miembros a su situación. En mi caso, la formación de profesionales dentro del área se hace posible a través de la realización del plan de estudios de la carrera. Así, gran parte de la empresa de la comunidad queda cristalizada —reificada— a través del plan de estudios y del perfil del egresado vigente a la actualidad (Res HCD 207/01). Esta Resolución es el resultado de un proceso de negociación que involucró, en primer lugar, lograr acuerdos al interior de la comunidad —implicando a docentes y a algunos estudiantes— y, en segundo lugar, conciliar esta propuesta con personas e instituciones al exterior de la comunidad —implicando a la facultad y a la universidad. Como se desprende del recorrido histórico de la carrera que realicé en el capítulo 3, frente a la directiva de formar profesionales formulada por la facultad, estos participantes decidieron qué iban a entender por profesional de la computación y en función de esto escogieron la orientación general que querían darle a la carrera. Puede decirse, entonces, que el plan de estudios y el perfil del egresado constituyen una respuesta negociada de parte de la comunidad a los requerimientos y propuestas de la facultad.

Del análisis de esta Resolución se desprende que en la empresa de la comunidad existe un énfasis fuerte en los aspectos teóricos y formales pensados como herramientas necesarias para poder llevar a cabo una práctica profesional de calidad. Dentro del primer año, este argumento es el que,

según los docentes, justifica el curriculum de las materias *Introducción a los Algoritmos y Algoritmos y Estructuras de datos I*.

Hacia adentro de la comunidad sería ingenuo suponer que todos los participantes tienen el mismo margen para negociar lo que debería ser un profesional de ciencias de la computación. Claramente los estudiantes —sobre todo aquellos de los primeros años— tienen menor posibilidad de participar en este proceso mientras los docentes, egresados y estudiantes avanzados tienen una posibilidad mayor. Esta desigualdad no es arbitraria sino que se desprende del conocimiento profundo de la disciplina.

Dentro de una comunidad, una empresa no supone acuerdo en un sentido simple. Al igual que en el caso analizado por Wenger (1998) sus miembros deben encontrar, colectivamente, una manera de llevar a cabo la formación de profesionales de la computación, conviviendo con sus diferencias y coordinando sus aspiraciones. Las conversaciones con docentes durante los recreos y la participación en foros de internet se constituyeron en espacios en donde participar de esta negociación. Dentro de los foros internos de docentes que existían en la página web, los profesores discutían qué temas tratar en cada clase, cómo dividir los docentes en las comisiones, qué criterios utilizar para corregir parciales intercalando estos aspectos con cuestiones personales como saludarse por un cumpleaños:

**Subject: Actividades para el jue 13mar** de Norberto [*Docente*] - miércoles, 12 de marzo de 2008, 20:16

Inicio en este mail una serie de “mails de sincronización de comisiones” donde propondremos mas o menos que queremos que los alumnos vean en cada una de las clases.

Como el jueves Juan termina con “Resolución de desigualdades con raíces” y probablemente empiece con “Precedencia, tipos y sustitución”, estaría bueno repasar brevemente cosas del Po [*Práctico 0*] y ya concentrarse en el P1 [*Práctico 1*].

Del P1 se pueden ver algunos del 1), el 2) y probablemente del 3) para que tengan idea de como se opera con las desigualdades y las raíces.

No se olviden del “subrayado” como muestra en el ejemplo, marcando que subexpresión es la que se transforma en ese paso.

Oponen, quéjense, molesten, aporten, metan ruido, que para eso es el foro.

Saludos, Norberto.

[*Transcripción mail del foro - 12 de marzo de 2008*]

Los foros entre alumnos y docentes permitían compartir información relevante —fechas de exámenes, consultas y otros eventos como el Install Fest<sup>8</sup>; calificaciones; apuntes y tópicos incluidos en cada evaluación— así

<sup>8</sup> El Install Fest es un evento que se realiza periódicamente en donde se instala, de manera gratuita y totalmente legal, software libre en las computadoras que llevan los asistentes.

como también ayudarse y aconsejarse, encontrando formas de llevar a cabo su tarea colectivamente, como lo muestra la siguiente cadena de mails:

**Subject: como hago???** de Carlos [*Alumno*]- jueves, 27 de marzo de 2008, 22:12

tengo un problema, no se como hacer si tengo una ecuacion del tipo

$$X^4 - 36X^2 = 0$$

COMO RESUELVO ESO, PORQ ME QUEDE CON ESA DUDA, Y ESTOY REPASANDO...

GRACIAS POR RESPONDER

*[Foto personalizada como firma del mensaje]*

**Re: como hago???** de José [*Alumno*]- jueves, 27 de marzo de 2008, 23:36

$$X^4 - 36X^2 = 0$$

Usa  $B = X^2$  y sustitui:

$$B^2 - 36B = 0$$

y ahi podés usar Bhaskara

**Re: como hago???** de Mariano [*Ayudante-alumno*]- viernes, 28 de marzo de 2008, 00:30

y sin bhaskara sería mejor... podés sacar factor común  $x$  (o  $x^2$  si preferís no sustituir) y después usas la propiedad de que si en un producto  $a.b=0$  si y sólo si  $a=0$  ó  $b=0$

**Re: como hago???** de Carlos [*Alumno*]- viernes, 28 de marzo de 2008, 00:35

gracia, pulenta. si sale como deci vo, pero el profe me dijo de otra forma, y e un poco ma facil, gracias, porq se los dos modos ahora

Saluz

*[Foto personalizada como firma del mensaje]*

**Re: como hago???** de Carlos [*Alumno*]- lunes, 31 de marzo de 2008, 02:00

chhhhee EL DOMINGO 6 ES MI CUMPLEANIOSSS...

QUE HACEMO??? : ·) : ·) *[emoticones smile]*

QUIEN TIENE UNA DIEA PULENTA PA HACE???

*[Transcripción mails del foro - 27-31 de marzo de 2008]*

Esta mezcla entre cuestiones específicas de la materia y aspectos y formas personales de expresarse constituían un punto importante a la hora de encontrar una manera de llevar a cabo la empresa de la comunidad. La utilización de foros es algo bastante distintivo de esta comunidad. Si bien hay materias compartidas con otras carreras de la facultad que también poseen páginas web —sobre todo las de primer año—, esta manera de lograr hacer las cosas juntos que representa ayudarse y coordinar a través de mails dentro de un foro es bien característica de la comunidad de computación.

---

Además, en forma paralela, se ofrecen charlas, ponencias y talleres, sobre temáticas locales, nacionales y latinoamericanas en torno al Software Libre. En Córdoba generalmente es organizado por el Grulic.

Afirmar que la empresa de una comunidad es una empresa autóctona no significa negar su posición dentro de sistemas más amplios ni la influencia de las instituciones en donde están incluidas. Sin embargo, la práctica construida por la comunidad responde a estas condiciones institucionales “*de maneras que no están determinadas por la institución*” (Wenger, 1998: 107). De este modo, el poder de las instituciones no se niega pero se concibe como mediado por la construcción de la práctica por parte de la comunidad. Así, para lograr hacer lo que tienen que hacer sus miembros inventan formas locales propias que les permiten «eludir» ciertas reglas de la institución. Un ejemplo claro, es la separación entre prácticos y teóricos. Esta división es vivida por los docentes como una imposición institucional y, por lo tanto, deben respetarla. Sin embargo, en la práctica cotidiana ellos afirman subvertir esta división:

LET ¿Y cómo llegaron a estructurar la materia en prácticos, teóricos, laboratorios?

JUAN [...] ¿Por qué teórico práctico? Me parece, bueno, eso es una... es la estructura institucional usual, ¿no? Sin embargo también está un poco tergiversada o un poco subvertida en esta materia. Nosotros trabajamos teórico-práctico, si bien hay profesores del teórico y profesores del práctico, en el teórico también tenemos prácticos, y a veces en los prácticos se da algún ejercicio en el pizarrón. La idea del práctico es que trabajen los chicos solos y en el teórico yo usualmente en casi todos los teóricos doy un ejercicio, por ejemplo, trabajo un tema, explico cómo se resuelve, doy un ejercicio, les doy 10, 15 minutos para resolverlo y después lo resuelvo yo en el pizarrón, entre todos. Vamos resolviendo a partir de un trabajo individual o grupal durante el mismo teórico. Me parece que para este tipo de materias es indispensable eso porque la dificultad no está tanto en lo conceptual, hay algunas dificultades pero son más chicas, más en la aplicación de esas cosas a resolver problemas.

[Transcripción entrevista - 8 de octubre de 2009]

Así, aunque muchos aspectos de la práctica y de la empresa sean impuestos para algunos participantes, éstos van transformándolos, apropiándose los y, en algunas ocasiones, transgrediéndolos. Para los estudiantes, por ejemplo, el plan de estudios establece un camino único a seguir. Sin embargo, en la práctica cada uno de ellos va recorriéndolo en función de sus propios intereses y posibilidades, escogiendo qué materias cursar y cuando hacerlo, decidiendo si finalizarlo o no, dibujando, así, su propia trayectoria dentro de la comunidad.

La sumisión es también una forma de apropiarse de dicha empresa y fue una de las formas que Judith empleó sobretodo cuando Florencia planteaba que no estaba a gusto con las actividades propuestas en los prácticos:

*[Judith y Florencia están por comenzar el práctico 5. En primer lugar miran el listado de ejercicios]*

JUD Bueno, diez mil demostraciones, todo demostraciones.

FLOR Esto me aburre.

JUD Sí, te aburre pero te lo tenés que aprender, te lo aprendés o te lo aprendés, no te queda otra.

*[Transcripción clase práctica - 17 de abril de 2008]*

Como se ve en esta cita y durante todo el semestre Judith se amoldó perfectamente al currículum de la materia, ajustando sus prácticas a las actividades que los docentes le proponían. Cuando tenía que pensar en las temáticas que se desarrollaban nunca lo hacía en términos de «gusto» sino centrándose en la idea de que avanzar en los ejercicios de los prácticos y aprobar la materia le permitiría seguir adelante en la carrera. Esta sumisión era, entonces, en cierto sentido provechosa.

Los docentes también desarrollan sus formas de apropiarse de la empresa y de hacer más habitable la formación de profesionales en computación. Para algunos de ellos esto se consigue a través charlas con otros docentes donde comparten sus preocupaciones respecto a la docencia, otros lo hacen abriendo espacios de diálogo informal con los estudiantes, otros simplemente llevando su mate a la clase y compartiéndolo. Como lo describí en la sección 5.8.1 del capítulo 5, una forma que Juan encontró fue plantear, el último día de clases, que los estudiantes realizaran una evaluación de la materia de manera que le ayudaran a responder a sus inquietudes y frustraciones como docente al ver que todos los fines de cuatrimestre la cantidad de alumnos es menor que la mitad de los que comenzaron.

Según Wenger (1998) la empresa de una comunidad no es un objetivo establecido sino que crea relaciones mutuas de responsabilidad que se vuelven parte integral de la práctica. Estas relaciones se tejen entre profesores y estudiantes durante las clases. Los docentes esperan que los chicos vayan a clases, presten atención, hagan preguntas, participen, intenten resolver los problemas que se les plantean y que dediquen tiempo al estudio en horario extra-clase. Los estudiantes esperan que sus profesores den las clases, expliquen con claridad, sean amables, escuchen sus preguntas, sean justos a la hora de evaluar, etc.

Todas las citas mencionadas en esta sección dan cuenta de la complejidad de la empresa de esta comunidad que se negocia en múltiples niveles (institución, materias, aulas, relaciones personales). La misma incluye, entre otras cosas, construir un entorno para la vida laboral, ser una persona adulta, prepararse profesionalmente, divertirse, sentirse bien, combatir el fastidio y mantener la posición de la comunidad dentro de la facultad.

### 8.2.3 *El repertorio compartido*

Estas relaciones mutuas sostenidas en la persecución de una empresa conjunta terminan creando **formas compartidas de involucrarse en la realización de actividades conjuntas** que incluyen elementos muy heterogéneos como rutinas, palabras, instrumentos, relatos, gestos, símbolos y acciones (Wenger, 1998).

Los participantes de esta comunidad van creando un lenguaje propio y manejan símbolos particulares, algunos compartidos por todos los miembros de la facultad y otros no. A la hora de resolver problemas están acostumbrados a consultar en Internet, a buscar en librerías para simplificar su trabajo<sup>9</sup>, a formalizar un problema en términos de su lenguaje, a manejar problemas abiertos, a saber que no existe una única solución y a discutir tratando de encontrar la más adecuada. Estas formas compartidas hacen que en las conversaciones no sean necesarios preámbulos introductorios y que pueda establecerse rápidamente cuál es el problema a discutir (Wenger, 1998).

Un ejemplo de estas formas compartidas de implicarse en actividades colectivas es la manera particular de construir demostraciones en las clases teóricas que discutí en el capítulo anterior. Esta actividad involucraba un tipo de participación para los estudiantes y el docente y se convirtió en una rutina que reflejaba parte de la historia de compromiso mutuo de sus miembros (Wenger, 1998). Otra regla que compone el repertorio en los espacios de prácticos y laboratorios es que, antes de preguntar a un docente, los estudiantes tienen que intentar resolver el problema primero solos. Así, primero hay que hacer el intento y luego, si no sale, pedir ayuda.

Todo un repertorio específico se fue creando en torno a la participación en los foros de internet. Al utilizar este medio de comunicación era preciso «traducir» muchos de los símbolos que utilizaban en las demostraciones a los símbolos disponibles en un teclado regular de computadora. El siguiente es un ejemplo de esta traducción en un mail enviado por Judith respecto al ejercicio 13, inciso c, del práctico 2 cuyo enunciado era el siguiente:

*Para las siguientes expresiones: agregar los paréntesis dados por la precedencia, decidir si se pueden asignar tipos a las variables de manera que quede bien tipada y en caso afirmativo dar el tipo de cada variable utilizando árboles de tipo.*

$$c. \neg a * b + c = d \vee e \Rightarrow f \equiv g \Leftarrow h \wedge j = k + l * m$$

<sup>9</sup> En ciencias de la computación, una librería es un conjunto de subprogramas utilizados para desarrollar software. Las librerías contienen código y datos, frecuentemente definiciones de funciones y de tipos de datos «ya listos para usar». Cuando un programador desarrolla un programa de cierta complejidad generalmente lo que hace es incluir en el código un llamado a estas librerías lo que le permite utilizar las funciones allí definidas. Esto le permite modularizar y simplificar el código del programa.

**Subject: ejercicio 13c** de Judith [*Alumna*] - viernes, 21 de marzo de 2008, 15:35

Hola!! Estoy teniendo un problema con el 13. c)

El eje [*ejercicio*] es muy largo para copiarlo todo, pero vue, vamos a hacerlo:

(neg)  $a * b + c = d$  (o)  $e => f$  (equiv)  $g <= h$  :  $\cdot$ ) [*emoticon smile utilizado para reemplazar el símbolo  $\equiv$* ]  $j = k + l * m$

a mi me quedo asi

(neg)  $((a * b) + c) = d$  ) (o)  $e => f$  (equiv)  $((g <= h) : \cdot)$  [*emoticon smile utilizado para reemplazar el símbolo  $\equiv$* ]  $j = k + l * m$

y a un compañero le quedo asi:

$(((\text{negacion } (((a * b) + c) = d)) \text{ o } e) => f) == (g <= (h \text{ y } (j = (k + (l * m))))))$   
la pregunta es: si yo vengo comparando precedencia de izq a derecha, puedo despues empezar a compararla de der a izq??.. o me tengo que fijar que el \* es el mas importante y de ahi arranco?

Gracias!! Jud

**Re: ejercicio 13c** de Facundo [*Alumno*] - sábado, 22 de marzo de 2008, 20:20

hola Judith... con respecto al 13.c) practico II

no se si esta bien pero me quedo asi..

$((\neg(((a*b)+c)=d)) \vee e) => f \equiv (g <= (h \wedge (j = (k + (l * m))))))$

y probe haciendolo de derecha a izq y me resulto igual, lo que hice fue dividir en toda la expresion a partir del  $\equiv$  y despues por orden de precedencia y llegue a eso...

[*Transcripción mails del foro - 21-22 de marzo de 2008*]

Parte del repertorio involucraba crear nuevos símbolos para referirse a los operadores con los que se estaba trabajando así como también utilizar los símbolos que se les daba en el laboratorio. Para una persona ajena a la comunidad sería difícil entender el significado de este mensaje. Ésta, como muchas de las citas incluidas en el capítulo 5, da cuenta de cómo el repertorio de una comunidad si bien tiene el poder de «congelar» parte de los significados de su práctica, no adquiere coherencia sino a través del compromiso con la práctica (Wenger, 1998).

Importantes herramientas que componen el repertorio de la comunidad y que se relacionan fuertemente con los estudiantes del primer año son los apuntes del teórico —actualmente convertido en libro (Blanco, Barsotti & Smith, 2008)— y las guías de ejercicios prácticos. Los apuntes fueron elaborados por Juan a través de sus años de experiencia como docente de la materia y re-elaborados y mejorados por dos docentes encargados del práctico de *Introducción a los Algoritmos* y de *Algoritmos y Estructuras de Datos I*. Transcribo a continuación algunos párrafos extraídos del capítulo introductorio:

*La programación es una actividad que ofrece desafíos intelectuales interesantes, en la cual se combinan armónicamente la creatividad y el razonamiento riguroso. Lamentablemente no siempre es enseñada de esta manera. Muchos cursos de introducción a la programación se basan en el “método” de ensayo y error. Las construcciones de los lenguajes de programación son presentadas sólo operacionalmente, se estudia un conjunto de ejemplos y se espera resolver problemas nuevos por analogía, aún cuando estos problemas sean radicalmente diferentes de los presentados. Se asume a priori que los programas desarrollados con este método tendrán errores y se dedica una buena parte del tiempo de programación a encontrarlos y corregirlos.*

[...]

*Existe, afortunadamente, otra forma de aproximarse a la programación. Los programas pueden ser desarrollados de manera metódica a partir de especificaciones, de tal manera que la corrección del programa obtenido respecto de la especificación original pueda asegurarse por la forma en que el programa fue construido. Además de la utilidad práctica de dicha forma de programar, el ejercicio intelectual que ésta presenta es altamente instructivo acerca de las sutilezas de la resolución de problemas mediante algoritmos. Por último, vista de esta forma, la programación es una tarea divertida.*

[...]

*Otro problema metodológico es la tendencia, demasiado frecuente en programación, a corregir adivinaciones erróneas a través de adaptaciones superficiales que hagan que la solución (el programa) “funcione”, ensayando algunos casos para “comprobarlo”. Este método de ensayo y error no es adecuado para la construcción de programas correctos, además, como ya lo enunciara Dijkstra en [Dij76] convirtiéndose luego en un slogan:*

Los ensayos (tests) pueden revelar la presencia de errores,  
pero nunca demostrar su ausencia.

[...]

*Las manipulaciones formales de símbolos son inevitables en la programación, dado que un programa es un objeto formal construido usando reglas muy precisas.*

[Transcripción apunte teórico -Blanco, Barsotti & Smith, 2008: 1-2, 9, 20]

He transcripato los fragmentos de este capítulo en donde la comunidad deja reificados los significados que le otorga a la práctica de la programación y a su enseñanza. Estas fueron las primeras palabras con las que los estudiantes de primer año tomaron contacto al encontrarse con el apunte y

a través de ellas pudieron comenzar a compartir estas visiones. Otros momentos en donde los relatos y las maneras de hacer cosas que forman parte del repertorio de la comunidad eran transmitidas fueron las charlas que Juan organizara y las conversaciones durante los recreos:

*[Durante un recreo nos acomodamos Judith, Carolina, Juan y yo en un círculo en la explanada de las baterías.]*

Judith le cuenta a Juan sobre el programa que tenían que manejar en la droguería donde trabajaba antes de comenzar la facultad. Le comenta que le entusiasmaría ponerse a hacer un programa como esos. Juan le contesta que no vale la pena porque ya hay muchos programas buenos hechos. Le nombra varios que puede bajar de internet. Le comenta que como son libres ella puede usarlos como base y luego modificarlos para adaptarlos a sus necesidades particulares así como cambiar el formato como a ella le guste. Agrega que él tenía uno de esos programas para ir siguiendo todas las cuentas en su casa. Judith parece bastante interesada. Luego, ella nos comenta que quiere comprarse una computadora nueva y nos pregunta sobre los posibles lugares donde podría ir a averiguar precios. Carolina le contesta que puede preguntarle a Victor, el ayudante-alumno del laboratorio, que seguramente él sabe porque trabaja en "Besides" y hace poco que compraron monitores nuevos para la empresa. Judith le pregunta qué es "Besides" y Carolina le contesta que es una empresa de software que armaron un grupo de egresados de FaMAF.

*[Reconstrucción de recreo - 13 de mayo de 2008]*

Como se ve en este registro, las herramientas a las que echar mano, los problemas que valen la pena ser abordados, las fuentes y las personas a las que recurrir en caso de necesitar ayuda, eran elementos importantes del repertorio de la comunidad y se iban transmitiendo continuamente a los recién llegados.

### 8.3 LA COMUNIDAD DE PRÁCTICA DEL GRUPO DE COMPAÑEROS

Anidada dentro de la comunidad de práctica educativa de computación, los estudiantes con los que trabajé fueron conformando a lo largo del cuatrimestre una comunidad de pares. Sus miembros eran los seis alumnos: Mariana, Florencia, Judith, David, Gabriel y Francisco. Como su génesis proviene de la participación de los estudiantes en la comunidad mayor, las características particulares que la comunidad de práctica de los estudiantes llegó a tener no pueden comprenderse sino en función de sus vínculos con la comunidad de la carrera. Entonces, su génesis, el tiempo que consiguió

mantenerse unida y su disolución devienen en gran parte de su naturaleza anidada.

### 8.3.1 *La empresa conjunta*

La empresa de esta comunidad podría caracterizarse globalmente como *hacer más habitable la comunidad educativa de computación*. Esto involucraba desde colaborar en el aprendizaje de los demás y pedir ayuda con el propio hasta acompañarse cotidianamente, apoyándose en los momentos de frustración y cansancio.

En las prácticas de esta comunidad existían, entonces, continuas referencias a la comunidad de práctica educativa de computación, y a veces, su empresa parecía estar volcada a ceñirse de manera acrítica a las actividades que proponían los docentes, situación que se explicitaba a través de frases como: “te lo aprendés o te lo aprendés, no te queda otra”

Aunque no siempre con este grado de aceptación, la sombra de la comunidad que los contenía y de la institución en donde estaban trabajando siempre los acompañaba y se colaba en sus conversaciones. En momentos de encuentro importantes para la comunidad, como los almuerzos, se entremezclaban continuamente charlas sobre comprar una computadora nueva, hacer Yoga u otras actividades como para “desenchufarse y soltar tensiones”, con preguntas acerca de si alguno de sus miembros había conseguido que le subieran la nota en un parcial.

Esta influencia continua de la comunidad educativa de computación no impedía que los estudiantes construyeran una empresa autóctona para la suya. Ellos elaboraron su propia manera de hacer habitable el entorno en el que se movían. Tal como lo afirma Wenger (1998):

*“Incluso cuando la práctica de una comunidad está profundamente conformada por condiciones que escapan al control de sus miembros, (...) su realidad cotidiana sigue siendo creada por los participantes dentro de los recursos y las limitaciones de su situación”* (p. 106).

Para llevar adelante su empresa, construían momentos para hablar de temas sin ninguna relación con la facultad, como la cartelera de cine, los casos policiales que eran comentados en los diarios y la televisión y los recitales de sus bandas preferidas. Hacer habitable la comunidad educativa de computación implicaba conversar mucho acerca de los parciales, quejarse por los ejercicios que allí se incluían y compartir la frustración por los resultados:

*[El práctico posterior al primer parcial Florencia y Judith se disponen a comenzar a trabajar]*

JUD Bueno, a ver el práctico cuatro. Me faltaban los últimos que fue en los que me re cagaron porque fueron los que me tomaron *[Florencia ríe]*.

*[Las estudiantes resuelven la demostración del neutro de la discrepancia:  $(p \neq \text{false}) \equiv p$ ]*

FLOR ¡Ah! ¡Mirá! Es fácil.

JUD ¡Como no nos tocó uno de estos en el parcial! *[Las tres reímos]* [...] ¡Ah! ¡Que lindo cuando te sale así! ¿Viste?

FLOR ¡Ahora!

JUD Sí, ahora.

FLOR Ahora.

*[Transcripción clase práctica -17 de abril de 2008]*

Así, el poder construir un sentido para la experiencia de los exámenes era una parte importante de la empresa de la comunidad. También lo era el expresar y compartir opiniones sobre las temáticas que estaban incluidas en el currículum:

*[Durante la clase teórica en la que Juan desarrollara las funciones piso y techo]*

JUD *[por lo bajo a su compañera]* ¡Son una cagada estos pisos y techos!

*[El profesor escribe en el pizarrón varias expresiones que se demostrarán en el teórico. La última que escribe es:  $\lfloor \sqrt{x} \rfloor = \lfloor \sqrt{\lfloor x \rfloor} \rfloor$ ]*

*[Al ver la expresión Carolina ríe]*

JUD *[Por lo bajo]* Sí claro, ¡está clarísimo! ¡Dame que te lo hago ya mismo!

*[Nota in situ clase teórica - 24 de abril de 2008]*

Así, una de las prácticas de esta comunidad era crear, durante las clases, espacios intersticiales en donde poder expresar abiertamente sus opiniones, no sólo de la materia y la facultad: poseo registros de Judith hablando con Florencia sobre un viaje de fin de semana que realizara con su novio mientras el profesor desarrollaba las funciones máximo y mínimo. Parte del hacer habitable su entorno involucraba además, dialogar sobre la asistencia a las clases; durante todo el cuatrimestre los miembros de esta comunidad estaban al tanto de si los demás asistirían a los prácticos, teóricos y laboratorios y de los motivos de sus inasistencias.

Una de las prácticas más importantes que fabricaron estos estudiantes, y que era un factor importante para la coherencia de la comunidad, eran las reuniones de estudio en horario extra clase, localizadas, generalmente, en la casa de alguno de ellos. Visto que no asistí a ninguna de estas reuniones sólo cuento con registros indirectos de las mismas recogidos cuando alguno de los estudiantes me contaba acerca de ellas. Al igual que cuando

trabajaban en grupo durante los prácticos, el objetivo que todos resaltaban como más relevante era ayudarse entre todos con los ejercicios:

FRAN [...] al estar todo mi grupo haciendo por primera vez esa materia, Introducción a los Algoritmos, es como que ninguno toma el papel de líder, porque... ninguno sabe más que el otro, todos estamos en la misma condición, entonces todos cumplimos el mismo papel de ayudarnos entre sí, el que le salió el ejercicio, bueno, se lo explicará al otro y así pasó en muchos casos. Yo expliqué varios ejercicios, Judith habrá explicado... la misma cantidad de ejercicios que yo y todos explicábamos y todos aportábamos algo, no era que ninguno tenía otro papel, todos éramos casi lo mismo, y, bastante buena la relación, por suerte, muy buena.

[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]

Estas reuniones eran importantes, además, porque les permitían trabajar en las tareas de la facultad sin estar dentro del espacio físico demarcado por ella. Para Judith, abatida por el "ritmo" de la facultad, sofocada por la cantidad de horas que pasaba fuera de su casa, esta posibilidad era un alivio: en momentos en los que exclamaba "'¿viste cuando no querés ver más estas paredes [refiriéndose a las paredes del aula]?" se ponía a la cabeza de organizar un nuevo encuentro.

La experiencia colectiva, en comunidad, transformaba, entonces, la vivencia de la facultad. El saber que no estaban solos, que había compañeros que los apoyaban y que podían ayudarlos, fue un punto que varios estudiantes resaltaron como importante durante las entrevistas que realicé un año después del trabajo de campo:

FRAN [*Enfatizando cada palabra*] Está muy bueno, juntarse o tener un compañero para llevar una materia, se auto-ayudan [...] Está muy bueno eso y es muy necesario porque, qué se yo, pasará más por el tema psíquico, de que uno está solo y es muy aburrido llevar una materia solo, es como que necesitás de alguien que esté al lado tuyo no únicamente hablando de la materia [...] como para hablar o para saber que tenés a alguien al lado ahí.

[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]

JUD A mí me costó mucho cuando Florencia dejó porque yo estaba muy unida a ella y habíamos tomado un ritmo lindo las dos, entonces como que me sentí media perdida.

[Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009]

LET Florencia, y con respecto a los compañeros, ¿qué relación estableciste con ellos?

FLOR Muy buena.

LET [...] ¿Creés que colaboraban en el aprendizaje?

FLOR Sí, sin duda, porque nos juntábamos a estudiar mucho, acá o en la casa de Judith, nos juntábamos a estudiar para los parciales. Fue muy importante, yo creo, el apoyo de las chicas... y explicar los temas y todo. Sí, compartíamos mucho tiempo juntas, estando en la facultad como cuando salíamos [...]

LET Apoyo ¿en qué sentido?

FLOR En seguir la carrera, creo, un tiempo más. Porque si no yo creo que la hubiera dejado antes.

*[Transcripción entrevista - 22 de septiembre de 2009]*

De esta manera, la empresa de la comunidad entretrejía complejamente relaciones de amistad con la colaboración en el estudio. Su negociación no resultaba sencilla para sus miembros y, de hecho, fue el significado que cada uno le otorgaba a los términos «amistad» y «compañerismo» el que estuvo en el centro del mayor conflicto por el que pasaron y que culminó con la disgregación de la comunidad. Esta disputa se produjo una vez avanzado el cuatrimestre, cuando Florencia ya había abandonado la carrera. Las siguientes citas extraídas de las entrevistas muestran cómo algunos de sus miembros llegaron a representarlo:

JUD El problema era que a algunos chicos se les mezclaba el hecho del compañerismo con el estudio. Entonces yo siempre les decía: [...] el título es personal, es de uno. No tenés que depender de que el otro te pueda o no explicar [...] Entonces por ahí se armaban estas cosas de que *[simulando un diálogo entre uno de sus compañeros que habla de otro y ella]*:

– *[expresándose como si fuera uno de sus compañeros hablando de otro]* porque él va y estudia solo.

– *[en tono de respuesta]* Y bueno, pero es su forma de estudio.

– Pero viene acá y me pide la clase que faltó, eso es compañerismo.

– ¡Yo estoy segura que si vos faltás y le vas a pedir la clase a él te la va a dar igual!

*[Refiriéndose a algunos de sus compañeros]* Digamos, ellos mezclaban mucho. *[Como si estuviera enunciado el pensamiento de sus compañeros]* Yo soy amigo tuyo entonces nos tenemos que juntar a estudiar y ¡no! no necesariamente. Capaz que yo soy muy amigo tuyo y mi forma, o mi ritmo de estudio no es el mismo entonces no me sirve juntarme a estudiar con vos. Sí me sirve participar en las clases juntos, me sirve estar, comer con vos, pero bueno.

*[Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009]*

FRAN David quería juntarse a toda costa, siempre, a estudiar y Judith estaba de acuerdo pero... había veces en las que no. ¿Por qué? Porque nos juntábamos y... lo bueno era de que todos siguiéramos un ritmo, pero había veces en las que no era así y uno se atrasaba entonces el otro tenía que retroceder y explicarle al otro, entonces [...] no era coordinado, o no llegábamos, o muchas veces nos atrasábamos, o estábamos así: uno le explicaba una cosa al otro entonces no podía avanzar.

[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]

En este conflicto salieron a flote las concepciones que cada uno mantenía con respecto a las relaciones con sus pares. Judith, usando criterios pragmáticos, hablaba siempre en términos de utilidad e intentaba separar el afecto del estudio. Para David esta separación no era tan clara. Desde la perspectiva de Judith esto era posible porque para ella hacer una carrera era un esfuerzo personal y no grupal. Ella anteponía su proyecto personal al comunitario.

Es importante resaltar, como lo hace Wenger, que el término comunidad no se utiliza en un sentido positivo; el compromiso sostenido en la consecución de una empresa también genera tensiones y conflictos. En palabras del autor:

*“Una comunidad de práctica no es ni un cielo de unidad ni una isla de intimidad aislada de relaciones políticas y sociales. El desacuerdo, los desafíos y la competencia pueden ser todas formas de participación”*  
(Wenger, 1998: 77).

En este sentido de no ser una isla, este conflicto también cristalizó la enorme influencia de la comunidad educativa de computación en la comunidad de estudiantes. Era el ritmo de avance en los ejercicios, marcado por la comunidad mayor, el que también orquestaba, en gran parte, las relaciones que era posible establecer con los compañeros. El compromiso mutuo con la comunidad mayor implicaba, en cierta medida, una falta de compromiso con la menor.

La persecución de esta empresa híbrida creaba un régimen de responsabilidad importante. Una muestra de ello era el hecho de que frecuentemente sus miembros pusieran en el tapete sus interrogantes sobre estudiar durante el fin de semana o no. Otra es la atención continua de los estudiantes al respecto de la asistencia de sus compañeros. La decisión de Mariana de asistir a la facultad pero no entrar a los prácticos a trabajar fue notada por todos y vista con diversos grados de negatividad por algunos:

JUD Mariana siempre dice que está desanimada porque le fue mal en todos los parciales pero es como yo le digo, porque yo te digo las cosas de frente y si no te gustan mala suerte: vos no hiciste nada para que te fuera mejor. Las veces que nos juntamos a estudiar se la pasó hablando de los problemas que tiene en la casa y con el novio y no estudia.

*[Me cuenta que ella está atrasada en Discreta pero se va a pasar 2 o 3 tardes estudiando en su casa, enfatizando que lo hace por motus proprio]*

*[Reconstrucción de clase teórica - 6 de mayo de 2008]*

*[Antes del comienzo de un teórico converso con Francisco]*

LET Francisco ¿y a Mariana la has visto?

FRAN A Mariana la vi hace unos días... *[Intentando recordar el día]* El viernes, para álgebra. Viene de vez en cuando, repasa y hace algunos ejercicios con David y después se pira.

*[Reconstrucción de clase teórica - 10 de junio de 2008]*

Todos los fragmentos incluidos en esta sección dan cuenta de que la empresa de esta comunidad involucraba una multiplicidad de aspectos interrelacionados que precisaban ser continuamente negociados, lo que conllevaba saldar o aumentar tensiones entre los estudiantes. Esta empresa no hubiera podido llevarse a cabo, durante el tiempo que duró la comunidad, sin el compromiso sustancial de sus miembros.

