



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE QUÍMICA
MAESTRÍA EN QUÍMICA ORIENTACIÓN EDUCACIÓN EN QUÍMICA

Tesis de Maestría

TITULO DE LA TESIS:

ANÁLISIS DE LAS CONCEPCIONES DE CIENCIA QUE SUBYACEN A LOS
PROCESOS EDUCATIVOS EN EL ÁREA CIENTÍFICO – TECNOLÓGICA.

AUTORA: SILVIA LOUREIRO BARRELLA

DIRECTORA DE TESIS: DRA. MARINA MÍGUEZ
DIRECTORA ACADÉMICA: DRA. PATRICIA ESPERÓN

Montevideo, Uruguay
2011

DEDICATORIA

A Lucía, mi diaria inspiración.

AGRADECIMIENTOS

A mi Directora de Tesis, **Dra. Marina Míguez**, por confiar en mí para desarrollar esta línea de investigación, por su dedicación en la corrección de la Tesis y muy especialmente por la sólida amistad que hemos construido desde hace más de 10 años.

A la **Dra. Patricia Esperón**, por haber confiado en este trabajo y aceptar codirigirlo, aportando valiosos saberes y experiencias.

A la **Dra. Mercedes González** por sus acertadas sugerencias y valiosos aportes al corregir el primer informe sobre este trabajo.

A mis compañeros de la UEFI:

-A **Marina Míguez**, por darme el valor para desarrollar esta investigación; por todas las enseñanzas; por el entusiasmo y compromiso puesto en cada nueva tarea emprendida logrando enriquecer a cada uno de los que con ella trabajamos.

-A **Ximena Otegui**, por el cariño brindado en estos 10 años de trabajo juntas, por las enseñanzas y los aprendizajes compartidos, gracias por estar siempre dispuesta a cubrir mis tareas durante la licencia para redactar la Tesis.

-A **Karina Curione**, por todos los aportes brindados desde su área de formación para la redacción de esta tesis y por el diario afecto.

-A **Carolina Crisci**, a **Gimena Castelao** y a **Lucía Blasina** por el apoyo en los análisis estadísticos de este trabajo y por la buena onda que diariamente ponen en su trabajo.

-A **Luciana Chiavone** y a **Valery Buhl** por las palabras de aliento brindadas cada día de encuentro en la UEFI.

-A **Leonardo Botta** y a **Carmela Gómez** por la gran labor administrativa que realizan en la UEFI y por los matecitos compartidos durante buena parte de la redacción de esta tesis.

-A **Patricia Camargo** y a **Ramón Caraballo**, por el trabajo compartido día a día.

A **mis colegas docentes de Secundaria** por su diaria entrega, siempre con el desafío de hacer posible una educación pública digna para todos y todas.

A la **Facultad de Química** por la formación recibida y por seguir creyendo en la importancia de la Investigación Educativa.

A la **Facultad de Ingeniería** que ha brindado apoyo a mi investigación, en particular por la licencia que ha hecho posible la escritura de esta Tesis.

A los **docentes y estudiantes** que me permitieron ingresar a sus clases y que participaron respondiendo los cuestionarios y las entrevistas.

A la **ANII** por el reconocimiento y apoyo que me ha brindado la integración al Sistema Nacional de Investigadores en la categoría candidato a investigador.

A la **CSIC** por financiar en el año 2005 el Proyecto que dio origen a este trabajo de Tesis y por apoyar la Investigación en Educación.

A mis padres, **Susana y Walter**, por confiar en mí y por enseñarme en el día a día, la dignidad del esfuerzo y del trabajo.

A mis hermanos, **Virginia y Marcelo** por el diario afecto y el aliento brindado durante la realización de este trabajo.

A **Fabián**, a mi lado desde hace más de 20 años, por su comprensión y su apoyo incondicional en cada uno de mis emprendimientos.

A mi hija **Lucía**, por la paciencia durante el tiempo de redacción de esta tesis, aceptando postergar juegos y paseos en época de vacaciones. Gracias por su amor y su luz que permiten que cada día sea maravilloso.

A todos y a cada uno que, desde su lugar, me han brindado su apoyo, sobre todo afectivo, sin el cual este trabajo no hubiera sido posible.

Gracias totales...

ÍNDICE

	Pag.
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	IX-X
INTRODUCCIÓN	11-22
CAPÍTULO 1 Marco Teórico	23-73
1.1 Epistemología y Educación Científica	27-28
1.2 Corrientes Filosóficas	28-34
1.3 Corrientes epistemológicas y concepciones de aprendizaje	34-38
1.3.1 Concepciones previas y cambio conceptual	38-53
1.4 Corrientes epistemológicas y posturas didácticas	53-55
1.4.1 Visiones de Ciencia transmitidas en las clases de ciencias	55-61
1.4.2 Concepciones de ciencia y cambio didáctico	61-69
1.5 La Naturaleza de la Ciencia en la enseñanza de las ciencias	69-73
CAPÍTULO 2 Objetivos	74-75
CAPÍTULO 3 Metodología	76-87

CAPÍTULO 4 Resultados y análisis	88-153
4.1 Concepciones epistemológicas emergentes de los cuestionarios	88-137
4.1.1 Cuestionario 1	88-118
4.1.2 Cuestionario 2	119-137
4.2 Concepciones epistemológicas emergentes de entrevistas y grupos de discusión	138-148
4. 3 Concepciones epistemológicas emergentes de las observaciones de clase	149-153
 CAPÍTULO 5 Conclusiones y perspectivas	154-172
5.1 ¿Las concepciones de ciencia y científico que manifiestan los estudiantes de carreras científicas de nuestra Universidad son acordes a las corrientes epistemológicas actuales?	155-158
5.2 ¿Los docentes de ciencias universitarios mantienen concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia acordes a las corrientes epistemológicas actuales?	159-160
5.3 ¿Existe coincidencia entre las concepciones epistemológicas de docentes y estudiantes de ciencias universitarios?	161-163
5.4 ¿Concuerdan las concepciones epistemológicas manifestadas por los docentes con su acción didáctica en el aula?	164-170
Perspectivas	171-172
 BIBLIOGRAFÍA	173-185
 ANEXOS	186-235
Anexo 1- Cuestionario 1	186
Anexo 2- Cuestionario 2	187
Anexo 3- Pauta de entrevistas	188-189
Anexo 4- Guía se observaciones de clase	190-191

Anexo 5- Imágenes representadas por participantes del estudio	192-213
Anexo 6- Fragmentos de entrevistas grupales a docentes	214-225
Anexo 7- Fragmentos de entrevistas y discusiones grupales a estudiantes	226-235

RESUMEN

La presente investigación propone analizar las concepciones de ciencia y de científico que tienen estudiantes y docentes universitarios del Área Científico-Tecnológica de la Universidad de la República.

El interés de la didáctica de las ciencias naturales por las llamadas metaciencias, es decir por la epistemología, la historia de la ciencia y la sociología de la ciencia, proviene de un reconocimiento consensuado de que ellas pueden contribuir de maneras muy diversas y potentes a la enseñanza de las ciencias naturales en las aulas de los distintos niveles educativos. Profundizar en el estudio de las ideas de los docentes y estudiantes permitirá posteriormente reflexionar acerca de ellas, buscando contribuir al desarrollo y a la mejora del aprendizaje de las ciencias en todos los niveles.

El trabajo de investigación se inscribe en una modalidad descriptiva-explicativa con un abordaje cuali - cuantitativo. Se aplican cuestionarios de respuesta cerrada y abierta, se realizan entrevistas y observaciones de clase no participantes.

Dentro de la población objeto de este estudio se encuentran docentes de diferentes grados universitarios y estudiantes tanto ingresantes como avanzados pertenecientes a las Facultades de Ciencias, Ingeniería y Química de la Universidad de la República.

Se analizan los datos a partir de tres dimensiones principales: la imagen de ciencia, la imagen del científico y el conocimiento sobre personalidades vinculadas a la actividad científica de nuestro país.

A través de esta investigación se constata que los estudiantes ingresantes a las Facultades del Área Científico – Tecnológica tienen visiones sobre la ciencia que se alejan de las concepciones actuales sobre la naturaleza de la ciencia afirmando que la ciencia es una actividad neutral y que la experimentación es la base fundamental del conocimiento científico. Muestra también que tanto los estudiantes avanzados como los docentes manifiestan que la ciencia no es una actividad neutra y que no se puede hablar de verdades absolutas ni de métodos únicos.

Sin embargo es a partir de las entrevistas y las observaciones de clases donde se constata que, a pesar de explicitar una visión de ciencia más alineada con las teorías actuales, los docentes transmiten en el aula una concepción de la actividad científica que es contrapuesta a lo manifestado explícitamente.

Los resultados muestran que a través de la enseñanza se está transmitiendo una imagen de ciencia y del trabajo científico que no concuerda con las visiones actuales acerca de la naturaleza de la ciencia. Se presentan las teorías científicas sin ninguna conexión con los problemas que trataban de resolver en el momento de su surgimiento, se promueve una visión inductivista del trabajo científico en la que las observaciones anteceden a las hipótesis teóricas, se transmite una concepción simplista de la experimentación en la que existe una única interpretación posible para los resultados.

Este diagnóstico evidencia la necesidad de la formación epistemológica del profesorado de ciencias y puede brindar nuevas orientaciones curriculares que pongan el conocimiento acerca de la naturaleza de la ciencia en un lugar central de la educación científica general.

INTRODUCCIÓN

La significación y el impacto de la Ciencia en la actualidad son reconocidos en todos los ámbitos y por ello se vuelven cada vez más importante el interés y la necesidad de conocer su naturaleza, sus procedimientos, su alcance y sus limitaciones.

Sin embargo, como señala Macedo (2005), la falta de interés e incluso el rechazo hacia el estudio de las ciencias, asociado al fracaso escolar de un elevado porcentaje de estudiantes, constituye un problema que reviste una especial gravedad, tanto en los países iberoamericanos como desarrollados.

Tal como muestran numerosos trabajos de investigación, las concepciones de los estudiantes acerca de cómo se construye y valida el conocimiento científico son, con frecuencia, inadecuadas. Como afirma Campanario (1999), en la actualidad se reconoce que esas concepciones inadecuadas constituyen un obstáculo serio para el propio aprendizaje de las ciencias.

La tendencia en la enseñanza de las ciencias durante buena parte del siglo XX ha estado centrada en la transmisión de los contenidos curriculares, sobre todo conceptuales, no aportando para el desarrollo de competencias propias de la actividad científica. Como señalan Fernández et al (2002) la enseñanza científica –incluida la universitaria- se ha reducido básicamente a la presentación de conocimientos ya elaborados, sin dar ocasión a los estudiantes de asomarse a las características de la actividad científica. Ello hace que las concepciones de los estudiantes –incluidos los futuros docentes- no lleguen a diferir de lo que suele denominarse una imagen “folk” o “popular” de la ciencia, socialmente aceptada.

Es así que la necesidad de cambiar esa realidad de la educación científica responde no sólo a que los estudiantes no aprenden ciencias y llegan a estudios superiores con muy “mala base”, sino a lograr la llamada “alfabetización científica”.

Esta propuesta de alfabetización científica intenta promover la formación de personas pertenecientes a una Sociedad cada vez más impregnada de Ciencia y Tecnología a fin de mejorar no sólo la comprensión en esas áreas sino formar actitudes críticas frente al desarrollo científico y tecnológico. Dado el amplio espectro que abarcan las ciencias en la vida del ser humano, uno de los principales objetivos de la educación científica debería ser el de impartir un concepto de ciencia que desarrolle actitudes y aptitudes científicas que tengan, entre otras, utilidad para la vida diaria.

La enseñanza de las ciencias debe tener como objetivo acercar la ciencia a todos y no brindar una imagen elitista y selectiva del conocimiento científico y de su aprendizaje. El problema es multifacético, y tratar de solucionarlo implica la consideración de múltiples variables y factores. Es así que, desde la Didáctica de las Ciencias se ha generado una diversidad de metodologías, constructos teóricos y enfoques tendientes solucionar los problemas mencionados.

En este sentido, Hodson (1994), citado en Acevedo (2003), ha subrayado que uno de los objetivos principales de la enseñanza de las ciencias debe ser el aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia, con el fin de desarrollar una mejor comprensión de la misma y sus métodos, así como contribuir a tomar conciencia de las interacciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad.

En los últimos años se ha prestado especial atención desde la Didáctica de las Ciencias a los aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia, poniendo en evidencia que no se trata únicamente de procurar mejorar lo que los docentes y

estudiantes hacen en clase sino que también es necesario cuestionar y modificar sus teorías implícitas acerca de, entre otras, cuál es la naturaleza del conocimiento científico.

Ese interés por la comprensión de la naturaleza de la ciencia ha generado un nuevo campo de investigación didáctica que desarrolla, por ejemplo, las siguientes líneas de investigación: evaluación de las concepciones de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia; la evaluación de la concepciones de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia; las relaciones entre las concepciones de los profesores y su práctica docente en el aula; la elaboración de una nueva *curricula* para la educación científica que involucre estos aspectos, destinada a modificar dichas concepciones. (Acevedo, 2003)

El estudio de las concepciones de los profesores de ciencias cobra así una especial importancia como un primer paso para generar en los propios profesores concepciones y prácticas más adecuadas (Gil, 1993 citado en Mellado, 1996)

Esta atención hacia las concepciones docentes se ve reforzada además porque los estudios sobre las mismas han logrado evidenciar que no hay coincidencia entre lo que plantean las nuevas corrientes epistemológicas y lo que los profesores realizan en el aula. (Fernández et al, 2002)

Del mismo modo que los estudiantes poseen preconcepciones, ideas y comportamientos intuitivos que estarían obstaculizando la incorporación de los conocimientos científicos, también los docentes poseen concepciones acerca de la ciencia que se alejan de la forma como se construyen los conocimientos científicos y de una visión más alineada a las actuales corrientes epistemológicas.

partir de la década de los ochenta comienzan a tomar fuerza las investigaciones que se refieren a la importancia que tienen las concepciones epistemológicas y de aprendizaje de profesores y alumnos en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de ciencia. (Rodríguez, 2005).

Se pueden destacar entre los trabajos que investigan las concepciones epistemológicas de docentes y estudiantes, al de Ruggieri et al (1993), que muestra resultados acerca de la imagen de ciencia de profesores de Física en Italia y en dos países de América Latina (Argentina y Uruguay) y al de Vázquez et al (1999) que trabajó con una muestra de estudiantes de distintos subsistemas educativos analizando sus creencias acerca de las características del conocimiento científico. Lederman (1985, 1992, 1999) ha presentado resultados de varias investigaciones en las que ha podido relacionar las concepciones explicitadas por los docentes con las concepciones explicitadas por los estudiantes y la práctica docente en el aula. En Porlán et al (1998) y en Pomeroy (1993) se presentan los resultados de un estudio en el cual se analizan las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de docentes en formación de Educación Media española y la relación con las concepciones sobre el aprendizaje de las ciencias.

En Lederman (1992) se presenta un análisis exhaustivo acerca de las diversas investigaciones que se vienen realizando en torno a las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia. En este trabajo el autor señala las diferencias tanto en las características de las muestras seleccionadas como en los planteos metodológicos. En ese recorrido Lederman analiza investigaciones de concepciones epistemológicas en poblaciones de estudiantes y de profesores tanto de educación media como universitaria, formados en diferentes disciplinas (sobre todo Biología y Física). Analiza además los diversos abordajes metodológicos, puramente cuantitativos (cuestionarios),

puramente cualitativos (entrevistas) o la combinación de ambos, que han sido desarrollados en los trabajos relevados sobre esta línea de investigación.

De esta revisión surgen, como aportes comunes, que tanto estudiantes como docentes poseen una visión sobre el conocimiento científico que no llega a diferir de la imagen “popular” (socialmente aceptada) de la ciencia. Prevalecen ideas tales como el uso de un método sistemático e infalible para arribar a un conocimiento científico; la representación de una persona dedicada a la ciencia como un hombre que trabaja en solitario, con características singulares; la experimentación como un procedimiento esencial e insustituible en la actividad científica.

Si bien se ha encontrado, en las numerosas investigaciones relevadas, coincidencia en cuanto las creencias sobre la naturaleza de la ciencia tanto en docentes como en estudiantes, no todos los autores coinciden en la correspondencia de esas concepciones con la práctica docente en el aula. Es así que, si bien varios trabajos muestran una correspondencia entre las concepciones de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia y su práctica docente en el aula (Brickhouse, 1990; Ballenilla, 1992); otras investigaciones (Lederman, 1985; Lederman y Zeidler, 1987) no encuentran una relación entre las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia explicitadas por los profesores y su desempeño en el aula.

En lo que hay acuerdo entre los investigadores, es que la posible influencia de las concepciones de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia en la práctica del aula está mediatizada por una serie de complejos factores, tales como las restricciones del currículo, las políticas administrativas, las actitudes de los profesores sobre los estudiantes y el aprendizaje. (Mellado, 1996).