### 8.3.2 *El compromiso mutuo dentro de la comunidad*

Un componente esencial para lograr la coherencia de toda comunidad es el compromiso mutuo de sus miembros en la práctica (Wenger, 1998). En este caso, el trabajo de «mantenimiento» de la comunidad que posibilitaba el compromiso diario de sus miembros suponía una labor importante. Las continuas propuestas para juntarse a estudiar de Judith al comienzo del cuatrimestre y luego de David dan cuenta del esfuerzo por mantener un espacio de encuentro que resultaba significativo. El asistir a las clases y mostrarse accesible a las preguntas de los demás era otra forma de posibilitar el compromiso. Pero las relaciones de participación mutua no se restringían a encuentros cara a cara. Los estudiantes hacían un uso importante del chat y de los mails:

*[Antes del comienzo de una clase teórica converso con Francisco acerca de sus dificultades en el laboratorio. Me comenta que tuvo muchas dificultades con la clase número cuatro]*

LET ¿Y qué es la clase cuatro?

FRAN Es escribir las funciones que se hacían antes pero mucho más corto, usando *[la función]* map y todo eso. No entendí. Chateé con Judith y a ella también le costaba, a ella le costaba el acumular.

*[Reconstrucción de clase teórica - 10 de junio de 2008]*

FLOR [...] tenían una página, creo que era de consultas. Consultábamos ahí con las chicas. O me escribía mucho con Judith, sacábamos los ejercicios y nos consultábamos los resultados.

*[Transcripción entrevista - 22 de septiembre de 2009]*

El compromiso mutuo de los miembros envolvía el expresar abiertamente sus dificultades, el escuchar y el crear un ambiente en donde todos se sintieran como iguales. Luego de cada examen siempre se quedaban esperando en la puerta o en la explanada de las baterías a que todos salieran. En esos momentos compartían su parecer sobre la evaluación:

*[Salida del segundo parcialito. Me encuentro con Francisco y David.]*

LET ¿Cómo les fue?

FRAN ¡Tengo la cabeza así! *[Hace un gesto con sus manos queriendo significar que su cabeza está hinchada]* ¡Había uno que era re largo! ¡Una hoja entera escribí!

LET Era largo.

FRAN Sí, difícil.

DAV Largo. [...]

*[Salen de rendir Gabriel y Judith]*

JUD ¡Tengo la cabeza así! *[Repite el mismo gesto de Francisco. Nos comenta que pudo resolver sin dificultad el primer ejercicio pero que a pesar de haber hecho varios intentos no pudo terminar el segundo.]*

JUD ¡Estaba ahí! Pero no lo pude terminar.

*[Se acerca Mariana con muy mala cara. Ella no había entrado a rendir el examen. Judith comenta que como en el primer parcial le habían dado algunos puntos por los pasos que había hecho de una demostración que no pudo terminar, creía que esta vez sería igual y que algún puntaje obtendría en ese ejercicio.]*

FRAN ¡Yo con la cabeza así, David que trata mal a todos y Mariana super bajón! ¡Hoy estamos todos complicados!

*[Reconstrucción de clase práctica - 6 de mayo de 2008]*

Estos encuentros les permitían ir haciendo más habitable la evaluación implantada desde la comunidad educativa de computación a través del compartir sus opiniones sinceramente con un par. El compromiso mutuo con la comunidad de compañeros posibilitaba, entonces, resistir y, hasta cierto punto, cuestionar las prácticas de la comunidad más amplia.

El compromiso con esta comunidad no implicaba homogeneidad. Todos sus miembros tenían orígenes diversos y entraban a la carrera con expectativas variadas. Un bosquejo rápido, y hasta cierto punto esquemático, de los estudiantes es el siguiente: Judith venía de estudiar tres años Ciencias Económicas en la UNC y había elegido la carrera porque le apasionaba la matemática y la computación; Mariana acababa de terminar el colegio secundario y esta carrera no era su mayor preferencia pero le ofrecía una buena salida laboral; Florencia también había terminado el colegio secundario el año anterior, era la única que venía del interior de la provincia, y la experiencia de su hermano en la carrera había ejercido una influencia importante en su elección vocacional; Gabriel había estudiado varios años de psicología en la UNC y había comenzado un curso de programación en la UTN que no pudo terminar porque no podía pagarlo, se acercaba a la carrera con la idea de comprender los fundamentos de muchas de las prácticas que había conocido programando; David también tenía experiencia en cursos de programación, había comenzado la carrera de Analista de Sistemas en un instituto privado donde programó en Visual Basic, cuando comenzó la carrera en la FaMAF solía resaltar que la misma le brindaría las herramientas para poder trabajar en cualquier lenguaje de programación; Francisco había terminado el año anterior la secundaria, la informática y la computación siempre habían sido temas de su interés y una conversación con un amigo que había comenzado la carrera lo terminó de decidir. Estos puntos de partida dispares los dotaban de herramientas de lo más variadas a la hora de participar de las prácticas de la comunidad. Por ejemplo, la experiencia de Judith en cursos de análisis matemático en la facultad de Ciencias Económicas y de David en programación los convertían en referentes a la hora de pedir ayuda en estos temas.

El estar comprometido en la consecución de una empresa crea vínculos importantes entre las personas. En el caso de la comunidad de estudiantes estas relaciones eran tanto armónicas como conflictivas, con componentes de sinceridad y de cotilleo. Las diferencias en la forma de entender la empresa de la comunidad fueron las primeras en generar comentarios por lo bajo con una cuota de desdén. David le comentaba a Judith en los siguientes términos su visión de las reuniones de estudio: “porque hay algunos que sacan provecho de las juntadas pero no ponen nada”. Para Judith era difícil comprender que Mariana siguiera comprometida con la carrera y con la comunidad si no asistía a clases y expresaba su descontento con frases como: “lo que me mata es que traiga la mochila, ¿para qué trae la mochila?”. Los distintos aportes que cada uno de sus miembros hacía, cómo contribuía o no en sus encuentros, quién se alejaba de lo establecido y cómo esas personas manejaban su membresía manteniendo rasgos típicos de un participante pleno de la comunidad —como la mochila de Mariana— fueron puntos de tensión que

mostraban la complejidad que significa el compartir actividades conjuntas a lo largo del tiempo. Las formas desiguales de entender la empresa de la comunidad, la disputa que suponía negociarla entre todos para construir una empresa conjunta, permeaban las relaciones de compromiso mutuo que se iban construyendo. Así, las dimensiones de las comunidades de práctica que Wenger (1998) presenta no son independientes entre sí.

Un tiempo después de que la comunidad se desmembrara, cada miembro recordaba de manera diversa estas relaciones:

FLOR El otro día fui a inscribirlo a mi hermano y me crucé a Judith, me dice: ¿vamos al comedor universitario? [*como si le estuviera respondiendo*] ¡Uh! ¡No tengo la libreta! Y había quedado Judith nomás, y Carolina. David no había podido ingresar [...] y Mariana también, porque me dijo que había empezado a cursar todo de nuevo el año pasado pero después había dejado. [*Con tono melancólico*] Y, ¡Se extrañan tantas amistades!

[*Transcripción entrevista - 22 de septiembre de 2009*]

JUD Con David hasta el día de hoy me sigo hablando, con Gabriel no me hablo más, de hecho... hubo un cambio muy importante en la relación nuestra, o sea, como si nunca hubiésemos compartido nada, es como raro.

[*Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009*]

FRAN Después cada cual hizo la suya, o sea, no compartimos las mismas materias o alguno avanzó más que el otro y nos dejamos de ver pero no perdimos el compañerismo, a Judith la sigo viendo aunque no estoy cursando las mismas materias que ella.

[*Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009*]

Estas citas dan cuenta de las huellas que dejaron en cada uno las relaciones de participación en la comunidad de estudiantes. En sus palabras a veces puede notarse nostalgia y otras veces enfado, pero nunca indiferencia.

### 8.3.3 *El repertorio compartido*

El repertorio de esta comunidad involucraba rutinas —trabajo conjunto durante los prácticos, reuniones para estudiar extra clase, almuerzos en el parque del campus, encuentros a la salida de los exámenes—, opiniones sobre los profesores, palabras para nombrar a operadores cuyo nombre desconocían, formas de consultarse y momentos para hacerlo, estrategias para construir demostraciones, preocupación por los demás, consultas por chat y por email, lugares en el aula que ocupaba cada uno, etc.

Este repertorio les proveía de herramientas con las cuales negociar el sentido de lo que estaban haciendo, negociar cuando un tema o una demostración era difícil y negociar la situación particular en función de la situación de los otros. Un aspecto importante en este caso, es que *“el compromiso con la práctica compartida es una forma dinámica de coordinación que genera “sobre la marcha” los significados coordinados que le permiten avanzar”* (Wenger, 1998: 113). Esto era exactamente lo que sucedía cuando dos o más compañeros se encontraban con alguna dificultad en la resolución de un problema, por ejemplo, cuando Francisco y David intentaron resolver el siguiente ejercicio:

2) Decidir si se pueden asignar tipos a las variables para que las siguientes expresiones queden bien tipadas. Dibujar el árbol.

a)  $x \triangleright y \triangleright z$

<p>[Francisco escribe el enunciado en su cuaderno]</p> <p>⇒</p> <p>[Entre los dos deciden que luego de la z debe ir una lista vacía porque si no la expresión no tiene sentido]</p> <p>⇒</p> <p>[A continuación van metiendo cada elemento en la lista]</p> <p>⇒</p> <p>FRAN Y <math>x</math>, <math>y</math> y <math>z</math> van a ser de tipo <i>char</i> porque son letras</p> <p>⇒</p>	<p>2a) <math>x \triangleright y \triangleright z</math></p> <p><math>x \triangleright y \triangleright z \triangleright [ ]</math></p> <p><math>x \triangleright y \triangleright [z]</math></p> <p><math>x \triangleright [y, z]</math></p> <p><math>[x, y, z]</math></p> <p><math>[char]</math></p>
---	--

[Reconstrucción de clase práctica - 3 de abril de 2008]

En este caso, el asignarles a las variables el tipo carácter fue una forma de salvar sobre la marcha los requisitos de la consigna. El ejercicio no establecía ninguna restricción para los tipos de  $x$ ,  $y$  y  $z$  y por lo tanto ninguna «pista» sobre ellos. Allí, en el momento mismo de la resolución, surge el criterio para asignarle tipo a las variables. Este criterio luego se utilizó para construir el árbol de tipo del ejercicio siguiente.

Hasta aquí he delineado las comunidades de práctica de las que los estudiantes con los que trabajé se convirtieron en miembros. De alguna manera, esta es una caracterización un tanto estática de las mismas como si hubiese sacado una fotografía de ellas. A continuación, el análisis incluirá la dimensión temporal de las comunidades de práctica.

#### 8.4 LA PARTICIPACIÓN PERIFÉRICA LEGÍTIMA EN LA COMUNIDAD EDUCATIVA DE COMPUTACIÓN

En su trabajo de 1991, Lave y Wenger ponen el acento en el devenir de las comunidades con una visión más dinámica. Centran su atención en el proceso a través del cual los recién llegados a una comunidad se convierten en miembros de la misma, pasando al primer plano la producción y reproducción de la comunidad a lo largo del tiempo.

Para hablar de estos procesos proponen el concepto de **participación periférica legítima**. El mismo es concebido como característica central que define al aprendizaje situado y como un descriptor del compromiso en la práctica que inherentemente conlleva aprendizaje. Para un aprendiz, ir volviéndose habilidoso y erudito involucra un movimiento desde la periferia hacia la participación plena en las prácticas de la comunidad. La participación periférica legítima permite concebir las relaciones entre los recién llegados, los veteranos, las actividades, las identidades y los artefactos (Lave & Wenger, 1991)

Es preciso resaltar que el concepto de participación periférica legítima debe tomarse como un todo:

*“Cada uno de sus aspectos es indispensable en la definición de los otros y no puede ser considerado aisladamente. Sus constituyentes aportan aspectos inseparables cuyas combinaciones crean un paisaje —formas, grados, texturas— de membresía en las comunidades”* (Lave & Wenger, 1991: 35, traducción mía<sup>10</sup>).

Así, la participación debe siempre analizarse en relación con la periferia y la legitimidad; lo mismo sucede, a su vez, con la legitimidad y la periferia, cada una de las cuales deberá considerarse en su vínculo con la participación y la periferia o la participación y la legitimidad, respectivamente.

Las trayectorias que puede seguir un participante generalmente son múltiples lo que crea diversas maneras de ser un miembro de una comunidad. Entonces, la participación periférica legítima no habla de un camino único que parte desde las «afueras» de la comunidad y termina en el «centro», ni de la adquisición lineal de un conjunto de habilidades previamente establecidas. Más bien se refiere a una forma de estar localizado en los campos de participación definidos por una comunidad. Las trayectorias de aprendizaje son maneras de ir modificando esa posición, desarrollando la identidad y las formas de membresía (Lave & Wenger, 1991).

<sup>10</sup> *“Each of its aspects is indispensable in defining the others and cannot be considered in isolation. Its constituents contribute inseparable aspects whose combinations create a landscape —shapes, degrees, textures— of community membership”* (Lave & Wenger, 1991: 35).

Visto el carácter anidado de la comunidad de estudiantes centraré el análisis de la participación periférica legítima en la comunidad de práctica educativa de computación. Esta naturaleza de anidamiento será la que permita que el estudio de las trayectorias de los estudiantes en términos de las interrelaciones entre participación, legitimidad y periferia de la comunidad educativa de computación también eche luz sobre la producción y la posterior disolución de la comunidad de estudiantes.

Antes de profundizar el análisis de la participación periférica legítima en la comunidad de práctica educativa de computación considero necesario reflexionar sobre la **naturaleza de su práctica**. A diferencia de los casos estudiados por Lave y Wenger, esta comunidad es parte de un sistema de escolarización formal. Al igual que toda institución educativa, esta comunidad reemplaza la participación en la práctica en curso por un conjunto de prescripciones sobre la práctica que quedan reificadas en el currículum de la carrera. Esta visión externa sobre lo que se debe saber para convertirse en un programador media lo que los estudiantes aprenden y cómo acceden a lo que aprenden. El objetivo de cumplir con los requerimientos especificados por la enseñanza engendra una práctica diferente de la original (Lave & Wenger, 1991) que involucra, por ejemplo, evaluaciones, resolución de ejercicios creados para el aula, clases magistrales, etc. Es alrededor de esta comunidad, gestada a partir de relaciones pedagógicas y de una visión prescriptiva de la práctica de la programación, que es preciso desentrañar qué significado adquiere la participación periférica legítima.

Una forma de comenzar este ejercicio que proponen Lave & Wenger (1991) es reflexionar acerca de los **ciclos de reproducción de las comunidades de práctica involucradas en los procesos de aprendizaje**. Si se imagina a un conjunto de estudiantes dentro de una carrera universitaria, comprometidos durante varios años con el aprendizaje de las ciencias de la computación, vale la pena preguntarse: ¿qué comunidad están contribuyendo a reproducir? La respuesta a esta pregunta no es sencilla. En cierta medida, contribuyen a reproducir la comunidad de profesionales programadores: algunos de los egresados se insertarán en el mercado laboral reemplazando a los más viejos. Algunos también colaborarán con la reproducción de lo que podríamos llamar la «comunidad de investigación en ciencias de la computación», siendo la carrera de grado el primer paso en esta dirección y pasando a la realización de estudios de posgrado. Pero todos ellos están embarcados en la reproducción de un nuevo ciclo de la comunidad educativa de computación.

Los fuertes vínculos entre la comunidad educativa y la comunidad de investigación existentes en el caso bajo análisis hacen que sus ciclos de reproducción estén también relacionados. Un estudiante que ingresa a la comunidad debe aprobar 10 materias del plan de estudio para estar en

condiciones de concursar por un cargo de ayudante-alumno, donde comenzará desde una posición «periférica» a formar nuevos estudiantes. La finalización de la carrera le dará acceso a concursos para cargos docentes de distinta naturaleza. Por lo general, comenzará con un cargo de auxiliar con dedicación simple y con el pasar de los años y a medida que los cargos vayan quedando desocupados —por jubilaciones, por licencias, etc.— podrá, ir ascendiendo en el escalafón docente y aumentando su dedicación teniendo distintas responsabilidades en relación a la formación de estudiantes: responsable de prácticos, responsable de laboratorio, responsable de teóricos, director de trabajo especial. Visto que la universidad no es una institución dedicada únicamente a la formación de profesionales sino también a la investigación y la extensión, el acceso a cargos de mayor dedicación y jerarquía implicarán, además de la docencia, el desarrollo de actividades de investigación (participación en proyectos de investigación, realización de cursos y carreras de posgrado) y, a veces, de extensión. En este punto los ciclos de reproducción de las comunidades educativas y de investigación se entretajan fuertemente: convertirse en un profesor universitario con fuerte injerencia en la construcción de los currículos de las materias y a cargo de las mismas «va de la mano» con la participación en la comunidad de investigación —publicación de artículos, finalización de carreras de posgrado, formación de estudiantes de posgrado, etc—.

Este es un esquema un tanto simplificado del ciclo de reproducción de la comunidad y lo que pretende es dar una idea general del mismo. No todos los participantes llegan a convertirse en profesores titulares de la facultad. Algunos lo intentan sin lograrlo, otros deciden permanecer en cargos docentes de menor dedicación porque eso les permite mantener una membresía en la comunidad profesional trabajando también en empresas, mientras que otros apostarán a cargos de dedicación exclusiva para no depender de otras fuentes laborales (incluyendo las vinculadas con la investigación como el CONICET). Esto implica que para esta comunidad, así como para muchas otras, no existe una única imagen de experto sino más bien variadas posiciones de membresía.

¿DE QUÉ LES PROVEE LA PARTICIPACIÓN PERIFÉRICA LEGÍTIMA A LOS RECIÉN LLEGADOS? Ser un participante en una posición periférica legítima permite ir, con el tiempo, aprendiendo la «cultura de la práctica» y construyendo un **bosquejo de la comunidad**. Para Judith este esbozo incluía ser parte de una comunidad con pocos estudiantes, con profesores realmente comprometidos con el aprendizaje de los alumnos y muy accesibles, que cuenta con vías para la consulta en cualquier día y a cualquier hora y que exige de sus estudiantes muchísimas horas de cursado y de estudio. Esta primera construcción de la estructura de la comunidad involucró

también tomar contacto con la forma en como la perciben las personas que no son sus miembros pero que estudian en la UNC:

*[A partir de una pregunta sobre las diferencias o similitudes de estudiar en la facultad y la escuela secundaria, Judith me relata un encuentro que tuvo en el baño de la facultad con una compañera del secundario que estudia comunicación social:]*

JUD Me la encuentro justamente en el baño acá. *[Como si reprodujera el diálogo que establecieron]* ¡No me digás, Laurita, le digo, que estás estudiando acá! ¡No! Me dice, vine porque la profe que me está dando la tesis daba una conferencia [...] acá en el aula de abajo, entonces vine a escucharla [...] Y me dice: ¡no me digás que vos estás acá! Sí, le digo, yo sí estoy acá. *[Como si fuera su antigua compañera]* ¡Ah! ¡No te puedo creer! ¡Así que sos de las locas del FaMAF! [...] Pero me dice: la verdad que locas o no locas la gente de acá, desde los baños que ni siquiera te rayan la puerta...

*[Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009]*

Así, muchos estudiantes de la UNC suelen valorar muy positivamente las instalaciones de la FaMAF, siempre limpias y en buen estado lo que no suele ser regla general en otras facultades frecuentemente atiborradas de carteles de agrupaciones estudiantiles y con necesidades de mantenimiento. Al mismo tiempo, subrayan características especiales para sus miembros —“las locas del FaMAF”— que las distinguen del resto de la población estudiantil de la universidad. La facultad es, entonces, doblemente singular, en instalaciones y en miembros.

Para Francisco este esbozo de la comunidad involucró, además de un cambio importante de ritmo con respecto a la secundaria, percibir que sus participantes hablan mucho de la facultad y de computadoras, que el grado de dificultad de la carrera es elevado, que el ritmo en el cual se desarrollan las temáticas es rápido, que los profesores insisten mucho en que los estudiantes pregunten y a su vez establecen sobre qué hay que preguntar —“chicos, tratemos de avanzar todos juntos no me vengan a preguntar algo que ya lo tendrían que tener re sabido”—, que es preciso seguir trabajando y estudiando en la casa después de las clases y que la carrera posee un vínculo muy fuerte con la matemática.

Este bosquejo se iba construyendo en las interacciones cotidianas, en la participación en las prácticas de todos los días. A su elaboración contribuían no sólo los docentes sino también los compañeros, cuando compartían sus historias y experiencias. Gradualmente, a través de su participación en las prácticas de la comunidad los estudiantes iban pudiendo distinguir quiénes eran las personas involucradas en ella, cómo era la vida cotidiana de los veteranos, cómo estos interactuaban con personas que no eran parte de la comunidad, qué hacían otros aprendices más avanzados, de qué disfru-

taban, qué les disgustaba, qué respetaban y admiraban sus miembros (Lave & Wenger, 1991).

Esta visión general no está congelada en las impresiones iniciales, sino que evoluciona a través del tiempo y con el cambio de posiciones en el campo de participación establecido por la comunidad. En las siguientes secciones, basándome en las entrevistas que realicé con cuatro de ellos un año y medio después del ingreso de los estudiantes a la carrera, describiré este proceso. Las trayectorias que estos alumnos recorrieron fueron muy diversas, algunos ganaron una posición que les permitía ir acercándose a una participación más plena mientras que otros, al no poder desarrollar un sentido de membresía a partir de la posición que lograban ocupar decidieron alejarse de la comunidad. El análisis que sigue busca, entonces, relatar estos recorridos poniendo en primer plano la profunda relación entre participación, periferia y legitimidad. Este tipo de reflexión permite también develar el continuo ir y venir entre el pasado, el presente y el futuro que experimentaban los estudiantes.

#### 8.4.1 *Las trayectorias de los estudiantes dentro de la comunidad*

##### 8.4.1.1 *Francisco*

Cuando Francisco hablaba de su ingreso a la carrera siempre marcaba un contraste entre un antes y un después:

FRAN [...] [*Refiriéndose al contenido de la materia*] al principio es como algo muy abstracto, de ver códigos, de ver números tipados raros y uno dice: ¿qué es esto? Pero con el tiempo uno se va dando cuenta y va relacionando las cosas.

[...] [*Refiriéndose al ritmo de cursado de las materias*] uno al principio no se acostumbra y no lleva ese ritmo, pero con el tiempo sí y, te termina, no sé si gustando, pero le empezás a agarrar un poco la mano y ya empezás a relacionarte un poco con la materia.

[...] [*Refiriéndose a la relación con sus compañeros*] al principio era así, hablaban de eso, de las computadoras [...] al principio puede que no, que estás hablando siempre de lo mismo y te resulta un poco secante pero ya después podés hablar de cualquier cosa.

[...] [*Refiriéndose a la materia Introducción a los Algoritmos*] uno no sabía a qué es lo que apuntaba la materia. Pero ya con el transcurso del tiempo, que uno veía axiomas, disyunción, conjunción, implicación y sí y sólo sí, y ya lo podía relacionar con la otra parte de la materia es como que recién a la mitad de la materia podés entender bastantes cosas, es una materia que al principio puede resultar un poco rara pero con el tiempo no, está muy buena.

[*Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009*]

El acceso a la participación en la periferia de la comunidad parece entonces marcado por un momento inicial de confusión, de contrastes con las expectativas, seguido de un proceso en el cual pudo ir reconociendo como legítima su forma de participación y la de los otros. Gran parte de su relato habla de este movimiento, de este tránsito constante por la periferia de la comunidad.

En este recorrido fue fundamental reconocer que lo que estaba en juego no era un traspaso directo entre las temáticas de la materia y la programación sino más bien una forma de pensar:

FRAN Al principio como que uno no puede encontrar la relación porque no sabe cómo relacionar el teórico, lo práctico y cómo llevar todos esos símbolos, números y cosas a una computadora pero... no sé, después te das cuenta de que no hace falta, no se trata de llevarlo a la computadora sino del funcionamiento que tiene, del modo de pensar, el modo de hacer un ejercicio, de más o menos imaginar, saber a qué tenes que llegar y los distintos casos, en qué caso te puede fallar, las peculiaridades del programa, por así decirlo.

*[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]*

Esta comprensión del currículum le permitía ir dándose cuenta de que iba pensando las cosas desde otros puntos de vista, que podía razonarlos de forma diferente. Esto para él constituía una grata sorpresa.

El ir logrando avanzar con los ejercicios continuamente también era algo que legitimaba su participación y que contribuía a este movimiento constante. En este punto era importante el descubrimiento y la utilización del "razonamiento lógico":

FRAN [...] o muchas veces [David] me explicaba muchas cosas que sí las sabía, porque era cuestión de razonarla, de usar el razonamiento lógico, que nunca lo usé porque lo que es la secundaria o era estudiar o memorizar o, matemática, ponerlo en práctica [...] pero lo que era razonar bien o pensar muy bien las cosas que vas a hacer [...] no, en mi caso.

*[Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009]*

El descubrimiento de estas nuevas herramientas y, simultáneamente, el reconocer cómo lo ayudaban a potenciar su comprensión hacían que fuera haciéndolas suyas, viviendo el ingreso a la comunidad como una experiencia en donde él estaba en el centro y era el protagonista. La periferialidad legítima en la comunidad era vivida como una posición de empoderamiento (Lave & Wenger, 1991), porque le permitía ir accediendo gradualmente a una participación más intensiva. Así, al conseguir ir resolviendo sus dudas percibía que ya podía resolver lo que seguía y que eso le permitía, a su vez, resolver otras cosas, en un efecto cascada. Con el paso del tiempo, al

comenzar el segundo cuatrimestre, la posición que había ido ganando en la materia anterior le permitía continuar avanzando:

FRAN [...] son cosas que, por suerte, me quedaron re-grabadas, capaz que ni las estudiaba o que ni siquiera tenía que volver a tocar Introducción a los Algoritmos porque ya me las sabía y me las sabía muy muy bien, rápido. Digo: bueno, esto es así, entonces acá uso Caracterización del Implica, *[imitando el ruido de anotar algo rápidamente]* Brrrra, y sale, y no me costaba nada eso y es algo que tenés que usar mucho en Algoritmos I.

*[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]*

Más allá de la extrañeza que le generaban originalmente las temáticas que se trataban tenía la capacidad de descubrir para qué podía usarlas, cómo podía “llevar a la práctica” las cosas “abstractas” que el profesor desarrollaba en la clase, de modo que se convertían en cosas útiles para él.

Todo este proceso, si bien en clara dirección de avance, tenía su costo: requería la inversión de gran cantidad de tiempo. La periferialidad de la participación ofrecía un panorama arduo para el recién llegado, aspecto frecuentemente resaltado por sus colegas y familiares:

FRAN David siempre lo que me decía, que es algo que tiene razón, era de perseverar, dice: perseverá, estudiá, no entendés, seguí estudiando, te va mal, bueno recursala, recursá, recursá, recursá, que no se te vaya la vida recursando, pero, recursala y no bajés los brazos porque es difícil. Yo también acepto que es re difícil y que me está yendo para atrás; pero es cuestión de tener un poquito de confianza y de ponerse las pilas, y si te va mal bueno, no es que te vaya mal y listo, dejás la materia [...] Pero, muchas veces no me daba o tenía, no sé si miedo pero esa cosa de decir: está muy difícil y si está difícil ahora durante el primer cuatrimestre no quiero saber lo que va a ser en el segundo, tercer año. Y no sé qué estoy haciendo acá y ya te entra la duda esa [...] y tenés ganas de irte, pero, bueno, no sé, sigo. Muchas veces mi mamá, mis amigos, mucha gente me dijo: mirá, la facultad esa creo que es bastante difícil, mi profesor de matemática cursó acá, hizo el profesorado en matemática y me dijo: mirá te metiste en una de las peores, es muy pero muy difícil, me dice, pero salís siendo muy bueno de ahí [...] Yo digo que sigas, y así me lo dijo mi mamá, mis profesores, mis amigos, qué se yo. O sea, la decisión es mía; pero me sirvió mucho como para tomar un poco de confianza, para decir: bueno, sigo.

*[Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009]*

Francisco contaba con un conjunto de personas ajenas a la comunidad pero con un conocimiento de la misma que lo contenían, que legitimaban su participación en ella y, al mismo tiempo, hacían colectivas sus dificultades. Así, en los momentos en los que Francisco se había sentido más ilegítimo

en su participación en la comunidad, pensando en abandonar la carrera, muchas personas de su entorno actuaron como una red colectiva de apoyo que lo ayudó a ir ganando confianza en sus propias capacidades para convertirse en un miembro de la comunidad.

La trayectoria de Francisco también trae a un primer plano toda la potencia que puede llegar a tener el aprendizaje y la colaboración entre pares. Tanto sus compañeros de curso como un amigo que un año antes había comenzado la carrera y luego decidió abandonarla jugaron un papel central en el recorrido del estudiante:

FRAN *[Refiriéndose a su amigo que había comenzado y dejado la carrera]* Durante un mes me estuvo ayudando más o menos con las materias, me ayudó bastante en Matemática Discreta, un poco con Análisis y dejó porque había hecho nada más que [...] las tres materias del primer cuatrimestre y le había ido bastante bien así que me ayudó un poco y después dijo: bueno, hasta acá llego yo, no te puedo ayudar más, te deseo lo mejor, la mejor suerte del mundo.

*[Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009]*

FRAN Siempre nos juntábamos Judith, David, de vez en cuando Gabriel, Mariana, yo, siempre éramos ese grupo y nos explicábamos, nos dábamos una ayuda [...] Porque uno si hace las cosas solo capaz que no le entiende, y esa cosa tan tonta que no entendés, el otro la sabe y viene y te la explica en dos patadas, así, y... algo muy sencillo, muy simple, ya lo sabés.

*[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]*

El «esponsorio» de su amigo durante el primer tiempo y la colaboración con sus compañeros durante todo el cuatrimestre son aspectos que él resaltaría mucho más que la colaboración de los docentes en su aprendizaje. Como resaltarán Lave & Wenger (1991), entre pares la información circula rápidamente y, al estar en condición de igualdad, pueden aventurarse en una práctica conjunta en lugar de, por ejemplo, ser el objeto de la práctica de enseñanza.

El siguiente extracto de entrevista resume la relación que fue tejiendo con su profesor de práctico, Pablo:

*[Conversamos sobre un comentario que hiciera Francisco a la salida de un práctico. En esa ocasión, luego de haber construido la demostración de un teorema difícil de probar, se la había mostrado a Pablo para cerciorarse de su corrección. Francisco estaba muy contento porque le salían las demostraciones y agregó: Pablo me mira como diciendo: [En tono de asombro] ¿vos entendés?]*

FRAN Para mí era muy bueno, muy piola y yo cada vez que le iba a preguntar le preguntaba dudas concretas, específicas, y que no eran ni fáciles ni difíciles [...]. Entonces Pablo con gusto, se sentaba y me decía: ¡Ah! Buena pregunta. Entonces iba y me explicaba. Yo tenía una muy buena relación con Pablo [...] le digo: Ah, Pablo, esta parte no entiendo. ¡Ah! Me dice, tenés que hacer tal cosa o, muchos casos en los que yo terminaba de hacer todo el ejercicio, un ejercicio larguísimo, le digo: Llegué a esto. Y Pablo se sentaba y me miraba así como diciendo: ¡Mirá todo lo que me copiaste y todo lo que tengo que leer! *[Termina la frase riéndose]*. Y ya se sentaba Pablo *[Imita los gestos que hacía cuando iba mirando la demostración y corrigiendo cada paso]* Sí, sí, sí, sí, lo resolviste bien. Pablo siempre me ayudó bastante, era el que me controlaba todo, veía que yo llegara a los resultados [...]

LET ¿Y por qué vos pensabas que él te miraba como diciendo: ¿vos entendés??

FRAN *[Con picardía]* Claro porque Pablo siempre tenía esa onda media jodida como de decir: ¿en serio entendés? Así como diciendo: muy poca gente la entiende [...] uno con el tiempo es como que... aparte de que es tu profesor ya es como que tenés una relación, ya lo tratás de “che”, [...] otra fluidez.

*[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]*

Puede verse en sus palabras cómo el hecho de conferir legitimidad a la participación es más importante que «proporcionar enseñanza». Esto es lo que Pablo lograba cuando le respondía que su duda era un buen interrogante, cuando le confirmaba que su demostración estaba bien resuelta y cuando le daba a entender que era uno de los pocos que estaba consiguiendo entender las demostraciones. Durante los teóricos, momentos en los que Francisco ocupaba el lugar de objeto de la práctica de enseñanza, este estudiante solía marcar diferencias entre las expectativas del profesor y las posibilidades de respuesta de los alumnos:

FRAN [...] había muchos, y me incluyo, que estábamos un poco atrasados o era un tema muy nuevo entonces tenías que estar un rato largo como para poder entenderlo o tenías que ya estar haciendo bastantes ejercicios [...] yo, más o menos los hacía y recién al final los empecé a entender. No era una cosa que los hacía *[y decía]* ¡ah! Listo, ya está, los entiendo todos. Tenía que estar un rato largo para poder entender eso, yo llegué al final con lo justo, entendiéndole y hasta ahí. [...] Juan pretendía que, no sé, volviéramos a nuestras casas y estemos cuatro horas estudiando y viendo y haciendo ejercicios como para poder agarrarle la mano y que la clase siguiente ya sea algo *[hace un chasquido con los dedos]* fácil de entender.

*[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]*

Comprometerse en una práctica que permita gradualmente ir “agarrándole la mano” a los ejercicios, involucraba para Francisco tiempos muy diferentes a los planificados o establecidos por el docente. De alguna manera, sostener que era necesario tomarse el tiempo para ir aprendiendo era una forma de respaldar la legitimidad de la periferialidad en donde se encontraba. La cuestión del ritmo acelerado y del manejo de los tiempos aparecía también como una característica de los estudios universitarios:

FRAN Al principio mis viejos me dijeron: mirá, la facultad va a ser así [...] van a tener que ir rápido, es otro ritmo el que llevan [...] El ritmo es distinto, pero es cuestión de acostumbrarse y... te vas dando cuenta de eso con el tiempo, es mucho cuestión de acostumbrarse. Uno dice: ¡Uh! No llego, no hay forma que llegue [*a preparar un examen*]. Y entonces te sentás, estudiás, tendrás que trasnochar pero... son cosas que son así, no se cambian.

[*Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009*]

Parte de su trayectoria se relacionó entonces con balancear el ritmo impuesto por las materias y el ritmo de su propio aprendizaje. Convertirse en un participante de esta comunidad significaba también adquirir costumbres y vivenciar situaciones que muchas personas le adjudican a los estudiantes universitarios, como, por ejemplo, pasar toda la noche estudiando antes de rendir un examen.

Luego de transitar su primer año dentro de la carrera, habiendo conseguido aprobar algunas de las materias del primer año y otras no, Francisco describía de la siguiente manera la posición que había decidido y logrado ocupar en relación con la comunidad:

FRAN Yo voy a tener mis amigos, voy a salir, cuando tenga que estudiar voy a estudiar, de la forma que pueda voy a tratar de estudiar o hacer las cosas rápido para poder estar con mis amigos, y [...] poder cumplir con todas las cosas, con mi familia, con mis amigos y con el estudio sin variar ninguna de esas tres.