Interesa especialmente para este trabajo el hallazgo presentado por varios autores (Lederman, 1985; Porlán et al, 1998; Fernández et al, 2002) de que esas

visiones de ciencia son transmitidas a través de la enseñanza ya que se plantea como uno de los objetivos de esta investigación analizar las propuestas epistemológicas que subyacen a la acción didáctica en Servicios del Área Científico – Tecnológica.

En acuerdo con lo planteado por Fernández et al (2002), podría decirse que hasta ahora esas concepciones no han impedido que los profesores desarrollen su tarea docente, pero limitar la educación científica a la mera transmisión de conocimientos la convierte en uno de los principales obstáculos para el aprendizaje significativo de las ciencias.

La relación que los profesores tienen con la disciplina que enseñan, no solamente con el conocimiento disciplinar específico, sino también con sus concepciones sobre la naturaleza de ese conocimiento, determinan el tipo de interacciones que se dan en la clase y terminan condicionando la forma en que los alumnos aprenden (Santilli, 2005)

Como afirma Fernández et al (2005), si se quiere cambiar lo que los profesores y los estudiantes hacen en las clases de ciencias es preciso previamente modificar la epistemología de los profesores.

Es en este sentido que existe también una coincidencia casi generalizada entre los investigadores en destacar que la Filosofía de la Ciencia no se incluye en los programas de formación del profesorado de ciencias ni en los planes de estudio de las carreras científicas en la Universidad. (Adúriz-Bravo, 2001; Campanario, 1999; Mellado, 1996)

Como afirma Campanario (1999), *“estos aspectos metacientíficos reciben una atención menor en los planes de estudio y en muchas ocasiones se sacrifican en beneficio de los contenidos “serios”. En la Universidad son raras las asignaturas de*

Historia, Filosofía o Epistemología de la Ciencia y, en el caso de existir, suelen concebirse como un mero complemento cultural que se articula generalmente en forma de asignaturas optativas con poco peso en el plan de estudios” (1999:398)

La situación en el sistema educativo de nuestro país no difiere de la presentada hasta aquí. Ciertas creencias sostenidas por los estudiantes tales como “las ciencias son difíciles y solo la pueden aprender los más capacitados de la clase” o “las ciencias son un conjunto de fórmulas, leyes y teorías que no tienen nada que ver con la vida cotidiana” (Varela, 2004:64) estarían afectando su disposición hacia el aprendizaje de las ciencias.

En la Educación Media el rechazo a seguir estudios científicos se puede asociar con esas ideas y creencias que se forman los estudiantes sobre la ciencia y las carreras científicas. Este hecho puede verse reflejado en las opciones ofrecidas por la Enseñanza Media Superior Pública a nivel nacional. Para el año 2011, se han creado en la Educación Media Superior Pública 308 grupos de Diversificación Humanística, 250 de Diversificación Biológica y 145 de Diversificación Científica (2º año de Bachillerato). Para 3º de Bachillerato se crearon para el 2011, 324 grupos de Opción Social (Humanística y Económica) y 312 entre Opción Físico-Matemática y Opción Ciencias Biológicas. También surge del Censo Universitario, 2007 la diferencia en la preferencia de las carreras humanísticas frente a las científico tecnológicas, siendo que hay 45332 estudiantes cursando en el Área Ciencias Sociales y Humanas y 24061 estudiantes cursando en el Área Científico – Tecnológica. (Universidad de la República, 2007)

En Loureiro, Míguez y Otegui (2001-2002) se presentan los resultados obtenidos del relevamiento y análisis de las ideas sobre la ciencia y el trabajo científico que manifiestan estudiantes y docentes de distintos subsistemas de enseñanza de

nuestro país. En este caso los estudiantes pertenecen todos a la Enseñanza Pública, distinguiéndose entre Enseñanza Secundaria, y Terciaria. Dentro de Secundaria se seleccionaron estudiantes tanto de Ciclo Básico como de Bachillerato, todos de Montevideo y de enseñanza Terciaria se analizaron los datos obtenidos de estudiantes de formación docente tanto en el área de las Ciencias Sociales como Naturales de Centros de Formación Docente del Interior. Este estudio mostró un alto grado de homogeneidad en las respuestas obtenidas a pesar de las diferentes características de las poblaciones objetivo de la investigación. Se constató que prevalecen ideas alineadas con una concepción tradicional acerca de la naturaleza de la ciencia.

Por su parte estudios sobre el fracaso académico y la deserción en los primeros años de las carreras del Área Científico-Tecnológica (CT) de la Universidad de la República (UdelaR) han sido presentados en diversos ámbitos académicos nacionales e internacionales. (Míguez et al, 2009 ; Míguez et al, 2007; Crisci et al, 2006; Coitiño et al, 2007; Leymoníe y Czerwonogora, 2004)

Un estudio en profundidad sobre el rendimiento y el avance en las carreras de Facultad de Ingeniería (FI) es una de las principales líneas de investigación de la Unidad de Enseñanza de Facultad de Ingeniería (UEFI). En los estudios desarrollados sobre esta línea de investigación (Curione, 2010; Míguez, 2008 y Míguez et al, 2005b) se ha logrado confirmar lo que los diagnósticos al ingreso sugieren que muchos de los estudiantes que ingresan lo hacen con un desarrollo de estrategias cognitivas no adecuado a los requerimientos del primer año universitario, una deficitaria o distorsionada formación específica en ciencias, e insuficiente desarrollo de estrategias y disposiciones hacia el aprendizaje significativo.

Curione (2010) señala que *“La mayoría de los estudiantes ingresan a FI con una formación previa caracterizada por importantes carencias conceptuales. Cada año un promedio del 80% de los ingresantes a FI -en más de 10 generaciones diagnosticadas- no alcanza la suficiencia en las pruebas de Matemática, Física, Química aplicadas al ingreso.”* (2010:12)

Sobre las dificultades de los estudiantes universitarios en el desempeño educativo, Míguez (2008), señala que *“Hay numerosas variables que pueden incidir en este fenómeno complejo, las cuales es necesario identificar y analizar desde distintos enfoques complementarios, proponiendo acciones tendientes a solucionar los diversos problemas que acontecen a la educación superior.”* (2008:3)

Con este trabajo de investigación se busca complementar estos estudios relevando las ideas acerca de la ciencia y el trabajo científico que tienen los estudiantes y los docentes del Área CT de la UdelaR, analizando su incidencia en el aula.

Estas indagaciones serían, según los diversos estudios relevados, un buen punto de partida para comprender cómo los estudiantes y docentes de ciencias construyen los conocimientos científicos, reflexionando sobre las visiones acerca de la naturaleza de la ciencia y de la actividad científica que la misma enseñanza está transmitiendo.

Las características más relevantes de las concepciones de los docentes y de sus implicaciones en relación con la enseñanza, que se han puesto de manifiesto en numerosas investigaciones, algunas ya mencionadas, evidencian la necesidad de una formación epistemológica del profesorado.

En el Sistema Educativo uruguayo la formación de los docentes que se desempeñarán en Educación Primaria y Media, si bien es de nivel Terciario no está vinculada con la Universidad.

Los planes de estudio de Formación Docente en Biología, Física y Química, anteriores a 2008, incluían la asignatura Epistemología como curso general con baja carga horaria (2 horas semanales) en el último año de las carreras y generalmente descoordinado de la didáctica específica. A partir del año 2008 se implementa un nuevo plan de estudios para Formación Docente. Este incluye en la *curricula* una asignatura general común a todas las carreras: “Teoría del conocimiento y Epistemología” en el segundo año de su formación. Se explicitan además en los programas de Didáctica, tanto de magisterio como de las asignaturas científicas (Ciencias Biológicas, Física y Química), unidades didácticas que incluyen la temática relacionada con las concepciones de ciencia y su vinculación con la enseñanza y el aprendizaje de cada ciencia específicamente, la contribución de la historia y la epistemología en la enseñanza de cada disciplina, entre otras.

Esto muestra, de alguna forma, el reconocimiento de la importancia de incluir temas vinculados con la naturaleza del conocimiento científico en la formación de los docentes de Educación Primaria y Media. Sin embargo en la formación científica universitaria no se ha logrado incluir estos temas en forma curricular. Si bien en los Servicios del Área CT de la Udelar se ofrecen cursos¹ que se ocupan de la formación en temas vinculados con la Epistemología, la Historia de las Ciencias y la Sociología de las Ciencias, lo hacen como cursos electivos o extracurriculares, lo que implica que no necesariamente llegan a todos los estudiantes que realizan una carrera científica.

¹ Educación Científica y Epistemología en Facultad de Ingeniería; Evolución de las Ideas Científicas, Universidad, Ciencia y Sociedad en Facultad de Ciencias; Historia de la Química e Introducción a la Comunicación Científica en Facultad de Química.

Motiva esta investigación la necesidad de relevar las concepciones sobre la ciencia y el científico que tienen docentes y estudiantes universitarios, especialmente del Área CT de la UdelaR. Se busca con ello un punto de partida para la reflexión en torno a la naturaleza de la ciencia en el entendido, según los numerosos antecedentes encontrados, de que promoverá una mejora en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias en la Universidad.

Estos análisis ayudarán a cuestionar y a trabajar con las concepciones y prácticas asumidas implícitamente como algo natural y, a partir de allí, buscar un cambio didáctico y un cambio conceptual que podría incidir positivamente en la enseñanza y en el aprendizaje de las ciencias respectivamente.

Se plantea como objetivo general de este trabajo contribuir a la mejora de la educación científica en general a partir del análisis de las concepciones sobre la naturaleza del conocimiento científico que tienen docentes y estudiantes universitarios en nuestro país.

Se parte de la hipótesis que estudiantes y docentes de ciencias comparten un conjunto de concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia, reproduciendo en el aula una visión simplista y deformada de la actividad científica.

En síntesis, el origen del problema se sitúa en las críticas actuales a la educación científica procedentes de la investigación en Didáctica de las Ciencias que muestran deficiencias en las creencias y conceptualizaciones tanto de docentes como de estudiantes en las diversas etapas educativas produciendo representaciones deformadas de la actividad científica que no son ajenas a las prácticas educativas en las aulas.

La explicitación de esas concepciones permitiría reflexionar sobre ellas y actuar en procura de un cambio que favorezca la mejora de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias promoviendo la mejora en la calidad de la educación científica universitaria. No se pretende que esta reflexión sea suficiente para orientar adecuadamente la educación en ciencias, pero sí se entiende que es una contribución imprescindible que aporta y se integra con otras líneas de investigación como, por ejemplo, la evaluación de los aprendizajes en ciencias.

Capítulo 1

MARCO TEÓRICO

***“Hacer ciencias requiere la capacidad humana de pensar y comunicar, y un mundo sobre el cual pensar y sobre el cual actuar. Por esto las ciencias son también filosofía y tienen también una dimensión didáctica puesto que se estructuran para poder ser enseñadas”
(Hannaway, 1975 en Izquierdo 1996)***

En los últimos cincuenta años se ha producido una genuina “revolución” a nivel mundial en las formas de concebir y desarrollar la educación científica. Una serie de grandes reformas, inicialmente poco sistemáticas y con escasos fundamentos teóricos, han ido dando lugar al surgimiento de una nueva disciplina académica, la Didáctica de las Ciencias. Tras atravesar etapas de expansión y consolidación, dicha disciplina ha logrado un lugar de reconocimiento en los sistemas educativos. (Adúriz-Bravo, 2007)

En la actualidad la Didáctica de las Ciencias, como campo científico en continua formación, se constituye en un cuerpo coherente de conocimientos que centra su investigación en la problemática relacionada con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, dado que los conocimientos científicos son específicos y por ello no se enseñan ni se aprenden como otros saberes. Como lo expresa Davini (1998), citado en Fiore y Leymonié (2007), *“Se definen las didácticas especiales como campos específicos de las respectivas ciencias, sin relación con un marco de didáctica general cuya propia*

existencia se cuestiona, desde la óptica de que la enseñanza siempre opera sobre contenidos de instrucción especializados.”

La Didáctica de las Ciencias se consolida como área independiente de conocimiento y por tratarse de un campo de estudio complejo, se nutre de diversas disciplinas que aportan conocimientos necesarios para una competencia profesional deseable.

La investigación en Didáctica de las Ciencias ha identificado diversas dificultades en los procesos de aprendizaje de las ciencias, entre ellas la estructura lógica de los contenidos conceptuales, el nivel de exigencia formal de los mismos y la influencia de los conocimientos previos de los estudiantes. Es así que, como disciplina, ha generado una diversidad de metodologías, constructos teóricos y enfoques tendientes a la solución de los problemas que investiga. (Liguori y Noste, 2005)

El aula se configura como una compleja malla de interacciones a diferentes niveles (académico, psicosocial, simbólico, etc.) donde las variables del contexto dan significado a los procesos que acontecen en ella. En este sentido el pensamiento del profesor y en concreto sus teorías, creencias y modelos acerca de la enseñanza, en particular de las ciencias, guían su labor docente y condicionan de manera significativa los acontecimientos en el aula. (Porlán, 2000)

Fiore y Leymonié (2007) señalan que para comprender el hecho educativo hay que considerar todas las dimensiones que se configuran en el aula tomando en cuenta las relaciones entre ellas. Estos autores consideran que durante el desarrollo del trabajo en el aula el docente transita desde lo epistemológico a lo didáctico, pasando por la opción psicológica. Por lo tanto toda teoría sobre el aprendizaje está apoyada en una concepción epistemológica que explica el origen y desarrollo del conocimiento y a su vez las teorías del aprendizaje brindan un soporte psicológico al acto de enseñar.

Son líneas de investigación en el campo de la Didáctica de las Ciencias, entre muchas otras, las concepciones alternativas o ideas previas de los estudiantes, las concepciones de ciencia de docentes y estudiantes, las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), la evaluación en ciencias, el lenguaje de las ciencias, las nuevas tecnologías en la educación científica.

En los últimos años se presta cada vez más atención a factores tales como las concepciones epistemológicas de los docentes y de los estudiantes. Las concepciones epistemológicas se refieren a las ideas acerca de cómo se estructura, cómo evoluciona y cómo se produce el conocimiento científico. (Campanario, 1999)

En numerosos trabajos relevados se han utilizado los términos concepción, creencia, imagen, representación o visión (en inglés conception, belief, image), sin realizar una distinción conceptual. En este trabajo se utiliza fundamentalmente el término “concepción epistemológica” en un sentido amplio, aludiendo al conjunto de suposiciones, ideas o creencias sobre el conocimiento científico y la construcción de ese conocimiento. Estas ideas, que pueden ser analizadas desde una perspectiva filosófica, psicológica o didáctica, afectan a los procesos cognitivos de los individuos y tienen por lo general un carácter implícito.

En relación con los estudios sobre las concepciones de los estudiantes son numerosos los trabajos que sostienen que para enseñar ciencia a los alumnos es necesario partir de las ideas previas que éstos poseen y modificarlas (Pozo et al, 1991; Driver et al, 1994; Carretero, 1997a).

Han surgido así diversos modelos de cambio conceptual y, especialmente, se ha acumulado un gran número de estudios sobre las ideas de los alumnos en los más variados dominios científicos. (Pozo et al, 1992)

Reif y Larkin (1991), citados en Martínez (2004), destacan que el cambio conceptual implica una transformación en las ideas generales sobre el conocimiento (creencias epistemológicas), los objetivos de la ciencia y los procesos del pensamiento que luego permiten definir acciones metacognitivas específicas, asociadas a un dominio. Por lo que el proceso de cambio conceptual puede estar precedido de una redefinición epistemológica y metacognitiva previa, acerca de la naturaleza de qué y cómo se conoce, así como una consecuente autorregulación en función de esas creencias generales.

Dentro de los trabajos sobre las concepciones científicas de los profesores se han diferenciado tres tipos de estudios: 1) los que se centran en las ideas de los profesores acerca del conocimiento científico (naturaleza, estatus, relación con otros conocimientos, modo de producción, etc.); 2) los que se refieren a las creencias relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en el contexto escolar y 3) los que tratan de establecer relaciones entre el conocimiento y su construcción y transmisión en el contexto escolar, es decir aproximarse a la epistemología que sustentan los profesores en sus clases. (Porlán et al, 1998)

Las concepciones sobre la ciencia que tienen docentes y alumnos inciden en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Estas concepciones generalmente son implícitas y por tanto quedan fuera de los esfuerzos conscientes del docente por identificar posibles causas del fracaso estudiantil en el aprendizaje de las ciencias.

De ahí que se reconoce la importancia de hacer explícitas sus concepciones para poder reflexionar sobre ellas y poder emplear esas ideas en el diseño de su tarea docente.