[*Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009*]

Francisco quería seguir comprometido con las personas ajenas a la comunidad —familia, amigos— que, entre otras cosas, habían colaborado para que él permaneciera dentro de la carrera. Lograr el equilibrio entre la membresía en la comunidad de práctica educativa de computación y otras comunidades como su familia y sus amigos habla de hasta qué punto estaba dispuesto a que su participación en la carrera tiñera su vida.

8.4.1.2 *Florencia*

La trayectoria de Florencia dentro de la comunidad comenzó sumamente permeada por la experiencia de su hermano, quien había iniciado unos años antes la carrera y permanecía en ella teniendo problemas para aprobar las materias. La imagen que tenía de la comunidad a la que se aproximaba quedó plasmada en las siguientes frases extraídas de su entrevista:

FLOR [*Refiriéndose a su hermano*] Él se ponía a comparar entre la UTN y la FaMAF y siempre se quedaba con la FaMAF. Como que el título de la FaMAF era mejor que el de la UTN [...] Era mejor el valor que tenía el título, de decir: estudié en la FaMAF, quizá porque eran más exigentes que el de la UTN.

[...] Iba a probar suerte quizás, yo lo había dicho: voy un año, pruebo y veo cómo me va. Y después veo si la sigo o no. Pero la verdad no duré un año [*ríe*].

LET ¿Por qué?

FLOR Porque la veía como una carrera muy dura, muy difícil y dije: no voy a perder mucho tiempo en darme cuenta si la puedo hacer o no, si la podía terminar, recibirme o no. Entonces dije: si me va bien la sigo y si me va mal, que me quedan dos o tres materias directamente no la sigo más. Porque te traban mucho. Te queda una materia y te traba muchas de segundo año, entonces, me iba a ir atrasando y me quería recibir rápido. Y lo iba a hacer hasta tercer año obviamente, no iba a hacer la licenciatura.

[*Transcripción entrevista - 22 de septiembre de 2009*]

Desde un principio, entonces, ella ya sabía que la permanencia en la comunidad no era una cuestión sencilla y, antes de comenzar, ya había evaluado la posibilidad de abandonar la carrera. La comunidad parecía para ella bastante transparente en cuanto a las exigencias y al tipo de estudiante que funciona bien dentro de ella. Durante la entrevista podía notarse cómo su experiencia estuvo fuertemente ligada a la de su hermano. Cuando hablaba, por momentos parecía que estuviera hablando de las dificultades de él y no de las de ella. Por ejemplo, cuando le pregunté por qué consideraba que la carrera era tan difícil, además de mencionar la matemática agregó que debía leer libros en inglés y que eso era para ella un impedimento sustancial. Mientras ella fue alumna de la carrera nunca tuvo que enfrentarse a la lectura de libros o de material que no estuviera en español, experiencia por la que sí había pasado su hermano en otras materias más avanzadas. Gracias a su hermano Florencia podía construir un panorama de las prácticas de la comunidad, ir previendo dificultades y ventajas futuras y eran éstas, en conjunto con los problemas con los que se enfrentaba en el presente, los que ponía en la balanza a la hora de evaluar su pertenencia a la carrera.

Conversando con ella me comentó que el motivo de la elección de la carrera tenía que ver con su pasión por las computadoras:

FLOR Me gusta mucho la computación la verdad... me podría pasar todo el tiempo [*pequeña risa*], diseñando, haciendo cualquier cosa en la computadora [*pequeña risa*]. Es lo que más me llama la atención [...] Me apasionaba estar frente a una computadora, creo [*Ríe*] [...] porque el tiempo se me pasaba volando y quizá en un laburo frente a una computadora se me pasan más rápido que haciendo cualquier otra cosa. Quizás por eso elegí la carrera. Como que no me doy cuenta del paso de las horas cuando estoy frente a una computadora.

[*Transcripción entrevista - 22 de septiembre de 2009*]

Ahora, había un contraste inmenso entre pasar tiempo frente a una computadora, navegando en internet, participando en redes sociales y utilizando los programas básicos de ofimática (World, Exel, Power Point), como lo hacía en la secundaria, o diseñando páginas web, como lo hizo en un curso de diseño web después de abandonar la carrera, por un lado, y las actividades que involucraban utilizar una computadora dentro de la comunidad, por el otro:

FLOR [*Lo que programé en la facultad*] nunca me salió. Renegábamos mucho. Los ejercicios cuando los planteábamos en las hojas sí nos salían con las chicas, pero a la hora de pasarlo el programa al lenguaje me resultaba muy difícil. A mí me resultaba muy difícil darme cuenta, tenías que pasarlo muy exacto y te confundías en algo, en una mínima cosa, te saltaba el error y [*ríe*] eso me sacaba de quicio [...].

[*Ríe*] Renegaba mucho a la hora de trabajar con el lenguaje [...] para programar. Era muy difícil, ubicar las cosas en cierto orden que... por ahí lo planteabas bien al ejercicio, pero a la hora de llevarlo a la computadora no podía. Se me complicaba en el lenguaje. Era eso. Y, de hecho, ni me presenté en el laboratorio, a rendir el parcial, por ese motivo, porque no podía hacer el cambio de lenguaje, de hoja a computadora [...].

Después, en el lenguaje lo teníamos que escribir con corchetes, y todo, y quizá lo tenías que escribir a los dos a una misma altura y nos olvidábamos y a uno lo poníamos con un espacio más y a otro con un espacio menos, quizás eso nos daba el error. Y nos cansábamos de ver y no encontrábamos el error que teníamos en la sintaxis y en realidad era un espacio. Quizá era eso, tenés que darte cuenta de todo y prestar atención muy mucho.

[*Transcripción entrevista - 22 de septiembre de 2009*]

Con respecto a estas palabras vale la pena traer a colación las reflexiones de Lave & Wenger (1991) en torno a la transparencia de los artefactos que componen las tecnologías de la práctica para los distintos miembros de

una comunidad; ideas que ya utilicé para analizar el Digesto de Axiomas y Teoremas Básicos y el Práctico 4 en el capítulo 7. Según estos autores, la comprensión que se gana del compromiso con la tecnología de la práctica varía sensiblemente de acuerdo con la forma de participación que su uso permite. Así, la tecnología puede transparentar o mantener opacos para los recién llegados el sistema de actividades y el mundo social del cual es parte. La transparencia de la tecnología combina dos características complejamente articuladas: la visibilidad y la invisibilidad. Un cierto grado de invisibilidad de la tecnología es necesario para permitir enfocarse en, y por lo tanto hacer visible, la temática en cuestión —en este caso la construcción de programas. Inversamente, un cierto grado de visibilidad del significado de la tecnología es indispensable para permitir que su uso no sea problemático (Lave & Wenger, 1991). Cualquier programador avezado o cualquier estudiante más avanzado en la carrera sabría que cambiar un símbolo por otro en el texto de un programa lo modifica sustancialmente. Ahora, para Florencia era muy dificultoso lograr visibilizar el significado de la tecnología que intentaba utilizar —el lenguaje de programación—. El significado de los corchetes, de la indentación y de los requisitos de escritura permanecían para ella invisibles lo que volvía la tarea de programar en una actividad cansadora, fatigosa y difícil.

Al contrario de Francisco, Florencia tenía problemas para ir avanzando en los ejercicios tanto del práctico como del laboratorio. Por más que dedicaba un tiempo considerable al estudio —tanto en las clases como fuera de ellas— su ritmo de avance era diferente del establecido por los docentes. Esto hacía que su participación se volviera cada vez más periférica con el paso del tiempo. Convertirse en un miembro de una comunidad involucra tener acceso a las actividades de la misma, a la información importante y a recursos y oportunidades de participación (Lave & Wenger, 1991). La participación periférica legítima trata, entonces, también de cómo la comunidad organiza los recursos de aprendizaje para los recién llegados. Para Francisco que era capaz de ir avanzando en las guías de ejercicios parecía que la comunidad cada vez le ofrecía más recursos para aprender. En cambio, para Florencia que no consiguió “enganchar desde el principio” la materia, estos recursos se volvían escasos. La periferia era un lugar en donde la frontera de la comunidad se percibía profundamente y donde todo se volvía rápidamente una imposibilidad: “nunca haber visto un programa de programación ya era mucho, entonces se me complicaba más todavía”, “eran temas que nunca había visto”, “no teníamos ni la más mínima noción”.

Los exámenes se convirtieron para ella en rituales en donde quedó plasmada la ilegitimidad de su participación. De hecho, al recibir las notas de los parciales fue la primera vez que tanto Mariana como Florencia comenzaron a describir su experiencia como “un fracaso”. No conseguir aprobarlos

fue un indicador importante del compromiso que decidía tener con la comunidad: “después en el primer parcial me fue mal y entonces menos que menos me dieron ganas de seguir yendo”. En los exámenes se ponía en juego su membresía en la comunidad:

LET ¿Por qué dejaste la carrera?

FLOR La dejé porque me había ido mal en los dos primeros parciales y... sentía que no encajaba. Que no encajaba y que no encajaba y que los temas no me resultaban fáciles, entonces decidí dejarla por eso. Y después, bueno, tengo familiares, problemas de salud y directamente fue la excusa perfecta como para dejarla, esa.

LET ¿No encajabas en qué?

FLOR Me sentía muy colgada con los temas, con las clases. Después de esos dos parciales [...] que rendí mal, me di cuenta de que no... como que no había aprendido nada, me sentía así, entonces, para qué seguir perdiendo tiempo.

*[Transcripción entrevista - 22 de septiembre de 2009]*

En este “no encajar” se percibe que Florencia, en su paso por la periferia de la comunidad, había logrado construir una imagen del tipo de miembros que la componen, habiendo comprendido e interiorizado las expectativas de la comunidad. No poder ajustarse a esos requisitos implicaba no ser reconocido ni poder reconocerse como un miembro de la comunidad. Cuando la membresía no se consigue deja de tener sentido el compromiso con la comunidad e insistir en ganarla se vuelve una pérdida de tiempo.

La trayectoria de Florencia dentro de la carrera le permitió, más adelante, convertirse en un participante más pleno de la comunidad asociada con la *Tecnicatura en Industrias Alimentarias*, carrera que comenzó en el 2009 en la UTN:

FLOR Por lo menos ahora, hoy en día que estoy en otra carrera me sirve lo poco que aprendí, lo que cursé. La verdad lo que era matemática me sirvió mucho. Me sirvió para promocionar matemática en la otra facultad, muy mucho [...] Mucho, los temas que vi en el ingreso [...] Análisis Matemático me sirvió muchísimo, muchísimo, muchísimo, me sirvió [...] En vez ahora, al tener una base un poquito mejor por haber cursado en la FaMAF capaz que por eso estoy mejor, me parece.

*[Transcripción entrevista - 22 de septiembre de 2009]*

Sus palabras muestran cómo ella pudo darle sentido a su trabajo y sacarle provecho a su esfuerzo durante los meses en que intentó volverse un miembro de la comunidad de práctica educativa de computación.

8.4.1.3 *Gabriel*

Para Gabriel la participación en la periferia de la comunidad de práctica fue transformando su visión de la programación, ganando cada vez más comprensión sobre su significado:

*[Refiriéndose a sus expectativas en torno a la programación cuando entrara a la carrera]*

GAB Lo que pasa es que también se me ha abierto un poco el campo [...] si bien no... [...] no manejamos bien todavía todas las herramientas pero tenemos una idea, cuando miramos un programa, más o menos cómo hacerlo y cómo *[enfaticando]* hacerlo bien, o cómo tratar de hacerlo bien, digamos, dentro de todas las limitaciones que uno tiene, ¿no?

LET ¿Qué sería hacerlo bien? o ¿qué sería hacerlo mal?

GAB Claro. Yo lo llevo a la idea de lo que venimos viendo, de hacer lo que es un programa correcto en cuanto a lo lógico, digamos, y tener herramientas como para decidir si ese programa está bien o está mal.

*[Transcripción entrevista - 30 de septiembre de 2009]*

En sus palabras se nota que pudo darle un significado concreto y útil a su participación en las prácticas que proponía el currículum del primer año. Desde este punto de vista, su posición en la periferia de la comunidad es una posición de empoderamiento que gradualmente le va permitiendo participar más plenamente. Así, es consciente de que todavía debe aprender muchas cosas pero ya se siente en condiciones de construir al menos un bosquejo de un programa que le soliciten. Esto le generaba mucho entusiasmo: “está muy bueno porque estás prácticamente creándolo, de última estás en el tema de diseñar cosas, es lindo por ese lado”. Él conseguía concebir a la tarea de programar como una actividad en la que él estaba involucrado activamente.

Su participación en la periferia comenzó con la aplicación mecánica de las fórmulas que se le presentaban para ir pasando, gradualmente a comprender su fundamento:

GAB Primero yo lo que hacía era aplicarlos *[a los axiomas]* de forma mecánica. O sea, trataba de ver si yo tenía, en lo que me daban, algo parecido a los axiomas [...] Y ahí aplicaba. [...] por ahí hasta lo último que llegaba no llegaba a comprender bien qué era o a darme una idea de qué era. Y bueno, después preguntando por cosas puntuales, por decirte... no sé, el fundamento de la partición de rango, ¡qué se yo! De *[preguntar]* por qué tomar una parte y no otra, para lograr qué [...]

[Una de mis grandes dudas era] el tema de los axiomas. O sea, era aprender cómo se hacían pero no saber de dónde venían. Esa era una de las grandes preguntas que yo tenía [...] Uno, bueno, después con el tiempo uno empieza a ver y sigue revisando libros y un poco ya como que los caza un poco más teniendo ya otra óptica, otra base, y algunas otras cositas que se le han agregado, pero esa era, por lo menos, una de mis grandes dudas.

[Transcripción entrevista - 30 de septiembre de 2009]

Esta posibilidad de ir entendiendo progresivamente, a medida que participaba en la práctica, los fundamentos de las reglas a las que debía amoldarse para construir demostraciones le permitía percibir que era un participante legítimo dentro de la periferia de la comunidad.

Los conocimientos que traía —tanto de matemática del colegio secundario técnico al que había asistido, como de programación que había adquirido en la *Tecnicatura en Programación* de la UTN— le servían en distinto grado y lo ayudaban a ir dándole sentido a las prácticas de las que participaba. Con respecto a la matemática, sus conocimientos previos lo ayudaban a “orientarse” en los problemas; además, los “casos particulares” en los que se había centrado su trabajo en la escuela secundaria le servían para entender y retener los “teoremas de lo general” que le presentaban sus profesores dentro de la carrera. Su experiencia trabajando con Visual Basic y C++ le dieron una idea de “cómo trabajaba un programa o como piensa una máquina” siéndole útil dentro de los laboratorios porque como “ya tenía más o menos una idea sabía más o menos qué tenía que ir buscando”. Esta resignificación de su bagaje matemático y de programación contribuían, entonces, a que se sintiera un miembro de la comunidad.

Uno de los puntos en donde Gabriel sentía amenazada su membresía era lo que él llamaba el “acceso a la información”, cuestión muy vinculada con las relaciones que pudo establecer con sus docentes. Para describir estos conflictos solía contrastar la experiencia que estaba viviendo en la carrera con su paso por la carrera *Licenciatura en Psicología* unos años antes:

LET Yo me acuerdo que había una cosa que te preocupaba mucho durante el cuatrimestre y que vos solías hablar de ello como el acceso a la información. Y que comentabas que había cosas que no estaban en los libros [*Gabriel asiente*], y que había que ir a buscarlas en la biblioteca y había libros en inglés y que a veces te costaba encontrar esos libros. ¿Cómo era un poco esto? ¿Cuándo te pasó? ¿Cómo lo solucionaste?

GAB ¿Sabés que pasa? [...] Por ejemplo, acá en Psicología te decían: bueno, éstos son los textos y había que ponerse a estudiarlos a ver por lo menos qué decían, pero la cosa ya estaba, había que trabajar sobre eso. Entonces digo: ¿Cómo? ¿Acá hay matemática y eso no está ordenado? O sea, yo no lo veo ordenado [...] Y acá eso me llamaba la atención porque digo: ¿cómo puede ser que haya ejercicios como que nadie sabe cómo *[resolverlos]*? No hay un material donde buscar las herramientas. Yo tuve que preparar ahora Álgebra y saqué un montón de libros [...] tuve que sacar un pedazo de cada lado, algunas cosas me quedaban súper claras pero me llevó un tiempo espantoso, muchísimo tiempo, porque era yo el que tenía que buscar [...] uno busca determinados temas y encuentra un pedacito, después va a otro y encuentra otro pedacito y de eso va armando y de ahí: ¡Ah! Este ejercicio puede ser... lo puedo encarar de esta manera y bueno, así fue, pero ya te digo, el tiempo que te lleva es muchísimo y... bueno, como que estoy viéndolo de una forma más benigna [...] en el sentido de no ser tan duro, digamos *[ríe]*, de decir: lo que pasa es que uno trata con problemas por eso es que quizás se presentan las cosas de esa forma. Pero también supongo que tenía que ver que el tiempo que a mí me llevaba como que me frustraba por otro lado, porque digo: ¡La pucha! Tengo un montón de cosas por aprender y problemas por encarar y el tiempo no me da.

*[Transcripción entrevista - 30 de septiembre de 2009]*

Sus palabras hablan de cómo la comunidad toda disponibiliza sus recursos para los recién llegados. El carácter "taquigráfico" de los apuntes de las materias que estaba cursando impedía que se convirtieran en herramientas útiles para resolver los ejercicios el cual había sido el motivo generador de su consulta. También tenía problemas para comprender las relaciones entre los ejemplos que desarrollaban estos textos. Además, en esta cita se revela parte de un proceso en marcha, por el cual él iba percibiendo las diferencias profundas entre las prácticas de las distintas carreras en las que se había involucrado: es muy diferente tratar con teorías que expliquen diferentes fenómenos sociales a enfrentarse con problemas lógico-matemáticos.

Gabriel insistía en sus búsquedas bibliográficas por más extenuantes que resultaran, en gran parte porque tenía problemas para comunicarse con los docentes de los teóricos. Los espacios de prácticos y laboratorios eran para él espacios de participación, no así las clases teóricas. Esto tenía que ver con que percibía que los docentes de estos espacios y él estaban en niveles diferentes y que las respuestas de estos profesores por lo general no salvaban sus dudas:

GAB Ahora en el teórico ya era más... de preguntar no, porque me parecía... había muchísimas cosas que no cazaba. Yo las copiaba pero no... uno copia como diciendo: podría ser importante esto para... lo leo o lo busco en el libro, y en ese tiempo no había libro tampoco, para después cotejar, para ver si puedo sacar algo de ahí, pero la verdad que mucho no me sirvió.

[...] Por lo menos cuando Juan daba las clases, daba para alguien que ya había leído algo, que ya tenía una somera idea, esa fue la sensación que yo tuve, y es la que tengo ahora en Algoritmos I. Y yo ya la cursé dos veces y vengo escuchando lo mismo, entonces... yo no sé como será el tema, no sé si él espera que uno haya ya leído el tema [...] Es como si yo, por ejemplo, me pusiera a hablarte del kernel y vos no sabés lo que es un sistema operativo<sup>11</sup>. Esa es la sensación que me da de como se han venido dando las cosas, no sé.

[...] Como que uno está como un paso más abajo. Uno está tratando de cazar las cosas desde otro lado y no puede hacer la conexión, digamos. ¿De qué me está hablando? ¿Qué tiene que ver con lo que yo he visto? Bueno, eso yo no lo lograba, por lo menos, ¿no? Entonces, más bien mi idea era: bueno, busquemos libros.

[...] Si a uno le responden con lo mismo que le han dado antes y no te dan... no interpretan tu pregunta, digamos, un poco como que no te dan más ganas de ir a preguntar, porque si te van a responder lo mismo que... o sea, uno lo que está buscando es otra cosa, es llegar a conectar eso. Por eso más bien yo no me inclinaba por el tema ese de preguntar.

[Transcripción entrevista - 30 de septiembre de 2009]

Su conflicto con estos docentes se relaciona con el reclamo de ser reconocido un participante legítimo de las clases teóricas. El profesor parecía estar hablándole a otro tipo de interlocutor y él no aceptaba esta situación. Además, tampoco parece ser tan claro para él cómo cubrir las expectativas que el docente posee de la participación de los estudiantes en estos espacios. El traer leído por anticipado la temática que se trataría en cada clase teórica no había sido establecido como un requisito y, de hecho, tampoco era del todo posible porque los apuntes del teórico se iban disponibilizando en la página web frecuentemente luego de que se desarrollaran en las clases. Más adelante en la entrevista formula una fuerte crítica a una de las dinámicas habituales en el aula; aquella en donde el profesor, luego de haber explicado un tema o de resolver un problema, pregunta si se ha entendido y al no

<sup>11</sup> En informática, el kernel es un software que constituye la parte más importante del sistema operativo. Como tal, es el principal responsable de facilitar a los distintos programas acceso seguro al hardware de la computadora. Como hay muchos programas y el acceso al hardware es limitado, también se encarga de decidir qué programa podrá hacer uso de un dispositivo de hardware y durante cuánto tiempo.

obtener respuesta de su auditorio continúa con la clase: “Lo que me pregunto es, si nadie contestaba y esto sucedía habitualmente, digo, ¿no es signo de algo?”.

El haberse encontrado unos cuatrimestres más adelante con un profesor que podía romper con esta lógica, que cuando no tenía respuesta de su alumnado formulaba explicaciones cada vez más detalladas, resaltaba aún más el contraste con los otros docentes. En el transcurso del primer cuatrimestre Gabriel no parece sentirse acompañado por los miembros más expertos ni tampoco que la comunidad le facilite los recursos necesarios para emprender los nuevos desafíos que implican las nuevas prácticas. En parte, además de reclamar su legitimidad para participar en estos espacios, Gabriel intenta enfatizar cuál es la legitimidad de los mismos docentes como encargados de formar a los recién llegados.

Permanecer comprometido con su propio proceso de aprendizaje, que involucraba ir develando los fundamentos muchas veces implícitos en las herramientas y temáticas de las materias para ir más allá de estudiar de memoria, conllevaba prolongar el período de duración de la carrera y salirse de las trayectorias más fuertemente delimitadas por ella. Esto marcó fuertemente la posición que pudo y logró ocupar dentro de la comunidad:

*[Conversamos sobre los chistes que hacían hacia el final del cuatrimestre en los cuales explicitaban su situación a través de nombres de canciones como Resistiré y Yo Renaceré (Ver capítulo 5, página 154)]*

LET Eran todas bromas pero, de alguna manera, estaban indicando cierta sensación ¿no?

GAB [...] Sí, sí porque imagínate vos, tener que recursar de nuevo las materias cuando vos más o menos te habías planeado algo y decís: *[como cargando un gran peso]* ¡Uh! Tengo que cambiar totalmente, o sea, inclusive tengo que rearmar todo para saber qué es lo que voy a hacer, porque si no, digamos, ¿qué hago? ¿estudio para el profe y me quedo sin nada? Me voy a quedar pasando el tiempo y con un vacío bárbaro. [...] Para mí era todo un replanteo, ¿ir despacio y aprendiendo o ir memorizando y a la que fuere, e ir aprobando? Así que sí, fue duro *[pequeña risa, casi una exhalación fuerte]*

*[Transcripción entrevista - 30 de septiembre de 2009]*

Lo “duro” de la decisión que tomó muestran el grado de compromiso de este miembro de la comunidad —si para él no fuera tan importante la carrera la elección no hubiera resultado tan problemática— pero también el costo que requiere apartarse de los recorridos previamente establecidos por la comunidad y planificados por él.

#### 8.4.1.4 Judith

Para Judith, la comunidad movilizaba importantes recursos para recibir a los recién llegados haciéndolos sentir cómodos y bien acogidos:

LET ¿Cómo ha sido este año en la facu?

JUD En la facu me sentí muy cómoda [...] me gusta el predio, eso también para mí influye a la hora de tener que estudiar en un aula cómoda a un aula que no tenés tizas o tenés que andar pidiendo cosas de acá para allá. En ese aspecto, estuvo muy bien.

*[Transcripción entrevista - 16 de diciembre de 2008]*

Su trayectoria durante el primer año, la percepción de la comunidad y de los procesos de aprendizaje que iba realizando estaban fuertemente impregnados por su experiencia anterior en la Facultad de Ciencias Económicas. Los contrastes entre estos dos procesos de ingreso resaltaban lo bien recibida que se sentía por la comunidad. La diferencia entre el número de estudiantes, la limpieza de las instalaciones y las relaciones que es posible establecer con los docentes aparecen como los principales contrastes:

JUD Empezando Ciencias Económicas [...] la calidad de enseñanza es totalmente diferente, también tiene mucho que ver la cantidad de alumnos que hay, allá vos llegabas y si en un aula entraban quinientos, habían setecientos y si hablaban al profe no le importaba, él seguía la clase, si vos estabas al último no escuchabas nada, tenés que pararte, irte adelante a sentar al piso, era así, todo incómodo, se te caían las cosas, o sea, realmente, el primer año de allá comparado al primer año de acá, totalmente diferente.

Vos ves que acá los profes están re-comprometidos, realmente les ves mucha actitud de enseñar, como que tienen muchas ganas de que vos aprendas, allá tenían muchas ganas de ir a sacarse las horas de cátedra de encima. [...] No había tanto apoyo, en cuanto acá que tenemos los foros *[De internet]*, vos preguntabas el lunes, el martes, el feriado, el domingo, el sábado y siempre alguien te respondía. Allá no, allá olvidate que tenías un apoyo de esos, clases de consulta prácticamente no habían.

[...] Para un chico que recién salía del secundario donde todo es bien estructurado, te sentiste como que estuviste en el medio de la selva solo, perdido. Y bueno, todo el mundo me decía que la facultad era así, en realidad acá yo no me siento así. Me siento más que están encima tuyo, que les importa mucho más como te sentís.

*[Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009]*

Todos estos aspectos contribuían a que Judith se sintiera una participante legítima dentro de la comunidad, sensación que expresaba con frases como “te hacen sentir que valés adentro de la facultad”. Así, fue desarrollando un verdadero sentido de membresía dentro de una comunidad que reconocía como muy particular en la UNC. Esta membresía se acentuó aún más con la correlación entre sus expectativas iniciales y el currículum del primer año. Al igual que Florencia, Judith no había tenido experiencia previa en

programación y manejaba los programas básicos de Microsoft Office. Pero a diferencia de su amiga, que encontró una ruptura entre las actividades que disfrutaba hacer con la computadora y las que le proponía la facultad, Judith se acercó a la carrera, en primer lugar, porque le “apasionaba la matemática” y, en segundo lugar, porque le interesaba la relación que puede establecerse entre la matemática y la computación. Este tipo de expectativas es bastante compatible con el currículum de la carrera que está fuertemente orientado a los aspectos formales de la programación incluyendo numerosas materias de matemática y de lógica.

Para Judith, el convertirse en un miembro de esta comunidad también se facilita gracias al escaso mantenimiento de las fronteras simbólicas que frecuentemente se establecen entre un profesor universitario y sus estudiantes. Ella percibía la informalidad en el vestir y en el hablar de Juan así como su capacidad para aceptar sus errores o dudas durante las clases como un interés en el aprendizaje de sus alumnos y también como una manera de legitimarlos. Al hablar de este profesor, Judith lo hace en un tono de admiración:

JUD [...] Cuando lo escuché hablar [*a Juan*] y cuando empieza a contar todo, cómo iba a ser, cómo no iba a ser, la forma, el trato, el lenguaje tan cotidiano que usamos todos los días, la verdad que terminé diciendo que es un capo ese profe, ese profe es realmente muy bueno porque pudo llegar a todo el curso, que en ese momento éramos cerca de cien. [...] Él te hablaba con mucha facilidad, de lenguaje común, te decía: pongan éste bicho, saquen este bicho, éste bicho con este bicho no se puede, y todo con ejemplos cotidianos que nosotros podíamos entender a qué se refería, además de tener muy buena onda. Una persona muy simple, me pareció, con muchísimo conocimiento y muchísima facilidad para transmitir esos conocimientos, que realmente hay profes que, por ahí tienen muchos conocimientos pero no te lo saben transmitir tanto o no encuentran la forma, por ahí cuesta más. En cuanto a ese profe, la verdad que muy bien.

[...] Desde un principio él nos dio una confianza, que nosotros también podíamos decirle: ¿y si en cambio de eso hacemos eso otro? Y él lo aceptaba o no, depende que es lo que nosotros le decíamos, pero digo, muchos profes por ahí no te dejan mucho cambiarles las cosas que ellos están haciendo, o darle otro punto de vista. En ese aspecto él no tenía ningún problema, de hecho, muchas veces nos decía: bueno, chicos, hoy llegué medio dormido, pongo este ejercicio, no me lo practiqué, no me lo acuerdo mucho así que váyanlo pensando yo lo voy a ir pensando y entre todos lo vamos a hacer. Y bueno, esas cosas para cortar un poco la rutina de lo estructural a mí me gustaban, y te hacían sentir que te daban espacio para poder resolverlo.

[*Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009*]

En la trayectoria de Judith el cuerpo docente parecía estar apoyando continuamente a los recién llegados, convirtiéndolos en participantes periféricos legítimos. La disponibilidad para modificar fechas de exámenes por pedido de los estudiantes fue otro episodio mencionado por Judith en donde esta sensación se acentuó. En el enfrentamiento que tuvo con Pablo al comenzar el cuatrimestre se jugaba también la cuestión de la legitimidad de la participación:

JUD Pablo venía y, por ahí sin escuchar, o escuchando la mitad de las cosas, me retaba porque me decía... no me acuerdo como fue que me dijo una vez que... como que para eso estaban ellos, para explicarles ellos [*A los estudiantes*].

[...] Me acuerdo una situación muy patente, que era con David que estábamos en la parte de cálculo proposicional [...] cuando había que adaptar algún teorema o algunas reglas que teníamos con otras expresiones [...] por ejemplo, si ésta decía que  $x \vee y$  es equivalente a  $x$ , o cualquier cosa [...] y de repente te encontrabas  $x, y, z \vee x$ , ¿a qué es equivalente eso? Entonces yo le decía: esta  $x$  reemplazala por el  $x, y, z$  y le tapaba con los dedos así [*Mientras va dibujando sobre la mesa y usando las manos para hacer la relación entre los términos del axioma y los de la expresión a demostrar*], y le iba mostrando, y eso [*Refiriéndose al modo en que ella explicaba*] Pablo una vez vino y casi me quiere comer viva. Me dice: ¡no, porque él tiene que entender lo que dice el teorema! [*Como si le respondiera al docente*] Bárbaro, si yo no le estoy diciendo que no lo entienda al teorema, le estoy dando alguna técnica de como yo aprendí a relacionar ese teorema con lo que nos están dando, que a él le puede ser útil o no pero por lo menos dejame que se la muestre.

[*Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009*]

En las frases que Judith recuerda aparece claramente la delimitación del tipo de participación que el docente consideraba legítima para un recién llegado. Estos episodios marcan la necesidad de ir haciendo ajustes en la participación al ir descubriendo qué es lo que hace la comunidad y cómo lo hace. A medida que avanzó el cuatrimestre, Judith continuó participando de los prácticos y aprobando los exámenes, mientras que Pablo le demostraba que se preocupaba por su rendimiento. Así, ambos pudieron ir elaborando un vínculo maestro-aprendiz en el que los dos fueron construyendo su legitimidad.

El ingreso a la comunidad se volvía problemático para Judith en lo que respecta al tiempo que exige la participación en la misma:

JUD Yo creo que son muy mucha cantidad de horas, creo que también eso es parte del apoyo que te dan porque si no te dan un apoyo y tenés que estar tantas horas acá se complica mucho, te querés matar; pero, me costó muchísimo, de hecho me sigue costando muy mucho tomar el ritmo de la cantidad de horas de cursado que nos dan en esta facultad. Realmente, entrar a las nueve de la mañana y salir a las seis de la tarde, es desgastante; las últimas horas ya la cabeza no te da más, sólo paramos una hora para comer y el hecho de ir al comedor ya te desgastaba la cabeza porque eran minutos y minutos y minutos de cola, si no tenías que salir un rato antes de la clase y llegabas tarde. Eso sí, eso es una cosa que me costó muchísimo y hasta el día de hoy me sigue constando mucho, llevar el ritmo, el ritmo de horario, de carga horaria de las materias, eso sí.

*[Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009]*

Esta sensación de agotamiento, que se acentuó sobretodo al final del primer año, marca la ruptura que existe entre las trayectorias de ingreso planificadas por la comunidad y las posibilidades de respuesta de los recién llegados. Este ritmo de cursado repercutía en las posibilidades para aprender que Judith experimentaba. En el segundo cuatrimestre, donde el contenido se hacía “cada vez más avanzado” requiriendo más horas de estudio fuera de clase y lidiando con el cansancio de todo el año dentro de la carrera, ya no era posible “llegar al entendimiento óptimo en las tres materias”. La posibilidad de reconocer que esta es una dificultad que comparten muchos recién llegados, expresada con frases como “porque a muchos les pasa esto de no poder llevar el ritmo de tres materias, ¿no?” le permitían a Judith hacer más natural y liviana su carga, en el sentido de poder concebirla como una característica de los miembros ingresantes de la comunidad.

Su primera respuesta a esta problemática fue comenzar a especular con los exámenes. A diferencia de Gabriel que se mantenía más cercano a su tiempo de comprensión, para Judith parece ser un poco más relevante el ir avanzando en la carrera. Así, comenzó a desarrollar estrategias para ir rindiendo los parciales estrictamente necesarios para regularizar materias o para ir decidiendo qué prioridad darles en función del régimen de regularidad de cada materia. Cuando estas estrategias ya no alcanzaron la segunda respuesta fue comenzar a dejar materias, a veces con la idea de rendirlas como alumna libre y otras planificando recursarlas. La primera vez que decidió quedar libre en una materia —Álgebra, correspondiente al segundo cuatrimestre— una de sus docentes le mostró cuál era el significado y el valor que algunos miembros de la comunidad le daban a esta condición: “estuve hablando con una de las profes y me dijo *[que]* si veía que no llegaba que tampoco quedarse libre era una cosa de locos, era un sólo ejercicio o dos más en el examen final y no eran ejercicios que te rompas la cabeza, entonces que me quede tranquila”. Así, esta estudiante no tenía problemas de legítimi-

dad como miembro de la comunidad ni tampoco le traía conflictos ocupar una posición periférica como recién llegada. Los obstáculos en el proceso de volverse un miembro estaban relacionados con el tipo de participación requerida, que se traducía en la cantidad de horas que era preciso dedicarle diariamente a la permanencia en la comunidad.

Tomar la decisión de ir cursando menos materias que las establecidas por el plan de estudios fue un proceso difícil que implicó no sólo salirse de las trayectorias trazadas por la comunidad sino también modificar sus expectativas y exigencias personales. Durante la entrevista, siempre que se refería a esta elección parecía no sentirse del todo cómoda con ella, necesitando reafirmarla continuamente:

JUD A mí me costó mucho y no lo acepté [...] hoy en día dejo una materia, por cuestiones más, personales, porque necesito también hacer un deporte.