1.1 Epistemología y educación científica

El indudable interés creciente por mejorar la enseñanza de las ciencias genera un incremento en la cantidad, calidad y especificidad en las investigaciones relacionadas. Se incrementa así la búsqueda de estrategias para abordar la enseñanza de las ciencias en todos los niveles de la educación formal. La Epistemología se convierte naturalmente en una herramienta útil y necesaria para el desarrollo de nuevas estrategias. (Paruelo, 2003)

Se entiende a la Epistemología como una metaciencia, es decir como la disciplina científica que tiene por objeto de estudio específico la ciencia en general y cada una de las ciencias en particular. Toma libremente elementos de la Historia, la Sociología y la Psicología de la Ciencia, sin identificarse con ninguna de ellas. Como señala Paruelo “... *es la disciplina en la cual el interés está centrado en el análisis de los supuestos de las teorías científicas o de las formas de validación de las mismas*” (2003:330), es decir su significado se asocia con la Filosofía de la Ciencia.

Moreno (1998), considera que “... *la epistemología, en su versión contemporánea, se propone el estudio de la naturaleza del conocimiento científico y de las circunstancias de su producción*”. (1998:422)

La Didáctica de las Ciencias y la Epistemología desde sus inicios discurrieron por carriles separados. Sin embargo el distanciamiento se ha ido revirtiendo desde inicios de la década del '90. La existencia de relaciones entre la Epistemología y la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia es reconocida, explícita o implícitamente dentro de la comunidad científica que trabaja en el ámbito de la didáctica de las ciencias. Como señala Adúriz-Bravo (2001), el interés de la Didáctica de las Ciencias por la Epistemología, que junto con la Historia de la Ciencia y la Sociología de la Ciencia son llamadas metaciencias, proviene de un reconocimiento consensuado de que ellas pueden

contribuir de maneras muy diversas y potentes a la enseñanza de las ciencias naturales en las aulas de los distintos niveles educativos.

Actualmente se acepta que la epistemología proporciona una reflexión crítica sobre qué es el conocimiento científico y cómo se elabora, lo que permite una mayor comprensión de los alcances y límites de la ciencia como producto y como proceso. Además, humaniza a la ciencia, ofrece herramientas de pensamiento y de discurso riguroso como la argumentación, permite a los docentes de ciencias una mirada más completa de las disciplinas que enseñan y de los vínculos de ellas con otras áreas curriculares, generando ideas, materiales, recursos, enfoques y textos para diseñar una enseñanza de las ciencias más significativa.

1.2 - Corrientes Filosóficas

A lo largo de la historia han imperado diferentes corrientes de pensamiento que han buscado responder a las preguntas: ¿qué es una ciencia?; ¿cómo se genera el conocimiento científico?, siendo objeto de reflexión epistemológica las formas en que se genera, valida, funciona y evoluciona el conocimiento científico.

Ya desde los tiempos de la antigüedad clásica griega era dominante el pensamiento epistemológico realista que concibe el conocimiento como una copia de la realidad. Si bien esta concepción realista – empirista del conocimiento resulta ser una especie de “respuesta espontánea” del hombre ante las preguntas de la naturaleza, ha sido cuestionada desde esa misma época. En el siglo V aC, los escépticos hicieron evidente la imposibilidad lógica de establecer la “verdad” de un conocimiento, ya que la necesaria comparación de ese conocimiento con la parte de la realidad que supuestamente representa implica un nuevo acto de conocimiento, que también tendrá que ponerse a prueba para demostrar su verdad. (Moreno, 1998)

En los siglos XVII y XVIII se consolidan las dos grandes corrientes filosóficas originadas en la antigüedad, las escuelas empirista y racionalista.

Los empiristas como Bacon y posteriormente Hobbes, Hume y Locke, ponen el acento en la justificación del conocimiento a partir de datos suministrados por la experiencia sensible y tratan de establecer un método científico (inductivo y riguroso) apoyado en los datos de esta experiencia.

En el siglo XIX surge con Comte el paradigma positivista, que plantea una visión de la historia de la humanidad en la que ésta progresa a través de varias etapas: el estadio teológico, el metafísico y finalmente el positivo que es la culminación del proceso y se alcanza cuando el pensamiento pudo liberarse de los obstáculos religiosos y metafísicos y contemplar al universo positivamente.

El positivismo ha tenido un papel importante en los primeros años del siglo XX en el llamado Círculo de Viena o neopositivismo lógico resaltando la fundamentación científica del conocimiento y el rechazo a la metafísica o filosofía tradicional como ciencia. Los positivistas lógicos como Carnap proponen que la experiencia observacional tiene una base puramente sensorial. Solamente un enunciado verificado experimentalmente es científico y tiene valor de verdad.

El enfoque tradicional de la enseñanza tiene sus raíces en el paradigma empirista, en la cual la actividad del sujeto que trata de conocer queda subordinada al objeto de su conocimiento y solo puede producir un conocimiento que es reflejo de una realidad externa estructurada.

El dominio de este paradigma durante gran parte del siglo XX provocó que la educación científica promoviera una imagen de la ciencia como cuerpo inalterable de conocimientos preexistentes. En este paradigma el profesor se convierte en transmisor

del conocimiento y el estudiante en un receptor del mismo. Supone que existe una relación mecánica entre transmisión y asimilación. (Moreno, 1998)

La escuela racionalista por el contrario destaca la importancia que la razón y los conceptos creados por la mente tienen en el proceso de formación y fundamentación del conocimiento científico. El creador principal de esta escuela en la época moderna es Descartes.

En el siglo XVIII Kant, con su idealismo trascendental, intenta llegar a una superación o síntesis del enfrentamiento entre las dos corrientes filosóficas, estableciendo que si bien todo conocimiento científico tiene su origen en la experiencia sensible, tiene sin embargo que ser encuadrado en unas estructuras mentales trascendentales y *a priori* para que pueda ser realmente conocido y adquiera el rango de necesidad y universalidad que todo conocimiento científico debe poseer. (Mellado y Carracedo, 1993)

A partir de mediados del siglo XX se supera esa dicotomía entre las corrientes absolutistas, ya sean racionalistas o empiristas, y surge una posición constructivista para la cual el conocimiento es una construcción de la inteligencia humana que va creando estructuras nuevas a partir de los conocimientos que poseen. (Mellado y Carracedo, 1993)

Entre los autores constructivistas, cada uno con ciertos matices, se encuentra a Popper (Falsacionismo), a Lakatos (Programas de investigación científica), a Laudan (Tradiciones de investigación), a Toulmin (Evolucionismo) y a Kuhn (Revolucionismo)

Se han propuesto también teorías relativistas de la Filosofía de la Ciencia que, como el Anarquismo epistemológico de Feyerabend, niegan la existencia de un conocimiento científico universal. Parten de la base que hay diferentes tipos de ciencia y

de conocimiento científico, según las diferentes culturas y los diferentes entornos sociales en los que estas ciencias se desarrollan.

Entre otros, un criterio para establecer una clasificación de las corrientes filosóficas se refiere a la posibilidad de evaluación de las teorías científicas. (Mellado y Carracedo, 1993)

El Falsacionismo de Popper considera que una teoría científica se rechaza por falsación cuando se encuentra un experimento crucial que la contradice. El progreso científico se produciría por el repetido derrocamiento por falsación de las teorías y su reemplazo temporal por otras más satisfactorias; la ciencia crece por sucesivas conjeturas y refutaciones. Popper (1980), propone *“No hay ningún criterio a nuestra disposición que nos permita reconocer la verdad. Pero sí poseemos criterios que, si tenemos suerte, pueden permitirnos reconocer el error y la falsedad. La claridad y la distinción no son criterios de verdad, pero la oscuridad y la confusión pueden indicar el error. Análogamente, la coherencia no basta para establecer la verdad, pero la incoherencia y la inconsistencia permiten establecer la falsedad. Y cuando se los reconoce, nuestros propios errores nos suministran las tenues lucecillas que nos ayudan a salir a tientas de las oscuridades de nuestra caverna.”* (1980)

Lakatos, Laudan, Kuhn y Toulmin consideran que las teorías científicas son entes complejos que no pueden rechazarse por falsación y que no existen los experimentos cruciales.

Para Lakatos, todo programa de investigación científica está constituido por un conjunto organizado de teorías y de reglas metodológicas, establecidas de forma coherente y que permiten el desarrollo de la ciencia. Dentro del programa de investigación puede distinguirse el *núcleo duro*, o parte central, que se caracteriza por se

inmune a la refutación. Existe también el cinturón protector que está constituido por un conjunto de teorías auxiliares y de modelos que protegen al núcleo duro de la falsación y que puede ser modificado en función del desarrollo del programa. El núcleo duro es resistente al cambio, y a lo máximo que se llegaría con la falsación sería a rechazar hipótesis auxiliares que podrían fácilmente sustituirse sin alterar lo esencial. El progreso científico se produciría por competencia entre programas considerando las desventajas de lo viejo y las ventajas de lo nuevo.

En la década del 60 comienza a surgir la obra de Thomas Kuhn quien desarrolla una concepción que cambió la manera de ver la ciencia. En sus obras elabora nuevas categorías de análisis a partir de elementos tomados de la sociología, la pedagogía, la historia y la epistemología. (Fiore y Leymonié, 2007)

Kuhn subrayó la noción de paradigma como un conjunto de creencias, valores y técnicas compartidos por una comunidad científica (Kuhn, 1980)

En el desarrollo de una disciplina existirían períodos de “ciencia normal” en los que domina un determinado paradigma, es un estado de consenso donde hay unanimidad acerca de principios y métodos para resolver los problemas científicos. El cambio de paradigma se produciría en momentos de crisis, más por reconstrucción del campo, que por acumulación o ampliación del antiguo paradigma. Los paradigmas sucesivos son incomparables; el progreso científico existe en el sentido de que los nuevos paradigmas son más precisos y consistentes y tienen más capacidad de resolver los problemas.

“Por consiguiente, demos por sentado que las diferencias entre paradigmas sucesivos son necesarias e irreconciliables, dado que los paradigmas sucesivos nos indican diferentes cosas sobre la población del Universo y sobre el comportamiento de esa población (...) Pero se diferencian en algo más que la sustancia, ya que están

dirigidos no sólo hacia la naturaleza, sino también hacia la ciencia que los produjo. Son la fuente de los métodos, problemas y normas de resolución adoptados por la comunidad científica madura, en cualquier momento dado (...) La tradición científica normal que surge de una revolución es no sólo incompatible sino a menudo realmente incomparable con la que existía anteriormente” (Kuhn, 1980)

La postura de Kuhn es una postura relativista dado que concibe la ciencia en desarrollo dentro de un contexto histórico particular, dentro de un paradigma que sólo se puede entender si uno se ubica en ese paradigma.

Laudan defiende un modelo posibilista para el que la ciencia es una actividad cuyo fin es el de dar respuesta a una serie de problemas planteados. Establece el concepto de tradiciones de investigación como semejante al concepto de programas de investigación de Lakatos o a los paradigmas de Kuhn. Entiende que los cambios ontológicos, axiológicos y metodológicos pueden producirse por separado y en distintos períodos de tiempo. Desarrolla una teoría triádica desde la cual considera la existencia de teorías, métodos y fines. Estos tres elementos están relacionados, pero, a pesar de su relación, pueden producirse cambios en alguno de ellos y mantenerse los otros. (Rodríguez Moneo, 1999)

Toulmin propone el concepto de “ecología intelectual” y establece una analogía entre la evolución biológica y la construcción del conocimiento científico. Las ideas científicas constituyen poblaciones conceptuales en desarrollo histórico y las teorías científicas cambiarían por evolución selectiva de las poblaciones conceptuales. Partiendo de los problemas no resueltos se producirían unas exigencias intelectuales o unas prácticas específicas que llevarían a una presión selectiva sobre las poblaciones conceptuales y finalmente a un desarrollo por innovación y selección. (Mellado y Carracedo, 1993)

En síntesis, las corrientes epistemológicas más recientes destruyen el mito de la estricta racionalidad lógica y empírica de la ciencia, que no sería tan racional ni objetiva como lo habían considerado las corrientes epistemológicas tradicionales.

Esta breve reseña de las principales corrientes epistemológicas muestra que actualmente la ciencia es vista como una materia en continuo proceso de elaboración, que se genera en la medida que trata de dar respuesta a los problemas científicos que la humanidad sucesivamente se plantea, como un crecimiento basado en sucesivas rectificaciones, resultado de la superación de múltiples obstáculos y de rupturas paradigmáticas. Intenta propiciar la comprensión de la Ciencia como una construcción social e histórica, condicionada por el pensamiento dominante de la época, que a menudo se ha generado de manera diversa, sin responder a unas pautas fijas de un supuesto método universal.

Las características de la ciencia configuradas por las diversas corrientes epistemológicas mencionadas, representan distintas posiciones que han contribuido a acotar y precisar aspectos básicos de la ciencia y la metodología científica.

1.3 Corrientes epistemológicas y concepciones de aprendizaje

Las concepciones epistemológicas sobre la ciencia guardan relación con las concepciones sobre cómo se aprende el conocimiento científico.

Relacionadas con el empirismo se encuentran las teorías del aprendizaje por asociación. Esta postura filosófica es tomada en la psicología contemporánea por el Conductismo, que concibe el aprendizaje como un proceso esencialmente asociativo, cuyo modelo de aprendizaje se basa en Estímulo-Respuesta. El aprendizaje es

considerado un proceso universal, pasible de ser reducido a una pocas leyes objetivas que sean capaces de explicar cualquier tipo de aprendizaje. (Míguez y Curione, 2005)

Las teorías asociacionistas sobre el aprendizaje plantean que el conocimiento consiste en un conjunto de relaciones: vínculos entre pares de entidades psíquicas o entre el estímulo externo y una respuesta psíquica interna. El aprendizaje sería un cambio de las fuerzas entre esas relaciones: un aumento de la fuerza de los vínculos correctos y una reducción de la fuerza de los vínculos incorrectos. Se considera al sujeto esencialmente pasivo, que responde a refuerzos positivos y negativos provenientes del ambiente. Por lo tanto debería presentarse de la mejor manera posible la realidad para que sea reproducida por el aprendiz, asumiendo que todo aprendizaje es asociativo.

Si bien en la década del 50 comienza la crisis del Conductismo, estas ideas aún se ven reflejadas en las teorías implícitas o explícitas sobre el aprendizaje y por tanto permanecen en las prácticas de enseñanza y de evaluación.

En oposición a las corrientes empiristas, Kant, con su Crítica a la razón pura ya había planteado que aunque la realidad existe con independencia del sujeto, el conocimiento que éste puede tener de aquélla está mediado por la capacidad cognoscitiva intrínseca del sujeto. En definitiva el conocimiento pasa a ser concebido como resultado inseparable de las experiencias del sujeto y el sujeto deja de ser cognitivamente pasivo frente al objeto de su conocimiento. Esta teoría sentaría las bases filosóficas del constructivismo, corriente epistemológica contemporánea que sostiene que el aprendizaje consiste en construir modelos para interpretar la información que se recibe. (Moreno, 1998)

Los principales aportes a la concepción constructivista del aprendizaje han provenido de las investigaciones de la epistemología genética de Piaget, de la teoría

socio-histórica de Vigotsky y de la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel. (Míguez y Curione, 2005)

Piaget sostiene que lo que un sujeto es capaz de aprender está determinado por el nivel de desarrollo cognitivo alcanzado. Este desarrollo cognitivo sería una sucesión de interacciones entre dos invariantes funcionales denominadas asimilación y acomodación, buscando equilibrios cada vez mayores. En definitiva propone que el aprendizaje es un proceso de reorganización cognitiva, interno, donde las contradicciones son los motores para el aprendizaje y que las relaciones sociales favorecen el aprendizaje en cuanto son las que proporcionan las contradicciones necesarias para buscar el equilibrio.

Piaget propone que es el desarrollo del individuo el proceso esencial y que cada elemento de aprendizaje se produce en ese marco general de desarrollo. Establece que las estructuras que forman la cognición humana se originan a partir de alguna estructura anterior, de modo tal que, a través de diversos procesos de construcción, las estructuras más simples se van incorporando en otras de orden superior. Cada uno de los estadios planteados por este autor está caracterizado por estructuras que permiten organizar los contenidos del conocimiento que el sujeto adquiere a lo largo de su aprendizaje. Los contenidos pueden variar, pero las estructuras se mantienen y son las que dan forma a los contenidos de modo que un sujeto que adquiere un conocimiento se apoya en las estructuras que ya posee, es decir, en sus conocimientos anteriores.

Por su parte, Vigotsky concibe el aprendizaje como una actividad social. El sujeto aprende de forma más eficaz cuando se encuentra en un contexto de colaboración con sus pares. Con trabajos colaborativos entre estudiantes que poseen distintos grados de conocimiento sobre un tema, se establecen mecanismos de carácter social que estarían favoreciendo el aprendizaje. (Pozo, 1989)

A diferencia de Piaget, Vigotsky considera que el conocimiento es social en su origen (interpersonal) y luego pasa a ser individual (intrapersonal). En cada contexto sociocultural, los niños participan tanto en los intercambios educativos formales como en otros de naturaleza informal, que dan origen a su funcionamiento adaptativo en ese contexto. A través de procesos recíprocos de interacción social, los niños desarrollan un sistema de representaciones cognitivas como esquemas interpretativos y se comprometen con el sistema de valores culturales. Este proceso de socialización incluye, por lo tanto, la adquisición y el uso del conocimiento, formas de representarlo y modos de pensar y razonar con él. (Carretero, 1997b)

Vigotsky distingue los procesos psicológicos elementales, compartidos con otras especies, y procesos psicológicos superiores específicamente humanos. Los procesos psicológicos superiores se originan en la vida social, dentro de las propias reglas de ese marco social y están por lo tanto regulados conscientemente por instrumentos de mediación. Para este autor la escuela es el espacio social y cultural por excelencia donde se desarrollan y adquieren con mayor complejidad los procesos psicológicos superiores.

En cada contexto sociocultural, los niños participan tanto en intercambios educativos formales como en otros de naturaleza informal, que dan origen a su funcionamiento adaptativo en ese contexto. A través de procesos recíprocos de interacción social, los niños desarrollan un sistema de representaciones cognitivas como esquemas interpretativos y se comprometen con el sistema de valores culturales y los conjuntos de normas de conducta favorecidos por su contexto sociocultural. Este proceso de socialización incluye, por lo tanto, la adquisición y el uso del conocimiento, formas de representarlo y modos de pensar y razonar con él. (Vigotsky, 1978)

A partir de estas teorías se asume que el sujeto que aprende juega un papel activo en el proceso de aprender. Sin embargo, no cualquier elemento, información o

práctica establece relaciones y se integran a la estructura interna del sujeto, sino aquellos que tienen un valor significativo dentro de su estructura cognitiva.

Fue Ausubel quien en 1963 propone la teoría del aprendizaje significativo. Su propuesta no se limita a una teoría del aprendizaje sino que intentó formular un modelo de enseñanza. Elaboró una teoría centrada en el contexto educativo que se ocupa en especial de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de los conceptos científicos a partir de los conceptos que el alumno ya ha formado en su vida cotidiana.

Desde su punto de vista el aprendizaje tiene que ver con la incorporación a la estructura cognitiva del alumno de un cuerpo de conocimientos organizados, siendo necesarias una serie de condiciones para que ese aprendizaje sea significativo. Una de las condiciones más importante es la que exige que dicho aprendizaje pueda relacionarse de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno ya sabe. Son entonces las ideas previas las que determinarían en gran parte la posibilidad de adquisición de nuevos aprendizajes.

1.3.1 - Concepciones previas y cambio conceptual

Las investigaciones sobre los procesos de razonamiento humano desarrolladas en las décadas de los 70 y 80 revelan la importancia del contenido específico sobre el cual el individuo razona y del conocimiento previo que tenga de ello. El auge de la perspectiva constructivista del aprendizaje en el que se enmarcan dichas investigaciones ha contribuido a consolidar un campo de investigación, que continúa proliferando, sobre las ideas de los alumnos (Carretero, 1997a).

Una de las ideas centrales de la investigación sobre el aprendizaje en contextos educativos es sin duda la importancia de los conocimientos previos de la persona que aprende y su influencia tanto sobre los resultados del aprendizaje como sobre los procesos de instrucción mediante los que éste debe ser promovido. (Pozo et al, 1992)

En la literatura especializada se ha encontrado el uso de distintos términos para referirse al conocimiento cotidiano. Algunas denominaciones son consideradas equivalentes tales como ideas previas, conocimiento intuitivo, conocimiento cotidiano, concepciones previas, concepciones alternativas y teorías implícitas. (Mazzitelli y Aparicio, 2010)

Siguiendo el planteo de Rodríguez Moneo (1999) se utilizará dentro de este trabajo indistintamente los términos conocimiento previo y concepciones alternativas. *“Se hablará de conocimiento previo para resaltar la existencia antes del proceso de cambio conceptual y de concepciones alternativas porque expresa las características del conocimiento que surge de la experiencia de los sujetos”.* (1999:23)

Profundizando en el término “concepción”, mencionado anteriormente, se entiende que está indicando cómo el sujeto construye una representación mental del mundo que le permite entender el entorno y actuar de forma apropiada. Por otra parte el adjetivo alternativa establece una distinción con las concepciones científicas. No es algo erróneo que deba sustituirse rápidamente sino que se trata de un tipo de conocimiento que el sujeto construye y le es útil. (Rodríguez Moneo, 1999)

Muchas de las concepciones de los estudiantes están basadas en su percepción y experiencia cotidiana y comparten ciertos aspectos: son específicas del dominio y dependen de la tarea utilizada para identificarlas, no son fáciles de identificar porque forman parte del conocimiento implícito del sujeto y son construcciones

personales a pesar de que se ha encontrado cierto grado de similitud entre las representaciones de sujetos de distintos contextos. Además estas ideas no tienen el mismo nivel de especificidad por lo que las dificultades de comprensión que ocasionan a los estudiantes no son de igual importancia. Con frecuencia son muy resistentes y consecuentemente difíciles de modificar. (Pozo et al, 1992; Rodríguez Moneo, 1999; Carretero, 1997a)

Pozo et al (1991) proponen tres posibles orígenes que estarían provocando la existencia de estas concepciones acerca de los hechos científicos que no se dan aisladamente: el origen sensorial, el origen social y el origen analógico.

El origen sensorial, provocaría que se formen en el individuo concepciones espontáneas en el intento de dar significado a las actividades cotidianas, concepciones que basarían esencialmente en el uso de reglas de inferencia causal aplicadas a datos obtenidos mediante procesos sensoriales y perceptivos.

El origen social, explica que estas concepciones no estarían dentro del alumno sino que se originarían en su entorno. La cultura es entre muchas cosas un conjunto de creencias compartidas por los grupos sociales, de modo que la educación y la socialización son vehículos para generar esas ideas. Entre las fuentes socioculturales del conocimiento se encuentran la familia, el sistema educativo y los medios de comunicación.

El origen analógico, ya que a pesar de la coexistencia de infinidad de concepciones alternativas, el alumno puede carecer de ideas específicas sobre un determinado campo de conocimiento por lo que se vería obligado a activar por analogía una concepción potencialmente útil para dar significado a ese dominio. De esta forma, la

comprensión debe basarse en la formación de analogías, ya sea generadas por los propios alumnos o sugeridas a través de la enseñanza.

En las últimas décadas han existido dos enfoques dominantes en el estudio de las concepciones previas de las personas con respecto a la ciencia. Esos enfoques serían la teoría piagetiana de las operaciones formales y el más reciente enfoque de las ideas previas o concepciones alternativas de los alumnos sobre los fenómenos científicos. Aunque ambos enfoques coinciden en algunos supuestos básicos (constructivismo, aprendizaje a partir de los conocimientos previos, etc.) difieren en otra serie de supuestos igualmente importantes tanto desde el punto de vista psicológico como educacional (Pozo et al, 1992)

Desde la perspectiva piagetiana se aborda la existencia y evolución de las concepciones como un índice del desarrollo intelectual de naturaleza general o, lo que es lo mismo, como una manifestación del nivel evolutivo en el que se encuentran los sujetos. Los estadios evolutivos descritos por Piaget reflejan las capacidades intelectuales generales que determinarán las interpretaciones de los sujetos sobre los distintos ámbitos de la realidad. En consecuencia, las concepciones de los sujetos son un reflejo de su momento evolutivo. (Rodríguez Moneo, 1999)

Piaget suponía que las concepciones o conocimientos contruidos por los individuos dependen de estructuras lógicas más generales que producen un alto grado de homogeneidad en las ideas mantenidas por los alumnos en diversos dominios o situaciones. Las representaciones y las acciones de las personas en relación con los fenómenos científicos estarían determinadas por ciertas estructuras lógicas generales cuyo desarrollo haría posible niveles más complejos de pensamiento científico. Esos cambios estructurales darían lugar a la aparición de diversos estadios, caracterizados por la realización de operaciones cognitivas cualitativamente distintas. El cambio

estructural sería por tanto general, ajeno a los contenidos específicos, especialmente tras el acceso a las llamadas operaciones formales. En el ámbito educativo, se trataría que la enseñanza de la ciencia fomentara el cambio estructural, facilitando el acceso al estadio de las operaciones formales.

En cambio, los estudios más recientes basados en el enfoque de las concepciones alternativas tienen una orientación esencialmente conceptual. En lugar de las estructuras generales de Piaget, se centran en la comprensión de nociones científicas específicas, observando que los alumnos poseen sus propios conceptos sobre los fenómenos científicos. Estos conocimientos, previos a la instrucción, suelen ser contrarios a la ciencia que se pretende enseñar a los alumnos, siendo además muy resistentes al cambio. Este enfoque se centra en la adquisición de unidades específicas de conocimiento y propone que el sujeto es cognitivamente heterogéneo. Por ello los modelos de enseñanza se orientan a promover el cambio conceptual en áreas específicas del conocimiento en lugar de buscar cambios estructurales generales.

Un nuevo enfoque propone estudiar los conocimientos previos de las personas en diversos dominios como si constituyeran “miniteorías” o “teorías personales” en esas áreas. Esas teorías, denominadas *teorías implícitas* (TI), tendrán características representacionales y de aprendizaje que las diferenciarían tanto de las estructuras lógicas como de los conocimientos específicos. (Pozo et al, 1992)

Se utiliza el término “teoría” para referirse a los sistemas informacionales con cierto grado de consistencia, que tienen funciones explicativas y hasta predictivas de los fenómenos. Las TI se caracterizan por ser implícitas, de carácter adaptativo, se producen personalmente y responden a las demandas de los escenarios concretos donde se producen.

Para el enfoque psicológico cognitivo, el estudio del conocimiento previo se centra fundamentalmente en su oposición y relación con el conocimiento científico.

Como señala Rodrigo (1985) *“tanto las teorías científicas como las intuitivas están constituidas por un conjunto de conceptos y de eslabones que establecen relaciones entre éstos. Asimismo, ambas comparten funciones interpretativas; una vez reunidos los datos se elaboran explicaciones causales basadas en los postulados teóricos; o bien permiten establecer predicciones sobre sucesos futuros; por último incluyen “rutinas operatorias” sobre el modo correcto de actuar”* (1985:146)

Si bien comparten algunos rasgos generales, se encuentran algunas distinciones entre las TI y las teorías científicas (TC).

A diferencia de las TC, las TI presentan una orientación principalmente declarativa, pragmática, ya que su función es resolver problemas planteados en el trato cotidiano con los objetos y su eficacia es a corto plazo. En este sentido, el éxito en su aplicación a los problemas predomina claramente sobre las condiciones de verdad de las afirmaciones, no existiendo intentos de refutación. Por el contrario en la práctica científica se incluye la argumentación y puesta a prueba de las hipótesis.

Además las TI involucran algún tipo de consistencia o articulación entre las afirmaciones, lo que hace posible su poder explicativo y la predicción de fenómenos. Sin embargo esa articulación es mucho menos sistemática que en las teorías científicas, y justamente por ser implícitas no se dispone de intervenciones dirigidas a evitar las inconsistencias conceptuales.

Por tanto, las TI son características de los sujetos novatos en un área y difieren de las teorías científicas en su naturaleza y en su organización. Aunque se trata de dos tipos de teorías diferenciados, en la práctica pueden coexistir en un mismo sujeto o pueden existir teorías que compartan rasgos de ambas, dependiendo del nivel de pericia o experticia de la persona que la sostenga. (Pozo et al, 1992)

De esta forma el desarrollo cognitivo y el aprendizaje científico pueden concebirse al menos en parte como un proceso de cambio de las teorías personales implícitas por otras teorías explícitas y científicas. Ese proceso sería posible gracias a la instrucción, que proporcionaría no sólo nuevos conceptos sino una nueva forma de entender el mundo, apoyada en la toma de conciencia de la propia actividad mental (Vigotsky 1934, citado en Pozo et al, 1992)

De todas formas la enseñanza de las TC no equivale a la sustitución de las TI sino más bien a su reorganización. Por ser apropiadas para la resolución de problemas de la vida cotidiana, las TI serán activadas cada vez que sean requeridas por las demandas específicas de dichos escenarios. Es decir, cada tipo contextual dará lugar a la utilización de los conocimientos científicos o los conocimientos cotidianos o implícitos según sea el caso.

Desde una perspectiva psicosocial, el estudio del conocimiento previo o concepciones alternativas es abordado desde la Teoría de las Representaciones Sociales (RS) Desde esta concepción el interés está en estudiar la génesis de las representaciones sociales y sus consecuencias prácticas en la vida cotidiana.

La teoría de las RS propone nuevas discusiones acerca de cómo la realidad es construida por los sujetos, cómo se vulgariza el conocimiento científico y cuál es el papel de la sociedad en la construcción del conocimiento de los individuos. (Mazzitelli y Aparicio, 2010)

Las RS son una manera de interpretar y de pensar nuestra realidad cotidiana, que es representada y apropiada por el sujeto, que la reconstruye en su sistema cognitivo según el sistema de valores del contexto social donde está inserto. (Moscovici, 1986)

De esta manera las representaciones tiene un componente cognitivo, ya que supone un sujeto activo y una actividad psicológica guiada por los procesos cognitivo, y un componente social. Ese componente social implica la intervención de un contexto concreto en el que se sitúan los individuos y los grupos, la comunicación que se establece entre ellos, el bagaje cultural que proporciona los códigos y los valores relacionados con sus pertenencias sociales específicas. La puesta en práctica de los procesos cognitivos está regulada por las condiciones sociales existentes. (Jodelet, 1986)

La elaboración de las RS se lleva a cabo en la comunicación y en la interacción social, mediante dos mecanismos: la objetivación y el anclaje. La objetivación consiste en una selección del objeto, conformando un núcleo figurativo, que concretiza los aspectos conceptuales de un saber, para luego convertirlos en “lo real” para el grupo. El anclaje permite que aquellos aspectos inesperados o sin sentido, se inscriban en el conjunto de creencias y valores sociales preexistentes, otorgándoles algún significado. (Castorina, 2005)

Así, para cumplir con la finalidad de las RS de hacer familiar lo extraño es necesario poder hacerlo propio, internalizarlo. El anclaje permite ubicar la novedad dentro de lo familiar y poder explicarlo de una forma accesible al aproximarlos a lo que ya conocemos.

Para que aparezca una representación son necesarias tres condiciones:

- *dispersión de la información*: los sujetos no pueden tener acceso a toda la información necesaria para conocer el objeto de la representación;
- *focalización*: refiere a la posición específica que tiene el grupo social en relación con el objeto de la representación, lo que hace que se focalicen en ciertos aspectos y en otros no, impidiendo que tengan una visión global de dicho objeto;
- *presión a la inferencia*: el objeto de la representación no se conoce totalmente y el sujeto se siente presionado en asumir un comportamiento y un discurso acerca de este objeto por lo que adhieren a las opiniones dominantes de su grupo de pertenencia.

Las RS se caracterizan por ser implícitas, de sentido común, episódicas y resistentes al cambio. Permiten integrar lo nuevo a un sistema de creencias, hacer que lo extraño resulte familiar (carácter adaptativo); permiten describir y explicar la realidad y comunicarla.

Como se mencionó las RS constituyen un todo estructurado compuesto por un conjunto de informaciones, creencias, opiniones y actitudes con relación a un objeto. Por tanto es necesario identificar el contenido y la estructura de estos elementos, dado que están organizados alrededor de un núcleo central conformado por algunos elementos que otorgan una significación particular a la representación.

Tanto las concepciones alternativas como las RS comparten el carácter implícito, ambas tratan de un conocimiento de sentido común, episódico y resistente al cambio. Además no son ideas aisladas sino estructuradas, son compartidas por grupos sociales y tienen un carácter adaptativo, permitiendo la descripción y explicitación de nuestra realidad.

Sobre el fundamento de la existencia en los estudiantes de concepciones alternativas acerca de los fenómenos científicos se han propuesto teorías que conciben el aprendizaje de conceptos científicos como un proceso de **cambio conceptual** o de transformación de esas concepciones alternativas en conceptos científicos.

Con el término cambio conceptual se hace alusión tanto al resultado como al proceso de transformación de las concepciones de los individuos y desde una perspectiva aplicada a la educación, uno de los objetivos centrales consiste en cambiar las estructuras de conocimiento con que los alumnos llegan a clase; cambiar las concepciones previas superficiales por nociones más académicas y profundas. (Rodríguez Moneo, 1999)

Cuando se aborda el estudio del cambio conceptual, su naturaleza, sus características y en particular, cuáles son los mecanismos que lo facilitan u obstaculizan, se debe hacer mención al estudio sobre los conocimientos previos. Si bien son esos conocimientos los que experimentan cambios y redefinen las concepciones que posee el sujeto, pueden ser también el principal obstáculo para que se produzca el cambio conceptual.

En el análisis del cambio de los conocimientos previos existen diversas posiciones teóricas, algunas inspiradas en las ideas de la Filosofía de la Ciencia y del cambio paradigmático que plantean la sustitución de teorías básicamente a partir del conflicto cognitivo. Otros estudios se apoyan en los trabajos de Piaget acerca de los mecanismos de la asimilación, la acomodación y el equilibrio para explicar los cambios estructurales. Las investigaciones desde la psicología instruccional y la enseñanza de las ciencias, hacen hincapié en el tipo de estrategia didáctica o en los estudios sobre la pericia y el paso de novatos a expertos en dominios específicos del conocimiento. (Martínez, 2004)

Castorina (2005), al hablar de cambio se refiere a la renovación o invención social de las RS. En unos casos las RS se originan a partir de otras o emergen a través de la comunicación de una nueva teoría científica. Este autor distingue tres modos diferentes de producción de las RS que determinan sus distintas duraciones en el tiempo y por lo tanto sus posibilidades de cambio.