[...] si un día me quiero quedar mirando el techo mirarlo tranquila sin necesidad de decir: [*Con ritmo agitado*] no, tengo que ir a hacer el laboratorio, tengo que ir a clases [...] Entonces sí, dejé una materia para estar más tranquila yo, digamos, y a mí no me preocupa en absoluto retrasarme de año en la carrera.

[...] Y bueno no estoy dejando la carrera y no estoy cometiendo un crimen ni nada por el estilo, es solo aceptar que también me puedo permitir alguna vez no poder llegar a cumplir en tiempo y forma. Sí cumplir el objetivo, obviamente [...] en definitiva si todo sale bien, digamos hoy me planteo otro objetivo que es recibirme de Analista en cambio de en tres años, en tres años y medio.

[*Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009*]

El recorrido de Judith pone de manifiesto cómo a veces la membresía dentro de una comunidad involucra lograr un equilibrio entre los aspectos de las prácticas con los que nos sentimos cómodos y que nos hacen sentir miembros más plenos y aquellos que nos agotan y nos hacen sentir el peso de las imposiciones de la comunidad.

Dediqué este capítulo a analizar el encuentro entre docentes y estudiantes en términos de la participación en la comunidad de práctica educativa de computación y de la construcción de la comunidad de estudiantes. He elaborado, en primer lugar, una descripción estática de estas comunidades develando las tensiones que implicaba para los estudiantes la participación en ambas. Luego pasé a una visión que incluye la dimensión temporal de la comunidad educativa de computación, analizando las trayectorias que cada estudiante recorrió a lo largo del primer cuatrimestre de 2008, centrándome en cómo se articulaban para cada uno de ellos la participación, la periferia y la legitimidad en la comunidad. El siguiente capítulo estará volcado al

proceso de construcción de identidad implicado en el volverse un miembro de la comunidad de práctica educativa de computación y de la comunidad de estudiantes.

## LA CONSTRUCCIÓN DE IDENTIDADES, DEL ÉXITO Y DEL FRACASO

---

El ingreso a una comunidad de práctica supone la construcción de una identidad como miembro de la misma. En el proceso de volverse un miembro de una comunidad que forma parte del sistema educativo formal, como es el caso de la comunidad educativa de computación, el desempeño conseguido en los exámenes se convierte en un indicador sumamente relevante de membresía, en un factor que contribuye fuertemente a la construcción de las identidades de los estudiantes. ¿Cómo se van construyendo colectivamente, en la participación con otros, las identidades de los alumnos? Entendiendo al éxito y el fracaso como producciones socioculturales y no características de las personas y que se construyen de forma tan habitual como el conocimiento corriente (Lave, 1996a), ¿qué cuestiones van constituyendo entrelazadamente el significado del éxito y del fracaso en el ingreso a la carrera? Alrededor de estas cuestiones gira este capítulo.

Iniciaré esta reflexión presentando la perspectiva teórica desde donde elegí entender a la identidad. Allí pongo en acción los aportes de Wenger (1998) para comenzar a interpretar algunos aspectos del «trabajo de la identidad» de los estudiantes. En la segunda sección de este capítulo, me dedico a dilucidar qué significa para los miembros de esta comunidad tener éxito o fracasar en el primer año. Los trabajos elaborados por McDermott y sus colaboradores serán la base que utilizaré para comprender estas categorías (McDermott, Goldman & Varenne, 2006; McDermott, 2004; McDermott, 1996; McDermott & Varenne, 1995). Con la idea de contribuir a una reflexión profunda sobre el ingreso a la comunidad que sea un aporte para transformar algunos aspectos de este proceso, fui intercalando en el texto interrogantes abiertos que se plantean a partir del análisis.

### 9.1 UNA MANERA DE CONCEBIR LA IDENTIDAD

En los capítulos anteriores me he ocupado de los procesos de aprendizaje, de las prácticas y de las comunidades de práctica que se desarrollan dentro

del primer año de la carrera. Centrarme en la construcción de identidades en este capítulo no supone una vuelta de página para pasar a analizar una cuestión diferente. Manteniéndome dentro de la perspectiva teórica adoptada, la identidad no puede considerarse de manera separada de la práctica, la comunidad y el significado (Wenger, 1998; Lave & Wenger, 1991).

Según Wenger (1998):

*“Desarrollar una práctica exige la formación de una comunidad cuyos miembros puedan comprometerse mutuamente y, con ello, reconocerse mutuamente como participantes. En consecuencia, la práctica supone la negociación de maneras de llegar a ser una persona en ese contexto” (p. 187).*

Así, los numerosos aprendizajes descritos en los capítulos 6 y 7, que son un aspecto de la participación en las prácticas del primer año, suponen no solamente ser capaz de realizar ciertas actividades específicas —resolver ejercicios, realizar evaluaciones, consultar con un docente o compañero, etc.— sino también ir volviéndose un miembro de la comunidad de práctica educativa de computación y de la comunidad del grupo de compañeros. **El aprendizaje involucra, entonces, la construcción de identidades** (Lave & Wenger, 1991) En este capítulo aparecerán, entonces, algunas cuestiones —como, por ejemplo, la problemática en torno al “ritmo” que impone la carrera o las ideas de los estudiantes vinculadas con la programación— que ya he tratado en capítulos anteriores, pero ahora las analizaré bajo la «lente» de la construcción de identidades.

La identidad no es un rótulo o etiqueta que las personas llevan consigo a todos los lugares a donde van. **La identidad** no viene dada, **se construye** y esa construcción se realiza constantemente a medida que negociamos nuestra experiencia de afiliación a comunidades sociales (Wenger, 1998).

Al comienzo del capítulo anterior mis reflexiones se organizaron en torno a tres dimensiones a través de las cuales la práctica se vuelve una fuente de coherencia de las comunidades de práctica educativa de computación y del grupo de compañeros: el compromiso mutuo, la empresa conjunta y el repertorio compartido. Visto el profundo vínculo existente entre identidad y comunidades de práctica, estas **tres dimensiones de las comunidades se transforman en dimensiones de la identidad** (Wenger, 1998).

Nos transformamos en quienes somos porque nos volvemos capaces de desempeñar un papel en las relaciones de **compromiso mutuo** que fundan nuestras comunidades (Wenger, 1998). La importante cuota de responsabilidad y de constancia individual que caracterizaba a Florencia, Gabriel, Judith y Francisco estaba estrechamente vinculada con la imagen, muchas veces sostenida por los miembros de la comunidad educativa de computación, que establece que la carrera es difícil y requiere mucha perseverancia que

es recompensada, con el pasar de los años, con un futuro laboral muy promisorio. El participar de una comunidad que impone un cierto ritmo de avance a la vez que crea espacios en los cuales los novatos pueden trabajar físicamente próximos y colaborar entre sí, crea formas de identidad en las que es preciso ir negociando continuamente el hecho de dar y recibir ayuda de los compañeros con el ajuste a los tiempos establecidos por los docentes.

Asumir un cierto grado de **responsabilidad frente a una empresa** se traduce, como identidad, en una perspectiva, una disposición a llevar a cabo ciertas acciones, interpretaciones, elecciones y valoraciones (Wenger, 1988). Los miembros de la comunidad educativa de computación desarrollan un sentido de la programación en la cual, por ejemplo, algunos lenguajes de programación son más valorados que otros; lo mismo ocurre con la formación que se recibe en otras instituciones.

Mediante nuestras historias personales de participación vamos consiguiendo hacer uso de la **historia** y del **repertorio** de nuestras comunidades. Y podemos hacerlo porque hemos formado parte de ellas y ahora ellas forman parte de nosotros (Wenger, 1998). Las historias y episodios de las que participaron los estudiantes forman parte actualmente del repertorio de sus comunidades pero también de lo que ellos como miembros son hoy en día. El relato del proceso de aprendizaje que uno de los ayudantes-alumno de álgebra contara durante uno de los momentos de consulta en el práctico, permitió que Judith pudiera describir su propia experiencia en esos términos:

JUD [...] conocemos ayudantes que nos decían: yo recién en cuarto año entendí realmente lo que era la inducción, pero ¿por qué lo entendí? Porque me lo machacaron desde primero [...] De hecho me pasó que en Algoritmos I nos dieron tipos abstractos de datos [...] muy por encima. [...] Llegamos a Algoritmos II y una parte muy importante de la materia fue tipos abstractos de datos. Entonces vos decís: bueno, ¿y ahora? Tenemos que empezar de vuelta porque si veíamos muy poquito y no entendíamos nada, y eran como ejemplos muy concretos lo que nos daban en Algoritmos I y en Algoritmos II profundizamos mucho y después, por ahí, te podía llegar a caer alguna ficha de que: ¡Ah! ¡Mirá! La función de abstracción tenía esta cosa para llegar a hacer esto.

[Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009]

Para dar cuenta de que la identidad se forma constantemente, de que el trabajo de la identidad es continuo, Wenger introduce el concepto de **trayectoria**:

*“A medida que pasamos por una sucesión de formas de participación, nuestras identidades forman trayectorias, tanto dentro de las comunidades de práctica como entre ellas” (Wenger, 1998: 192).*

Este concepto permite conectar las experiencias pasadas, presentes y futuras de los participantes de una comunidad extendiéndose más allá de su paso por la carrera. Los estudiantes con los que trabajé habían recorrido trayectorias muy diversas; algunos acababan de terminar la escuela secundaria en establecimientos urbanos, otros en escuelas rurales del interior de la provincia; algunos habían comenzado carreras universitarias con o sin relación con la computación; algunos estaban trabajando o habían tenido experiencias laborales; algunos vivían con sus familias, otros no.

Todos ellos se acercaban a la carrera con expectativas distintas tanto para recorrerla como sobre su futuro laboral. Florencia estaba interesada en hacer una carrera corta que le permitiera recibirse en pocos años y comenzar a trabajar. Mariana también se acercaba a la carrera principalmente por la salida laboral, habiendo tenido su padre una influencia importante en esta decisión. Gabriel venía a buscar la “base” de muchas de las cosas que había aprendido de programación en otras instituciones, el tiempo no era su principal preocupación. Para David esta carrera era la mejor opción porque aquí aprendería “pseudocódigo” lo que le permitiría escribir programas en un lenguaje abstracto que luego podría traducirse a distintos lenguajes de programación. El comienzo de la carrera estuvo marcado, para Judith, por una actitud de espera: “estoy esperando a que la carrera me muestre lo que puedo hacer”. Una de las cosas que más la entusiasmaba de su futuro era que su campo sería amplio: “vos podés hacer de todo y lo que quieras, no es que sea una disciplina cerrada que tenés que hacer esto y esto”. Francisco se sentía todavía muy unido a sus compañeros de la secundaria y hablaba de esa experiencia con nostalgia. Este estudiante estaba preocupado por cómo sería su experiencia laboral y si tendría las habilidades necesarias para desenvolverse exitosamente: “a uno le entra el miedo ese de decir: voy a tener que trabajar [...] y me van a pedir que programe o haga algo y yo no sé si lo voy a poder hacer o si voy a estar listo para hacer eso”. Su visión del futuro marcaba fuertemente cómo encaraba el trabajo cotidiano dentro de la comunidad, haciendo siempre énfasis en conseguir resolver por su propia cuenta las cosas, porque ésta sería la condición en la que se encontraría en el futuro: según él, un superior le indicaría lo que debería resolver o programar y su mayor preocupación era poder estar a la altura de las circunstancias y conseguir responder satisfactoriamente. Pensando en un campo laboral en el que es cada vez más común y necesario el trabajo en equipo cabe preguntarse si esta visión imaginada de su futuro lo ayudaría a insertarse con facilidad en entornos de trabajo grupales en donde es tan importante resolver las tareas asignadas como compartir información y pedir ayuda.

Así, la posibilidad de ir aprendiendo, de poder, por ejemplo, construir una demostración o de distinguir cuándo, cómo y a quién preguntarle una duda, era un evento dentro de una trayectoria personal por medio de la

cual le iban dando significado a su compromiso con la práctica en función de la identidad que iban desarrollando (Wenger, 1998). Las trayectorias dentro de la comunidad que describí en la sección 8.4.1 del capítulo anterior pueden entenderse también como trayectorias de una identidad que se va construyendo a medida que los estudiantes se volvían miembros y ocupaban distintas posiciones en la comunidad.

Al mismo tiempo que cada participante va construyendo su trayectoria, la comunidad ofrece un conjunto de modelos, de **trayectorias «paradigmáticas»**. En estas trayectorias la historia de la comunidad está encarnada en las identidades y la participación de los profesionales (Wenger, 1998). La comunidad de práctica educativa de computación no es una excepción en este punto. Ayudantes-alumno, egresados, estudiantes más avanzados, docentes, alumnos recursantes; todos ellos confluyen de distintas maneras en el primer año y sus trayectorias se convierten en paradigmas para los ingresantes, en una muestra encarnada de los caminos que pueden recorrerse dentro de la comunidad y una vez que se terminó la carrera. En parte es por esta razón que su presencia en el aula nunca pasaba desapercibida y sus palabras continuaban impregnando el discurso de los estudiantes más de un año después de aquel primer cuatrimestre que compartimos.

Estas trayectorias paradigmáticas estaban fuertemente vinculadas con el éxito y el fracaso en el ingreso a la carrera. De alguna manera, instalaban estas cuestiones en el aula y eran uno de los factores que daban cuenta de que el éxito y el fracaso ya estaban presentes en el primer año mucho antes de que los alumnos con los que trabajé se sentaran por primera vez a escuchar una clase de la materia. Vista desde este enfoque una comunidad de práctica es *“un campo de trayectorias posibles y, en consecuencia, la propuesta de una identidad”* (Wenger, 1998:195).

Las personas no pertenecen sólo a una comunidad. Los estudiantes y docentes involucrados en esta investigación participaban de muchas otras más: su familia, su grupo de amigos de la secundaria, su grupo de investigación, su pareja, su banda de música, etc. Según Wenger (1998) una identidad es algo más que una trayectoria única y, simultáneamente, no es algo fragmentado o descompuesto. La identidad es un **nexo de multifiliación**. El concepto de nexo permite englobar las distintas trayectorias que recorremos sin fundirlas o disolverlas en una sola: cada trayectoria se transforma en parte de las demás, algunas veces reforzándose y en otras ocasiones chocando entre sí (Wenger, 1998).

Esto requiere de un trabajo constante de conciliación de nuestras distintas afiliaciones. Tal como ya lo resalté al describir la trayectoria de Francisco en el capítulo anterior, este trabajo se transformó en un aspecto central en la experiencia del primer año tanto para este estudiante como para Judith. Ambos tenían la sensación de que su participación en la comunidad educativa

de computación les planteaba exigencias contradictorias con su membresía en las comunidades familiares y de amigos, sobretudo en lo que respecta al tiempo que es preciso dedicarle a los estudios:

JUD Siento que la facultad tiene que ser parte de mi vida, no mi vida, entera, completa.[...] vos sabés que yo juego hace 11 años al voley, el primer semestre del año pasado cuando empecé tuve que dejar y el primer semestre de este año tuve que dejar [...] y arranqué ahora de vuelta. O sea, tener que dejar la actividad deportiva por la facultad me parece bastante injusto.

[...] Acá los profes nos decían: dos horas de acá son cuatro o seis en su casa y si te ponés a sacar la cuenta de las horas, nosotros teníamos ocho horas de cursado [*Se refiere a que tres días a la semana tenían ocho horas de cursado diario*]. O sea, ocho por cuatro son treinta y dos, fuiste, no te alcanzó el día, ¿se entiende?

[*Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009*]

FRAN [...] es una facultad, tampoco le voy a dedicar mi vida a la facultad [...] Y a mí me dijeron: [...] hay mucha gente que le empecé a dedicar más tiempo a la facultad y [...] ya no se junta tanto tiempo con los amigos o ya no sale tanto, se queda más tiempo estudiando, y, cuando me dijo eso yo dije: ¡Huy! ¡No, no quiero! [*Termina la frase casi riéndose*] [...] Yo lo dije y fue una meta o un objetivo o algo que yo me puse. Yo digo: yo voy a cursar la carrera me vaya como me vaya, me lleve el tiempo que me lleve, [*con tono de broma*] que espero que no me lleve mucho, pero, no sé, cinco, seis años, [...] lo voy a hacer, el tiempo es tiempo no puedo ir contra eso. Pero yo no, no, no voy y no quiero cambiar,

[*Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009*]

Estas palabras muestran cómo el trabajo de conciliar la membresía en distintas comunidades puede ser arduo y precisa de un mantenimiento continuo. Las tensiones entre las diferentes afiliaciones de estos estudiantes parecían no resolverse nunca acabadamente. También dan cuenta de que la conciliación no implica solamente conocer lo que se debe hacer en cada momento sino que involucra construir una identidad que incluya, en un mismo nexo las diversas formas de participación (Wenger, 1998).

El conflicto que derivó en la disolución de la comunidad de práctica del grupo de compañeros también estuvo relacionado con el trabajo de conciliación entre la afiliación a esta comunidad y a la comunidad educativa de computación. Era justamente la imposibilidad de lograr esta conciliación la que se expresaba en frases como “lo que trataba de hacer era seguir mi ritmo de estudio, ya al último les tenía que decir que me perdonen pero que no podía explicarles porque me atrasaba mucho”. Las disputas en relación con el ritmo que cada uno seguía, o podía seguir, fueron entonces un componente en el proceso de construcción de las identidades de los estudiantes.

Nuestras identidades se constituyen por nuestra participación en ciertas comunidades pero también por nuestra **no participación** en otras; nuestra identidad se construye a partir de lo que somos y también de lo que no somos (Wenger, 1998). Según este autor, a lo largo de nuestras vidas necesariamente atravesaremos experiencias de no participación pero el significado que adquirirán dependerá de cómo interaccionen con la participación. Siguiendo esta idea, define dos formas de interacción entre participación y no participación: la **periferia**, en donde el aspecto dominante es la participación, ella define la no participación como un factor posibilitador de la participación; y la **marginalidad**, en donde lo que prima es la no participación llegando a definir formas limitadas de participación.

La experiencia dentro del primer año de los estudiantes con los que trabajé estuvo plagada de momentos de periferia y marginalidad, como ya he mostrado en el capítulo anterior. Para Gabriel las clases teóricas se convirtieron en ocasiones de marginalidad; había muchísimas cosas que no entendía, tenía la sensación de que el profesor se dirigía a un interlocutor que no era él e intentaba infructuosamente relacionar lo que el docente decía con algo que él ya supiera. Al comienzo del cuatrimestre Francisco tenía muchas dudas en cuanto a la relación que tenían las temáticas que se proponían desde la materia con la programación pero pudo ir descubriendo que el estudio de estos tópicos le permitían ir construyendo una nueva forma de pensar y de encarar los problemas que le posibilitaban el avance tanto en el práctico como en el laboratorio. Su experiencia en estos espacios fue, entonces, de periferialidad. La experiencia de marginalidad de Florencia se manifestaba en su imposibilidad de avanzar al ritmo de los demás y en la sensación, cada vez más fuerte, de que todas las temáticas eran inaccesibles para ella.

Al estar ingresando a una comunidad dedicada a la formación de profesionales en el ámbito de la educación formal, para los estudiantes hay ciertos aspectos en donde la no participación está institucionalizada. Ningún estudiante participa de la construcción del currículum ni de la determinación de la forma de trabajo en el aula y eso es algo que todos los participantes de la comunidad conocen. Ahora, estas identidades de no participación que los estudiantes van desarrollando en relación con el currículum, con la institución y con el contenido de su trabajo son también una parte esencial de sus identidades de participación en sus propias comunidades de práctica. Judith fue una de las estudiantes que más claramente expresaba estas cuestiones. Ella se acercaba a la carrera con una clara conciencia de que los docentes propondrían un conjunto de temáticas y, por más que muchas veces no pudiera establecer relaciones entre las mismas o tuviera dudas sobre las cuestiones que justificaban su estudio, siempre delegaba y confiaba esta responsabilidad a sus profesores: "si está dado así yo calculo que debe ser por algo", "debe tener alguna recompensa a largo plazo, supongo, el enseñar de esa

manera". Y esta identidad de no participación permeaba las relaciones en la comunidad del grupo de estudiantes. Los docentes iban imponiendo un ritmo y la necesidad de seguirlo modificaba sustancialmente los vínculos con compañeros; Judith ya no podía seguir ayudando a algunos de ellos porque se atrasaba.

Esta forma de participación dentro de la comunidad de pares contribuía también a la construcción de su identidad. Podía percibirse un cierto matiz utilitarista en la forma en que Judith hablaba de la colaboración con otros: "no me sirve juntarme a estudiar con vos, sí me sirve participar en las clases juntos, me sirve comer con vos". Volverse un miembro legítimo de la comunidad mayor, privilegiando la participación en esta comunidad implicaba, para ella, restringir la participación y su membresía en la comunidad de compañeros.

El entorno bajo estudio en esta tesis está dentro del sistema formal de escolarización, y como tal está dedicado a preparar y acreditar personas para su desempeño en distintas profesiones. Para poder llevar a cabo estas tareas la comunidad educativa de computación establece un sistema para evaluar a sus alumnos. Los exámenes son herramientas que les permiten a los docentes dejar constancia del desempeño de cada uno de los alumnos y decidir, aplicando una serie de criterios parejos para todos, si están o no en condiciones de aprobar una materia y así continuar avanzando en la carrera. Conseguir o no pasar exitosamente una evaluación se convierte en un factor central del proceso de construcción de una identidad de membresía a la comunidad. La siguiente sección estará dedicada al análisis de estas cuestiones.

## 9.2 UNA MANERA DE CONCEBIR EL ÉXITO Y EL FRACASO

La perspectiva teórica del aprendizaje situado se desarrolló escogiendo explícitamente entornos que no pertenecieran a la escolarización institucionalizada. Por más que esta teoría es un campo fértil para analizar situaciones áulicas, las problemáticas del éxito y el fracaso escolar nunca estuvieron en el centro de su atención. Existen, sin embargo, trabajos en torno a estas cuestiones que resultan compatibles con este marco teórico. La línea de investigación desarrollada por los antropólogos Ray McDermott y Hervé Varenne (McDermott, Goldman & Varenne, 2006; McDermott, 2004; McDermott, 1996; McDermott & Varenne, 1995) constituye una opción fecunda y provechosa para la reflexión en torno a estas cuestiones en el ingreso a la comunidad de práctica educativa de computación.

Según estos autores, durante las últimas décadas la antropología de la educación estuvo dominada por la siguiente pregunta: ¿cómo hablar con ri-

gor y respeto sobre los niños que fracasan en la escuela? La respuesta más habitual es «debe haber algo mal en sus vidas» existiendo dos modos generales de contextualizar esta respuesta. Por un lado, algunos investigadores se han focalizado en lo que está mal dentro del niño, en su desarrollo cognitivo, lingüístico o social. Por el otro, existen trabajos que intentan dilucidar lo que está mal en las vidas de estos niños centrándose en lo que los otros hacen para hacer su vida tan improductiva, es decir, en el mundo que les presentamos (McDermott & Varenne, 1995).

Esta última perspectiva supone que son necesarias una multiplicidad de personas para construir el significado de las dificultades en el aprendizaje, así como también de las características del estudiante que tiene o no dificultades en una dada comunidad. El énfasis de estos autores, y el que yo escogí para el caso que estoy estudiando, no está en esclarecer las características de los estudiantes con problemas de aprendizaje o que no consiguen aprobar los exámenes. El acento está en los arreglos culturales que hacen que los problemas de aprendizaje o el fracaso en las evaluaciones sean rótulos importantes. **El niño individual —o el estudiante ingresante en mi caso— es la unidad de preocupación pero no la unidad de análisis** (McDermott, Goldman & Varenne, 2006). Esto está en sintonía con la manera de concebir la identidad presentada en la sección anterior que supone que la construcción de una comunidad de práctica involucra la construcción de las identidades de sus miembros y viceversa. La unidad de análisis que abordaré aquí es, por lo tanto, la persona como miembro de una comunidad sociocultural (Lave & Wenger, 1991).

No se puede ignorar que la diferenciación y la clasificación son inherente a todo grupo social: un grupo de personas desarrollando juntas tareas similares rápidamente podrán construir comparaciones entre ellos. Lo que se subraya desde estas investigaciones es que lo que cuenta como diferencia, quién la establece, cómo y cuándo es un hecho sociocultural que habla más de las culturas y las comunidades que de los individuos y miembros particulares. Así, poder resolver una serie de ejercicios en un tiempo determinado —descripción que se aplica tanto a resolver un práctico a lo largo de un conjunto de clases como a realizar una evaluación— no es algo que tenga sentido por sí mismo, aisladamente, sino que lo adquiere en el entorno de una comunidad.

Haciendo una reseña de las investigaciones en este campo, McDermott & Varenne (1995) describen tres enfoques utilizados para hablar de cultura e incapacidad, que descansan sobre supuestos diferentes acerca del mundo, las personas y la forma en que ellos aprenden. En primer lugar, el **enfoque de la privación** que asume que las personas pertenecientes a distintos grupos se desarrollan de manera diferente y estas diferencias pueden medirse en términos de hitos del desarrollo. El mundo es concebido como un con-

junto de tareas, algunas de las cuales son lo suficientemente difíciles como para que haya personas que pueden llevarlas a cabo y otras que no. El fracaso escolar se explica a través del argumento de la privación: los alumnos que fracasan en la escuela —provenientes frecuentemente de las minorías étnicas, raciales o económicas— lo hacen porque en sus casas viven experiencias empobrecedoras.

En segundo lugar, el **enfoque de la diferencia** que parte de la hipótesis de que las personas de distintos grupos se adaptan bien a los requerimientos de su cultura y, en sus formas diferentes, todos los caminos son equivalentes para completar el desarrollo humano. Esta perspectiva puede resumirse con la frase: *“nosotros tenemos una cultura, ustedes tiene otra diferente”* (Mc Dermott & Varenne, 1995). Se da por supuesto que el mundo consiste en un amplio rango que tareas y que algunos se vuelven competentes en ciertas actividades mientras que otros lo hacen en otras. El fracaso escolar se explica por el argumento de la imposibilidad de comunicación: los estudiantes provenientes de las minorías se encuentran con profesores que poseen una formación correspondiente a la cultura dominante; frente a esta situación los estudiantes sufren tanta incomunicación y alienación como para abandonar la escuela a pesar de que son totalmente capaces de aprender.

Por último, el **enfoque de la cultura como incapacidad** que entiende que:

*“toda cultura, como un patrón de instituciones que evolucionan históricamente, le enseña a la gente a qué aspirar y marca a aquellos que deben ser notados, manejados, maltratados y remediados como la clase de los que no alcanzan”* (McDermott & Varenne, 1995, traducción mía<sup>1</sup>).

Desde esta visión las culturas ofrecen un amplio conjunto de posiciones a ser ocupadas por las personas. Estar en una posición implica poseer y ser reconocido como poseedor de una serie de cualidades que simbolizan esta posición para los otros. Así, sólo incidentalmente las personas nacen siendo «diferentes», lo importante es comprender cómo las personas son colocadas en posiciones de ser tratadas de modo diferente. Subyace a este enfoque la idea de que ser y estar en el mundo involucra lidiar con tareas indefinidas mientras que al mismo tiempo se lucha con la manera en la cual estas tareas han tomado forma por procesos culturales. Así, *“la competencia es una fabricación”* (McDermott & Varenne, 1995) que se mide a través del desempeño en estas tareas, muchas veces arbitrarias, aisladas y desconectadas del resto. Las culturas no son, entonces, sólo ocasiones para construir incapacidades,

<sup>1</sup> *“every culture, as an historically evolved pattern of institutions, teaches people what to aspire to and hope for and marks off those who are to be noticed, handled, mistreated, and remediated as falling short”* (McDermott & Varenne, 1995).

ellas organizan activamente caminos a través de los cuales las personas son incapacitadas (McDermott & Varenne, 1995).

Es preciso resaltar dos diferencias importantes entre la investigación que sustenta esta tesis y los trabajos de McDermott & Varenne: estos autores trabajan centrados en la escuela primaria y más específicamente, en la escuela primaria de los Estados Unidos y estaban preocupados por los niños de las minorías raciales y étnicas. De todas formas, el análisis de McDermott & Varenne sirve para poner en primer plano muchas ideas que ya forman parte del sentido común en cuanto al éxito y el fracaso y que actualmente subyacen a numerosas prácticas educativas dentro de la carrera. Además, permite comenzar a encuadrar esta problemática desde una perspectiva diferente.

Al analizar los datos pensando a las categorías «éxito» y «fracaso» como construcciones socioculturales y, por lo tanto, colectivas, comenzaron a emerger un conjunto de cuestiones que formaban un entramado complejo, producido y mantenido en las interacciones cotidianas en el aula. Entraron en juego las concepciones de los docentes y estudiantes alrededor del proceso de aprendizaje y, particularmente, el grado en que otras personas pueden colaborar en él; los criterios utilizados para diferenciar a los estudiantes; el currículum y el ritmo que este establece para el aprendizaje; las formas de concebir las dificultades de los alumnos y las maneras de explicar la deserción en el primer año. A continuación examinaré en profundidad estas cuestiones, entrelazando las opiniones de docentes y estudiantes.

### 9.3 UN DIÁLOGO ENTRE ESTUDIANTES Y DOCENTES ALREDEDOR DEL ÉXITO Y EL FRACASO

Al hablar con docentes y alumnos sobre las cuestiones relacionadas al éxito y el fracaso en el primer año se estableció un juego dialéctico entre percibir al otro y construir al otro, sobretodo entre percibir las dificultades o facilidades de los alumnos y colaborar en la construcción de sentidos que hacen que algunas dificultades sean más destacadas que otras.

Una cuestión clave para la comprensión de estos procesos es la visión que cada participante posee sobre el **proceso de aprendizaje de los alumnos**. Esta es la opinión de Pablo:

LET Pablo y vos ¿qué esperás de un estudiante de la materia?

PAB [...] que tenga capacidad de reconocer patrones [...] Me parece que ese es el objetivo y que cuesta mucho que lo logren [*pausa*] me parece que es prácticamente nulo el efecto de la materia.

LET ¿Por qué?

PAB Porque, o sea, digo ‘prácticamente’ porque no es totalmente nulo, me parece que... están los chicos que ya podían hacer eso antes de entrar que serán... 30 o 20 de los 150 que ingresan, o sea una quinta parte. De ahí, 10 o 20 más, 10 más que aprendan un poco eso.

Todos los demás aprenden de otra manera, como por aproximación [...] *[Da el ejemplo de que pueden confundir el tercero excluido ( $p \vee \neg p$ ) con una expresión muy parecida pero que no tiene sentido:  $p \neg(\forall p)$ ]* Como que esas dos cosas por ahí, son lo mismo para ellos. Como que tienen una visión medio borrosa de lo que está pasando y entonces si de repente ven esto no (o esto) *[Se refiere a  $p \neg(\forall p)$ ]* no se dan cuenta de que eso no tipa, no tiene sentido, y te dicen: ¡Ah! True *[Porque lo confunden con el tercero excluido]*.

Es... no sé cómo describirlo mejor a eso pero... lo que hacen es irse aproximando entonces cada vez comenten menos errores. Pero no desarrollan un método robusto. O sea, no llegan a estar seguros de casi nada, eso es lo que pasa, no aprenden nada con la seguridad o convicción digamos.

*[Transcripción entrevista - 28 de septiembre de 2009]*

Según esta descripción, para los primeros dos grupos de estudiantes, que representan un porcentaje pequeño del total, el rol del docente se presenta como algo prescindible. El último grupo queda en una situación más precaria, este ir aproximándose no parece dejarlos en muy buenas condiciones. Se marca entonces un contraste importante entre los que ya podían hacer cosas y los que consiguen aprenderlas fácilmente versus aquellos que no. Lo que Pablo espera de sus estudiantes es entonces, según él, alcanzado por muy pocos.

En la visión de su propio proceso de aprendizaje, el rol del docente y el grado en que éste puede colaborar eran puntos importantes para Francisco:

FRAN Uno entiende mejor las cosas cuando las hace solo, para mí esa es mi ideología. Pueden venir, te las pueden explicar y vos lo podés entender pero hasta que vos no hagás un ejercicio solo y lo entiendas y digas: yo partí de acá, sé por qué hice esto, sé por qué llegue a este resultado y sé que mi resultado está bien, hasta que no hagas eso es como que no... capaz que sí lo entendió y... pero hasta que no lo ponga en práctica no, no tiene sentido, no lo va a entender.

*[Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009]*

No es claro si Francisco podría encuadrarse en la categoría de Pablo de los que “ya podían reconocer patrones antes de entrar” o en la de los que “aprendían por aproximación” pero para Francisco el que ocupa el lugar central en el proceso de aprendizaje es el que aprende. Esas palabras resaltan las diferencias entre enseñar y aprender, remarcando que el aprendizaje precisa de un compromiso de la persona que está aprendiendo que no está garantizado

automáticamente por la enseñanza. Las palabras de Gabriel van en la misma dirección:

GAB Uno muchas veces hay cosas que no entiende pero... como que tiene que volverse primero para ver qué es lo que no entiende [...] A lo mejor a veces te pueden estar explicando las cosas pero no... hay un momento en que vos hacés click, no sé, te das cuenta qué es lo que tenía que ver con lo que vos tenías en la cabeza o a lo mejor te diste cuenta de que vos lo estabas abordando por otro lado por eso no entendías nada.

*[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]*

En este “te lo pueden explicar” parecen condensarse las tareas habituales de docentes y compañeros, principalmente porque Francisco y Gabriel hablaban de la resolución de ejercicios. Las palabras de los estudiantes son evidencias de que con resolver ejercicios en el pizarrón o en los cuadernos de los estudiantes los docentes no necesariamente alcanzan a provocar el aprendizaje que buscan en sus alumnos.

A lo largo de todo el trabajo de campo y de las entrevistas a docentes y estudiantes las percepciones de las personas altamente capacitadas organizaban las percepciones de las personas menos capacitadas y viceversa, tal como lo subrayan McDermott & Varenne (1995) y McDermott (2004). **El éxito y el fracaso no son dos cuestiones separadas, independientes entre sí, sino dos caras de una misma moneda.**

Así, a la hora de hablar de sus estudiantes los tres docentes entrevistados demarcan dos grupos definidos de forma interrelacionada. Primero definen a aquellos a los que “no les cuesta” que representan alrededor de un 10 o 15% del alumnado y a los que, según Juan, “les encanta la materia”. Cuando intenté indagar en los motivos por los cuales estos alumnos no tienen dificultades para comprender los temas del currículum, estas fueron las opiniones que recolecté:

PAB [...] ya vienen con una facilidad, que no sé de dónde la traen, para el trabajo formal y para ellos es obvio, como debería serlo también para cualquier persona que esté adiestrada en la manipulación formal de símbolos, que tenga entrenada la imaginación para fabricar modelos.