El primero de esos modos de producción se refiere a la divulgación de los avances científicos en la comunidad leiga, por lo cual los conocimientos disponibles en la comunidad no permiten asimilar la novedad del saber académico, dando lugar a una transformación de la teoría científica por los procesos de objetivación y anclaje.

El segundo modo de producción se refiere a las RS construidas a través de la historia de las prácticas sociales que proporcionan a los sujetos identidad social propia de una comunidad específica. Son más estables y su cambio es gradual.

El tercero se refiere a las RS que surgen por la confrontación social entre los grupos sobre aspectos conflictivos de la vida social. Son compartidos por grupos pequeños por lo que son menos estables.

Otro tipo de cambio que menciona Castorina es el que se produce durante los procesos de enseñanza en contextos didácticos donde se requiere una ruptura a realizar por los alumnos con sus representaciones.

Existen diferentes modelos de cambio conceptual: modelos fríos de cambio conceptual y modelos calientes de cambio conceptual. Desde los primeros se consideran los factores lógicos y racionales, mientras que los modelos calientes además de estos factores añaden los motivacionales en el proceso de cambio conceptual.

Dentro de los modelos fríos de cambio conceptual se encuentra el modelo clásico de Posner y Strike. Según este modelo, los sujetos disponen inicialmente de un paradigma al que asimilan los fenómenos. En determinado momento, dicho paradigma se

vuelve incapaz de asimilar nueva información, por tanto ante nuevos fenómenos que no pueden ser interpretables con el paradigma previo del sujeto se produce una reorganización del paradigma (acomodación). El proceso pasa entonces por la fase de asimilación y la de acomodación. (Rodríguez Moneo, 1999)

Los aportes epistemológicos sobre la ciencia facilitan la comprensión sobre cómo se elabora el conocimiento científico por parte del alumno y cómo se promueve en él el cambio conceptual.

Así como en la ciencia la elaboración de nuevos conocimientos se da en función de las estructuras ya existentes y en sus modificaciones, la elaboración del conocimiento nuevo en el alumno será reacomodando sus ideas previas e integrando las nuevas ideas en sus estructuras cognitivas. Este cambio conceptual no es posible lograrlo si se considera, desde el punto de vista empírico, que el conocimiento surge de la observación y experimentación en forma neutra sin considerar la contextualización y relativización de dichas actividades.

Se presenta a continuación un esquema (figura 1) mostrando las analogías entre las escuelas constructivistas de la filosofía de la ciencia y el aprendizaje de los estudiantes propuesta por Mellado y Carracedo (1993)

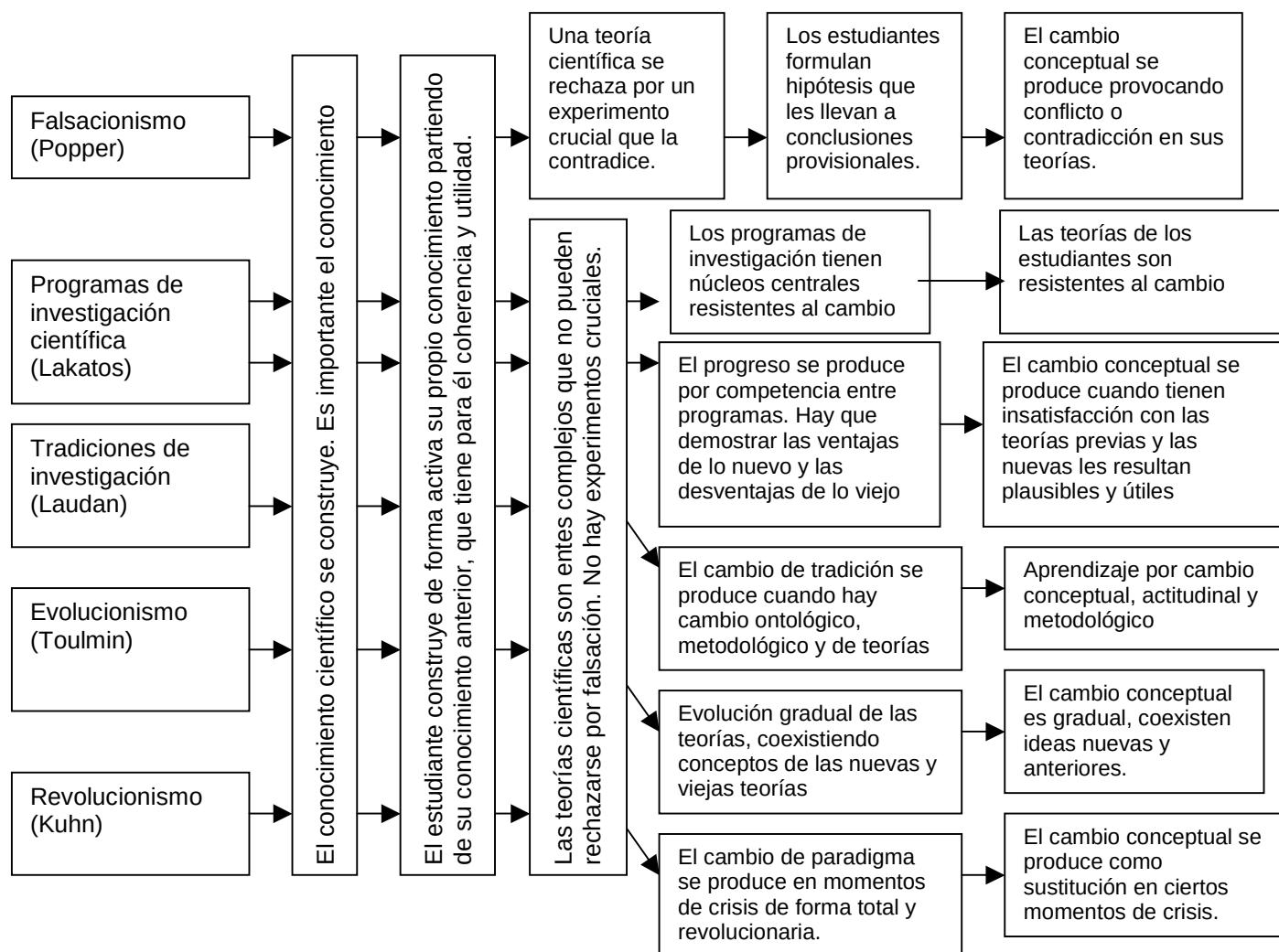


Figura 1- Analogía entre las ideas de las escuelas constructivistas y la construcción del aprendizaje y cambio conceptual. Adaptado de Mellado y Carracedo (1993)

Aparte de las ideas previas y de cómo éstas se estructuran, otro aspecto de interés al hablar del proceso de cambio conceptual es el relacionado con el contexto de adquisición de las diversas concepciones.

El interés en torno a la importancia del contexto en el proceso de aprendizaje, ha hecho que desarrollen modelos sobre el cambio conceptual desde los que se explica el cambio a través del contexto: se considera que toda cognición está situada en un contexto y éste la determina. (Linder 1993, citado en Rodríguez Moneo, 1999)

El modelo contextualista o situado sobre el cambio conceptual se inspira en la propuesta teórica de Vigotsky. Este modelo, que enfatiza la importancia del contexto sociocultural sobre la construcción de las concepciones plantea que la adquisición y el uso del conocimiento depende del contexto y se explica en función de éste. La importancia concedida al contexto contribuye a tener en cuenta el uso del conocimiento y, por tanto, elementos más procedimentales descuidados en el modelo clásico descrito anteriormente. (Míguez y Curione, 2005)

En este sentido, Pozo et al (1992), plantean que el conocimiento cotidiano responde a explicaciones lineales causa-efecto mientras que el conocimiento científico responde a esquemas de interacción, señalando la existencia de diferencias entre las teorías implícitas y las científicas. Por ello, aunque se adquiriera una concepción científica determinada, se indica que las concepciones intuitivas o personales pueden coexistir junto a las concepciones científicas, activándose la explicación del fenómeno –la teoría– en función del contexto.

Es así que es necesario considerar las relaciones entre el conocimiento escolar y el conocimiento cotidiano, y sus contextos de uso; es más, siendo necesario realizar una triple distinción entre problemas científicos, cotidianos y escolares, de manera que se destaca la importancia de analizar el papel de las variables contextuales en el estudio del cambio conceptual.

Por su parte Caravita y Halldén (1994), citados en Martínez, (2004), señalan que habría que conseguir que el alumno conservara múltiples representaciones mentales y que discriminara el contexto en el que cada una de ellas resulta aplicable. De acuerdo con este planteamiento acerca de las múltiples representaciones esa pluralidad se produce en un doble sentido: a) representaciones ‘intrasujeto’, referidas a las diversas formas de pensar que exhibe un sujeto ante una misma tarea y b) representaciones

‘intersujeto’, asociadas a las representaciones que se hace el sujeto del pensamiento de los otros. Estos autores definen a esta doble dimensión como el fenómeno de la ‘variabilidad cognitiva’ que podría muy bien explicar las diversas representaciones que activan los sujetos en función del contexto.

En estos modelos, no se pone el énfasis en cambiar las ideas previas, sino en potenciar las capacidades de los sujetos para distinguir las distintas concepciones y la manera más correcta de aplicarlas en diversos contextos.

Se asume en este trabajo que las creencias epistemológicas son un conjunto de suposiciones que afectan a los procesos cognitivos, ya que serían el marco general que filtra o tamiza la acción mental del sujeto.

En este sentido, se comparte la idea de Martínez (2004) acerca de que las creencias epistemológicas surgen como una estructura más en el desarrollo cognitivo, que, desde un marco epistemológico constituyen las creencias generales a un nivel superior e independiente de los procesos cognitivos. Por otra parte, puede que se trate de un elemento que potencie la acción de los procesos metacognitivos, es decir, de la activación del pensamiento sobre cómo y por qué pensamos, cómo creemos en algo y autorregulamos la acción. Si dichos procesos forman parte de las creencias epistemológicas, es probable que permitan la toma de conciencia acerca de cómo se conoce y se estructura la información percibida, y que ello incida en la adquisición, revisión y/o reestructuración de las concepciones o teorías específicas. Así, las creencias epistemológicas ejercerían una influencia determinante sobre los procesos cognitivos del sujeto.

Se considera que las concepciones epistemológicas, al igual que las representaciones sociales, tienen además de una componente cognitiva, una componente social. Esa componente social implica la influencia de un contexto concreto en el que se sitúan los individuos y los grupos.

La visión acabada y dogmática que poseen los estudiantes sobre el conocimiento científico no sería, por tanto, casual. Tanto en los medios de comunicación, como en los libros de texto además de las formas en que se enseñan la ciencias subyace con frecuencia dicha visión.

1.4 Corrientes epistemológicas y posturas didácticas

Como se ha señalado anteriormente al comienzo de este capítulo las distintas corrientes epistemológicas interpretan de diferentes formas cómo se desarrolla y cambia el conocimiento científico. De la misma forma los modelos didácticos que en ellas se apoyan, conciben de modos diferentes los procesos de aprendizaje de las personas. Se pueden establecer relaciones entre las posturas epistemológicas y las posturas didácticas que se suelen asumir entre los docentes. (Fiore y Leymonié, 2007)

El modelo de enseñanza por transmisión de conocimientos científicos considerados verdaderos, se basa en los principios básicos del realismo ingenuo, es decir, el mundo que percibimos es el mundo tal como es. El conocimiento verdadero es el conocimiento que corresponde con el mundo tal como es y la tarea del educador es la transmisión directa de un cuerpo de conocimientos que el alumno recibe. El rol del estudiante desde este modelo es esencialmente pasivo.

Esta concepción de ciencia, entendida como un cuerpo de conocimientos acabado, se corresponde con un diseño curricular basado en una secuencia de contenidos conceptuales definitivos, de verdades incuestionables, organizados según la

lógica de la disciplina, y transmitidos por un docente dueño de la verdad. En consecuencia el conocimiento es un producto individual de ciertos elegidos y la ciencia se traduce en un cuerpo de conocimientos para pocos.

Cuando la enseñanza por transmisión verbal comienza a cuestionarse, se propone una nueva metodología basada en una concepción epistemológica de la ciencia empírico-inductivista en donde la observación de los fenómenos es el punto de partida para el conocimiento. Dicha metodología se basa en el aprendizaje por descubrimiento. (Campanario y Moya, 1999)

La experimentación tiene un lugar de privilegio y el aprendizaje se basa en habilidades y procedimientos. La actividad se basa en la aplicación del método científico más que en el contenido de los problemas que se abordan. Se utiliza el laboratorio como lugar ideal donde realizar diversas actividades experimentales cuyos resultados permitirán inducir teorías. El docente orienta y guía las experiencias pero no da explicación de los hechos observados, no conceptualiza los conflictos sino que deben ser los alumnos quienes elaboren las teorías que les ayuden a resolverlos. Se valorizan los procesos de los alumnos por encima de los contenidos y el docente es la guía que supervisa la experimentación que realizan los estudiantes.

Si bien esta metodología no se sustenta en la actualidad, sigue teniendo impacto en muchas prácticas educativas. Debe mencionarse también que el pasaje de la metodología de transmisión de conocimiento al aprendizaje por descubrimiento tuvo como principal consecuencia mostrar que el estudiante, en tanto sujeto que aprende, es fundamental en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. (Barrios, 2000)

Ninguna de las dos estrategias mencionadas logró superar la dificultad en la comprensión de conocimientos científicos por parte de los estudiantes. En

contrapartida surge una metodología que traduce la idea de ciencia como actitud del sujeto y como producto social del hombre. Se basa en la construcción del aprendizaje. Los protagonistas son los docentes, los alumnos y el objeto del conocimiento. Esta metodología apunta a trabajar en función de las ideas previas a través de situaciones problemáticas que logren un cambio conceptual, pretendiendo lograr un aprendizaje significativo.

Se basa en la construcción del conocimiento por parte de los alumnos y es fundamentada por las corrientes epistemológicas constructivistas, dentro de las cuales encontramos, como ya se ha mencionado en el ítem 1.2, a Kuhn, Lakatos, Toulmin, Laudan entre sus principales autores.

Tanto la enseñanza por transmisión como por descubrimiento autónomo han sido rechazadas por la mayoría de las corrientes filosóficas contemporáneas, aunque aún encuentran aceptación como modelo didáctico que es transmitido implícitamente en las aulas.

Se ha mostrado a través de numerosas investigaciones que la enseñanza transmite visiones de la ciencia que se alejan notoriamente de la forma como se construyen los conocimientos científicos. (Fernández et al, 2005)

1.4.1 Visiones de Ciencia transmitidas en las clases de ciencias

Numerosos trabajos que han relevado las concepciones de docentes demuestran que las ideas sobre el conocimiento científico más frecuentes en el profesorado influyen en la forma en que se enseñan ciencias (Lederman, 1985; Lederman y Zeidler, 1987; Lederman, 1992; Mellado, 1996; Porlán et al, 1997 y 1998; Fernández et al, 2002)

La mayoría de estos trabajos hacen referencia a las creencias explícitas de los profesores en torno a cuestiones tales como la naturaleza de las ciencias, procesos científicos, estatus del conocimiento científico, etc. Estas declaraciones se obtienen sobre todo a partir de cuestionarios con preguntas cerradas y abiertas. Este tipo de estudios pone de manifiesto una visión empirista de la ciencia como tendencia mayoritaria entre los estudiantes y entre los profesores.

También ha sido estudiada la imagen de la ciencia que se transmite en la práctica docente cuando se trata de contenidos del currículo (Lederman, 1992) y paradójicamente estas concepciones implícitas no suelen ser coherentes con el pensamiento explícito. Así, mediante la observación de clases, entrevistas y análisis de documentos producidos por los profesores, se ha puesto de manifiesto una visión de ciencia más racionalista que empirista. La enseñanza es puramente teórica, sin apenas trabajo experimental.

Se describen en este apartado aquellas visiones que son susceptibles de concitar un amplio consenso entre los especialistas en Didáctica de la Ciencias en cuanto a lo que debiera rechazarse o evitarse en las prácticas educativas.

La siguiente caracterización no supone negar el margen de ambigüedad, no reductible a reglas fijas, propio de una actividad abierta y creativa. Se basa además en características comunes, que tienen las posturas epistemológicas de Kuhn, Lakatos, Toulmin y Laudan, descritas anteriormente (Item 1.2) Las características que se destacan por su importancia central para el aula de ciencias son las que se refieren al carácter tentativo del conocimiento científico, la pluralidad metodológica, la carga teórica de la observación y la ciencia como una empresa histórica y socialmente situada.