*[Transcripción entrevista - 28 de septiembre de 2009]*

LOR Son chicos que manejan mejor la abstracción [...] No sé muy bien por qué es... Son chicos que entienden bien los conceptos [...] son capaces de darse cuenta de que algo es una instancia de otra cosa [...], de cómo son los símbolos, qué hace cada símbolo, de qué son los tipos.

*[Transcripción entrevista - 23 de septiembre de 2009]*

Para Pablo el éxito en la materia aparece como algo muy ligado a un bagaje previo de los estudiantes. En esta situación, ¿cómo contribuye la materia a desarrollar estas habilidades en aquellos que no ingresan con este entrenamiento previo? Si para aquellos a los que “no les cuesta” los tópicos que se desarrollan resultan obvios, ¿cuál es el rol que ocupa el docente en su aprendizaje?

Cuando los docentes intentaban delinear un poco mejor los rasgos que definen a este grupo, siempre tan pronunciadamente diferenciado, la categoría se volvía un tanto incierta. Sin suponer que existen respuestas o definiciones acabadas sobre este asunto, considero que este “no saber por qué” a algunos alumnos no les cuesta la materia da cuenta de cómo las ideas sobre lo que significa “tener o no dificultades” son una construcción social y no una característica inherente a un estudiante. La importancia de las expectativas de los docentes en la construcción de su percepción de los estudiantes fue un punto importante en el vínculo que establecieron Pablo y Judith. Desde las primeras clases Pablo me comentó que Judith no tendría problemas en la materia porque era extrovertida y se animaba a preguntar (Ver capítulo 5, página 93). Estas altas expectativas se mantuvieron durante todo el cuatrimestre a pesar de que Judith tenía serios problemas para resolver ejercicios que requirieran alejarse un poco de la manipulación simbólica y poner en juego comprensiones sobre el significado de demostrar que una proposición es falsa o verdadera. Al ser una construcción sociocultural, las ideas acerca de las dificultades y las capacidades de los estudiantes tienen su cuota de arbitrariedad.

Bien diferenciado de este primer grupo están los estudiantes a los que “sí les cuesta”, “la media” o “los que vienen con dificultades”. Este segundo conjunto, para Juan, depende en mayor medida del trabajo de los docentes; los profesores deben enfocar sus tareas en ellos, ayudándolos a encontrar un ritmo de trabajo adecuado que les permita “avanzar, ir aprobando materias, ir sintiendo ese aprendizaje”. Según Juan este grupo tiene una idea bastante más borrosa de la carrera —“vienen sin mucha idea de a dónde vienen”—, lo que hace complicado que encuentren interés en las temáticas que se presentan. Están sujetos, entonces, a que los docentes puedan motivarlos al estudio de los tópicos del currículum.

Para Lorena las dificultades de este grupo se relacionan con la falta de comprensión en la sintaxis, con problemas en el manejo de cosas “muy instrumentales”, con no conseguir entender “cómo funciona una computadora” y con dificultades en la comprensión del concepto de variable. Se abren entonces interrogantes acerca de los prerrequisitos que los docentes suponen de sus estudiantes: ¿cuándo y dónde los alumnos deben aprender el funcionamiento de una computadora o el concepto de variable?, ¿antes de entrar a la facultad?, ¿en la facultad?, ¿en qué espacios didácticos?

Los estudiantes con los que trabajé también percibían claramente estas dos posiciones y fueron ubicándose y siendo ubicados en relación con ellas. Distinguían, por un lado, a los que “sabían ya bastante”, los que podían formular preguntas en el teórico, “los que la tenían bastante clara”, “los que les iba muy bien”, “los bochos”. Este grupo encarnaba gran parte del significado de tener éxito en la materia. Es más, encarnaban el éxito asegurado en la materia. En cambio Judith, Francisco y Gabriel, si bien alcanzaron un cierto grado de éxito, promocionando o aprobando la materia, nunca se identificaron con esta categoría. El trabajo y el esfuerzo necesarios para conseguir aprobar los parciales y finales habían constituido inversiones muy importantes para ellos. Identificarse con el grupo de aquellos a quienes “no les cuesta” hubiera significado, en parte, soslayar su sacrificio y empeño. Así, Judith hablaba de sus diferencias con sus compañeros en estos términos: “no es que no me costaba, estudiaba más”. Otros se percibían más cerca del grupo de los que “les cuesta” expresando sus dificultades para seguir el ritmo de las materias con frases como “a mí no me da la campera”. Francisco se veía a sí mismo en una posición intermedia:

FRAN No me iba tan bien como a otros, pero tampoco me iba tan mal como a otros, yo estaba como en el medio, como un alumno promedio. Un alumno normal. Había gente que estaba recursando un montón de materias y yo estaba a su nivel o había veces en las que yo me sentaba a ayudarles [...] y estaba esa gente que la tenía re clara y le iba muy pero muy bien. Yo creo que estaba en el medio, entre medio de las dos.

*[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]*

Las relaciones que los docentes podían establecer con los estudiantes de estos dos grupos eran diferentes. Con los que “no les cuesta” construían vínculos armoniosos, basados en la posibilidad de empatizar con ellos:

JUAN *[Refiriéndose a sus estudiantes]* No creo que yo entienda lo que les pasa, digamos, estoy seguro de que no lo entiendo, no llego a ponerme en el lugar de ellos. Por ahí un poco más sí, quizá eso por reflejo o memoria de mi propia historia, con los mejores estudiantes. Siempre fui un estudiante que me fue todo muy fácil o que tuve un muy buen desempeño, entonces me identifico más fácil con ellos y entiendo lo que están pensando.

*[Transcripción entrevista - 8 de octubre de 2009]*

LOR [...] los que no les cuesta sobresalen y son mucho más visibles que el resto. Por suerte somos bastantes docentes y podemos hacernos cargo de todos, pero si no, me parece que la dinámica de la clase iría muy enfocada a los que no les cuesta porque sobresalen más. Es como que si vos mirás por encima son los únicos que ves [...] A los chicos que les va bien no te das tanta cuenta de por qué les va bien porque es lo normal, lo que vos entendés.

[*Transcripción entrevista - 23 de septiembre de 2009*]

Estas frases revelan la importancia que tiene para la construcción del éxito y el fracaso la trayectoria de los docentes y sus años de permanencia en comunidades de práctica afines a esta. El estudiante que pueda acoplarse a las formas de pensar las prácticas de la materia que manifiestan los docentes podrá establecer claros canales de comunicación docente-alumno. La relación que podían establecer los docentes con aquellos que tenían dificultades era bastante más conflictiva:

LOR Y bueno, esta gente también es un poco difícil, ¿no? Porque vos los mirás y decís: [*Bajando el tono pero con énfasis*] ¡Es que no estás entendiendo nada! ¡Cero! [*Va subiendo el tono*] ¡No estás entendiendo nada de nada, desde marzo hasta acá! [*Con resignación*] y es un poco difícil, la verdad... porque yo no sé como enfrentarlo a eso. Me cuesta porque digo: no están entendiendo nada, yo le digo: esto tiene que tipar así, fijate que esto, si es una suma, de los dos costados tiene que tener números y no entienden y digo: ¿Cómo hago? ¿Cómo hago si no me entienden esto! Es un poco difícil.

[*Transcripción entrevista - 23 de septiembre de 2009*]

JUAN De los estudiantes que vienen con más dificultades me cuesta mucho entender lo que les pasa. No sé si es que estudian poco, si es que intentan y no les sale, creo que hay variantes de todo. Me parece que en una población grande vamos a encontrar variantes de todos los casos. Gente que realmente intenta y no le sale, gente que intenta y con dificultad le sale, gente que intenta poco y le sale bien, gente que no hace nada y le sale mal. Me parece que hay todas las variantes, entonces en ese sentido es difícil simplificar cómo veo a los estudiantes.

[*Transcripción entrevista - 8 de octubre de 2009*]

La frustración y el encontrarse sin recursos para trabajar con este tipo de estudiantes parece caracterizar la experiencia de Lorena. Esta imposibilidad de ponerse en el lugar de aquellos a los que les cuesta la materia puede estar relacionada, en parte, con las dificultades que tienen los docentes para percibir que algunos aspectos del currículum puedan ser realmente problemáticos para los estudiantes:

PAB Yo lo que hacía era un trabajo como para segundo grado de la primaria, de hacer cuentitas, o sea, sumamente aburrido pero tratando de explicitar todos los detalles del cálculo.

[Transcripción entrevista - 28 de septiembre de 2009]

JUAN La idea de sustitución cuando no hay una idea intuitiva por detrás de número sino que hay una idea de proposición, que es una idea menos... están menos acostumbrados, no es más difícil, pero están menos acostumbrados, ¿no?

[Transcripción entrevista - 8 de octubre de 2009]

¿Por qué explicitar detalles del cálculo puede asociarse a segundo grado de la primaria? ¿Qué significaría acostumbrarse? ¿No significaría justamente aprender o sortear las dificultades del tópico? Seguramente alguien con un gran entrenamiento en el manejo de los temas que se tratan y con una visión global de los mismos que le permita establecer relaciones con otras cuestiones importantes de la disciplina, como es el caso de estos docentes, pueda establecer una suerte de jerarquía de las dificultades que conllevan, asignándole a ciertas prácticas un grado de dificultad mínimo. Pero muy probablemente esta escala no sea la misma para alguien que está comenzando una carrera y que estudia por primera vez estos temas.

La descripción de la experiencia de los profesores de la materia puede iluminarse a través del trabajo de Thurston (1990). Este autor afirma que la matemática es extremadamente *compactable* en el sentido que una vez que un matemático o un profesor consigue manejar un concepto luego les resulta muy problemático volver a ponerse en la situación de alguien que todavía no lo maneja. Según el autor, esta situación hace que sea difícil que los docentes aprendan de sus estudiantes y representa un obstáculo a la hora de intentar escuchar a los alumnos.

El estudiante que más notó esta dificultad de los profesores fue Gabriel, sobretodo en relación con las clases teóricas:

GAB Había gente que parecía tenerla bastante clara y podía preguntar pero yo, a veces, no entendía ni siquiera las preguntas que le hacían así que... el teórico fue [*Pequeña risa*] bastante duro en ese aspecto.

[...] Por ahí también me daba la sensación de que si vos preguntabas te decían lo mismo que te habían dicho antes, o sea, es como que no... como que uno está como un paso más abajo, uno está tratando de cazar las cosas desde otro lado y no puede hacer la conexión, ¿de qué me está hablando?, esto, ¿qué tiene que ver con lo que yo he visto? Bueno, eso yo no lo lograba.

[...] Lo que se me ocurre pensar es cómo un docente no puede interpretar lo que tiene adelante.

[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]

Su experiencia resalta la importancia que pueden llegar a adquirir los problemas de comunicación entre docentes y estudiantes. En mayor o menor medida todos los alumnos con los que trabajé mencionaron que el interlocutor al que Juan se dirigía en sus clases era una persona con “mejor nivel”, que “ya tuviera una somera idea”. Las relaciones que Gabriel fue estableciendo con los docentes del práctico eran diferentes. Allí él percibía que las reglas a seguir y las herramientas a utilizar estaban más claras, entonces podía plantear preguntas concretas e ir avanzando. Para este estudiante el espacio en donde podía aprender era el de la clase práctica, donde podía poner las manos en la masa, colocándose en el centro de la actividad.

Para Francisco las relaciones con sus docentes no eran tan importantes y cuando hablaba podía notarse una cuota de decisión personal por mantener distancia:

FRAN Yo no era de relacionarme mucho yo con Juan y con ningún profesor. [...] Al ser tantos alumnos no creo que el profesor se relacione con todos, con alguno que otro que... serán los que más le preguntan, los que llevarán la materia y se juntarán para resolver algunos casos, los más interesados que van y le empiezan a preguntar cosas, pero yo no, no era de relacionarme mucho.

*[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]*

En su descripción aparece la distinción entre él y los “más interesados”, “los que preguntan más”, etc. Esto parece estar reflejando su miedo a que la facultad se convirtiera en el centro de su vida, transformando fuertemente su identidad. Este “no relacionarse mucho” también es coherente con su forma de concebir el aprendizaje, basada en el trabajo individual.

La cantidad de alumnos fue uno de los obstáculos más importantes en los vínculos de Florencia con sus profesores:

FLOR [...] no es lo mismo tener un profesor en la secundaria —que la confianza [*Que tienen con sus alumnos*] y que te conocen y que es un número más reducido de chicos— a ir a la FaMAF que era un número grande y no podían prestar tanta atención a ver si hacías o no hacías los ejercicios, si te salían o no.

*[Transcripción entrevista - 22 de septiembre de 2009]*

Estas palabras develan los contrastes entre el «oficio» del estudiante secundario y el universitario, basados en grados de autonomía y de responsabilidad diferentes. La falta de confianza que le impedía realizar preguntas a los docentes también podría estar indicando una preocupación importante por no equivocarse frente a un profesor. Ella también marcó un contraste importante entre esta forma de relacionarse con los profesores de la Fa-

MAF con sus vínculos con sus docentes de la Tecnicatura que comenzó en el 2009:

LETI Y con tu carrera de ahora, ¿podrías establecer alguna diferencia o alguna semejanza [*Con la FaMAF*]?

FLOR [...] Los profesores son un poco más dóciles, se podría decir. Pero también, algunos que otros, no todos.

LETI ¿Más dóciles en qué sentido?

FLOR Que si quieren te explican dos o tres veces el tema si no lo entendés. No tienen problemas en volver a explicarte un tema si no lo entendiste. Quizá en FaMAF, al ser muchos, a no ser que uno preguntara era como medio raro que lo volvieran a explicar.

*[Transcripción entrevista - 22 de septiembre de 2009]*

Florencia percibía las clases de la carrera como espacios en donde los temas se desarrollan y no se vuelven a explicar y donde las preguntas deben ajustarse a esos temas. Conocer este nuevo oficio requiere aprendizaje, no es algo que se desarrolla automáticamente cuando un estudiante entra por primera vez a un aula universitaria.

En un lugar prácticamente opuesto, los vínculos entre Judith y los docentes eran uno de los aspectos que más afirmaban su identidad como miembro de la comunidad. Ella expresaba estas sensaciones con frases como “te hacen sentir muy bien, que valés adentro, no como: arrégdense como puedan” o “me siento que están encima tuyo, que les importa mucho más como te sentís”. Estas relaciones cercanas con los docentes son, para esta estudiante, la recompensa o el factor que balancea la carga horaria y la exigencia de la carrera. Existe una profunda distancia entre esta forma de vincularse con los docentes y la vivencia de Florencia: no podían prestar tanta atención a ver [...] si te salían o no [los ejercicios].

La forma en que se conciben las **dificultades de los estudiantes** es otro de los asuntos importantes en relación con el éxito y el fracaso en el primer año. Para Juan el currículum de la materia parece estar compuesto por una serie de escollos y obstáculos a ser superados por los estudiantes:

LET ¿Cuáles son las dificultades más grandes que vos has visto, que más te han llamado la atención, de los chicos?

JUAN Una dificultad que es un poco insuperable para muchos es la idea de poder traducir cosas... abstracción y formalización. Abstractar las propiedades principales de un problema y poder escribir el enunciado del problema en lógica. Esa es una dificultad que pocos consiguen superar bien, digamos, todo el mundo tiene muchas dificultades con eso, ¿no?

Una dificultad que más gente supera pero que también es fuerte es aprender a hacer cuentas con lógica. Aprender a aplicar reglas de inferencia, aprender a aplicar axiomas, esa es una dificultad grande. Si bien es un juego limitado y bien fácil de describir, no pueden... hay que desarrollar estrategias pero antes de la estrategia hay que desarrollar una buena idea de cuales son las reglas del juego. No meter la pata con las reglas es lo primero. Algunos nunca consiguen pasar de eso [...] las reglas implican asociatividades, conmutatividades, implican sacar paréntesis, entender las precedencias, entender los tipos correctamente.

Ahí hay un primer escollo chiquito pero que algunos tropiezan en ese y les cuesta mucho pasar. Finalmente, viendo los exámenes finales, es un escollo que casi todos superan, inclusive gente que no le va bien en la materia, consigue obviamente pasar eso.

*[Transcripción entrevista - 8 de octubre de 2009]*

Las dificultades que enumera y que percibe este docente parecen ser contundentes y las ideas de escollos o barreras dan una sensación que separa fuertemente unos de otros. Más adelante en la entrevista Juan resalta que, con más o menos matices, el sistema de evaluación es "a todo o nada" y que eso hace que los alumnos se dividan entre los que pueden hacer la materia y los que en algún momento ya no consiguen avanzar. Tal como lo vivencian muchos estudiantes, el momento de la evaluación se transforma en «el» hito que divide las aguas, habiendo muy pocas posibilidades para posiciones intermedias.

Esta manera de entender el currículum de la materia se parece bastante a la de Florencia:

FLOR *[Refiriéndose a la materia]* No la entendía y como que después en el primer parcial me fue mal y entonces menos que menos me dieron ganas de seguir yendo [...] El tipado todavía lo podía zafar pero en los teoremas, lo otro no. El tipado era el que podía zafar, el teorema no.

[...] *[Refiriéndose al laboratorio]* Yo estaba muy muy en lo básico de manejar una computadora, en vez en el laboratorio era ya muy avanzado, se me complicaba mucho. Nunca haber visto un programa de programación ya era mucho. Entonces, se me complicaba más todavía.

*[Transcripción entrevista - 22 de septiembre de 2009]*

Para esta estudiante, el currículum también parecía estar compuesto por una serie de barreras a ir traspasando, cada vez con mayor dificultad. Algunas de estas barreras eran hasta similares a las que menciona Juan: superar el primer escollo del tipado y desarrollar estrategias para hacer cuentas en lógica. A medida que pasaba el tiempo todo se convertía en un impedimento. En su entrevista es claro que esta situación no puede sostenerse por un

período muy largo, existe una especie de «límite» para el sinsentido; continuar yendo a las clases en donde no conseguía hacer nada era una pérdida de tiempo.

En contraste con las dificultades que perciben los tres docentes, fuertemente vinculadas a los conceptos desarrollados, todos los estudiantes con los que trabajé mencionaron que uno de sus principales problemas en el primer año fue el **tiempo**. Alrededor de esta categoría giraban distintas cuestiones que interrelacionaban los tiempos de la enseñanza con los tiempos de aprendizaje. En primer lugar, estaba el problema de la carga horaria que requieren las materias del primer año:

JUD No esperaba que me costara tanto, tanta cantidad de horas; no por ahí las materias en sí, eso se va estudiando pero tanta cantidad de horas a mí me... sobretodo este fin de año, llega un punto que ya querés terminar y rendir todo lo último y ya parar un poco porque es como bastante movido el ritmo.

*[Transcripción entrevista - 22 de diciembre de 2008]*

FRAN La carga horaria influye muchísimo, porque uno llega muerto y no le da la cabeza para pensar, no es que no quiera, no le da.

*[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]*

LET ¿Cuánta dedicación te parece que había que dedicarle al estudio?

FLOR Mucha, la verdad, mucha y quizá era eso. No *[Era]* que no se lo daba, sino que llegaba a las seis de la tarde, yo creo que comía, me bañaba y me ponía a estudiar. Y era como muy cansador, ya venías cansado de todo el día en la facultad, porque no me volvía me quedaba allá. *[Con tono de cansancio]* Entonces era muy cansador y volver y ponerse a estudiar, no sé si estudiaba cuatro horas y me iba a dormir.

*[Transcripción entrevista - 22 de septiembre de 2009]*

LET ¿Te acordás qué dificultades tuviste?

GAB Lo que pasa es que yo no le pude dar la profundidad que... o mejor dicho el tiempo que hubiera querido por... porque como estaba haciendo tres materias, y eso es una cosa que yo aprendí después, por lo menos, que no tendría que haber agarrado tres sino dos porque llegaba a mi casa cansado y después no tenía demasiado tiempo para... para seguir indagando.

*[Transcripción entrevista - 30 de septiembre de 2009]*

El primer año es, según estos estudiantes, una experiencia agotadora. Para poder seguir las materias más o menos al día y conseguir una participación con algún grado de éxito necesitaban varias horas de trabajo diario

en sus casas luego de las numerosas horas de cursado en la facultad. Como lo describí en el capítulo anterior, la opción que muchos de ellos siguieron fue comenzar a hacer menos materias el cuatrimestre siguiente, con la consecuente prolongación del tiempo de carrera. Ahora, si tantos estudiantes deben recurrir a estas estrategias ¿podría ser este hecho un indicador de que el currículum propuesto es sobreexigente atendiendo a la realidad de los estudiantes que ingresan?

Además de la carga horaria, la segunda dificultad relacionada al tiempo era la rapidez con que se desarrollaban los temas:

FRAN Entonces iban rápido y te dan una banda de temas en un solo día, en un solo teórico, en un solo práctico, o sea que uno tenía que estar todos los días y no se podía perder de nada, no podías faltar al teórico, es como que sí o sí tenías que asistir a clases y tenés que estar pendiente de eso y, no sé, muchas veces llegábamos con lo justo a los parciales.

*[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]*

GAB [...] vos no alcanzás a salir de una que ya te metieron una o dos más, que a lo mejor son chiquitas pero que también van a llevar su tiempo, eso fue, por lo menos, lo que me pasó a mí.

*[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]*

Por último, el problema del tiempo se relacionaba con las posibilidades de comprensión:

FRAN *[Refiriéndose a los ejercicios]* Uno tiene que encontrarle la vuelta o la forma de resolverlo, por un lado está bastante bueno [...] porque uno se abre la cabeza o ya puede... pensar de otra forma [...] y te agiliza mucho, a la hora de un parcial y, por el otro lado, no está muy bueno que digamos porque al hacer uno, dos ejercicios en el pizarrón tenés que estar haciendo los otros que te llevan un poco más de tiempo y ya tenés que estar controlando y estar levantándote a cada rato y: *[Como si le consultara a un profesor]* che, ¿me salió bien?, no entiendo esta parte, no entiendo esta otra y muchas veces eso te lleva su tiempo y muchas veces no llegás para un parcial.

*[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]*

FLOR Me costaban mucho los ejercicios [...] Sí, tenía que consultar en otros libros o consultar a las chicas, tenían una página, creo que era de consultas. Consultábamos ahí con las chicas. O me escribía mucho con Judith, sacábamos los ejercicios y nos consultábamos los resultados. No me salía y lo borraba y lo volvía a hacer y quizás era eso, que tardaba mucho tiempo.

*[Transcripción entrevista - 22 de septiembre de 2009]*

JUD En contenido cada vez van avanzando más, entonces yo creo que las horas de estudio que te requieren, para comprender los temas y aprenderlos realmente son, mayor cantidad de horas que requiere y eso por ahí también hace a esto de no poder llevar el ritmo ¿no? Si querés, digamos, enfocarte en aprender bien las tres materias, en esta segunda parte a mí me costó mucho porque, ya con todo el cansancio del año y demás, no podía llegar al entendimiento óptimo en las tres materias.

*[Transcripción entrevista - 22 de diciembre de 2008]*

GAB Son problemas que [...] uno lo toma, no lo saca en un momento, lo deja, pero ya lo pensó un poco, vuelve al rato, a lo mejor después de haber hecho otra cosa ya, en una de esas ya viene con otra idea [...] son problemas que por ahí necesitan tiempo, pero el tiempo de acomodo de uno. No es como otras carreras que vos lo que tenés que hacer es tratar de aprenderte un texto [...] Acá son problemas y bueno, a mí los tiempos no me daban.

*[Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009]*

Todas estas citas ponen de manifiesto la ruptura que se daba entre los tiempos de aprendizaje y los tiempos de enseñanza. La realización de actividades como consultar en distintos libros, intentar indagar en los temas que se estudiaban, hacer el esfuerzo para resolver uno solo los problemas, realizar varios intentos por cada ejercicio no parecían estar incluidas o ser reconocidas en las planificaciones de los docentes. El tiempo estimado para cada serie de ejercicios parecía estar más bien en consonancia con un estudiante ideal que pudiera hacer fluidamente, con pocas dificultades, los numerosos ejercicios que componían los prácticos.

Para los profesores, el problema del tiempo o del ritmo que se imprime al desarrollo de los temas se planteaba en relación con los dos grupos de estudiantes que distinguían. En sus palabras parece haber una fuerte preocupación por intentar lograr un equilibrio siempre inestable:

JUAN [...] Me parece que la limitación por este intento, no siempre exitoso, que hacemos de que los chicos tengan un ritmo de aprendizaje adecuado, ¿no? O sea, ni demasiado lento ni demasiado rápido, o sea, que no aburra a los que van más rápido pero que tampoco destruya a los que van más lento, me parece que ahí está la limitación para poder avanzar en algo más sistemático el primer cuatrimestre.

*[Transcripción entrevista - 8 de octubre de 2009]*

LOR *[Hablando de la dinámica de las clases de laboratorio, donde hay un teórico de una hora seguido de dos horas de práctico]* También es importante que los que tienen otro ritmo puedan hacer los ejercicios y que pueda... trato de que sea, bueno para todos los ritmos, ¿sí? Porque si no también adaptarse el ritmo del más lento es injusto.

*[Transcripción entrevista - 23 de septiembre de 2009]*

Es en una especie de punto intermedio entre aquellos que “van más rápido” y aquellos que “van más lento” en donde los docentes intentan balancear el ritmo de avance en las clases. Ahora, visto que los que consiguen ir más rápido representan, según los mismos docentes, aproximadamente un 15% del total, es llamativa esta constante preocupación por mantenerlos «entretenidos» de alguna manera. Comienzan a aparecer, en relación con este asunto, una serie de tensiones presentes en la comunidad de práctica educativa de computación y en la facultad en su globalidad. En palabras de Pablo:

LET ¿Cómo ves la preparación que traen los chicos para entrar a la facultad?

PAB Muy pobre, pero bueno, ya es un cliché, que la culpa la tiene el secundario, digamos. Y hay mucha gente que ya se planteó: bueno, del secundario vienen mal, qué podemos hacer nosotros para mejorar eso. Y bueno, está una tensión entre [...] la hagamos más fácil porque vienen mal del secundario versus no bajemos el nivel de la carrera, pasa en todas las carreras de acá.

*[Transcripción entrevista - 28 de septiembre de 2009]*

Estas tensiones siempre presentes entre mantener las cosas tal como están y conseguir atrapar a aquellos que pueden ir rápido versus intentar adaptarse a la preparación real con la que muchos estudiantes se acercan a la carrera es un indicador del recelo que parece generar la posibilidad de perder el «nivel» y la excelencia que caracteriza a la comunidad y a la facultad: ¿Por qué intentar adaptarse a las condiciones de los alumnos implicaría bajar el nivel de la carrera? ¿No es posible pensar en otras opciones?

Estos interrogantes cobran más relevancia cuando se analizan las opiniones de los estudiantes sobre el cambio de la secundaria a la universidad. El contraste que más resaltaban no tenía que ver con los contenidos sino con las cuestiones vinculadas al tiempo mencionadas anteriormente: para Judith la diferencia más grande era la carga horaria —“son muy poquitos los colegios que realmente tienen mucha carga horaria, obligatoria, entonces como que... a mí me costó”—; Francisco mencionó la cantidad de temas y la forma de estudiar —“te cambia mucho la universidad y con respecto a las formas de estudio también, [...] es mucho lo que hay que estudiar en comparación con la secundaria y uno le da distintos tiempos, distintos estudios”— y Florencia las exigencias, las obligaciones y la confianza con los docentes. Estas opinio-

nes ponen en primer plano que la problemática del ingreso a la comunidad trasciende lo meramente conceptual. En este sentido, muchos de los aprendizajes mencionados en el capítulo 6 no parecen ser reconocidos como tales por los docentes.

La construcción sociocultural de la «excelencia» de la carrera y de la facultad y la construcción del «nivel» que las caracteriza parecen estar en el corazón de las ideas de éxito y fracaso:

JUAN Me parece que siempre tenemos una cantidad de estudiantes muy buenos, en FaMAF somos una especie de base de eso todo el tiempo, tenemos un 10, 15 % de estudiantes excelentes, que les va a ir bien [...] y tenemos un grupo de estudiantes que por ahí vienen sin mucha idea de a dónde vienen, ¿no?

*[Transcripción entrevista - 8 de octubre de 2009]*

Otra cuestión relacionada con el éxito y el fracaso en el primer año es la visión de la **deserción** que poseen los distintos participantes. Juan insistió en la necesidad de analizar el problema en un contexto amplio. Este marco incluye, en primer lugar, considerar que otras carreras en donde los cursos son “bastante más livianitos y con menos profundidad y que los estudiantes aprenden menos, tampoco consiguen un mejor nivel de retención”. En segundo lugar, para este docente es preciso tener en cuenta que el comienzo de los estudios universitarios suele estar marcado, para muchas carreras en la UNC, por un nivel de deserción elevado fruto de que “la universidad no necesariamente es vista como un lugar donde se empieza y se termina sino que uno va a probar suerte”. Este es un punto interesante por la manifiesta coincidencia con la visión de varios de los estudiantes con los que trabajé. A pesar de hablarme de la posibilidad de perder un año porque decidieron abandonar una carrera universitaria como una experiencia difícil de afrontar, mencionaron que en algún punto se acercaron a la facultad con la idea de probar suerte, de arriesgarse a ver cómo les iba y si les gustaba o no.

La visión de Lorena vincula el currículum del primer año y las expectativas previas de los alumnos:

LET [...] Las motivaciones de los chicos, ¿qué has podido percibir cuando ellos entran a la facu? ¿qué ideas tienen?

LOR Vos sabés que es un poco difícil darse cuenta de eso. Yo creo que hay muchos que esperan otra cosa pero... es como que entramos nosotros y les decimos: *[En tono duro]* ¡bueno, esto es así, así y así! Y dicen: ¡Ah! Bueno, entonces eso es lo que hay que hacer, y ya está. Y los que lo tienen más o menos claro por ahí directamente se van y no te dicen nada.

[...] Me parece que vienen queriendo hacer lo que ven en las películas, luego ven que esto es otra cosa y me parece que si les va bien siguen haciendo esto y si les va mal se van. Porque me parece que las ideas que tienen son como muy vagas. No es que vengan y te digan: ¡No! ¡Es que yo quiero aprender a programar en bases de datos y ya que no me lo enseñan me voy! [...] Me parece que lo que esperan los chicos es muy vago entonces terminamos imponiéndoles lo que nosotros pensamos que tiene que ser.

*[Transcripción entrevista - 23 de septiembre de 2009]*

Francisco y Florencia eran estudiantes que, como lo describe Lorena, se acercaban a la carrera con ideas bastante vagas. A Florencia le “encantaba pasar tiempo frente a la computadora”, pero hasta su entrada a la facultad sus conocimientos se restringían a la Ofimática lo cual no tenía ninguna relación con los contenidos de la carrera. Francisco pensaba que la actividad de la carrera estaría más ligada a la utilización de programas ya terminados y a la reparación y mantenimiento tanto del hardware como del software de las computadoras. Si bien ambos sabían que la matemática tenía un papel importante en la carrera no pensaban que estuviera tan relacionada con la programación. Tal como lo resalté en el capítulo 6 al hablar de las ideas en torno a la programación que poseen estos estudiantes al ingresar a la carrera, la distancia entre lo esperado por los estudiantes y lo encontrado en la facultad permite formular algunos interrogantes: ¿sería posible idear un currículum que considerara, de alguna manera, las ideas previas de los estudiantes acerca de la programación por más vagas que éstas puedan ser?, ¿qué puentes o relaciones podrían establecerse con esas ideas de modo tal que la visión de programación que se presenta en el currículum no sólo se “imponga”?, ¿existe voluntad para llevar a cabo las transformaciones que esto supondría?

En esta situación, los estudiantes quedan prácticamente sin herramientas a la hora de pensar su condición de membresía en la comunidad. El indicador que gana entonces una preponderancia clave es la evaluación: “a los que les va bien se quedan, si les va mal se van”. ¿Sería posible una experiencia en el primer año en donde la evaluación no sea el mecanismo más significativo para analizar la permanencia en la comunidad o para conseguir pasar de una posición periférica a una más legítima?

Para los estudiantes la deserción es un asunto que puede explicarse a partir del entrecruzamiento de factores:

JUD Por un lado hay un cambio de ritmo muy importante, muy fuerte, de venir de un secundario [...] Eso creo que, muchas veces, si no tenés realmente claro que ésta es la carrera que querés hacer, te tiende a tirar abajo, a dejar.

[...] Sí hay otro motivo: que no te guste la carrera o que te des cuenta, ya adentro, que no es lo que vos buscabas para vos, como me pasó a mí con Ciencias Económicas. Pero eso no creo que justifique la [*Enfatizando*] gran cantidad, porque realmente es una gran cantidad los que dejan. No creo que ese sea exactamente el motivo principal por el cual dejen, me parece más por el cambio del ritmo y la exigencia que no todos están dispuestos, de alguna manera, a soportar.

[*Transcripción entrevista - 29 de septiembre de 2009*]

FRAN Pasa más porque uno se siente mal por el hecho de que le va mal en los parciales, creo que es lo más normal del mundo. A mí me va mal y yo digo: ¡uh! Me va mal, yo no sirvo para esto, dejo. Y mucha, pero mucha gente hace eso. O mucha gente puede ver que no entiende nada, hay gente que cree que es mucho y que van muy rápido y que no le van a dar los tiempos y que la carga horaria es muchísima, entonces también deja. Pasa por esos factores: estudio, tiempo, muchas veces no es lo que uno creía.

[*Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009*]

Las causas percibidas de la deserción combinan aspectos personales y colectivos y resaltan que el primer año no parece ser para cualquiera, vistas las dificultades y las exigencias; el fracaso y la deserción aparecen como cuestiones instaladas y rápidamente percibidas por todos los participantes.

**La performance en los exámenes se toma como un indicador que habla de quién es la persona.** Así, las evaluaciones parciales y finales contribuyen a fabricar las identidades de los miembros de la comunidad de práctica. La forma en que Florencia explica su decisión de abandonar la carrera también gira alrededor de estas cuestiones: “la dejé porque me había ido mal en los dos primeros parciales”, “me sentía muy colgada con los temas, con las clases”, “después de esos dos parciales que rendí mal me di cuenta de que no había aprendido nada, me sentía así, entonces, para qué seguir perdiendo tiempo”.

Los exámenes no solo fabrican un punto de vista sobre la persona sino que para muchos estudiantes es «el» punto de vista. Un par de clases después del primer parcial de *Introducción a los Algoritmos* Florencia dio muestras de comenzar a comprender el juego de la construcción de demostraciones, pero ya era tarde, el examen ya había pasado y con ello su oportunidad de demostrar lo que era capaz de hacer. ¿Cómo es posible garantizar el acceso a la carrera a un mayor número de personas si sólo un ritmo de aprendizaje es permitido y este ritmo es posible para muy pocos?