Se exponen a continuación las visiones de ciencia que se estarían transmitiendo en el aula tomando como referencia los trabajos de Fernández et al (2002), Fernández et

al (2005) y Gil et al (2001), quienes utilizaron multiplicidad de diseños para relevar dichas visiones incluyendo cuestionarios, entrevistas, análisis de textos y diversos materiales elaborados por docentes.

1.4.1.1- Concepción empiro-inductivista y ateórica.

Quizás sea ésta la deformación que ha sido estudiada en primer lugar, y la más ampliamente señalada en la literatura especializada. Una concepción que resalta el papel de la observación y de la experimentación "neutras" e incluso del puro azar, olvidando el papel esencial de las hipótesis como focalizadoras de la investigación y de los cuerpos coherentes de conocimiento (teorías) disponibles, que orientan todo el proceso.

La concepción inductivista es la más clásica de estas concepciones presentadas, pues no en vano fue una filosofía que fundamentó la actividad empírica de la ciencia durante siglos y fue núcleo central de lo que se ha denominado positivismo lógico.

Según esta visión los datos de observación y experimentación, neutros, incontaminados y absolutos permiten establecer leyes que forman el conocimiento científico. Se ignora el papel de las hipótesis generadas por la mente humana y se basa en la falacia de la validez lógica del principio de inducción (Vázquez et al, 1999)

1.4.1.2- Concepción rígida de la actividad científica

Se trata de una deformación ampliamente recogida en la literatura que presenta el "Método Científico" como un conjunto de etapas a seguir mecánicamente, resaltando lo que supone tratamiento cuantitativo, control riguroso, etc., olvidando o rechazando todo lo

que significa invención, creatividad, duda. Deja de lado la existencia de múltiples vías de acceso al conocimiento científico deformando así la naturaleza de la metodología científica.

Ésta es una concepción ampliamente difundida entre los estudiantes y el profesorado de ciencias, quienes se refieren al “Método Científico” como una secuencia de etapas definidas, en las que las 'observaciones' y los 'experimentos rigurosos' juegan un papel destacado, contribuyendo a la 'exactitud y objetividad' de los resultados obtenidos. Esta visión también se ve reforzada en los libros de textos de ciencia, sobre todo en los primeros capítulos donde se dedica un apartado para su descripción.

Dicha concepción se pone particularmente en evidencia en lo que respecta a la evaluación en la educación científica donde la preocupación obsesiva por evitar la ambigüedad y asegurar la fiabilidad de las evaluaciones, distorsiona la naturaleza misma del trabajo científico.

1.4.1.3 Concepción aproblemática y ahistórica de la ciencia

El hecho de transmitir conocimientos ya elaborados, acabados, conduce muy a menudo a ignorar cuáles fueron los problemas que se pretendían resolver, cuál fue la evolución de dichos conocimientos, ni las limitaciones del conocimiento científico actual o las perspectivas abiertas existentes.

Se pierde así de vista que todo conocimiento es la respuesta a un problema, lo que dificulta captar la racionalidad del proceso científico. Se trata de una concepción que la enseñanza de la ciencia refuerza por omisión. En efecto, los profesores de ciencias no

hacen referencia generalmente a los problemas que están en el origen de la construcción de los conocimientos y lo mismo se aprecia en la gran mayoría de los libros de texto.

Se transmite así una imagen de un conocimiento exacto, infalible e inmutable, que ignora las dificultades que ha tenido la ciencia, las limitaciones, la existencia de preguntas que aún no ha podido responder, que puede mantener abiertas líneas de investigación contrapuestas.

1.4.1.4- Concepción individualista y elitista de la ciencia

Los conocimientos científicos aparecen como obra de genios aislados, ignorándose el papel del trabajo colectivo, de los intercambios entre equipos. En particular se deja creer que los resultados obtenidos por un sólo científico o equipo, pueden bastar para verificar o falsar una hipótesis o, incluso, toda una teoría.

A menudo se insiste explícitamente en que el trabajo científico es un dominio reservado a minorías especialmente dotadas, transmitiendo expectativas negativas hacia la mayoría de los estudiantes, con claras discriminaciones de naturaleza social y de género. No se realiza un esfuerzo por hacer la ciencia accesible, ni por mostrar su carácter de construcción humana, en la que no faltan confusiones ni errores.

1.4.1.5- Concepción descontextualizada, socialmente neutra

Se transmite una visión descontextualizada porque se ignoran o se tratan muy superficialmente las complejas relaciones CTS (Ciencia – Tecnología y Sociedad), como si la ciencia fuera un producto elaborado al margen de las necesidades y problemas

sociales, proporcionando una imagen de los científicos como seres por encima del bien y del mal. La imagen individualista y elitista del científico se traduce en iconografías que representan al hombre de bata blanca en su inaccesible laboratorio, repleto de extraños instrumentos, imagen que se repite en las representaciones tanto de estudiantes y docentes como en los medios de comunicación.

1.4.1.6 Concepción exclusivamente analítica

Resalta la necesaria parcelación inicial de los estudios, su carácter acotado, simplificador, pero que olvida los esfuerzos posteriores de unificación y de construcción de cuerpos coherentes de conocimientos cada vez más amplios o el tratamiento de problemas transversales entre distintos campos de conocimiento.

El olvido de los procesos de unificación como característica fundamental de la evolución de los conocimientos científicos constituye un auténtico obstáculo en la educación científica habitual.

1.4.1.7 Concepción meramente acumulativa

El desarrollo científico aparece como fruto de un crecimiento lineal, puramente acumulativo, ignorando las crisis y las remodelaciones profundas, fruto de procesos complejos de cambio. La enseñanza suele contribuir a esta imagen al presentar a los conocimientos hoy aceptados sin mostrar cómo dichos conocimientos han sido alcanzados, ni referirse a las frecuentes confrontaciones entre teorías rivales.

Las visiones expuestas anteriormente (Item 1.4.1) están estrechamente relacionadas y expresan en su conjunto una imagen ingenua profundamente alejada de lo que supone la construcción de conocimientos científicos. Dichas visiones se han ido consolidando hasta convertirse en un estereotipo socialmente aceptado que la propia educación científica refuerza.

1.4.2 Concepciones de ciencia y cambio didáctico

Para comprender cómo se construyen y evolucionan los conocimientos científicos, resulta útil reflexionar sobre las posibles deformaciones que la enseñanza de la ciencia podría estar transmitiendo por acción u omisión acerca de la naturaleza de la ciencia. Una consideración explícita de dichas deformaciones puede ayudar a cuestionar concepciones y prácticas asumidas acríticamente y aproximarse a concepciones epistemológicas más actualizadas, las que pueden incidir positivamente en la enseñanza de las ciencias.

Las concepciones docentes sobre la ciencia serían una expresión de esa visión común que los profesores de ciencia aceptan implícitamente debido a la falta de reflexión crítica y a una educación científica que se limita a menudo a una simple transmisión de conocimientos acabados.

Puede agregarse una presunción razonable de que dichas concepciones suelen ser estáticas y persistentes y que sólo una alternativa de explicitación y reflexión epistemológica favorecerá una re-significación personal. (Míguez y Curione, 2006)

En Porlán et al (1997), se presenta un estudio sobre el contenido de las concepciones sobre la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje fundamentado en lo que

denominan el *conocimiento profesional*. El conocimiento profesional descrito por estos autores sería “(...) *el resultado de yuxtaponer cuatro tipo de saberes de naturaleza diferente en momentos y contextos no siempre coincidentes, que se mantienen relativamente aislados unos de otros y que se manifiestan en distintos tipos de situaciones profesionales*”. (1997:158)

Para describir esos cuatro componentes los autores los clasifican según una dimensión epistemológica (nivel racional y nivel experiencial), y según una dimensión psicológica (nivel explícito y nivel tácito), según se resumen en la tabla 1.

	Nivel explícito	Nivel tácito
Nivel racional	Saber académico	Teorías implícitas
Nivel experiencial	Creencias y principios de actuación	Rutinas y guiones de acción

Tabla 1- Dimensiones y componentes del conocimiento profesional según Porlán et al, 1997

Los *saberes académicos* se refieren al conjunto de concepciones disciplinares y metadisciplinares que tienen los docentes, es decir las relativas al contenido propio de la disciplina y también a los saberes relativos a la didáctica y a la epistemología. Son saberes que se generan fundamentalmente en el proceso de formación inicial, son explícitos y están organizados según la lógica disciplinar. Los componentes psicopedagógicos y epistemológico suelen tener una escasa influencia en la actividad profesional, siendo incluso rechazados por muchos docentes que no logran vincularlos con la práctica.

Los saberes basados en la experiencia (*creencias y principios de actuación*), se refieren al conjunto de ideas conscientes que los profesores desarrollan durante el ejercicio de la profesión acerca de diferentes aspectos de los procesos de enseñanza

y de aprendizaje: metodologías de enseñanza, objetivos de enseñanza y de aprendizaje, evaluación, etc.

Se suelen manifestar como creencias explícitas y son el tipo de concepciones que se comparten habitualmente entre los colegas, por lo tanto tiene un fuerte poder socializador y orientador del desempeño docente. Se expresan en los momentos de planificación y en el diagnóstico de los problemas que se dan en el aula.

No mantienen un alto grado de organización interna, ya que desde el punto de vista epistemológico pertenecen al dominio del conocimiento cotidiano por lo que comparten con él parte de sus características: son adaptativos, con contradicciones internas, basado en argumentos relativamente inconsistentes como los relacionados con la tradición (*siempre se ha hecho así*) fuertemente influenciados por los significados socialmente hegemónicos.

Al referirse a las *rutinas y guiones de acción*, los autores aluden al conjunto de esquemas tácitos que predicen el curso inmediato de los acontecimientos en el aula y la manera estándar de abordarlos. Pertenecen a una categoría de significados que ayuda al docente a resolver una parte importante de su actividad cotidiana, especialmente aquella que se repite con cierta frecuencia.

Se organizan en el ámbito de lo concreto y se vinculan a contextos específicos respondiendo implícitamente a cuestiones tales como ¿qué hacer en tal situación? o ¿cómo hacerlo? y no tanto a ¿para qué? y ¿por qué?. Es frecuente que los docentes cuando hablan de lo que hacen en clase, hablan más bien de lo que deberían hacer desde sus creencias y principios explícitos pero estas acciones luego no se evidencian cuando se observan a sí mismos o comparten datos de la observación de otros.

Estas rutinas de acción se generan por impregnación ambiental, sobre todo cuando se es estudiante, viendo y conviviendo con muchos profesores con los que se comparten algunas rutinas básicas que se van incorporando sin darse cuenta.

Las *teorías implícitas* pueden explicar ciertas creencias y acciones de los profesores y las relaciones que existen entre ellas. Con frecuencia los propios docentes no suelen saber de la existencia de esas posibles relaciones entre sus ideas e intervenciones y determinadas formalizaciones conceptuales. (Porlán et al, 1997)

Por ejemplo, cuando un profesor adopta una estrategia de enseñanza basada casi exclusivamente en la transmisión verbal de los contenidos disciplinares, es posible que no sepa conscientemente, que dicha forma de pensar y de actuar presupone toda una teoría de aprendizaje según la cual el alumno aprende reteniendo y memorizando la información suministrada por el docente. Al mismo tiempo, tampoco suele reconocer que existen teorías epistemológicas que son coherentes con ese modelo de enseñanza, las cuales conciben el conocimiento como absoluto y verdadero.

Estas teorías implícitas sólo pueden ponerse en evidencia con la colaboración de otras personas ya que no son teorizaciones conscientes propias de los profesores y tampoco son aprendizajes académicos. Suelen corresponderse con estereotipos sociales hegemónicos que sobreviven sin necesidad de tener que apoyarse en justificaciones y argumentaciones conscientes y rigurosas.

El conocimiento profesional descrito no es el resultado de decisiones libres y conscientes de cada uno de los profesionales de la enseñanza sino la consecuencia del proceso de adaptación de los profesores a la cultura tradicional de los sistemas educativos y a los estereotipos sociales dominantes sobre la educación.

El recorrido de los docentes en el sistema educativo de su cultura les ha proporcionado un aprendizaje oculto de representaciones, concepciones y teorías elementales sobre el hecho educativo y su papel en el mismo, las cuales, por su carácter implícito, presentan con frecuencia resistencia a ser modificadas al entrar en contradicción con la práctica educativa diaria. (Porlán et al, 1998)

Esas concepciones implícitas serían uno de los principales obstáculos para el *cambio didáctico* (Mellado, 2003; Gil, 1991). El estudio y la explicitación de las concepciones docentes sobre la ciencia favorecería la comprensión de los procesos de cambio del profesorado de ciencias en sus distintas etapas de práctica docente, así como los aspectos que los facilitan u obstaculizan. Es necesario favorecer un cambio en los profesores que implique ampliar sus recursos y modificar sus estrategias, partiendo de sus propias concepciones.

Así como ha sido posible plantear analogías entre el cambio conceptual de los estudiantes con las diversas posturas epistemológicas, Mellado (2004), propone analogías entre las corrientes filosóficas de la ciencia y las concepciones docentes sobre la enseñanza de las ciencias y el cambio didáctico en el profesorado a partir de la reflexión sobre dichas concepciones.

En la figuras 2, 3 y 4 se representan las analogías tanto entre la postura positivista como entre las posturas constructivistas y el cambio didáctico propuestas por Mellado (2004).

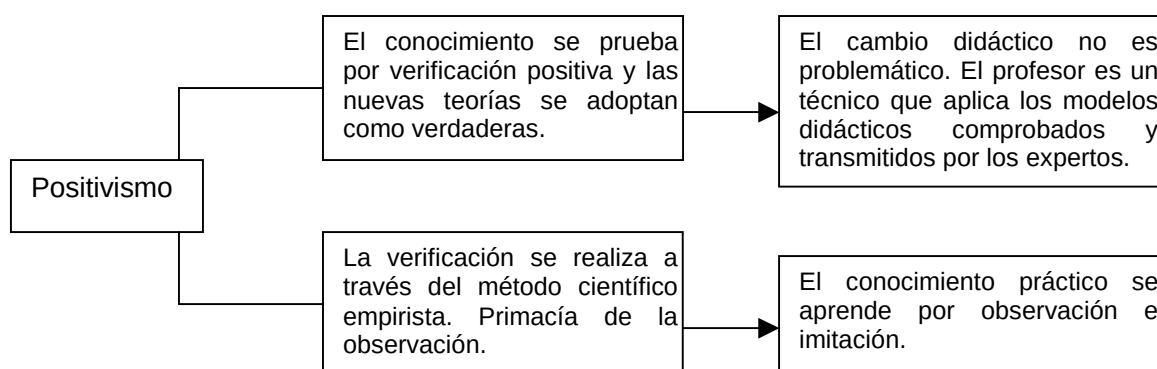


Figura 2- Analogía del cambio científico planteado por el positivismo y el cambio didáctico de los profesores. Tomado de Mellado (2004)

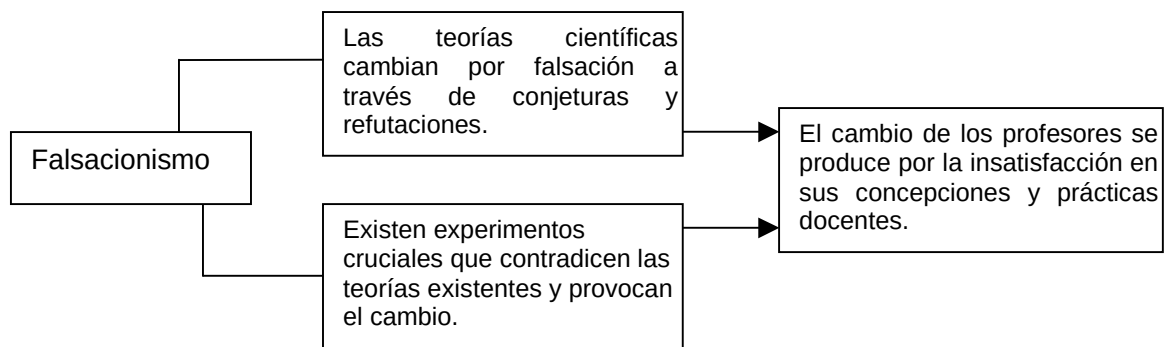


Figura 3- Analogía del cambio científico planteado por el falsacionismo y el cambio didáctico de los profesores. Tomado de Mellado (2004)

En la analogía representada en la figura 3, Mellado (2004) plantea que así como Popper propone que una teoría cambia por falsación cuando se encuentra un experimento crucial que la contradice, el cambio didáctico se producirá cuando el docente se sienta insatisfecho con sus concepciones y sus prácticas. Esa insatisfacción es condición necesaria pero no suficiente para el cambio.

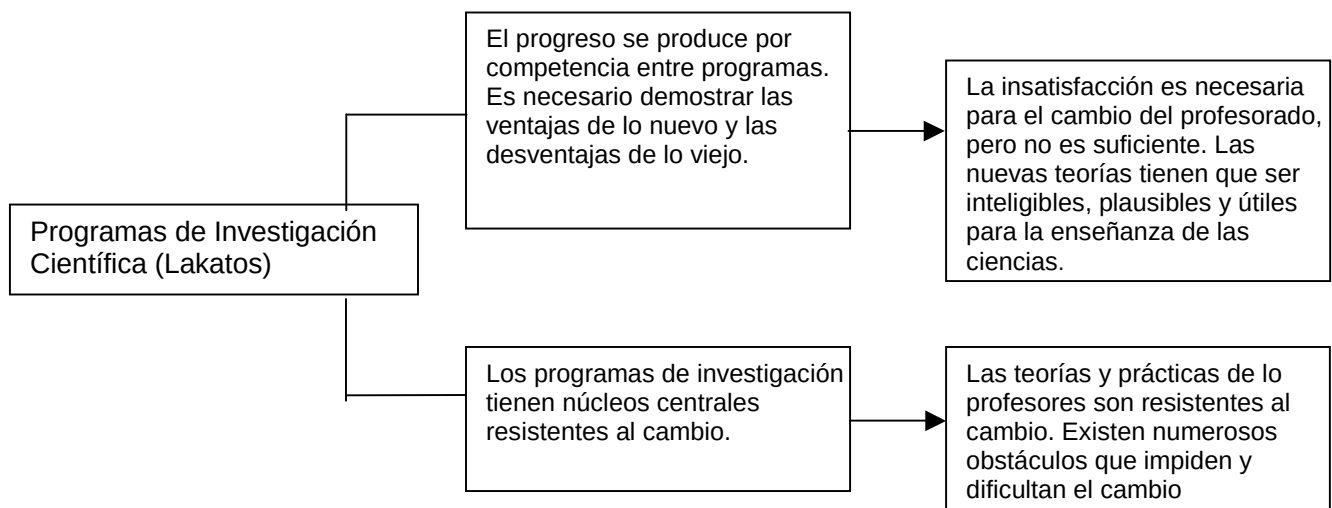


Figura 4- Analogía del cambio científico planteado por Lakatos y el cambio didáctico de los profesores. Tomado de Mellado (2004)

Para Lakatos el cambio en las teorías se producirá por competencia entre programas, considerando las desventajas de lo anterior y las ventajas de lo nuevo. Para el cambio didáctico es necesaria la existencia de alternativas donde el docente pueda encontrarse más satisfecho, ya que sus teorías y prácticas son fuertemente resistentes al cambio. Unas veces no cambian porque se muestran satisfechos con modelos consolidados por la experiencia profesional; otras porque en el sistema educativo y en el propio cuerpo docente existen condicionantes que refuerzan los modelos tradicionales y suponen obstáculos para el cambio didáctico.

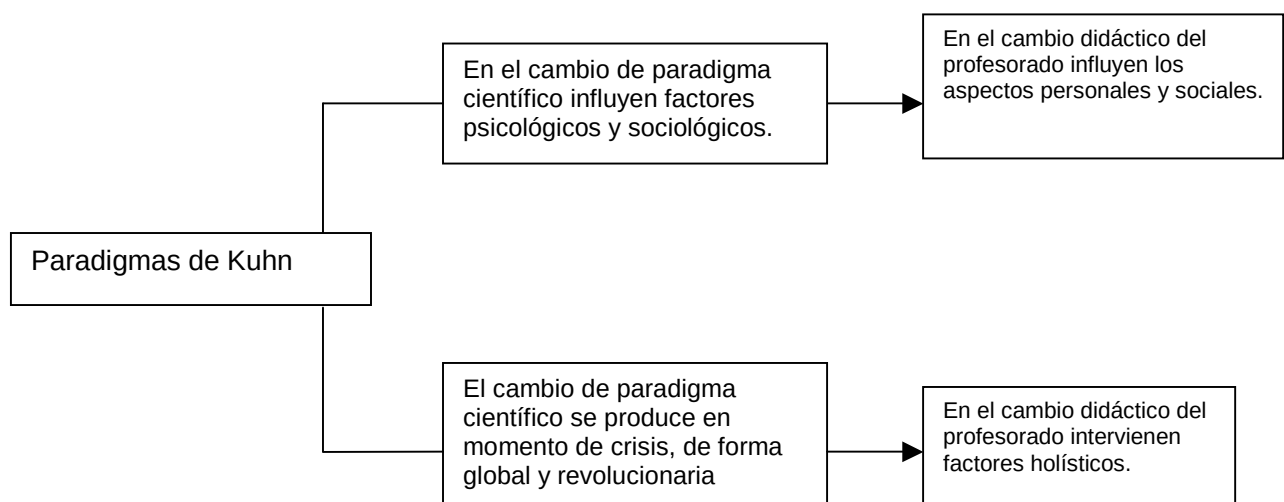


Figura 5- Analogía del cambio científico planteado por Kuhn y el cambio didáctico de los profesores. Tomado de Mellado (2004)

Para Kuhn el cambio de teorías científicas es radical y se produce en los períodos de ciencia revolucionaria, en momento de crisis, más por reconstrucción del campo que por acumulación o ampliación del antiguo paradigma. Mellado (2004), plantea puntos análogos entre la postura de Kuhn y el cambio del profesorado sobre todo los vinculados con la importancia de los aspectos personales y contextuales y el carácter holístico de dicho cambio.

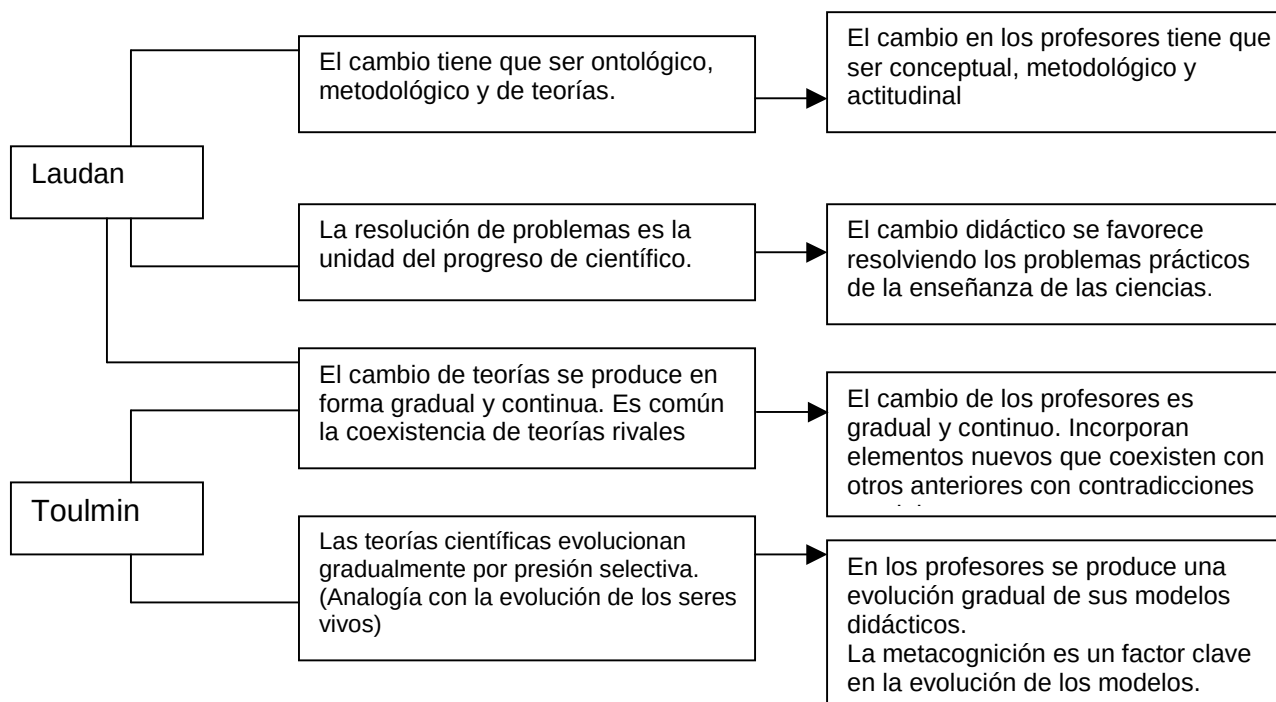


Figura 6- Analogía del cambio científico planteado por Laudan y por Toulmin y el cambio didáctico de los profesores. Tomado de Mellado (2004).

Las concepciones epistemológicas de los docentes respecto al conocimiento es una parte sustancial de sus perspectivas profesionales, configuradas a lo largo de su experiencia, en la formación como profesor e incluso como alumno. La calidad de la experiencia cultural que tienen los profesores va dejando un sedimento en ellos a lo largo de su formación, siendo la base de la valoración que harán del conocimiento y las actitudes científicas. (Gimeno, 1988)

Existe entonces una serie de sucesivos refuerzos en las concepciones epistemológicas que manifiestan los profesores: de su experiencia como alumnos y de la que interiorizan a partir de una determinada manera de concebir y practicar la enseñanza. De ahí la importancia que numerosos autores conceden a la inclusión de los aspectos epistemológicos en la formación docente. (Porlán et al, 1998).

Para modificar las ideas empobrecidas y construir una visión más compleja de la ciencia que ayude a su enseñanza, resulta necesario seleccionar y transponer algunos contenidos de la Filosofía de la Ciencia e introducirlos en la formación inicial y continua del profesorado, relacionándolos con los propios contenidos de ciencias y con los de la didáctica específica. (Adúriz-Bravo, 2002)

El cambio didáctico y las creencias sobre la naturaleza del conocimiento científico debiera ser un objetivo central en la formación docente en ciencias, pues no se puede enseñar lo desconocido o lo que se conoce mal.

1.5 La Naturaleza de la Ciencia en la enseñanza de las ciencias

Las características más relevantes de las componentes científicas de los docentes y sus implicaciones en la enseñanza que han sido puestas de manifiesto por las investigaciones ya mencionadas evidencian la necesidad de una formación epistemológica del profesorado.

En la Didáctica de las Ciencias actual existe un reconocimiento generalizado de que la formación en la filosofía e historia de la ciencia debería ser uno de los componentes fundamentales de la alfabetización científica general de la población, concediéndole una importancia similar al aprendizaje de los contenidos y procedimientos de la ciencia.

La formación científica debería incluir entonces no sólo saber ciencias y saber hacer ciencias sino saber sobre las ciencias, es decir qué son y cómo se elaboran, qué características las diferencian de otras producciones y emprendimientos humanos, cómo cambian con el tiempo, las relaciones con la sociedad y la cultura. Se propone entonces

la inclusión de contenidos metadiscursivos o sea que se desprenden de las metaciencias (Epistemología, Historia y Sociología de la Ciencia), pretendiendo generar unas imágenes de ciencia más ajustadas a lo que actualmente se sabe sobre el conocimiento y la actividad científica.

Las investigaciones e innovaciones para incorporar la Epistemología, la Historia de la Ciencia y la Sociología de la Ciencia a la educación científica constituyen un área de trabajo muy activa dentro de la Didáctica de las Ciencias, que lleva el nombre de su objeto de reflexión, la “Naturaleza de la Ciencia” (NdC). (Aduriz-Bravo, 2005)

La contribución principal a la NdC debería provenir de la Epistemología, en tanto reflexión teórica de la Ciencia misma. La Historia de la Ciencia provee la ambientación para las ideas epistemológicas, es decir la Epistemología necesita aplicarse a contenidos científicos, y la Historia de la Ciencia es una fuente inagotable de episodios significativos para la creación de contenidos. La Sociología de la Ciencia contribuye a caracterizar cómo se relaciona la Ciencia con la Sociedad y la Cultura. (Aduriz-Bravo, 2005)

Se requiere entonces ofrecer espacios adecuados y pertinentes para que profesores y estudiantes de ciencias comprendan el “funcionamiento” de la ciencia. En el diseño de estos nuevos escenarios juegan un rol central las reflexiones desde campos disciplinares diversos como la Historia, la Filosofía y la Sociología de las Ciencias, entre otras. (Tamayo,2005)

Como señala Adúriz-Bravo 2007, una propuesta para la introducción de la NdC ciencia en la práctica profesional de los profesores de ciencias apunta principalmente a tomar decisiones en tres aspectos que se consideran cruciales:

- hacer emerger una NdC apropiada para la tarea de enseñar las ciencias naturales;

- construir currículo, de diferentes niveles de concreción, que difunda esta NdC entre el profesorado;
- diseñar estrategias didácticas para que profesores y profesoras de ciencias se apropien significativamente de estos contenidos.

La NdC engloba entonces una diversidad de aspectos sobre qué es la ciencia, su funcionamiento interno y externo, cómo construye y desarrolla el conocimiento que produce, los métodos que usa para validar este conocimiento, los valores implicados en las actividades científicas, la naturaleza de la comunidad científica, los vínculos con la tecnología, las relaciones entre la sociedad y la comunidad tecnocientífica. (Vázquez et al, 2007)

En el ámbito de la Didáctica de las Ciencias la NdC es un área extensa y multidisciplinar y su inclusión en la *curricula* de ciencias tiene dos principales obstáculos. Por un lado es en sí misma un área de conocimientos multidisciplinar, dialéctica, compleja y cambiante, que contrasta con el carácter acabado y dogmático de muchos contenidos tradicionales de los currículos de ciencias por lo que no es fácil encontrar consensos sobre su diseño curricular. Por otro el profesorado de ciencias no ha sido preparado en esta área, la cual, en Uruguay, no suele ser parte ni de la formación docente de profesores de Educación Media, ni de la formación de los científicos-docentes universitarios

Justamente por el carácter dialéctico de la NdC puede resultar difícil hablar de una “imagen correcta” de la actividad científica. Sin embargo revisiones de ciertos autores sobre la NdC (Bell et al, 1998; Lederman, 1999; Pomeroy, 1993) sostienen que existe cierto consenso entre historiadores, filósofos y profesores de ciencias en algunos temas. Según éstos el conocimiento científico es hipotético, provisional, sujeto a cambios, empíricamente fundamentado (derivado de observaciones del mundo natural),

parcialmente subjetivo (cargado de teoría), cuya construcción requiere inferencias, imaginación y creatividad. Además el conocimiento científico está social y culturalmente impregnado, de modo que no existe un único método científico universal para resolver situaciones problemáticas.

A continuación se lista una serie de consensos sobre la NdC propuesta por Vázquez et al (2004), quienes toman como referencia un trabajo de McComas, 1998 en el que se analizan diversos documentos curriculares internacionales:

- Aunque es duradero, el conocimiento científico tiene carácter provisional.
- No existe una sola manera de hacer ciencia, por consiguiente, no hay ningún método científico universal.
- La ciencia es un esfuerzo por explicar fenómenos naturales.
- El conocimiento nuevo debe comunicarse clara y abiertamente.
- Las observaciones científicas están cargadas de teoría.
- Los científicos son creativos.
- La historia de la ciencia revela a la vez un carácter evolutivo y revolucionario.
- La ciencia es parte de las tradiciones sociales y culturales.
- Las ideas científicas están influidas por su entorno histórico y social.

Se dispone actualmente de una visión relativamente consensuada sobre los contenidos mínimos acerca de la NdC que es conveniente incorporar en la educación científica, tanto en formación docente como en la formación universitaria. Estas ideas provienen en buena medida de la actual filosofía de la ciencia desarrollada en la década del 60 y representada, como se mencionó anteriormente, por Kuhn, Toulmin, Laudan y Lakatos.

Entre los acuerdos alcanzados se encuentra el rechazo de la idea rígida de método científico y de las formas extremas de empirismo e inductismo; el reconocimiento del papel jugado por el pensamiento divergente en la investigación así como la comprensión del carácter social del desarrollo científico.

No existe una única verdad sino un conjunto de teorías estructurales en donde los conceptos adquieren significado preciso y esas teorías se encuentran en constante desarrollo. Se deja de lado un método universal y ahistórico de ciencia pues la metodología será válida en la medida que resista el análisis crítico de la comunidad científica y produzca conocimientos útiles en la práctica permitiendo su generalización.

Estos consensos suponen además una ruptura con los problemas clásicos de la filosofía de la ciencia positivista lógica, cerca de la cual puede ubicarse la postura epistemológica de profesores y estudiantes. (Aduriz-Bravo, 2002)

CAPÍTULO 2

OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

2.1 Objetivo general

Mejorar la educación científica en general a partir del análisis de las concepciones sobre la naturaleza del conocimiento científico que tienen docentes y estudiantes universitarios en nuestro país.

2.2 Objetivos específicos

- 1- Analizar las concepciones sobre la ciencia y los científicos en una población de docentes y estudiantes universitarios de las Facultades de Ingeniería, Química y Ciencias de la UdelaR.
- 2- Analizar las propuestas epistemológicas que subyacen a la acción didáctica en las Facultades de Ingeniería, Química y Ciencias de la UdelaR.