Otro aspecto importante relacionado con el fracaso y la deserción es que los discursos de los estudiantes sólo encuentran un responsable: el mismo estudiante: “no le van a dar los tiempos”, “no había aprendido nada”, “me fue mal”, “yo me quedo solamente con esto, a mí no me da la campera [*refiriéndose a que no*]

*puede llevar al día todas las materias]*'. Así, el fracaso es un fracaso personal y habla de capacidades que el estudiante considera que no tiene. Este es un punto sumamente peligroso; es verdad que los estudios universitarios requieren un grado de autonomía considerable pero eso no significa que no existan otros participantes involucrados. Estos discursos invisibilizan la construcción sociocultural del éxito y el fracaso.

Es importante resaltar que para los tres profesores de la materia con los que trabajé, las dificultades de los estudiantes, el fracaso en los exámenes y la deserción son cuestiones que no los dejan indiferentes, sino todo lo contrario. Más allá de que durante las entrevistas mencionen que muchas veces no saben cómo seguir explicándoles a sus alumnos, cómo hacer para que aprendan a manipular el sistema formal o conseguir ponerse en el lugar de un estudiante con dificultades, ésta es una situación que los interpela en su práctica cotidiana. El haber alentado y posibilitado esta investigación es uno de los numerosos indicadores de este hecho con los que me encontré durante mi trabajo. Al finalizar su entrevista Juan se expresó de forma crítica acerca de cómo la institución necesita transformar las expectativas que mantiene en relación a sus estudiantes y su futuro laboral, volviendo a poner en el tapete las ideas de excelencia académica:

JUAN Ha habido algunos avances pero venimos de años de autismo [...] De autismo en el sentido de que no nos preocupaba si los estudiantes aprendían o no y eso en algún contexto era adecuado [...] No para los pobres estudiantes que quedaban en el camino, frustrados y amargados. Pero sí para la institución.

Hoy no creo que ese sea el caso, hoy creo que la institución tiene que tomar otro rol, porque para la programación no todos los chicos van a ser investigadores, muchos van a ser excelentes profesionales aunque hayan tenido dificultades en el primer año.

[...] La institución no está preparada para eso. La institución, como sólo queremos investigadores, por lo menos en política implícita institucional, el que no tiene ingenio desde el primer día, para qué lo vamos a hacer hacer nada, echémoslo lo antes posible y listo, dejemos los ingeniosos nada más. Eso me parece que es indebido y erróneo y hay que cambiarlo institucionalmente.

[Transcripción entrevista - 8 de octubre de 2009]

Las palabras de McDermott & Varenne son indicadas para describir la situación:

*“Se necesita toda una cultura de gente produciendo idealizaciones de lo que todos deberían ser y un sistema de medidas para identificar a aquellos que se quedan cortos para que olvidemos que nosotros colectivamente producimos nuestras incapacidades y los malestares que*

*convencionalmente las acompañan*" (McDermott & Varenne, 1995, traducción mía<sup>2</sup>).

La construcción del éxito y del fracaso y de las dificultades de los estudiantes es una tarea colectiva. Durante el cuatrimestre en que realicé mi trabajo de campo el hermano de Florencia, la familia de Francisco, su profesor de matemática de la escuela secundaria y su amigo que había comenzado la carrera el año anterior, alumnos más avanzados en la carrera como José y Eduardo, algunos integrantes del centro de estudiantes, docentes y ayudantes-alumno contribuían a su construcción. Sus aportes ayudaban a naturalizar y colectivizar las dificultades, por ejemplo, escribiendo en el pizarrón "Don't panic!" con enormes letras luego de desarrollar una temática en la clase teórica, aconsejando a un ex-alumno: "te metiste en una de las peores, es muy pero muy difícil pero salís siendo muy bueno de ahí" o intentando alentar a compañeros: "primer año es difícil, les va a costar porque es un salto muy grande con respecto a lo que ustedes estaban acostumbrados en la secundaria, es otra forma de pensar, otra disponibilidad", "nunca van a entender las cosas de una, chicos, son conceptos muy difíciles". No se puede dudar del efecto «tranquilizador» de estas observaciones que, al hacer comunes a muchas personas las dificultades, pretendían impedir que los estudiantes se sintieran completamente fuera de lugar, como siendo los únicos que no estaban entendiendo. Pero al mismo tiempo también es verdad que sólo tienen un rol reproductivo, no apuntan a transformar las oportunidades de acceso a la comunidad sino a dejar las cosas como están e intentar pasarlas de la mejor manera posible.

Con esta situación repitiéndose año tras año, Florencia, David y Mariana recorrían una de las trayectorias comunes y socialmente estructuradas en la comunidad: la del fracaso. La visión de la *cultura como incapacidad* que presentan McDermott & Varenne (1995) permite poner en primer plano que los problemas de estos estudiantes para dar cuenta de las exigencias que les requería la carrera no eran independientes del arreglo de la comunidad a la que estaban ingresando. La pregunta obligada que surge de esta situación y que contribuiría a modificar la situación es: ¿por qué temáticas que son tan abiertamente reconocidas como difíciles ocupan un lugar tan relevante en el primer año?

Todos los estudiantes con los que trabajé eran plenamente conscientes de cómo su desempeño en exámenes los posicionaban en el ingreso a la comunidad. Sin embargo, Gabriel fue el único que pudo adoptar una postura más

---

<sup>2</sup> "It takes a whole culture of people producing idealizations of what everyone should be and a system of measures for identifying those who fall short for us to forget that we collectively produce our disabilities and the discomforts that conventionally accompany them" (McDermott & Varenne, 1995).

crítica en relación con las oportunidades de aprendizaje que la comunidad pone a disposición de los ingresantes:

GAB ¿Dónde queda el tiempo? Justamente este fin de semana estuvimos como locos [...] tratando de preparar un práctico y veíamos que no terminaba y me seguía haciendo la pregunta [...]: ¿qué pasa con el tiempo que uno le da a todo eso? ¿A dónde queda? [*Ríe con resignación*] ¿Te das cuenta? Eso es algo que a mí no me termina de cerrar, digo: no puede ser que uno le esté dando tanto tiempo, o sea, ¿qué miércoles es lo que está haciendo mal para no lograr lo que quiere? [*Con resignación*] En fin.

[*Transcripción entrevista - 7 de octubre de 2009*]

La resistencia de aquellos que no consiguen seguir el ritmo revela, también, la hegemonía de las instituciones y comunidades que contribuyeron a la construcción de sus problemas (McDermott & Varenne, 1995).

## UN FINAL... UN COMIENZO

---

Rockwell (2009) describe de la siguiente manera el final de un trabajo de análisis etnográfico:

*“Considero que se ha hecho análisis etnográfico solo cuando se modifica sustancialmente la concepción inicial del proceso que se estudia; cuando, a consecuencia de la construcción de nuevas relaciones, se puede dar mejor cuenta del orden particular, local y complejo del proceso estudiado; cuando la descripción final es más rica y más coherente que la descripción inicial; cuando se abren nuevos caminos de investigación, siempre en proceso de construcción, siempre inconclusos” (p. 67).*

A lo largo de estos cinco años en los que estuve completamente sumergida en la investigación que dio origen a esta tesis mis ideas en torno al ingreso a la carrera se fueron transformando. Comencé partiendo de las concepciones que puede tener una persona ajena a este proceso para luego pasar a las ideas de alguien que está transitando el aprendizaje de las materias. Durante el trabajo de campo comencé a tener las ideas de un observador muy cercano a los nuevos estudiantes. Poco a poco fueron surgiendo descripciones e interpretaciones propias de una investigadora que —a través de las «lentes» que le proporcionan el trabajo de campo y la perspectiva teórica— elabora conocimiento sobre el proceso que estudia.

Los distintos capítulos que componen esta tesis van aportando desde diversos lugares a los objetivos que formulé al inicio de la tesis. Los capítulos *El terreno y los participantes de la investigación* y *El cotidiano de estudiantes y docentes: un relato de la vida de los participantes de la investigación en el terreno del estudio* permiten comenzar a empaparse de la vida diaria de las personas que participaron de esta investigación. Van develando sus campos de participación y sus puntos de vista. Pero estos capítulos, con sus descripciones —que son siempre también interpretaciones— comienzan, además, a delinear los procesos de aprendizaje involucrados en el ingreso a la carrera y a bosquejar cómo se realiza el encuentro entre los estudiantes ingresantes y los docentes de la facultad.

Si bien todos los capítulos que componen esta tesis van aportando desde distintos lugares al objetivo general de la investigación, el capítulo *¿Qué se aprende durante el ingreso a la carrera?* es el que proporciona una primera respuesta al mismo. A través de la participación en las prácticas del primer año, y las de la materia en particular, los estudiantes aprendían entretendidamente visiones de la carrera, de la deserción, de las dificultades en el primer año, de sus propias legitimidades, etc. Estas prácticas podrían no ser del todo efectivas para el aprendizaje de la programación pero sí lo eran para el aprendizaje de estas visiones porque existía una profunda interrelación entre las prácticas, los cuerpos involucrados, el espacio y el tiempo en donde se desarrollaban, los cursos de vida y las relaciones sociales que se construían. Este capítulo también devela cómo los alumnos con diferentes preparaciones y experiencias previas en torno a la programación construían de forma diferenciada un panorama de esta práctica. Para aquellos que nunca habían programado, era difícil relacionar las prácticas que se les presentaban desde la materia con las que imaginaban para la programación. El contraste era tan grande que debían abandonar sus ideas iniciales referidas a lo que significa programar y confiar en que los docentes tendrían sus razones para elegir los tópicos que se trataban. Para los que sí tenían experiencias previas, aún cuando sus experiencias programando podrían calificarse como antagónicas con la que se presentaba desde la materia, construir un panorama de la práctica era una tarea más sencilla siendo más fácil encontrarle sentido a las prácticas del curso.

En este sentido, la caracterización de Booth (2001) acerca de las culturas relacionadas con la programación parece oportuna: la comunidad de práctica educativa de computación estaría perteneciendo a la “cultura académica” y muchos de los estudiantes con los que trabajé a la “cultura informal”, ambas descritas por esta autora. Los constituyentes marco que estudia —relacionados con la naturaleza de la programación, de los lenguajes de programación y de una computadora— podrían ser los que están en juego en los contrastes que encontré entre los estudiantes con experiencias previas y los que nunca habían programado.

El primer objetivo específico planteado en esta tesis: *Analizar el proceso de establecimiento, negociación y significación de las prácticas consideradas centrales para lograr participar de los cursos introductorios de la programación, focalizando el estudio en la práctica de la construcción de demostraciones formales*, está en el eje del capítulo 7. El análisis realizado en este capítulo revela que esta práctica —tarea a primera vista sumamente sintáctica— estaba situada en las interrelaciones entre los estudiantes, el Digesto y el Práctico; en las relaciones que se iban tejiendo entre compañeros y docentes; en sus concepciones de la educación superior; en sus comprensiones acerca de cómo se colabora con los pares, fundamentalmente acerca de cómo, cuándo y cuán-

to es válido preguntar y responder y en las historias personales de cada estudiante. La práctica no tenía una naturaleza lineal sino cíclica, con cada tentativa infructuosa de resolución alimentando y facilitando un nuevo intento. Construir demostraciones tenía, para los estudiantes, una naturaleza reflexiva; cada uno de los pasos que proponían podía ser incorrecto pero siempre tenía algún significado para ellas, siempre era sensato aplicarlos. La práctica de la elaboración de demostraciones emerge así como una tarea de naturaleza abierta; a través de su experiencia las estudiantes iban ganando estrategias y herramientas pero la resolución de demostraciones anteriores no implicaba necesariamente que pudieran construir una nueva. El análisis de los tiempos de la práctica y del entorno de Florencia —que no le ofrecía muchas oportunidades para expresar sus comprensiones brindándole en cambio recetas que no alcanzaba a comprender— plantea preguntas acerca de las tensiones entre el tiempo de enseñanza y el tiempo de aprendizaje en el primer año. Finalmente, el estudio del Digesto y la guía de prácticos —dos de los principales artefactos de la práctica— dan cuenta de su potencial para reproducir el orden social de la clase, estableciendo las actividades y el ritmo de avance diarios, y para regular la participación de los estudiantes en el aula, jugando también ellos un papel importante en el acceso a la comprensión.

El capítulo 8 da cuenta del segundo objetivo específico planteado: *Caracterizar y analizar como se realiza el encuentro entre los alumnos recién llegados y la facultad a la que los estudiantes pretenden integrarse*. La categoría teórica «comunidad de práctica» se especificó y se resignificó en el problema bajo estudio como la *comunidad educativa de computación* y la *comunidad del grupo de compañeros*. Pude caracterizarlas a través del análisis de sus dimensiones —las relaciones de compromiso mutuo entre sus miembros, la empresa conjunta y el repertorio compartido— lo que me permitió bosquejar qué significa volverse un miembro de las mismas. El carácter anidado de la comunidad del grupo de compañeros determinaba en gran parte la condición híbrida de su empresa —hacer más habitable la comunidad educativa de computación— trayendo a primer plano las tensiones y los conflictos que surgen de la participación en ambas. El análisis de las trayectorias que cada uno de los estudiantes recorrió en el primer cuatrimestre dentro de la comunidad educativa de computación, iluminado por el concepto de participación periférica legítima, permite poner en el centro de atención cómo la comunidad va disponibilizando sus recursos para los recién llegados y qué posiciones éstos van pudiendo ocupar en el paisaje creado por las distintas combinaciones de legitimidad, participación y legitimidad.

A partir de este análisis es posible discutir con algunas de las tesis del trabajo de Turkle & Papert (1990) que presenté en el capítulo 2. Estos autores señalan que la discriminación dentro de la cultura de la programación

está determinada por formas de pensamiento que hacen que las personas sean reacias a sumarse a ella. La descripción de Florencia de su experiencia programando dentro de la carrera (por ejemplo en la sección 8.4.1.2), plagada de requisitos estáticos que no podía comprender y que iban obteniendo la posibilidad de construir un programa para el cual ya tenía una intuición de solución, parece apoyar la afirmación de estos autores. En la descripción de las estudiantes construyendo demostraciones pueden encontrarse también algunas de las características de los *bricoleurs* que Turkle & Papert describen, sobretodo cuando las alumnas realizaban varios intentos, aprendiendo de los caminos infructuosos, «jugando» con ellos, reordenando un conjunto de pasos para ver si llegaban a la solución. Ahora bien, el trabajo de análisis que se describe en esta tesis permite develar que, en el ingreso a la cultura como dicen estos autores, está en juego mucho más que una “*forma de pensar*”. Existen numerosos aprendizajes puestos en juego y son muchas las personas involucradas —docentes, estudiantes avanzados, egresados, compañeros, familiares— de manera que la tarea es colectiva.

Los dos últimos objetivos específicos: *Analizar los procesos de construcción de identidad de los alumnos universitarios de primer año que estudian ciencias de la computación* y *Describir los mecanismos sociales, culturales e institucionales a través de los cuales se construyen las ideas de éxito y fracaso dentro del primer año* se tratan en el capítulo 9. Participar de una comunidad involucra necesariamente construir una identidad, volverse un miembro de la misma. En el caso de los estudiantes este proceso está marcado por las dificultades que involucra construir un nexo de multifiliación en donde se equilibre su participación en la comunidad educativa de computación —bastante demandante y exigente— con su membresía en otras comunidades, como su familia, sus amistades y sus noviazgos. Un punto fundamental en el proceso de volverse un miembro de la comunidad lo constituyen los exámenes y aquí es donde la identidad se liga fuertemente a la construcción del éxito y del fracaso en el primer año de la carrera. Dicha construcción ha mostrado ser un proceso complejo y colectivo en el que intervienen las visiones de los docentes sobre el proceso de aprendizaje de sus alumnos, las formas de relacionarse con los distintos estudiantes —con su imposibilidad de ponerse en el lugar de aquellos que tienen dificultades y sus dificultades de comunicación— y cómo perciben sus dificultades. Con la participación de diversos miembros de la comunidad —desde estudiantes avanzados, profesores, egresados, etc.— se tiende a naturalizar las dificultades propias del primer año lo que en última instancia sólo tiende a reproducir, una y otra vez, las mismas posibilidades de acceso. Estas reflexiones permiten ver que el fracaso, al igual que el éxito, además de una identidad, era uno de los caminos normales y socialmente establecidos que se podían recorrer en el primer año.

Estas comprensiones en torno al éxito y el fracaso resaltan los contrastes con la investigación de Carbone, Mannila & Fitzgerald (2007) que describí brevemente en el capítulo 2. Existe, en primer lugar, una diferencia de foco. Estas autoras están preocupadas por el éxito y el fracaso en la enseñanza mientras que mi investigación se centra en el éxito y el fracaso en el aprendizaje. Pasar de analizar principalmente la enseñanza a indagar acerca del aprendizaje no es una cuestión menor, permite captar y analizar distintas voces. Así, mi investigación permite construir un diálogo entre los participantes del aula: los docentes y los estudiantes. Este análisis da cuenta de la construcción de un proceso sociocultural, enraizado en la historia de la comunidad y de los profesores y en sus prácticas cotidianas. Así, es este marco más complejo el que comienza a echar luz acerca de cómo van adquiriendo sentido las formas de experimentar el fenómeno que Carbone, Mannila & Fitzgerald (2007) describen.

Estas cuatro categorías —que emergieron en la intersección de los datos recogidos, los objetivos de la investigación y el enfoque teórico— alrededor de las cuales se construyeron los cuatro últimos capítulos de esta tesis no están aisladas o separadas entre sí. Más bien considero que mi problema de investigación está compuesto por varias caras que poco a poco he ido analizando a través de estas categorías profundamente relacionadas entre sí, que van formando un entramado que permite construir sentido para la experiencia del ingreso a la carrera. Ha sido, entonces, inevitable que esto quedara reflejado en el texto final, con sus continuas referencias entre capítulos y con el análisis de cuestiones desde distintas perspectivas.

Al mismo tiempo, el análisis se desplaza una y otra vez a través de distintos niveles: la carrera, la materia, el grupo, la experiencia de cada estudiante y docente. Esto permite ir develando los vínculos y las influencias entre ellas creando un análisis rico que ayuda a entender mejor las decisiones y acciones de los participantes.

De esta forma, como resultado de esta tesis he podido construir un paisaje, un primer marco, de un proceso complejo y poco estudiado. Un camino alternativo, que hubiese sido posible, era centrarme en un sólo aspecto del ingreso a la carrera; la construcción de demostraciones o la identidad, por ejemplo. Sin embargo, siempre elegí, conscientemente, mantener un análisis global de mi problema de investigación. En primer lugar, porque no contaba con otras investigaciones que me sirvieran de base al ser éste un tema poco tratado. En segundo lugar, porque la perspectiva teórica que había elegido justamente vinculaba íntimamente los diversos ejes. Esta opción también marcó un punto importante en mi formación como investigadora ya que me enfrentó al estudio de una multiplicidad de cuestiones dentro de campos muy diversos como la sociología, la metodología de la investigación social, la antropología, la investigación en educación matemática,

la epistemología de la computación, los estudios sobre la juventud y los trabajos sobre la universidad.

Esta investigación también aporta a la documentación de saberes que raramente se documentan, entre ellos, los que Rockwell (2009) denomina “*saberes docentes*”, contruidos en el quehacer cotidiano del profesor, integrados en todas sus prácticas, incluso aquellas que transgreden las normas del entorno escolar. Estos conocimientos se elaboran

*“en la relación entre las biografías particulares de los maestros y la historia social e institucional que les toca vivir. Se expresa y existe en las condiciones reales de dicho trabajo (...) Constituyen, además, una matriz que reelabora los conocimientos pedagógicos transmitidos durante la formación inicial y continua de los maestros y las disposiciones oficiales que llegan a la escuela”* (Rockwell, 2009: 28).

Parte de estos saberes docentes se hacen visibles y audibles en muchos de los fragmentos de registros de campo que incluyo a lo largo de los capítulos, y se vuelven particularmente relevantes en el último de ellos, el relativo a la construcción de identidades, del éxito y del fracaso.

Además, si bien esta investigación nunca tuvo fines pedagógicos o didácticos, sí creo que para los docentes que se involucraron en ella constituyó una instancia importante de formación. Leer por primera vez registros de su práctica docente, enfrentarse a mis preguntas y leer mis escritos fueron todas actividades que inevitablemente les planteaban interrogantes sobre su quehacer cotidiano en el aula. En este sentido recuerdo que cuando terminamos la entrevista con Pablo, luego de que apagara el grabador y guardara mi cuaderno me dijo: “bueno, ahora me voy con más preguntas que antes”. Una posibilidad de trabajo futuro que se abre es intentar, junto a estos profesores y a la luz de esta investigación, modificar las condiciones de acceso a la comunidad construyendo propuestas didácticas innovadoras.

También se podrían intentar analizar con profundidad las relaciones entre la comunidades de práctica educativa y la comunidad de investigación, haciendo énfasis en la formación de investigadores en un estudio más longitudinal. Sería interesante explorar, por ejemplo, qué influencias concretas tiene la comunidad de investigación en el ingreso a la carrera. Aquí esta cuestión ha sido solamente abordada tangencialmente, estando presente a través de las trayectorias de vida de los profesores.

Otro desafío, de distinta naturaleza, que queda planteado es intentar articular la teoría del aprendizaje situado con otras que permitan enriquecerla, dando cuenta de aspectos que de otra manera permanecen en la sombra. En la actualidad existen distintas propuestas en esta dirección.

Kanes & Lerman (2008) resaltan que la teoría del aprendizaje situado no puede dar cuenta de qué es lo que genera el cambio en las prácticas sociales.

Así, la teoría necesita nuevas herramientas para poder hablar de las relaciones de poder y de cómo ellas median los espacios y las prácticas sociales. Articular los trabajos de Lave y de Wenger con la teoría de Foucault podría ser un camino fértil, según estos autores, para analizar cómo las interacciones sociales son distorsionadas por el poder y el interés. Otra posibilidad que sugieren es articular con la teoría estructuralista de Basil Bernstein o la de Walkerdine, que traería al primer plano cómo y porqué los individuos pueden comprometerse de maneras diversas en una comunidad.

Las relaciones entre las comunidades y las estructuras sociales más amplias son otro punto que queda sin explorar dentro de la teoría del aprendizaje situado. Una opción, que podría seguirse es la propuesta por Tusting (2005) de utilizar la lingüística social crítica para explorar el rol del discurso dentro de las comunidades de práctica en la perpetuación de relaciones amplias en la sociedad contemporánea.

Otra propuesta de articulación, pero en una dirección diferente, es la de Wedege (1999) que utiliza el concepto de aprendizaje situado relacionándolo con el de *habitus* elaborado por Bourdieu para ayudar a comprender las contradicciones aparentes entre personas bloqueadas con la matemática en contextos formales pero siendo matemáticamente competentes en contextos cotidianos.

Todas estas opciones aparecen como alternativas fértiles para seguir trabajando, pero cualquiera de ellas precisaría de un cuidadoso análisis de las bases epistemológicas de las teorías, para develar si son compatibles en la forma en que conciben el mundo social, las personas y sus relaciones.

Quedan muchos caminos abiertos en mi trayectoria como investigadora que recién comienza. Habrá que seguir buscándolos y recorriéndolos... o bailando, como dice Pina Bausch.



## ANEXO

---

### A.1 CAPÍTULO 4

#### A.1.1 Cuestionario realizado el primer día de clases

*Introducción a los Algoritmos.*

*Facultad de Matemática Astronomía y Física. U. N. C.*

#### Encuesta

<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Nombre y Apellido:</b> .....</li><li>• <b>Fecha de nacimiento:</b> .....</li><li>• <b>¿A qué colegio secundario fuiste?</b> .....</li><li>.....</li><li>• <b>¿En qué año egresaste?</b> .....</li><li>• <b>¿Es la primera vez que cursas esta materia?</b> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></li><li>Si tu respuesta fue <b>No</b>, ¿en qué año(s)? .....</li><li>• <b>¿Comenzaste o estudiaste otra carrera?</b> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></li><li>Si tu respuesta fue <b>Sí</b>, ¿Cuál? ¿Cuándo? .....</li><li>.....</li><li>.....</li><li>• <b>¿Alguna vez realizaste algún curso de computación?</b> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></li><li>Si tu respuesta fue <b>Si</b>, ¿Dónde? ¿Cuándo? ¿Se enseñaba algún lenguaje de programación? .....</li><li>.....</li></ul>
--

• **¿Alguna vez programaste?** Si  No

Si tu respuesta fue **Si**, ¿Dónde? ¿Con qué finalidad? ¿En qué lenguaje?

.....  
.....

• **¿Por qué elegiste esta carrera?** .....

.....  
.....  
.....  
.....

• **¿Qué expectativas tenés respecto a la carrera?** .....

.....  
.....  
.....  
.....

### A.1.2 Guiones de entrevistas a estudiantes

#### A.1.2.1 Primera entrevista a Judith

##### **Preguntas generales:**

- ¿Cómo ha sido este año en la facultad? ¿Cómo te fue en el segundo cuatrimestre? ¿Qué dificultades tuviste?

- Durante el primer cuatrimestre aprobaste los parciales y promocionaste *Introducción a los Algoritmos*: ¿Qué crees que tuviste que aprender en este proceso?

##### **El contenido a aprender:**

*[Comentar que estoy intentando armar una historia de lo que ella fue aprendiendo a lo largo del cuatrimestre. Dentro de esa historia tengo algunos vacíos que se generaron porque no estaba con ella todo el tiempo. Por lo tanto en esta entrevista sería interesante hablar sobre ellos]*

- Conversar con ella acerca de su resolución del ejercicio 3 del primer parcial que solicitaba construir el árbol de tipado de una función (Ver figura 6): ¿podrías contarme cómo lo resolviste?

- Volviendo unos días atrás tengo el registro del práctico donde, con Florencia, intentaron resolver los ejercicios 4 y 5 del práctico 3 que también eran de tipado de funciones. Además de las dudas que surgieron en esta instancia también mandaste un mail al foro preguntando como se resolvía el ejercicio 5 e). Después de esto no tengo ningún registro más hasta el parcial. ¿Podrías contarme como fue este proceso? ¿Cómo fue que pasaste de las discusiones en el práctico y en el foro del primero de abril a la resolución en el parcial el 15? Recuerdo que con Florencia esa tarde se iban a juntar a estudiar para terminar el práctico. ¿Pudieron resolver los ejercicios? ¿Cómo lo hicieron? ¿Alguien te enseñó? ¿Usaste la explicación del foro?

- Conversar sobre sus resoluciones a los ejercicios 4 a) y b) del Primer parcial que solicitaban construir demostraciones para dos teoremas (Ver figuras 7 y 8): ¿Podrías contarme como los resolviste? ¿Cuál es el rol de los cálculos auxiliares?

- Conversar acerca de su resolución del ejercicio 2 del Práctico 5 que requería construir una demostración (Ver figura 9): ¿Recuerdas cómo trataste de resolverlo? ¿Por qué hacías estos pasos? ¿Por qué pasabas de un paso al otro? ¿Por qué descartabas un camino?

- Conversar acerca de la construcción de la demostración del Teorema de De Morgan: Estuviste todo un práctico tratando de resolver esta demostración infructuosamente. Unos días después, de tu cuaderno fotocopié la demostración terminada. ¿Cuándo pudiste resolver la demostración? ¿Estabas con alguien?

- Charlar con ella acerca de cómo resolvió los ejercicios 5 e), i) y j) del Práctico 5 que requerían construir demostraciones para teoremas (Ver fi-

guras 10, 11 y 12): ¿Podrías explicarme como los resolviste? ¿Ves alguna similitud entre las resoluciones?

- Conversar con ella sobre su resolución al ejercicio 2 del segundo parcialito que solicitaba construir una demostración (Ver figuras 13 y 14): ¿Cómo lo resolviste? ¿Qué relación hay entre esta resolución y la de los ejercicios anteriores? ¿Qué pasó con el método con el que solucionabas los problemas del práctico?

- Conversar sobre su resolución al ejercicio 1 b) del segundo parcial que requería realizar una demostración (Ver figura 15): ¿Cómo lo resolviste? [Conversar con ella acerca del paso en el que cancela términos]

③ f.  $x, xs, y = (xs < x). 0 \geq 10 \Rightarrow y$

$(xs < x). 0 \geq 10 \Rightarrow y$

$[Num] < Num$

$[Num], Int$

$Num > Num$

$Bool \Rightarrow Bool$

$Bool$

Rta: se puede tipar, asignando los sig tipos:  
 $X = Num$   
 $xs = [Num]$   
 $y = Bool$

El tipo de la función es  
 $Num \rightarrow [Num] \rightarrow Bool \rightarrow Bool$

Figura 6: Resolución de Judith al ejercicio 3 del primer parcial

④ a)  $\neg s \equiv (\neg p \equiv s) \equiv p$

tengo que llegar a  $\neg s \equiv p$

Parto de  $\neg p \equiv s \equiv \neg(q := s)$

$\neg(p \equiv s)$

$\equiv \{ \text{commutatividad } \equiv (q := s) \}$

$\neg(s \equiv p)$

$\equiv \{ \text{Definición } \neg(p, q := s, p) \}$

$\neg s \equiv p$

$\neg(p \equiv q) \equiv \neg p \equiv q$  Axioma

$p \equiv q \equiv q \equiv p$  Axioma

$\neg(p \equiv q) \equiv \neg p \equiv q$  Axioma

$\neg(s \equiv p)$

Figura 7: Resolución de Judith al ejercicio 4 a) del primer parcial

④ b)  $s \Rightarrow svp$

$\equiv \{ \text{Definición } s \Rightarrow svp \Rightarrow (p, q := s, svp) \}$

$\equiv \{ \text{Asociat } v (p, q, r := s, s, p) \}$

$\equiv \{ \text{Idemp } v (p := s) \}$

$\equiv \{ \text{Reflexividad } svp \equiv svp \}$

True

$p \Rightarrow q \equiv p \vee q \equiv q$  Axioma

$s \Rightarrow (svp)$

$(p \vee q) \vee r \equiv p \vee (q \vee r)$  Axioma

$p \vee p \equiv p$  Axioma

sustitución

Figura 8: Resolución de Judith al ejercicio 4 b) del primer parcial

c) Relación entre  $\vee$  y  $\neq$ :  $p \neq q \equiv (p \vee q) \wedge \neg(p \wedge q)$ .

$(p \vee q) \wedge \neg(p \wedge q)$   
 $\equiv$  { Regla de De Morgan }  $\equiv p \neq q$   
 $\equiv$  { Def }  $\neg(p \wedge q)$

$p \wedge q \equiv p \equiv q \wedge \neg(p \neq q \equiv p \vee q)$  ①  
 $\equiv$  { Def }  $\neg(p \wedge q \equiv p \equiv q \wedge p \vee q)$   
 $p \wedge q \equiv p \equiv q \wedge \neg(p \neq q \equiv p \vee q)$  ②  
 $\equiv$  { Def }  $\neg$   
 $(p \wedge q \equiv p \equiv q \wedge \neg(p \neq q \equiv p \vee q))$  ③  
 $\equiv$  { Regla de De Morgan }  
 $(p \wedge q \equiv p \equiv q \equiv \neg(p \neq q \equiv p \vee q) \equiv (p \wedge q \equiv p \equiv q) \vee (\neg(p \neq q \equiv p \vee q))$  ④

---

$p \vee q \equiv \neg(p \wedge \neg q) \equiv (p \vee q) \vee (\neg(p \wedge \neg q))$  ⑤  
 $\neg(p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$  ⑥  
 $(p \vee q) \vee (p \vee q) \equiv p \vee q$  ⑦  
 $(p \vee q) \vee (p \vee q) \equiv p \vee q$  ⑧  
 $p \vee \neg(p \wedge \neg q) \equiv p \vee p \vee q \equiv p \vee q$  ⑨  
 $p \vee \neg(p \wedge \neg q) \equiv p \vee p \vee q \equiv p \vee q$  ⑩

$p \vee (q \equiv r) \equiv (p \vee q) \vee (p \vee r)$   
 $p \vee p \equiv p$   
 $\neg p \equiv \neg p$

---

$(p \vee q) \wedge (\neg p \equiv q \equiv p \vee q)$  ⑪  
 $(p \vee q) \equiv \neg p \equiv q \equiv p \vee q \equiv (p \vee q) \vee (\neg p \equiv q \equiv p \vee q)$  ⑫  
 $\equiv (p \vee q) \vee (\neg p \equiv q) \equiv p \vee q \vee p \vee q$  ⑬  
 $p \vee q \vee \neg p \equiv p \vee q$  ⑭  
 $\text{True} \equiv p \vee q \equiv p \vee q$  ⑮  
 $\text{True} \equiv p \vee q$  ⑯  
 $\neg p \equiv q \equiv \text{True}$  ⑰  
 $\neg p \equiv q$  ⑱

Figura 9: Resolución de Judith al ejercicio 2 del práctico 5

$$\begin{aligned}
 & \textcircled{5} \textcircled{e} \text{ Doble } \Rightarrow : (p \Rightarrow q) \wedge (q \Rightarrow p) \equiv p \equiv q \\
 & \equiv \{ \text{Def } \Rightarrow \} (p \Rightarrow q) \wedge (q \Rightarrow p) \\
 & \equiv \{ \text{Regla dorada} \} (p \vee q \equiv q) \wedge (q \vee p \equiv p) \\
 & \equiv \{ \text{Distrib} \} (p \vee q \equiv q) \vee (q \vee p \equiv p) \equiv p \vee q \equiv q \equiv q \vee p \equiv p \\
 & \equiv \{ \text{Idemp } \vee \} (p \vee q \vee q \vee p) \equiv p \vee q \vee p \equiv q \vee q \vee p \equiv p \vee q \equiv q \equiv q \vee p \equiv p \\
 & \equiv \{ \text{Neutro } \equiv \} p \vee q \equiv p \vee q \equiv q \vee p \equiv p \vee q \equiv q \equiv q \vee p \equiv p \\
 & \equiv \{ \text{Neutro } \equiv \} \text{True} \equiv \text{True} \equiv \text{True} \equiv p \equiv q \\
 & \equiv \{ \text{Neutro } \equiv \} \text{True} \equiv p \equiv q \\
 & \equiv \{ \text{Neutro } \equiv \} p \equiv q
 \end{aligned}$$

Figura 10: Resolución de Judith al ejercicio 5 e) del práctico 5

Práctico

$$\begin{aligned}
 & \textcircled{5} \textcircled{i} \text{ Transitividad: } (p \Rightarrow q) \wedge (q \Rightarrow r) \Rightarrow (p \Rightarrow r) \\
 & \equiv \{ \text{Regla dorada} \} (p \Rightarrow q) \wedge (q \Rightarrow r) \Rightarrow (p \Rightarrow r) \\
 & \equiv \{ \text{Def } \Rightarrow \} p \Rightarrow q \equiv q \Rightarrow r \equiv (p \Rightarrow q) \vee (q \Rightarrow r) \Rightarrow (p \Rightarrow r) \\
 & \equiv \{ \text{Distrib. } \vee \text{ con } \equiv \} p \vee q \equiv q \equiv q \vee r \equiv r \equiv ((p \vee q \equiv q) \vee (q \vee r \equiv r)) \Rightarrow (p \Rightarrow r) \\
 & \equiv \{ \text{Idemp } \vee \} (p \vee q \equiv q \equiv q \vee r \equiv r \equiv p \vee q \vee q \vee r \equiv p \vee q \vee r \equiv q \vee q \vee r \equiv q \vee r) \Rightarrow (p \Rightarrow r) \\
 & \equiv \{ \text{Neutro } \equiv \} p \vee q \equiv q \equiv q \vee r \equiv r \equiv (p \vee q \vee r \equiv p \vee q \vee r) \equiv q \vee r \equiv q \vee r \Rightarrow (p \Rightarrow r) \\
 & \equiv \{ \text{Def } \Rightarrow \} p \vee q \equiv q \equiv q \vee r \equiv r \equiv \text{True} \equiv \text{True} \Rightarrow (p \Rightarrow r) \\
 & \equiv \{ \text{Def } \Rightarrow \} (p \vee q \equiv q \equiv q \vee r \equiv r) \Rightarrow (p \vee r \equiv r) \\
 & \equiv \{ \text{Distrib. } \vee \text{ con } \equiv \} (p \vee q \equiv q \equiv q \vee r \equiv r) \vee (p \vee r \equiv r) \equiv p \vee r \equiv r \\
 & \equiv \{ \text{Idemp } \vee \} (p \vee q \vee p \vee r \equiv p \vee q \vee r \equiv q \vee p \vee r \equiv q \vee r \equiv q \vee (r \vee p \vee r) \equiv (r \vee p \vee r) \equiv r \vee r \\
 & \equiv \{ \text{Neutro } \equiv \} p \vee q \vee r \equiv p \vee q \vee r \equiv p \vee q \vee r \equiv q \vee r \equiv p \vee q \vee r \equiv q \vee r \equiv p \vee r \equiv r \equiv r \\
 & \equiv \text{True}
 \end{aligned}$$

Figura 11: Resolución de Judith al ejercicio 5 i) del práctico 5



$$\begin{aligned}
 &\equiv \{ \text{Tercero excluido} \} \\
 \text{True} &\equiv \text{true} \vee \neg p \equiv q \vee \text{true} \equiv \text{true} \vee p \equiv \text{true} \equiv q \vee p \equiv \text{true} \vee \neg q \equiv \neg p \vee \neg q \equiv \\
 \text{True} &\equiv q \vee \neg p \equiv q \equiv \neg p \equiv \neg q \vee p \equiv \neg q \equiv p \equiv q \wedge \neg p \equiv \neg q \wedge p \\
 &\equiv \{ \text{Neutro} \equiv, \text{Absorb. de la } \vee \} \\
 \text{True} &\equiv \text{true} \equiv \text{true} \equiv \text{true} \equiv \text{true} \equiv \text{true} \equiv \text{true} \vee \neg q \equiv q \vee \neg p \equiv q \equiv \neg p \equiv \neg q \vee p \equiv \neg q \equiv p \equiv \\
 &\quad \underline{q \wedge \neg p} \equiv \underline{\neg q \wedge p} \\
 &\equiv \{ \text{Neutro} \equiv, \text{Regla dorada } \times 2, \text{Teorema } (\#) \times 2, p \equiv \text{false} \equiv \neg p \} \\
 \text{False} &\equiv q \vee \neg p \equiv q \equiv \neg p \equiv \neg q \vee p \equiv \neg q \equiv p \\
 &\equiv \{ \text{Neutro} \equiv \}
 \end{aligned}$$

Figura 14: Resolución de Judith al ejercicio 2 del segundo parcialito (continuación)

$$\begin{aligned}
 \textcircled{b} \quad a \equiv p \Rightarrow q &\equiv b \equiv a \Rightarrow \neg b \\
 &\equiv \{ \text{Reemplazo } a \} \\
 &\equiv \{ \text{def. } \Rightarrow \} \\
 &\quad b \equiv (p \Rightarrow q) \Rightarrow \neg b \\
 &\equiv \{ \text{def. } \Rightarrow \} \\
 &\quad b \equiv (p \Rightarrow q) \vee \neg b \equiv \neg b \\
 &\equiv \{ \text{def. } \Rightarrow \} \\
 &\quad b \equiv ((p \vee q) \vee \neg b) \equiv \neg b \\
 &\equiv \{ \text{distrib. } \vee \text{ con } \equiv \} \\
 &\quad b \equiv p \vee q \vee \neg b \equiv q \vee \neg b \equiv \neg b \rightarrow \textcircled{?} \\
 &\equiv \{ \equiv y \neg \} \\
 &\quad \text{False} \equiv p \rightarrow \neg p \\
 &\equiv \{ \equiv y \neg \}
 \end{aligned}$$

Rta = el perro no es verde

Figura 15: Resolución de Judith al ejercicio 1 b) del segundo parcial

### A.1.2.2 Segunda entrevista de Judith

#### Historia Personal:

- ¿Podrías contarme un poco sobre tu historia?
- ¿Dónde fuiste a la secundaria? ¿Cómo era la secundaria?
- ¿Cómo llegaste a la FaMAF? ¿Conocías a alguien que estudiara o conociera la facultad?
- ¿Encontraste similitudes o diferencias entre estudiar en la FaMAF y tus estudios previos o la secundaria? ¿Cuáles? *[Pensar con ella en la pregunta en general, teniendo en mente no sólo el contenido sino también las diferencias y similitudes en lo que respecta a las relaciones entre pares, a los vínculos con los docentes y a su forma de percibirse. Trabajar el tema de la primera experiencia en programación. Ella lo llamó: el "primer encontronazo con la programación"]*

#### La materia

- La materia en general estaba estructurada en una clase teórica, una clase práctica y un taller de laboratorio. ¿Recordás si podías establecer relaciones entre estas partes? Si es así, ¿cuáles? Si no es así, ¿por qué? ¿Podías participar en todas estas instancias?

#### La relación con los docentes

- ¿Cómo ha sido tu relación con los docentes?
- ¿Creés que colaboraron en tu aprendizaje? ¿Cómo? ¿Por qué?
- ¿Qué rol ocuparon? ¿Todos ocuparon el mismo rol?

- ¿Qué podés decir acerca de cómo te enseñaron?
- En los tres espacios de la materia, ¿te sentías con libertad para plantear tus dudas? ¿Cómo eran recibidas por los profesores?
  - En los tres espacios de la materia, ¿considerás que había espacios para discutir aspectos de la materia como, por ejemplo, los temas que se incluían en cada parcial, las fechas de exámenes, los criterios de corrección, etc.?
  - ¿Qué creés que esperan de un estudiante de la materia?
- Trabajar con el registro de campo titulado *¿Ya demostraron?* las siguientes cuestiones: ¿Vos estabas en esta clase? ¿Recordás situaciones de este tipo? Si es así, ¿qué valor tenían para vos? ¿Como te sentías?

Ver página 326

**Texto: ¿Ya demostraron?**

[El profesor escribe en el pizarrón el siguiente teorema:]

☞

$$\langle \forall x :: p.x \rangle \wedge \langle \exists :: q.x \rangle \Rightarrow$$

$$\langle \exists x :: p.x \wedge q.x \rangle$$

JUAN Demuestran eso. Para jugar un rato. Yo ya vuelvo. Hagan el ejercicio y despues recreo.

[El profesor sale del aula a las 10hs y vuelve a las 10:40 hs aproximadamente]

JUAN ¿Demostraron? Tuvieron mucho tiempo. A ver, ¿quién lo demostró? [Nadie responde] ¡Nadie! [Un estudiante levanta la mano]

CARO Ahí hay uno.

EST Yo cambié el existe por un paratodo y después ...

JUAN [Interrumpiendo] ¡Eso no sirve para nada! Pueden usar instanciación [Va diciendo en voz alta los pasos necesarios para la demostración. Luego da un tiempo para que los estudiantes realicen la demostración]

¿Lo hicieron finalmente?

CARO Sí.

JUAN ¿Salió? [Nadie responde] ¿Salió o no salió? [Nadie responde. El profesor borra el pizarrón]. Vamos a partir de un lado y llegar al otro.

☞

$$\langle \forall x :: p.x \rangle \wedge \langle \exists :: q.x \rangle$$

Fijensé que tengo un  $\forall$  con un  $\wedge$ . Puedo meter esto [Se refiere al término con el  $\exists$ ] adentro. [Comenta que aunque no sea necesario se pueden cambiar las letras  $x$  de las cuantificaciones, para evitar confusiones]

⇒

JUAN Y ahora, ¿qué hago?  
 CARO Puedo negar el existe  
 JUAN No. Mucho mas corto, permito un solo paso.  
 EST Instanciacion.  
 JUAN Claro. *[El profesor explica cómo utilizar el teorema de instanciación del  $\forall$  en este caso y luego completa la demostración]*

⇒

JUAN ¡Listo! ¿Vieron que era fácil? Chicos, ¿van pescándole la onda a esto? No, ¿no? Hagan ejercicios. Aprendan a manipular estas expresiones.

*[Escribe el término del  $\forall$  cambiando la variable  $x$  por una  $y$ ]*

$$\langle \forall y :: p.y \rangle \wedge \langle \exists :: q.x \rangle$$

$$\equiv \text{distr} \wedge, \exists$$

$$\langle \exists x : \langle \forall :: p.y \rangle \wedge q.x \rangle$$

$$\langle \exists x : \langle \forall :: p.y \rangle \wedge q.x \rangle$$

$$\Rightarrow \{ \text{instanciacion} \}$$

$$\langle \exists x :: p.x \wedge q.x \rangle$$

- Conversar con ella, a partir de la lectura del siguiente fragmento de registro, acerca de la importancia que la estudiante le daba al hecho de que los profesores la reconocan:

*[Durante un práctico de laboratorio. Judith está trabajando en una computadora y yo estoy a su lado. Lorena se acerca a nosotras]*

Judith y Lorena conversan sobre un mail que mandó la profesora preguntando por qué no venían a la clase del laboratorio. Judith le cuenta que ella faltó porque tenía que estudiar Álgebra.

*[Laura se aleja]*

Judith me cuenta que le gusta que en la Facu sean pocos alumnos y que los profes la reconozcan y le pregunten por qué no viene a clases. Recuerda que en la otra Facultad —Ciencias Económicas— eran 500 por comisión y el profesor llegaba daba la clase y se iba y si te he visto no me acuerdo.

- Yo recuerdo que una vez me dijiste que Pablo no te quería y que te trataba mal. ¿Te acordás de esto? ¿Qué importancia creés que tuvo esta situación? ¿Cómo te sentiste? ¿Cómo se resolvió el conflicto?
- Recuerdo que en algún momento tuvimos un diálogo sobre como se relacionan los profesores con las estudiantes mujeres y me comentaste que no suelen tener el mismo trato que con los varones. ¿Te acordas? ¿Qué di-

ferencias había en el trato? ¿Que importancia tiene esto para vos? ¿Sentiste esta situación en otro momento? ¿Cuándo?

- ¿Tuviste algún conflicto con los profesores? ¿Cuáles? ¿Se solucionaron? ¿Cómo?

#### **Relaciones entre compañeros**

- Durante el primer cuatrimestre, ¿qué relación estableciste con tus compañeros?

- ¿Qué actividades compartieron?
- ¿Creés que colaboraron con tu aprendizaje?
- ¿Qué rol ocuparon? ¿Todos ocuparon el mismo rol?

- Te acordás de que en un momento del cuatrimestre te quedaste sola para trabajar en los prácticos porque Florencia y Mariana dejaron de venir y Carolina estaba en otra comisión. En ese momento comenzaste a acercarte a Francisco, Davidy Gabriel: ¿Qué importancia tuvo para vos que Florencia y Mariana dejaran de venir? ¿Cómo te sentiste?

- Durante el primer cuatrimestre generalmente muchos estudiantes abandonan la carrera. ¿A qué creés que se debe esto? ¿Por qué te parece que pasa?

- Conversar con ella sobre los conflictos que tuvo el grupo. Recordar que en cierto punto del cuatrimestre me comentó que ella no tenía problemas en ayudar a los chicos en *Análisis Matemático* pero que en *Introducción a los Algoritmos*, como le era mas difícil, le molestaba tener que estar explicando lo básico todo el tiempo. ¿Qué paso? ¿Qué diferencias tenían entre ustedes? ¿Por qué surgió el conflicto en este momento?

- Además de los compañeros del grupo, en el grupo clase también había otros compañeros que solían aparecer en nuestras conversaciones. Por ejemplo estaba Cristóbal Colón y otros chicos a los que les solías llamar bochos, también aparecía el Fer Herrera, que en ese entonces no lo conocías. Recuerdo que en un momento con Carolina te contamos que Fer trabajaba programando desde hacía muchos años y vos nos dijiste: ¡Se le nota en la cara! ¿Qué es esto de los bochos? ¿Quiénes serían? ¿Cómo se comportan? ¿Qué se le nota en la cara al Fer Herrera?

#### **Formas personales de percibirse como estudiante**

- Si tuvieras que definirte como estudiante, ¿cómo lo harías?
- ¿Cómo te ves como estudiante?

#### **Preguntas generales:**

- Trabajar con las respuestas a la encuesta del primer día de clases: ¿Qué podés decir hoy acerca de estas respuestas? ¿Modificarías algo? ¿Qué?

- ¿Qué trayectoria dentro de la Institución seguiste luego del primer cuatrimestre hasta hoy?

A.1.2.3 *Primera entrevista a Francisco***Historia Personal**

- ¿Podrías contarme un poco sobre tu historia?
- ¿Dónde fuiste a la secundaria? ¿Cómo era la secundaria?
- ¿Cómo llegaste a la FaMAF? ¿Conocías a alguien que estudiara o conociera la facultad?
- Encontraste similitudes o diferencias entre estudiar en la FaMAF y la secundaria? ¿Cuáles? [*Pensar con él en la pregunta en general, teniendo en mente no sólo el contenido sino también las diferencias y similitudes en lo que respecta a las relaciones entre pares, a los vínculos con los docentes y a su forma de percibirse*]
- Encuesta del primer día de clases: El primer día de clases escribiste esto acerca de tu elección de la carrera y de tus expectativas. ¿Qué podés decir hoy acerca de estas respuestas? ¿Modificarías algo? ¿Qué?

**El contenido a aprender**

- ¿Cómo completarías esta frase? “En Introducción a los Algoritmos había que aprender . . .”
- ¿Qué creés que tuviste que aprender en este proceso? ¿Qué cosas te parece que había que aprender?
- ¿Qué cosas /actividades creés que hay que realizar para aprender el contenido?
- ¿Qué dificultades tuviste?
- ¿Qué características tenía el contenido?
- ¿Cuánta dedicación creés que se precisa para el estudio?
- Conversar con él, a partir del siguiente fragmento de registro, acerca de las exigencias de la carrera: ¿Como es eso de hablar raro y aislarse?

*[Francisco, Mariana y yo sentados en la explanada de las baterías luego del primer parcial de Introducción a los Algoritmos]*

*[Francisco me cuenta que el pensó varias veces en irse y no volver más. Comenta que David le dijo que con esta carrera podía hacer buena plata y esta es una de las razones por las que no deja la carrera]*

FRAN ¡Sería perder un año! ¿qué haces? Además, mi papá me prometió que me va a regalar un auto si termino la carrera [...] Yo tengo un amigo que hizo el primer año de la carrera y después dejó. Él me decía que no me metiera en la FaMAF porque empezás a hablar raro, te aislás, no ves mas a tus amigos. Es verdad, yo a mis amigos hace mucho que no los veo y ya me peleé con mi novia.

*[Me comenta que hace un tiempo que se encontró con este amigo y le contó que al final se había metido a la FaAF. El amigo le dijo: ¡Uh! ¡no! qué hiciste]*

- ¿Existe relación entre estos contenidos y tus conocimientos previos, tanto en matemática como en computación? Pensar en las instancias de teórico, práctico y laboratorio.

- Charlar acerca de su resolución al ejercicio 1 a) de segundo parcialito que requería construir una demostración (Ver figura 16): ¿Podrías contarme cómo lo resolviste? ¿Por qué hacías estos pasos? ¿Por qué pasabas de un paso al otro? ¿Cómo elegías el paso a seguir? [Siguiendo las pistas de la respuesta anterior] ¿Siempre estructurabas las pruebas así? ¿Cuando las estructurabas así? [Conversar sobre los cálculos auxiliares]

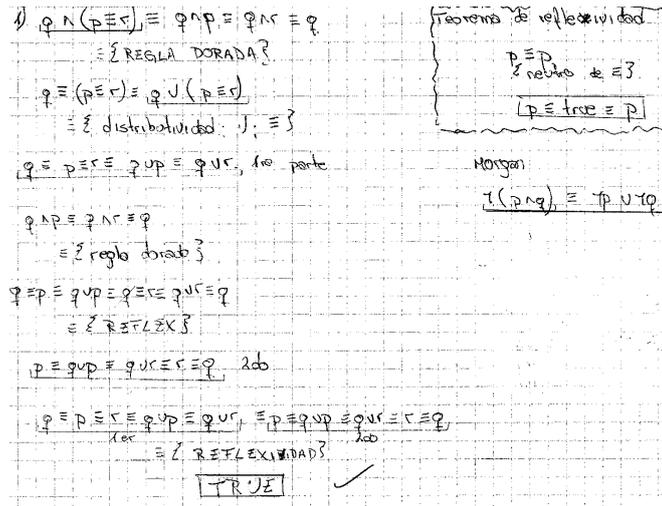


Figura 16: Resolución de Francisco al ejercicio 1 a) del segundo parcialito

- Conversar sobre su resolución al ejercicio 1 b) del segundo parcialito que requería construir una demostración: ¿Podrías contarme cómo lo resolviste? ¿Cómo decidías qué paso seguir? [Siguiendo las pistas de su respuesta, preguntar por los pasos de tercero excluido que él separa en dos Primero lo aplica sobre los términos muy parecidos al axioma y luego a otros términos que no se parecen tanto]. [Pensando en estos ejercicios un poco mas largos] ¿Siempre seguías un camino o probabas varias posibilidades?
- Trabajar con el siguiente fragmento de registro: ¿Qué podés decir de esta situación? ¿Algunas veces tu resolución coincidía con la del profesor? ¿Por qué borrabas tu resolución?

[El profesor había enunciado el teorema de la distributividad del  $\wedge$  con el  $\forall$  escribiéndolo en el pizarrón]

⇒

[Luego enuncia el teorema de Partición de rango y les indica a los estudiantes que demuestren ambos teoremas. Francisco comienza a hacer la demostración del primer teorema]

$\langle \forall x : r.x : t.x \wedge s.x \rangle \equiv$   
 $\langle \forall x : r.x : t.x \rangle \wedge \langle \forall x : r.x :$   
 $s.x \rangle$

⇒

[A continuación utiliza la definición de implicación  $p \Rightarrow q \equiv p \vee q \equiv q$  para modificar el término de la expresión cuantificada. Piensa un rato en este paso. El profesor retoma la clase]

JUAN ¿Hicieron el primero ya? ¡Por lo menos! Es parecido a lo que veníamos haciendo.

[Mientras Francisco sigue escribiendo el paso de la definición de implica]

JUAN Hagamos el primero.

[Francisco para de resolver y presta atención al profesor quien realiza los siguientes pasos de demostración en el pizarrón]

⇒

[Francisco sigue la demostración que va haciendo el profesor y la compara con su trabajo]

JUAN Si uno no se acuerda puede decir: ¿qué me vendría bárbaro acá? Que el implica distribuyera a izquierda con el  $\wedge$ . Lo cual es cierto. Si no se acuerdan lo demuestran al costadito [Escribe al costado del pizarrón el teorema del calculo proposicional que utiliza]

⇒

[Francisco trata de continuar con su demostración donde usaba definición de implicación]

$$\begin{aligned} \langle \forall x : r.x : t.x \wedge s.x \rangle &\equiv \\ \langle \forall x : r.x : t.x \rangle \wedge \langle \forall x : r.x : s.x \rangle & \\ \equiv \{intercambio\} & \\ \langle \forall x :: r.x \Rightarrow t.x \wedge s.x \rangle & \\ \equiv \{def \Rightarrow\} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \langle \forall x : r.x : t.x \wedge s.x \rangle & \\ \equiv \{intercambio\} & \\ \langle \forall x :: r.x \Rightarrow t.x \wedge s.x \rangle & \end{aligned}$$

[Cálculo auxiliar]

$$\begin{aligned} p \Rightarrow (q \wedge r) &\equiv (p \Rightarrow q) \wedge \\ (p \Rightarrow r) & \\ \langle \forall x :: r.x \Rightarrow t.x \wedge s.x \rangle & \\ \equiv \{distr \Rightarrow, \wedge\} & \\ \langle \forall x :: (r.x \Rightarrow t.x) \wedge & \\ (r.x \Rightarrow s.x) \rangle & \end{aligned}$$

JUAN Y ahora ya está, ¿qué aplico? [El profesor dice oralmente los pasos que faltan para terminar la demostración] Hacemos un recreo. [Una estudiante vuelve a preguntar acerca de los pasos necesarios para terminar la demostración y el profesor vuelve a repetirlos oralmente. Luego se baja de la tarima y camina por el pasillo]

JUAN Están en recreo, si quieren pueden salir.

[Francisco sigue haciendo la demostración en su cuaderno. Borró el paso de definición de implica que había hecho y copia lo que hizo el profesor]

- Conversar con él acerca de cómo resolvió el ejercicio 5 del segundo parcial que requería construir una demostración por inducción (Ver figura 17): ¿Podrías contarme cómo lo resolviste? [Siguiendo las pistas de su respuesta anterior] ¿Cómo decidiste hacer inducción en  $xs$ ? ¿Por qué no hacer inducción en  $ys$  o en  $xs$  y en  $ys$  simultáneamente? El paso que justificás diciendo “por definición”, ¿a qué se refiere? ¿qué definición?

$$\begin{array}{l}
 \textcircled{5} \#(xs \# ys) = \#xs + \#ys \\
 \text{es dice } xs = [] \\
 \#( [] \# ys) = \#[] + \#ys \\
 \#ys = 0 + \#ys. \\
 \#ys = \#ys. \\
 \text{TRUE.}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{l}
 \text{CASO INDUCTIVO } xs = (x \triangleright xs) \\
 \#( (x \triangleright xs) \# ys) = \#(x \triangleright xs) + \#ys \\
 \text{¿ por definición de } \# \text{?} \\
 \#(x \triangleright (xs \# ys)) \\
 \{ \text{def } \# \} \\
 1 + \#(xs \# ys) \quad \text{H.I.} \\
 \text{¿ por definición?} \\
 (1 + \#xs) + \#ys \\
 \text{¿ por definición?} \\
 \boxed{\#(x \triangleright xs) + \#ys}
 \end{array}$$

Figura 17: Resolución de Francisco al ejercicio 5 del segundo parcial

A.1.2.4 *Segunda entrevista a Francisco***La materia en general**

- La materia en general estaba estructurada en una clase teórica, una clase práctica y un taller de laboratorio. ¿Recordás si podías establecer relaciones entre estas partes? Si es así, ¿cuáles? Si no es así, ¿por qué? ¿Podías participar en todas estas instancias?

**La relación con los docentes**

- ¿Cómo ha sido tu relación con los docentes?
- ¿Creés que colaboraron en tu aprendizaje? ¿Cómo? ¿Por qué?
- ¿Qué rol ocuparon? ¿Todos ocuparon el mismo rol?
- ¿Qué podés decir acerca de cómo te enseñaron?
- En los tres espacios de la materia, ¿te sentías con libertad para plantear tus dudas? ¿Cómo eran recibidas por los profesores?
  - En los tres espacios de la materia, ¿considerás que había espacios para discutir aspectos de la materia como, por ejemplo, los temas que se incluían en cada parcial, fechas de exámenes, criterios de corrección, etc?
  - ¿Qué creés que esperan de un estudiante de la materia?
  - Trabajar con el texto *¿Ya demostraron?* (Ver página 326): ¿Vos estabas en esta clase? ¿Recordás situaciones de este tipo? Si es así, ¿qué valor tenían para vos? ¿Como te sentías?
  - Trabajar con el siguiente fragmento de registro: ¿Cómo es esto de que te mira como diciendo: ¿vos entendés? ¿Qué expectativas creés que tenía él para con vos?

*[A la salida de un práctico. Los estudiantes estuvieron resolviendo uno de los prácticos de cálculo proposicional. Francisco estaba contento porque le había salido la demostración del teorema de De Morgan]*

FRAN ¡Entiendo todo! Pablo me explica y yo entiendo y Pablo me mira como diciendo: ¿vos entendés?

- ¿Tuviste algún conflicto con ellos? ¿Cuáles? ¿Se solucionaron? ¿Cómo?

**Las relaciones entre compañeros**

- Durante el primer cuatrimestre, ¿qué relación estableciste con tus compañeros?
  - ¿Qué actividades compartieron?
  - ¿Creés que colaboraron con tu aprendizaje?
  - ¿Qué rol ocuparon? ¿Todos ocuparon el mismo rol?
  - Además de los compañeros del grupo, en el grupo clase también había otros compañeros que solían aparecer en nuestras conversaciones. Recuerdo que en algún momento vos me contaste cómo estudiabas y de dijiste que vos no eras como los chicos que se sentaban en la primera fila que se notaban que eran unos bochos. ¿Qué es esto de los bochos? ¿Quiénes serían? ¿Cómo se comportan?

- ¿Tuviste conflictos con alguno de ellos?
- Durante el primer cuatrimestre generalmente muchos estudiantes abandonan la carrera. ¿A qué creés que se debe esto? ¿Por qué te parece que pasa?

**Formas personales de percibirse como estudiante**

- Si tuvieras que definirte como estudiante, ¿cómo lo harías?
- ¿Cómo te ves como estudiante?
- Trabajar con el texto L: Resolver solo los problemas

**General**

- ¿Qué trayectoria dentro de la Institución seguiste luego del primer cuatrimestre hasta hoy?

A.1.2.5 *Primera entrevista a Gabriel***Historia Personal**

- ¿Podrías contarme un poco sobre tu historia?
- ¿Dónde fuiste a la secundaria? ¿Cómo era la secundaria?
- ¿Cómo llegaste a la FaMAF? ¿Conocías a alguien que estudiara o conociera la facultad?
- Encontraste similitudes o diferencias entre estudiar en la FaMAF y la secundaria? ¿Cuáles? [*Pensar con él en la pregunta en general, teniendo en mente no sólo el contenido sino también las diferencias y similitudes en lo que respecta a las relaciones entre pares, a los vínculos con los docentes y a su forma de percibirse*]
- Encuesta del primer día de clases: El primer día de clases escribiste esto acerca de tu elección de la carrera y de tus expectativas. ¿Qué podés decir hoy acerca de estas respuestas? ¿Modificarías algo? ¿Qué?

**El contenido a aprender**

- ‘Cómo completarías esta frase? “En Introducción a los Algoritmos había que aprender . . .”
- ¿Qué creés que tuviste que aprender en este proceso? ¿Qué cosas te parece que había que aprender?
- ¿Qué dificultades tuviste?
- ¿Qué características tenía el contenido?
- Trabajar a partir del siguiente registro acerca de las diferencias entre la FaMAF y la UTN:

*[Camino a comprar comida durante un almuerzo, Gabriel y yo conversamos. Él me cuenta que estudió unos años en la UTN una Tecnicatura en programación pero que después dejó]*

GAB ¡Igual esto es mejor!

LET ¿Por qué?

GAB Porque creo que acá llegás más al centro de la cuestión, ves más como la base, o por lo menos eso es lo que creo y eso también es lo que me dijo una profe de matemática [*de la FaMAF*]

- ¿Qué cosas /actividades creés que hay que realizar para aprender el contenido?
- ¿Cuánta dedicación creés que se precisa para el estudio?
- Recuerdo que en un momento, mas o menos a mediados del cuatrimestre, me comentaste que tenías la sensación de que debías aprender muchas cosas y que a veces te parecía que aprendías el método pero no sabías si lo habías entendido bien el concepto. ¿En que momentos sentiste esta sensación? ¿De qué temas creés que aprendiste el método pero no el concepto?
- ¿Existe relación entre estos contenidos y tus conocimientos previos, tanto en matemática como en computación? [*Pensar en las instancias de teórico, práctico y laboratorio. Conversar particularmente sobre la relación con los cocimien-*

tos previos de programación. Él menciona en la encuesta que programó en diversos lenguajes]

- Recuerdo que particularmente a vos te preocupaba el acceso a la información, como vos le decías. Solías comentar que para los estudiantes a veces era difícil acceder a la información, que la materia no tenía libro y que hay conceptos que precisabas, sobretodo en los prácticos, que no se veían en las clases y que vos luego buscabas en libros de la biblioteca. Solías decir que esta no era una tarea fácil. ¿Recordás qué cosas eran las que no se veían en las clases pero que vos considerabas necesarias? ¿De dónde los buscabas? Los libros que encontrabas o elegías: ¿que diferencia tenían con los recomendados por los docentes de las materias?

- Conversar sobre la resolución al ejercicio 2 a) y b) de primer parcial que requerían construir árboles de tipado para expresiones (Ver figuras 18 y 19): ¿Podrías contarme cómo los resolviste? Siguiendo su respuesta a la pregunta anterior conversar sobre el final del ejercicio a), si recuerda por qué lo dejó ahí, la corrección de la docente, etc. Conversar sobre el primer paso: ¿qué significa? ¿para qué lo hacía? ¿que significa la [Num]? ¿Confundió la aplicación de función con una multiplicación?

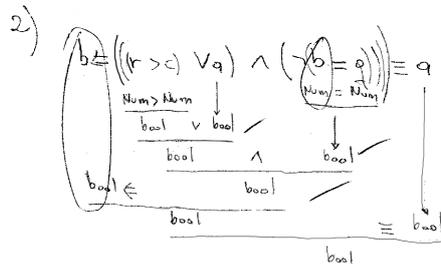


Figura 18: Resolución de Gabriel al ejercicio 2 a) del primer parcial

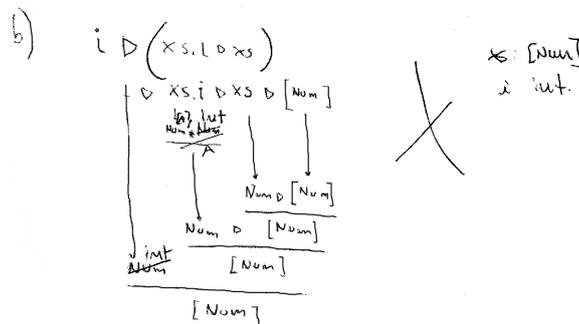


Figura 19: Resolución de Gabriel al ejercicio 2 b) del primer parcial

- Charlar sobre la resolución del ejercicio 3 del primer parcial que quería construir el árbol de tipado de una función (Ver figura 20): ¿Podrías

contarme cómo los resolviste? Conversar sobre el primer paso al igual que en el ejercicio 2 b). Preguntar sobre el significado del último cálculo, ¿qué quisiste hacer?

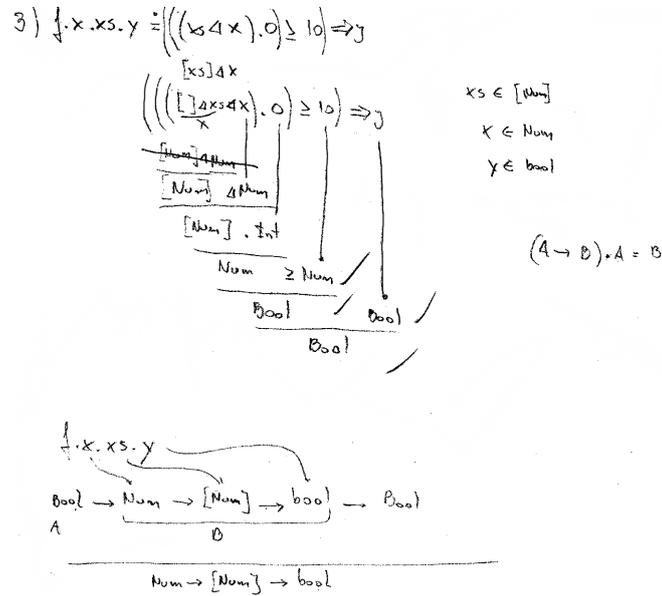


Figura 20: Resolución de Gabriel al ejercicio 3 del primer parcial

- Conversar con el sobres sus resoluciones a los ejercicios 1 y 2 del segundo parcialito que requerían construir demostraciones (Ver figuras 21 y 22): ¿Podrías contarme cómo lo resolviste? ¿Por qué hacías estos pasos? ¿Por qué pasabas de un paso al otro? ¿Cómo elegías el paso a seguir? [Indagar sobre la utilización del axioma del neutro de la equivalencia con la fórmula True en el ejercicio 1 y preguntar por qué detiene la resolución en el ejercicio 2]
- Charlar sobre su resolución del ejercicio 1 del tercer parcial que requería construir una demostración por inducción (Ver figura 24): ¿Podrías contarme cómo lo resolviste? ¿Cómo decidiste hacer inducción en  $xs$ ? ¿Por qué no hacer inducción en  $ys$  o en  $xs$  y en  $ys$  simultáneamente?
- Ejercicio 2 a) y b) del tercer parcial que requerían especificar formalmente expresiones del lenguaje natural (Ver figura 23): ¿Podrías contarme cómo lo resolviste? [Analizar cómo entendía el límite del cuantificador]

$$\begin{aligned}
 & 1) \quad \overbrace{q \wedge (p \equiv r)} \equiv \overbrace{q \wedge p} \equiv \overbrace{q \wedge r} \equiv q \\
 & \quad \underline{q \wedge (p \equiv r)} \equiv \underline{q \wedge p} \\
 & \quad \equiv \{ \text{Regla de De Morgan} \} \\
 & \quad \underline{q \vee (p \equiv r)} \equiv \underline{q \vee (p \equiv r)} \equiv \underline{q \wedge p} \\
 & \quad \equiv \{ \text{Distrib. } \vee \} \\
 & \quad \underline{q \vee p} \equiv \underline{q \vee r} \equiv \underline{p \equiv p \equiv r} \equiv \underline{q \wedge p} \\
 & \quad \equiv \{ \text{Regla de De Morgan} \} \\
 & \quad \underline{q \vee p} \equiv \underline{q \vee r} \equiv \underline{q \equiv p \equiv r} \equiv \underline{q \vee p} \equiv \underline{q \equiv p} \\
 & \quad \equiv \{ \text{Commutat. } \equiv \} \\
 & \quad \underline{q \vee p} \equiv \underline{q \vee p} \equiv \underline{p \equiv p} \equiv \underline{q \equiv q} \equiv \underline{q \vee r} \equiv \underline{r} \\
 & \quad \equiv \{ \text{Regla de De Morgan} \} \\
 & \quad \underline{q \vee p} \equiv \underline{q \vee p} \equiv \underline{p \equiv p} \equiv \underline{q} \equiv \underline{q \wedge r} \\
 & \quad \equiv \{ \text{2 veces Neutros } \equiv \} \\
 & \quad \underline{\text{true}} \equiv \underline{\text{true}} \equiv \underline{q} \equiv \underline{q \wedge r} \\
 & \quad \equiv \{ \text{Commutat. } \equiv \} \\
 & \quad \underline{q \wedge r} \equiv \underline{\text{true}} \equiv \underline{q} \equiv \underline{\text{true}} \\
 & \quad \equiv \{ \text{2 veces Neutros equiv.} \} \\
 & \quad \quad \quad q \wedge r = 0
 \end{aligned}$$

Figura 21: Resolución de Gabriel al ejercicio 1 del segundo parcialito

$$\begin{aligned}
 2) \quad q \neq p &\equiv (q \wedge \neg p) \vee (\neg q \wedge p) \\
 &\equiv (q \wedge \neg p) \vee (\neg q \wedge p) \\
 &\equiv \text{Regla de De Morgan} \\
 &\equiv (q \vee \neg p \equiv \neg \neg q) \vee (\neg q \vee p \equiv \neg \neg p) \\
 &\equiv \text{Distributiva} \\
 &\equiv \text{tercer excl}
 \end{aligned}$$

Figura 22: Resolución de Gabriel al ejercicio 2 del segundo parcialito

$$\begin{aligned}
 2) \quad \forall x : x \in \text{Num} : |x| \neq 0 &\wedge \neg \exists y : y \in \text{Num} \wedge y \neq x : |y| = 0 \\
 &\quad \text{no va.} \quad \text{La proposición siguiente no es de la 'x'} \\
 b) \quad \forall i : 0 \leq i < \#xs : xs[i] = 2 &\wedge \forall j : 0 \leq j < \#xs \wedge i \neq j : xs[j] \neq 2
 \end{aligned}$$

Figura 23: Resolución de Gabriel a los ejercicios 2 a) y b) del tercer parcial

$$1) \#(x_s \# y \triangleright y_s) = 1 + \#(x_s \# y_s)$$

a) Sustituyo  $x_s$  por  $[ ]$ .

$$\#([ ] \# y \triangleright y_s) = 1 + \#[ ] \# y_s$$

$$\equiv \{ \text{Def} \# \}$$

$$\#(y \triangleright y_s) = 1 + \#(y_s)$$

$$\equiv \{ \text{Def} \# \}$$

$$1 + \#y_s = 1 + \#y_s \quad \checkmark$$

$$\text{H.I.} - \#(x_s \# y \triangleright y_s) = 1 + \#(x_s \# y_s)$$

b) Sustituyo  $x_s$  por  $x \triangleright x_s$

$$\#(x \triangleright x_s \# y \triangleright y_s) = 1 + \#(x \triangleright x_s \# y_s)$$

$$1 + \#(x \triangleright x_s \# y_s)$$

$$\equiv \{ \text{Def} \# \} \text{ luego Def} \#$$

$$1 + 1 + \#(y_s \# y_s)$$

$$\equiv \{ \text{H.I.} \}$$

$$1 + \#(x_s \# y \triangleright y_s)$$

$$\equiv \{ \text{Def} \# \} \text{ (dem.)}$$

.. / .. "

Figura 24: Resolución de Gabriel al ejercicio 1 del tercer parcial

#### A.1.2.6 Segunda entrevista a Gabriel

##### La materia en general

• La materia en general estaba estructurada en una clase teórica, una clase práctica y un taller de laboratorio. ¿Recordás si podías establecer relaciones entre estas partes? Si es así, ¿cuáles? Si no es así, ¿por qué? ¿Podías participar en todas estas instancias?

##### La relación con los docentes

- ¿Cómo ha sido tu relación con los docentes?
- ¿Creés que colaboraron en tu aprendizaje? ¿Cómo? ¿Por qué?
- ¿Qué rol ocuparon? ¿Todos ocuparon el mismo rol?
- ¿Qué podés decir acerca de cómo te enseñaron?
- En los tres espacios de la materia, ¿te sentías con libertad para plantear tus dudas? ¿Cómo eran recibidas por los profesores?
- En los tres espacios de la materia, ¿considerás que había espacios para discutir aspectos de la materia como, por ejemplo, los temas que se incluían en cada parcial, fechas de exámenes, criterios de corrección, etc?

- ¿Qué creés que esperan de un estudiante de la materia?
- Trabajar con el texto *¿Ya demostraron?* (Ver página 326): ¿Vos estabas en esta clase? ¿Recordás situaciones de este tipo? Si es así, ¿qué valor tenían para vos? ¿Como te sentías?
- Recuerdo que me comentaste que el final del cuatrimestre te resultaba muy duro y que te parecía que “les daban con todo al final del cuatrimestre”. ¿Cómo es eso de que le dan con todo al final del cuatrimestre? ¿Quiénes les dan con todo? En relación a esto, recuerdo que ustedes solían bromear sobre su situación y sobre la posibilidad de recurrir o de abandonar la carrera utilizando canciones como “Resistiré” o “Yo renaceré”. ¿Qué es esta sensación que expresan con las canciones? ¿Cuándo se produce? ¿Por qué se produce?

- ¿Tuviste algún conflicto con ellos? ¿Cuáles? ¿Se solucionaron? ¿Cómo?

#### **Las relaciones entre compañeros**

- Durante el primer cuatrimestre, ¿qué relación estableciste con tus compañeros?
- ¿Qué actividades compartieron?
- ¿Creés que colaboraron con tu aprendizaje?
- ¿Qué rol ocuparon? ¿Todos ocuparon el mismo rol?
- ¿Tuviste conflictos con alguno de ellos?
- Durante el primer cuatrimestre generalmente muchos estudiantes abandonan la carrera. ¿A qué creés que se debe esto? ¿Por qué te parece que pasa?

#### **Formas personales de percibirse como estudiante**

- Si tuvieras que definirte como estudiante, ¿cómo lo harías?
- ¿Cómo te ves como estudiante?
- Recuerdo que a veces te preguntabas qué estabas haciendo acá. ¿Cuándo te preguntabas eso? ¿Por qué? ¿Dónde estarías si no “acá”?

#### **General**

- ¿Qué trayectoria dentro de la Institución seguiste luego del primer cuatrimestre hasta hoy?

A.1.2.7 *Entrevista a Florencia***Historia Personal**

- Qué estas haciendo ahora? Has pensado en volver a la FaMAF?
- ¿Dónde fuiste a la secundaria? ¿Cómo era la secundaria?
- ¿Podrías contarme un poco sobre tu historia? ¿Cómo llegaste al FaMAF? ¿Conocías a alguien que estudiara o conociera la facu?
- Cómo fue tu experiencia en el FaMAF? ¿Qué cosas rescatarías como positivas y como negativas? ¿Seguís manteniendo contacto con tus compañeros de FaMAF?
- Cuestionario del primer día de clases: El primer día de clases escribiste esto acerca de tu elección de la carrera y de tus expectativas. ¿Qué podés decir hoy acerca de estas respuestas? ¿Modificarías algo? ¿Qué?
- ¿Encontraste similitudes/diferencias entre estudiar en la FaMAF y la secundaria? ¿Cuáles? [*Pensar con él en la pregunta en general, teniendo en mente no sólo el contenido sino también las diferencias y similitudes en lo que respecta a las relaciones entre pares, a los vínculos con los docentes y a su forma de percibirse*]
- ¿Encontraste similitudes/diferencias entre estudiar en la FaMAF y la carrera que estás estudiando ahora? ¿Cuáles?
- Si tuvieras que definirte como estudiante, ¿cómo lo harías? ¿Cómo te ves como estudiante hoy? Te veías de la misma forma cuando estudiabas en FaMAF?

**El contenido a aprender**

- ¿Qué cosas te parece que había que aprender?
- ¿Cómo completarías la siguiente frase: En Introducción a los Algoritmos tenía que aprender: ...
- ¿Qué dificultades tuviste?
- ¿Qué características tenía el contenido?
- ¿Qué cosas / actividades creés que había que realizar para aprender el contenido?
- ¿Cuánta dedicación creés que se precisaba para el estudio?
- ¿Creés que existe relación entre estos contenidos y tus conocimientos previos, tanto en matemática como en computación? Pensar en las instancias de teórico, práctico y laboratorio.
- Podemos trabajar intentando comparar el FaMAF con el curso de computación que hizo: ¿Tuviste otro contacto con la computación luego de dejar la carrera? Judith me comentó que hiciste un curso de computación. ¿De qué era? ¿Dónde? ¿Qué diferencias encontraste?

**Relación con los docentes**

- ¿Cómo fue sido tu relación con los docentes?
- ¿Creés que colaboraron en tu aprendizaje? ¿Cómo? ¿Por qué?
- ¿Qué rol ocuparon? ¿Todos ocuparon el mismo rol?
- ¿Qué podés decir acerca de cómo te enseñaron?

- ¿Qué creés que esperan de un estudiante de primer año?
- ¿Tuviste algún conflicto con ellos? ¿Cuáles? ¿Se solucionaron? ¿Cómo?

**Relaciones entre compañeros**

- Durante el primer cuatrimestre, ¿qué relación estableciste con tus compañeros?
- ¿Qué actividades compartieron?
- ¿Creés que colaboraron con tu aprendizaje?
- ¿Qué rol ocuparon? ¿Todos ocuparon el mismo rol?
- ¿Tuviste conflictos con alguno de ellos?

### A.1.3 Guiones de entrevistas a docentes

#### A.1.3.1 Secciones comunes a las entrevistas de todos los profesores

##### **Historia personal**

- ¿Podrías contarme un poco tu historia? ¿Cómo llegaste a ser profe de Fa.M.A.F.?

- ¿Qué estudiaste? ¿Dónde estudiaste?

##### **El primer año**

*[Comencé este proyecto porque Juan me propuso estudiar “que pasaba en el primer año de computación” donde él observaba que habían muchos estudiantes que dejaban la carrera y muchos a los que les iba mal en los exámenes]*

- Vos, como docente de Introducción a los Algoritmos, ¿también percibís esto? ¿Compartís este punto de vista?

- ¿Cómo describirías lo que pasa en primer año?

- Según tu opinión, ¿cuáles son las causas de este fenómeno?

- Dentro de la materia, ¿han puesto en marcha algunas actividades para revertir esta situación? ¿Y vos particularmente? ¿Creés que tuvieron algún efecto?

##### **Los estudiantes**

- ¿Cómo ves a los estudiantes de primer año?

- ¿Creés que vienen preparados para estudiar los temas de la materia?

- ¿Cómo ves su dedicación al estudio?

- ¿Cuáles creés que son las motivaciones que persiguen? ¿Con qué objetivos creés que llegan a la carrera? ¿Qué creés que es lo que encuentran?

- ¿Qué esperás vos de un estudiante de la materia?

##### **La materia**

- ¿Cómo se construyó el currículum de la materia? ¿Cómo se decidió incluir los temas que lo componen? ¿Participaste en su construcción?

- Muchos cursos introductorios de programación poseen otra orientación, ¿por qué eligieron esta?

- ¿Por qué la materia está estructurada en teóricos, prácticos y taller de laboratorio? Cuando yo realicé mi trabajo de campo y también cuando cursé la materia, el taller de laboratorio comenzó aproximadamente un mes después del comienzo de las clases. ¿A qué se debe esta decisión? ¿Fue circunstancial?

- Cómo utilizan el espacio de la página de la materia? Por qué decidieron tener una página?

- Juan suele decir que esta materia es una “materia democrática, y que cada uno hace lo que le toca”. ¿Estás de acuerdo con esto? ¿Por qué eligieron trabajar así? ¿Cómo se comunican entre los docentes de la materia? ¿Establecen criterios de evaluación, de calificación, etc.?

- Pensando en la materia en general, ¿qué pensás que hay que aprender? Y particularmente en el espacio didáctico en el que te desmpeñas, ¿qué hay que aprender?

- ¿Cuáles son las dificultades más frecuentes que observaste en los estudiantes?

- ¿Cómo completarías esta frase: “Los contenidos de la materia responden a las siguientes preguntas: ....”

- Cuando observas un error en una resolución de un estudiante, ¿qué tratamientos hacés de ese error? por ejemplo cuando un estudiante responde las preguntas que vos haces o participa en las demostraciones y comete un error.

#### A.1.3.2 Preguntas específicas para la entrevista a Juan

- ¿Cómo describirías una clase de teórico en donde participás?

- [Conversar acerca de cómo elige las demostraciones que resuelve en le pizarrón y sobre la función que tiene esta actividad]

- ¿Cómo prepararás tu clase? ¿Usas algún libro? ¿Haces planificaciones clase por clase?

- Cuando vas a dar tu clase ¿estás al tanto de por dónde van Pedro y Laura en el práctico y en el taller de laboratorio respectivamente?

#### A.1.3.3 Preguntas específicas para la entrevista a Lorena

- ¿Cómo describirías una clase de taller de laboratorio en donde participás?

- Al comienzo del taller vos dijiste que los talleres iban a tener un teórico de una hora y un espacio de práctico, para resolver ejercicios, de dos horas. ¿Esto es correcto? ¿Cuál es el objetivo que tiene el teórico? ¿Hay contenidos específicos del taller? Estos se coordinan con los del teórico de Juan?

- ¿Qué objetivo persiguen en general los ejercicios que deben resolver los estudiantes?

- ¿Cómo prepararás las clases? ¿Usas algún libro?

- Cuando vas a dar tu clase, sabés lo que hicieron Juan y Pablo en sus clases anteriores? ¿Sabés por dónde van en el teórico y el práctico?

- Trabajar con el currículum del laboratorio: ¿Cómo decidieron los temas que incluirían? ¿Cómo los organizaron? ¿Esta organización se pensó en coordinación con el teórico y el práctico?

#### A.1.3.4 Preguntas específicas para la entrevista a Pablo

- ¿Cómo describirías una clase de práctico en donde participás?

- ¿Cuando explicás un ejercicio al frente cómo lo seleccionás? ¿Qué objetivos tienen los prácticos expositivos?

- Cuando un estudiante te pregunta algo durante un práctico, ¿qué estrategias utilizás?
- Cuando vas a dar tu clase, ¿sabés lo que hicieron Juan y Lorena en sus clases anteriores? ¿Sabés por dónde van en el teórico y el taller de laboratorio?
- ¿Cómo preparás la clase? ¿Usas algún libro? ¿Haces planificaciones para cada clase?
- Trabajar con las guías de prácticos: ¿Cómo construyeron los prácticos? ¿Quiénes los hicieron? ¿Hicieron algún cambio? ¿Con qué criterio? ¿Por qué? ¿Por qué decidieron estructurar el espacio de los prácticos en base a una guía de ejercicios? ¿Qué objetivos tienen en general los ejercicios de los prácticos? ¿Por qué los prácticos tienen ese orden? [*Siguiendo las pistas de su respuesta, preguntar por el práctico 3 donde se trabaja con tipado de operaciones sobre listas sin saber todavía la semántica de las listas*] ¿Por qué los ejercicios tienen ese orden?.
- Trabajar sobre los párrafos introductorios que posee solamente el práctico 3: Viendo los prácticos encontré que este práctico era un tanto diferente a los otros. ¿Qué función tienen los primeros párrafos? ¿Con qué ideas incluyeron la solución en el ejercicio 4?

## A.2 CAPÍTULO 5

### A.2.1 *La lógica y el cálculo proposicional*

[*Extraído y adaptado de Blanco, Smith & Barsotti (2008)*]

Se suele definir a la lógica como el estudio de los métodos y principios usados para distinguir los razonamientos correctos de los incorrectos. En este sentido, la lógica estudia básicamente la forma de estos razonamientos, y determina si un razonamiento es válido o inválido pero no si la conclusión es verdadera o no.

Uno de los conceptos básicos de la lógica es el de *proposición*. Suele definirse una proposición como una sentencia declarativa de la cual puede decirse que es verdadera o falsa. Así se las distingue de otros tipos de oraciones como las interrogativas, exclamativas o imperativas. Un ejemplo de proposición puede ser el siguiente: *está lloviendo afuera*.

Las proposiciones se utilizan principalmente para formar *razonamientos*. Se entiende por razonamiento a un conjunto de proposiciones de las cuales se afirma que una de ellas -la conclusión- se deriva de las otras -las premisas. Si un razonamiento es válido, no puede aceptarse la verdad de las premisas sin aceptar también la validez de la conclusión. Un ejemplo de razonamiento es el siguiente:

Si tuviera pelo sería feliz.

No soy feliz.

---

No tengo pelo.

Cuando se usa un lenguaje natural, como el español, se suele caer en ambigüedades y confusiones que no tienen que ver con problemas lógicos. Para evitar este tipo de confusiones se creará un *lenguaje artificial* al cual puedan traducirse los razonamientos y un cálculo, llamado *cálculo proposicional*, que permita determinar si son válidos o no.

El cálculo proposicional se presenta como un sistema formal consistente en un conjunto de expresiones construidas a partir de elementos de un alfabeto dado siguiendo reglas explícitas de buena formación. Los elementos del sistema formal bajo consideración serán:

- **Alfabeto:** Las *expresiones booleanas* se construirán usando el siguiente alfabeto:
  - **constantes:** Son sólo dos: *TRUE* y *FALSE*. Se usarán para denotar los valores verdadero y falso respectivamente
  - **variables proposicionales:** Para denotarlas se usarán típicamente las letras  $p, q, r$ . Cada una de ellas, en un estado dado, sólo puede evaluarse en los valores *TRUE* o *FALSE*.
  - **Operadores unarios:** negación, simbolizado por  $\neg$ . Este operador representa la negación usual en el lenguaje natural.
  - **Operadores binarios:**
    - equivalencia: denotada por el símbolo  $\equiv$ . Este operador simboliza la igualdad de valores de verdad.
    - disyunción: denotada por  $\vee$ . Este operador representa el 'o' usual del lenguaje. Se lo suele llamar *disyunción inclusiva* dado que es verdadera cuando algún elemento lo es.
    - conjunción: denotada por  $\wedge$ . Representa el 'y' del lenguaje dado que es verdadero sólo cuando ambos argumentos lo son.
    - discrepancia: denotada por  $\neq$ . Este operador es la negación de la equivalencia.
    - implicación: denotada por  $\Rightarrow$ . Este operador captura la idea de consecuencia lógica. La expresión  $p \Rightarrow q$  será verdadera en todos los casos excepto cuando  $p$  sea verdadera y  $q$  falsa.
    - consecuencia: denotada por  $\Leftarrow$ . Este operador es el converso de la implicación ya que la expresión  $p \Rightarrow q$  es equivalente a la expresión  $q \Leftarrow p$ .

- **signos de puntuación:** Los únicos signos de puntuación que se utilizarán serán los paréntesis: ( )
- **Fórmulas:** Las fórmulas del cálculo proposicional serán las que se puedan construir de acuerdo con las siguientes prescripciones:
  1. Las variables proposicionales y las constantes son fórmulas.
  2. Si  $E$  es una fórmula, entonces  $(\neg E)$  también lo es.
  3. Si  $E$  y  $F$  son fórmulas y  $\oplus$  es un operador binario ( $\equiv, \vee$ , etc.), entonces  $E \oplus F$  también es una fórmula.
  4. Sólo son fórmulas las construidas con las tres reglas precedentes.
- **Axiomas:** Serán fórmulas bien formadas que se aceptarán sin demostración, como punto de partida para demostrar otras fórmulas. Para cada operador se definen un conjunto de axiomas. Un listado completo de los mismos se encuentra en el Digesto de Axiomas y Teoremas básicos en la siguiente sección.
- **Reglas de inferencia:** Estas reglas permiten arribar a nuevas expresiones verdaderas a partir de otras ya conocidas. Se utilizarán tres reglas de inferencia:
  - **Transitividad:** Establece que si las expresiones  $P$  y  $Q$  son equivalentes ( $P \equiv Q$ ) y si las expresiones  $Q$  y  $R$  son equivalentes ( $Q \equiv R$ ) entonces las expresiones  $P$  y  $R$  también son equivalentes ( $P \equiv R$ ).
  - **Leibniz:** Permite reemplazar 'iguales por iguales' dentro de contextos. Así, como la expresión  $p \not\equiv p$  es equivalente a la expresión  $\neg(p \equiv q)$ , la regla de Leibniz permite reemplazar una por otra cuando se encuentran dentro de expresiones más complejas. Por ejemplo:  $r \vee q \Rightarrow (p \not\equiv q) \equiv r \vee q \Rightarrow (\neg(p \equiv q))$
  - **Sustitución:** Establece que cuando una expresión válida está expresada en términos de variables proposicionales éstas variables pueden ser sustituidas por otras expresiones y la expresión completa continúa siendo válida. Por ejemplo, el axioma de la idempotencia de la disyunción establece que  $p \vee p \equiv p$ . La regla de sustitución establece que la siguiente expresión también es válida:  $(q \Leftarrow r) \vee (q \Leftarrow r) \equiv (q \Leftarrow r)$ .

El formato de demostración que se utilizará consistirá en una serie de pasos de equivalencia desde la expresión a demostrar hasta llegar a un axioma. Cada paso de la demostración consistirá en la aplicación de un axioma o teorema que nos permita modificar la totalidad o una parte de la expresión. Esto es posible gracias a la regla de Leibniz y a la regla de sustitución. La

regla de transitividad garantiza que el teorema es equivalente al axioma y, por lo tanto, válido.

El subrayado se utiliza para señalar qué términos de la expresión se modificarán en cada paso. También se incluyen justificaciones en las que se explicita el nombre del axioma o teorema utilizado y la sustitución realizada en cada caso. La sustitución se escribe colocando el nombre de la variable tal como aparece en el axioma seguida del símbolo de la sustitución ( $:=$ ) y a continuación se coloca la expresión por la que se sustituye en la demostración. Cuando la sustitución es trivial no es necesario explicitarla.

A modo de ejemplo se demuestra el siguiente teorema:  $p \neq FALSE \equiv p$

$$\begin{aligned}
 & \underline{p \neq TRUE} \equiv p \\
 \equiv & \{ \text{Definición de discrepancia } (q := FALSE) \} \\
 & \neg(p \equiv FALSE) \equiv p \\
 \equiv & \{ \text{Definición de FALSE} \} \\
 & \neg(p \equiv \neg TRUE) \equiv p \\
 \equiv & \{ \text{Definición de negación } (q := TRUE) \} \\
 & \underline{\neg\neg(p \equiv TRUE)} \equiv p \\
 \equiv & \{ \text{Teorema Doble negación: } \neg\neg p \equiv p \text{ ( } p := p \equiv TRUE \text{)} \} \\
 & p \equiv TRUE \equiv p \\
 \equiv & \{ \text{Neutro de la equivalencia} \} \\
 & TRUE
 \end{aligned}$$

### A.2.2 Digesto de axiomas y teoremas básicos

#### Axiomas

**A1** Asociatividad equivalencia:

$$((P \equiv Q) \equiv R) \equiv (P \equiv (Q \equiv R))$$

**A2** Conmutatividad equivalencia:

$$P \equiv Q \equiv Q \equiv P$$

**A3** Neutro equivalencia:

$$P \equiv true \equiv P$$

**A4** Definición de Negación:

$$\neg(P \equiv Q) \equiv \neg P \equiv Q$$

**A5** Definición de false:

$$false \equiv \neg true$$

**A6** Definición de discrepancia:

$$P \neq Q \equiv \neg(P \equiv Q)$$

**A7** Asociatividad disyunción:

$$(P \vee Q) \vee R \equiv P \vee (Q \vee R)$$

**A8** Conmutatividad disyunción:

$$P \vee Q \equiv Q \vee P$$

**A9** Idempotencia disyunción:

$$P \vee P \equiv P$$

**A10** Distributividad disyunción con la equivalencia:

$$P \vee (Q \equiv R) \equiv (P \vee Q) \equiv (P \vee R)$$

**A11** Tercero excluido:

$$P \vee \neg P$$

**A12** Regla dorada:

$$P \wedge Q \equiv p \equiv Q \equiv P \vee Q$$

**A13** Definición de implicación:

$$P \Rightarrow Q \equiv P \vee Q \equiv Q$$

**A14** Definición de consecuencia:

$$P \Leftarrow Q \equiv P \vee Q \equiv P$$

*Teoremas Básicos*

**T1** Metateorema de true:

Si  $P$  está demostrado,  $P \equiv \text{true}$

**T2** Doble negación:

$$\neg\neg P \equiv P$$

**T3** Equivalencia y negación:

$$P \equiv \text{false} \equiv \neg P$$

**T4** Elemento absorbente de la disyunción:

$$P \vee \text{true} \equiv \text{true}$$

**T5** Elemento neutro de la disyunción:

$$P \vee \text{false} \equiv P$$

**T6** Teorema (\*):

$$P \vee Q \equiv P \vee \neg Q \equiv P$$

**T7** Negación de una implicación:

$$\neg(P \Rightarrow Q) \equiv P \wedge \neg Q$$

**A.2.3** *El lenguaje Haskell*

Los programas escritos en lenguaje Haskell son funciones por lo que el resultado de correr un programa es el resultado de evaluar una función. Una vez que el código del programa está escrito se necesita un intérprete que ejecute dicho programa en una máquina dada. En este caso se trabajó con un intérprete llamado Hugs. La pantalla del Hugs se presenta con un prompt<sup>1</sup> a la espera de expresiones a ser evaluadas. De este modo, Hugs se convierte en una calculadora, esperando que se introduzca una expresión para evaluarla e imprimir el resultado. En la pantalla de la computadora, Hugs se ve así:

Haskell ya tiene incorporado un conjunto grande de funciones listas para usar, como la función suma, la función signo, etc. Si una persona desea

*Niveles de Precedencia*

Los que están más arriba tienen mayor precedencia —“pegan más”, se ponen entre paréntesis primero, se aplican primero.

$E(x := a), .$	sustitución y evaluación
$\sqrt{\phantom{x}}, (\cdot)^2$	raíces y potencias
$*, /$	producto y división
máx, mín	máximo y mínimo
$+, -$	suma y resta
$=, \leq, \geq$	conectivos aritméticos
$\neg$	negación
$\vee \wedge$	disyunción y conjunción
$\Rightarrow \Leftarrow$	implicación y consecuencia
$\equiv \neq$	equivalencia y discrepancia

Los operadores que están en un mismo nivel tienen exactamente la misma prioridad, así que deben ponerse siempre con paréntesis, a menos que asocien entre sí ( $\vee$  y  $\wedge$ ,  $\neq$  y  $\equiv$ , máx y mín).

<sup>1</sup> En programación, la palabra prompt se utiliza para designar a un mensaje o un símbolo en el monitor que muestra que el sistema está esperando una entrada.



al lenguaje de Haskell. Por ejemplo, los símbolos del cálculo proposicional  $\neg$ ,  $\wedge$  y  $\vee$  se escribían como `not`, `&&` y `||` respectivamente, la igualdad como `==` y las constantes `TRUE` y `FALSE` como `True` y `False`. Las listas se denotaban con los símbolos  $(x : xs)$  donde  $x$  denota al primer elemento y  $xs$  al resto de la lista —muchas veces llamado “cola de la lista”. Esta notación permitía trabajar con el primer elemento, cosa que es por demás frecuente en funciones recursivas para listas. Los comodines (simbolizados por `_`) eran otra herramienta de escritura. Son útiles cuando no es necesario darle nombre a alguna parte del tipo de dato que se manipula. Por ejemplo, si se quiere construir una función que modifique sólo la tercera coordenada de una tupla, las dos primeras no son necesarias y pueden, por lo tanto, ser indicadas con un comodín de la siguiente forma:  $(_, _, x)$ . Para facilitar esta tarea de escritura y traducción, los docentes de laboratorio habían confeccionado un listado con numerosos ejemplos de traducción. Uno de ellos era la traducción de la definición de la función Factorial que, dado un número, calcula su factorial. Esta función en los teóricos y en los prácticos se escribía de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{fac} &: \text{Int} \rightarrow \text{Int} \\ \text{fac}.0 &\doteq 1 \\ \text{fac}.(n+1) &\doteq (n+1) * \text{fac}.n \end{aligned}$$

mientras que en el laboratorio era preciso escribirla así:

$$\begin{aligned} \text{fac} &:: \text{Int} \rightarrow \text{Int} \\ \text{fac } 0 &= 1 \\ \text{fac } (n + 1) &= (n + 1) * \text{fac } n \end{aligned}$$

#### A.2.4 Definición de funciones recursivas sobre listas e inducción

[Extraído y adaptado de Blanco, Smith & Barsotti (2008)]

Como ya se dijo una *lista* es una colección de valores ordenados, los cuales deben ser todos del mismo tipo. Por ejemplo  $[0, 1, 2, 3]$ ,  $[True, False]$ ,  $[[1, 2], [6]]$  o  $[]$  (lista vacía).

Para hablar de listas en general convencionalmente se utiliza el símbolo  $x$  para indicar un elemento de una lista,  $xs$  para una lista y  $xss$  para una lista de listas, etcétera.

Algunas de las operaciones sobre listas más utilizadas son las siguientes:

- **Agregar por izquierda ( $\triangleright$ ):** Si  $x$  es de tipo  $A$  y  $xs$  es de tipo  $[A]$ , entonces  $x \triangleright xs$  es de tipo  $[A]$  cuyo primer elemento es  $x$  y el resto es  $xs$ . Por ejemplo:  $1 \triangleright [3, 5, 6] = [1, 3, 5, 6]$ . Notar que  $x \triangleright xs$  es una lista que tiene al menos un elemento ( $x$ ), es decir que no es vacía.

- **Concatenar (+):** Este operador toma dos listas del mismo tipo y devuelve una lista del mismo tipo que consiste en las dos anteriores, puestas una inmediatamente después de la otra. Si  $xs$  y  $ys$  son listas del mismo tipo, la concatenación de ambas se denota por  $xs ++ ys$ . Ejemplo:  $[0, 1] ++ [1, 3] = [0, 1, 1, 3]$
- **Longitud o cardinal (#):** Este operador devuelve la longitud de la lista, es decir la cantidad de elementos que la misma contiene. Si  $xs$  es una lista, su longitud se denota  $\#xs$ . Ejemplo:  $\#[5, 2, 3, 9] = 4$ ,  $\#[ ] = 0$
- **Idenxar (.):** Este operador toma una lista y un número natural y devuelve el elemento de la lista que se encuentra en la posición indicada por el número natural. Si  $xs$  es una lista, el elemento que ocupa el lugar  $i$  se denota  $xs.i$ . Tener en cuenta que el primer elemento de la lista ocupa la posición 0 y que  $xs.i$  no está definido cuando  $i > \#xs - 1$ . Ejemplo:  $[2, 4, 6, 8].2 = 6$ ,  $[4, 5].0 = 4$

Para crear funciones nuevas sobre listas la recursividad es la herramienta más natural de la que se hace uso. Cada función tendrá un caso base, que generalmente implicará a la lista vacía ( $[ ]$ ), y un caso inductivo que involucrará a la lista con al menos un elemento ( $x \triangleright xs$ ). El caso inductivo modifica la condición de aplicación de la función eliminando elementos de la lista, de forma que en algún momento la lista queda vacía, con lo que se llega al caso base y la función termina. Para separar la parte de la lista que ya se ha procesado de la parte que queda por procesar se distingue el primer elemento ( $x$ ) al cual se le aplica alguna operación del resto de la lista ( $xs$ ) al cual se le aplica la función nuevamente.

Por ejemplo, la función *negarTodos* que, dada una  $[Bool]$  devuelve la misma lista con todos sus elementos negados se define de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{negarTodos}.[ ] &\doteq [ ] && \text{(caso base)} \\ \text{negarTodos}.(x \triangleright xs) &\doteq \neg x \triangleright (\text{negarTodos}.xs) && \text{(caso inductivo)} \end{aligned}$$

Si se quieren demostrar propiedades de funciones sobre listas se utiliza la inducción matemática. En este caso, la inducción se realiza sobre el largo de la lista. Así que hay que probar que la propiedad vale para el caso base ( $[ ]$ ) y que vale para la lista no vacía ( $[x \triangleright xs]$ ) suponiendo que vale para la lista con un elemento menos ( $xs$ ).

## A.2.5 Clases de laboratorio

## Clase 3

### Recursividad, caso base y caso inductivo

Hasta este momento habíamos visto funciones que llamaban a otras funciones, como por ejemplo *ordenaSiPositivos*, que llamaba a *ambosPositivos* para saber si los números con los que estaba tratando eran positivos o no. Ahora veremos funciones que se llaman a sí mismas, lo cual es un mecanismo muy fuerte y bien conocido llamado recursividad, recurrencia o recursión.

La recursividad es una forma de definir funciones de manera tal que la función se contiene a sí misma en su propia definición. En informática añadimos un requisito más a las funciones recursivas: exigimos a una función recursiva **termine**. Puede suceder que una función recursiva mal definida no termine nunca, sino que caiga en lo que llamamos un bucle infinito. Por ejemplo, la siguiente función:

```
sucesion :: Int -> [Int]
sucesion n | n > 0 = n : sucesion (n+1)
           | n <= 0 = sucesion 1
```

En esta función, si *n* es positivo, se va a aplicar la función *sucesion*, con el efecto de concatenar *n* y aplicar la función *sucesion* con *(n+1)* como argumento. Evidentemente, *(n+1)* también será positivo, así que la función se aplicará infinitamente. Si *n* es negativo o 0, se aplicará *sucesion 1*, como 1 es positivo, entraremos en el mismo bucle que veíamos en el caso anterior.

Para evitar que eso suceda, las funciones recursivas tienen dos partes: el/los caso/s base y el caso recursivo. El **caso base** es el que evita que nos metamos en un bucle infinito, es el caso que hace parar la recursión ya que no llama a la función. El **caso recursivo** es aquél en el que una función se llama a sí misma, y es el que hace que la recursión continúe hasta que se encuentre con el caso base.

Tanto el caso recursivo como el caso base tienen condiciones de aplicación, que son justamente los **casos** (que normalmente obtenemos después de un análisis por casos del problema a solucionar). Para evitar meternos en un bucle infinito, es importante que el caso recursivo

**Tabla de Contenidos** ▲

- Clase 3
- Recursividad, caso base y caso inductivo
  - Definición de factorial
  - Definición de Sucesión de Fibonacci
- Recursividad en listas
  - Aplicar (Map)
  - Acumular (Fold)
  - Seleccionar (Filter)
  - Múltiples casos base
- Ejercicios

Figura 26: Material teórico de la tercer clase de laboratorio.

# B

## BIBLIGRAFÍA

---