2.3 Preguntas que busca responder la investigación

- 6 ¿Las concepciones de ciencia y científico que manifiestan los estudiantes de carreras científicas de nuestra Universidad son acordes a las corrientes epistemológicas actuales?
- 7 ¿Los docentes de ciencias universitarios mantienen concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia acordes a las corrientes epistemológicas actuales?
- 8 ¿Existe coincidencia entre las concepciones epistemológicas de docentes y estudiantes de ciencias universitarios?
- 9 ¿Concuerdan las concepciones epistemológicas manifestadas por los docentes con su acción didáctica en el aula?

2.4 Hipótesis de trabajo

Los estudiantes y docentes de ciencias comparten un conjunto de concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia, reproduciendo en el aula una visión simplista y deformada de la actividad científica.

Capítulo 3

METODOLOGÍA

En relación con los enfoques metodológicos, durante los últimos 30 años se ha establecido un debate entre los llamados métodos cuantitativos y los métodos cualitativos de la investigación educativa.

Como lo señalan Cook y Reichardt (1986) *“...un investigador no tiene por qué adherirse ciegamente a uno de los paradigmas polarizados que han recibido las denominaciones de `cualitativo´ o `cuantitativo´, sino que puede elegir libremente una mezcla de atributos de ambos paradigmas para atender mejor a las exigencias del problema de la investigación con que se enfrenta. Parece entonces que no existe tampoco razón para elegir entre métodos cualitativos y cuantitativos”*.

Si lo que se busca con la investigación es comprender el comportamiento de los sujetos involucrados en el estudio, sus ideas y sus prácticas, se hace necesario utilizar métodos flexibles y adaptables a la situación. Es así que las investigaciones didácticas requieren de una síntesis metodológica adecuada entre los enfoques cuantitativos y cualitativos. (Cook y Reichardt, 1986)

Desde la perspectiva cualitativa se pretende la interpretación y comprensión de los hechos observados en el contexto global en el que se producen, pero la información obtenida es poco generalizable si no surge de una muestra representativa. En cambio desde una perspectiva cuantitativa se pone énfasis en una explicación causal, pueden representar a muestras mucho más amplias, pero no acceden a niveles más profundos del pensamiento o el sentir de los individuos. (Porlán et al, 1997)

Los primeros estudios realizados en distintas partes del mundo acerca de las creencias y concepciones de docentes y estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia se basaron en un abordaje exclusivamente cuantitativo. El cuestionario cerrado con escala tipo Likert era el instrumento utilizado fundamentalmente para relevar datos y a partir de allí se elaboraban categorías para el análisis de los resultados. (Mellado, 1996)

Con el correr del tiempo se fueron incorporando abordajes cualitativos para tener más información, permitiendo mejores interpretaciones de una realidad compleja como son las ideas y creencias de los individuos. Se comenzaron a utilizar fundamentalmente entrevistas semiestructuradas que incluían preguntas relacionadas con las planteadas en los cuestionarios cerrados a fin de comparar las respuestas obtenidas a partir de ambos instrumentos. (Lederman, 1992)

Se ha utilizado la corrección mutua de los enfoques metodológicos, de manera que la triangulación de los datos obtenidos por diversos procedimientos permite un mayor grado de contrastación, confirmación o refutación. Diversos autores al tratar de estudiar las concepciones de los profesores han utilizado estrategias de triangulación de fuentes tales como las observaciones, las entrevistas y los cuestionarios. (Porlán et al, 1997)

La triangulación en ciencias humanas intenta alcanzar la riqueza y complejidad de la conducta humana estudiándola bajo más de un punto de vista, utilizando a la vez datos cuantitativos y cualitativos. La ventaja de la triangulación está en que la utilización de métodos contrastados reduce considerablemente las probabilidades de que los hallazgos se atribuyan al método. Por consiguiente, hace posible el aumento de la confianza en los resultados. (Míguez, 2001)

El estudio de las concepciones epistemológicas de docentes y estudiantes que se aborda en esta investigación, de carácter descriptivo-explicativo, se realiza a través de un abordaje cuali-cuantitativo. Desde la perspectiva cualitativa se busca la interpretación de los fenómenos, entendiendo que admiten diversas interpretaciones. Por lo tanto los datos provenientes de instrumentos cualitativos (entrevistas y observaciones de clase) permiten interpretar mejor y dar sentido a los números obtenidos mediante metodología cuantitativa (cuestionarios). Se pretende así contribuir a una comprensión más global y completa de los fenómenos que se desarrollan en una realidad compleja de elementos objetivos (intersubjetivos) y subjetivos.

El diseño descriptivo busca describir la estructura de los fenómenos y su dinámica, a partir de la identificación de los aspectos más relevantes de la realidad estudiada. (Quivy y Van Campenhoudt, 1992) Es decir, se utilizan para describir cómo es y cómo se manifiesta el fenómeno estudiado. Busca especificar las propiedades de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno objeto de análisis. Se identifican variables pero no se busca relacionarlas entre sí. El diseño descriptivo se utiliza para alcanzar el primer objetivo.

El diseño explicativo busca la explicación del comportamiento de las variables que describen la realidad estudiada. (Quivy y Van Campenhoudt, 1992). Se propone para dar respuestas a las causas de los eventos estudiados. El diseño explicativo se utiliza para alcanzar el segundo objetivo.

Los datos recogidos de los diversos instrumentos aplicados se confrontan mediante técnicas de triangulación temporal, espacial, por observadores y metodológica. Cohen y Manion (1994) realizan las siguientes descripciones sobre estos 4 tipos de triangulación:

- La triangulación temporal examina la estabilidad de los resultados en el tiempo (estudiantes de distintas generaciones).
- La triangulación espacial examina las divergencias que pueden intervenir según los lugares y las circunstancias de recolección de la información (estudiantes y docentes de diferentes Servicios).
- La triangulación por observadores o expertos (especialistas en la temática y en Educación) corresponde a la fidelidad entre expertos, es decir cada observador aplica en el abordaje metodológico su estilo propio lo cual se refleja en los resultados y luego se triangula con los resultados obtenidos por otros expertos.
- La triangulación metodológica se utiliza cuando es aplicado el mismo método en ocasiones diferentes o diferentes métodos para el mismo objeto de análisis (metodologías cualitativas y cuantitativas).

3.1 Estrategia de investigación

Se organiza en las tres etapas siguientes:

ETAPA 1- Diseño de instrumentos: preparación de los cuestionarios de encuesta (cuantitativos) y preparación de las pautas de entrevistas semi- estructuradas y de observaciones de clase (cualitativos).

El *Cuestionario 1* se diseñó tomando en cuenta las principales dimensiones que se han relevado en otros estudios similares (ver introducción). Este incluye tres preguntas semiabiertas.

El *Cuestionario 2* se diseñó tomando preguntas aplicadas a poblaciones de estudiantes y docentes de Educación Primaria y Media en el trabajo de Míguez et al, (2002).

Las pautas de entrevistas semiestructuradas y grupos de discusión de estudiantes contemplan las mismas dimensiones que los cuestionarios. Para los docentes se busca evidenciar, a través de los grupos de discusión, cuáles son las propuestas metodológicas que desarrollan en sus clases y sus sustentos didácticos.

Las pautas para las observaciones de clase apuntan a relevar e interpretar las acciones que docentes y estudiantes realizan en el aula.

ETAPA 2- Etapa exploratoria: recolección de datos, obtención de información. Aplicación de cuestionarios, realización de entrevistas y grupos de discusión y observaciones de aula no participantes. Se aplicaron en diferentes espacios y tiempos a estudiantes y docentes universitarios del Área Científico – Tecnológica.

ETAPA 3- Sistematización de datos: procesamiento de los resultados de los cuestionarios y diseño de categorías de análisis; desgrabación y análisis de las entrevistas; análisis de datos cuali-cuantitativos de la información obtenida a partir de las observaciones de clase no participantes. Análisis de contenido de las imágenes obtenidas a partir de la aplicación del cuestionario 2.

Triangulación de los datos provenientes de los diversos instrumentos.

3.2 Técnicas e instrumentos

El empleo de diferentes técnicas permite iluminar distintos aspectos de un mismo fenómeno, y los resultados que se obtienen con unas sustentan y dan mayor plausibilidad a los resultados que surgen de las otras. El trabajo cualitativo asiste al trabajo cuantitativo, validando datos de encuestas, interpretando relaciones y respuestas. A su vez los datos de encuesta pueden ser utilizados para identificar

categorías de estudio cualitativo, para delinear casos representativos o no. (Míguez, 2001)

Para la recolección de datos se utilizan como instrumentos principales los cuestionarios y las técnicas de análisis de contenido, las entrevistas, grupos de discusión y observaciones de clase no participantes.

Los cuestionarios incluyen preguntas de respuesta abierta y breve, de respuesta cerrada con escalas Likert y de representación mediante un dibujo.

La escala de tipo Likert es comúnmente utilizada en cuestionarios, y es la escala de uso más amplio en encuestas para la investigación. Cuando se responde a un elemento de un cuestionario elaborado con la técnica de Likert, se hace especificando el nivel de acuerdo o desacuerdo con una declaración (elemento, ítem o reactivo).

A su vez, la respuesta a preguntas abiertas y cerradas sobre las mismas cuestiones permite descubrir coherencias y contradicciones, aportando elementos muy significativos para la validación de la investigación y para la fidelidad del instrumento.

Las observación es una técnica que permite describir eventos o comportamientos en el escenario social elegido para ser estudiado. En el caso de las observaciones no participantes el investigador no participa de manera activa dentro del grupo que observa. Se utilizan todos los sentidos para observar e interpretar los acontecimientos dejando registro de los mismos (escrito, imagen fotográfica y/o filmación).

En las observaciones de clase, el observador registra acciones o acontecimientos que se desarrollan en el aula (disposición de los actores en el espacio de aula, expresiones verbales y no verbales, quién interactúa con quién, cómo se comunican los sujetos en ese espacio, etc.)

Las entrevistas buscan profundizar en determinados aspectos que se están investigando. Consiste en un conjunto de preguntas semiabiertas cuyo número no queda determinado previamente ya que el investigador tiene preparadas un conjunto de ellas para comenzar la conversación hacia los temas de interés de la investigación, pero puede llegar a nuevas preguntas según donde la entrevista lo lleve” (León y Montero, 2003)

Las entrevistas en grupo o “grupo de discusión”, consiste en plantear la entrevista a todo un grupo de personas elegido por su relevancia para el problema de investigación. Se utiliza una pauta por lo que se caracteriza generalmente por ser una entrevista semiestructurada. Se recomienda que el tamaño del grupo sea entre 5 y 10 personas y que el tiempo de entrevista no supere los 90 minutos. (León y Montero, 2003)

Para la interpretación de los dibujos realizados se utiliza la técnica análisis de contenido *“El análisis de contenido es un procedimiento que permite analizar y cuantificar los materiales de la comunicación humana. En general, puede analizarse con detalle y profundidad el contenido de cualquier comunicación: en código lingüístico oral, icónico, gestual, etc. y sea cual fuere el número de personas implicadas en la comunicación (una persona, diálogo, grupo restringido, comunicación de masas...), pudiendo emplear cualquier instrumento de compendio de datos como, por ejemplo, agendas, diarios, cartas, cuestionarios, encuestas, tests proyectivos, libros, anuncios, entrevistas, radio, televisión...”* (Holsti 1968, citado en Porta, 2008).

El análisis de contenido se aplica a discursos, mensajes, textos, imágenes, etc. optando por una modalidad de análisis cuali-cuantitativa. La modalidad de análisis cuantitativa se refiere a la identificación de características que se repiten en los distintos

dibujos, lo que permite establecer asociaciones, comparaciones y/o clasificaciones. Para ello se recurre a elementos clasificatorios o cuantificables, se identifican elementos que describen el aspecto físico de la persona dibujada (género, apariencia, peinado, vestimenta, lugar de trabajo, etc.) En lo que refiere al estudio cualitativo, requiere una labor propiamente interpretativa ya que se trata de explicar aquellas características que se lograron identificar en el análisis cuantitativo. (Alonso, 1998)

Se realiza un análisis descriptivo de los resultados recogidos, comparando las muestras estudiadas que corresponda. A partir de los datos recabados se plantean los niveles de análisis necesarios para la mejor interpretación de los mismos.

La variedad de recursos aplicados aumenta la riqueza y la validez de la información obtenida.

3.2.1 Cuestionarios

La base para la construcción de los ítems de los dos cuestionarios propuestos comprende tres aspectos vinculados con la naturaleza de la ciencia: la objetividad de la ciencia, la metodología científica y la imagen del científico.

El cuestionario 1 (Anexo 1) incluye tres afirmaciones sobre las cuales se solicita se manifieste acuerdo o desacuerdo brindando un breve espacio para que el sujeto justifique su opción.

Para la construcción de las afirmaciones se buscó que logran expresar tanto la visión tradicional como actualizada de la naturaleza de ciencia. (Porlán et al, 1998; Acevedo, 2003; Adúriz – Bravo, 2001).

La afirmación 1, “la objetividad de los científicos y sus métodos permiten que la ciencia sea neutral” refleja una visión tradicional de la naturaleza del conocimiento proponiendo la objetividad de la ciencia y la neutralidad de la actividad científica. Postura objetivista de la ciencia.

La afirmación 2, “la experimentación es el método para alcanzar la verdad en ciencias”, refleja una visión tradicional sobre la relación teórico- empírica donde a través del experimento se arriba a la verdad en ciencias. Postura de absolutismo metodológico.

La afirmación 3, “lo observable queda determinado por el marco teórico del investigador”, busca reflejar una visión actualizada de la relación entre teoría y empiria, proponiendo que las observaciones están fuertemente influenciadas por el marco teórico que posee el investigador. Postura contextualista.

El cuestionario 2 (Anexo 2) propone 3 consignas de respuesta abierta: “¿Cómo se llega a un descubrimiento científico?”; “Nombra 3 científicos uruguayos. Ubícalos en el tiempo y menciona su actividad principal de investigación” y “Menciona 5 características de una persona dedicada a la ciencia; realiza su dibujo”. Se busca relevar y profundizar en las ideas acerca de la metodología científica y el conocimiento de personalidades uruguayas vinculadas a la ciencia en su contexto histórico.

3.2.2 Entrevistas

Las entrevistas son de tipo estructurado sobre la base de una pauta construida con anterioridad (Anexo 3). Se realizan entrevistas exploratorias individuales y grupales o grupo de discusión, a fin de delinear las representaciones sobre la actividad científica que los distintos actores construyen en cuanto a su experiencia. Se basan en una pauta

flexible elaborada a partir de las categorías que se buscan reconocer con la aplicación de los cuestionarios. Las preguntas pretenden detectar las concepciones y las posibles relaciones y/o contradicciones con la información obtenida a través de los instrumentos cuantitativos.

Las entrevistas individuales y grupos de discusión se aplican a muestra de oportunidad que incluye estudiantes ingresantes y avanzados de la Facultad de Ingeniería (FI); a estudiantes avanzados de Facultad de Química (FQ) y de Facultad de Ciencias (FC) y a docentes de los tres Servicios mencionados.

3.2.3 Observaciones de clase

Se realizan observaciones de clase no participantes, en los tres Servicios involucrados en este estudio y en distintos niveles de las carreras (inicio, medio y final).

Para las observaciones de clase se elabora una guía (Anexo 4), tomando como unidades de observación aquellos aspectos que se relevan a través de los cuestionarios, permitiendo así una confrontación entre los resultados obtenidos en los cuestionarios y las acciones que docentes y estudiantes realizan en el contexto específico del aula.

Estas observaciones se realizaron en el marco de las Tutorías Didácticas (Leymoníe y Míguez, 2004) desarrolladas por integrantes de la UEFI trabajando en la práctica con equipos docentes de FI, FC y FQ.

Se realizaron observaciones de clase no participantes en cursos teóricos y prácticos (de ejercicios y de laboratorio) de inicio (primer y segundo semestre), de mitad

(tercer a sexto semestre) y de final (séptimo a décimo semestre) de las carreras de las 3 Facultades participantes de este estudio.

Los cursos donde se realizaron observaciones no participantes fueron:

- de inicio de carrera:
 - o Geometría y Álgebra Lineal 1, Cálculo 1, Física 1 (FI)
 - o Química Orgánica (FC).
- de mitad de carrera:
 - o Química Orgánica (FQ)
 - o Programación 3 y Geotécnica 2 (FI)
- de final de carrera:
 - o Ingeniería de las Reacciones Químicas e Introducción a la Mecánica de Suelos (FI)

3.3 Poblaciones objetivo

Se seleccionó para este estudio una muestra de oportunidad integrada por estudiantes universitarios de distintos niveles de avance en sus carreras y docentes de las Facultades de Ciencias, Química e Ingeniería de la UdelaR de diferente grado académico (entre 1 y 4).

Los estudiantes ingresantes a FI pertenecen a la generación 2005 y los avanzados se encontraban cursando, al momento de aplicación de los instrumentos, Mecánica de Suelos, una asignatura específica para la carrera de Ingeniería Civil y un curso electivo, Educación Científica y Epistemología para las carreras de Ingeniería Eléctrica y Computación.

Los estudiantes ingresantes a FQ pertenecen a una muestra de oportunidad de la generación 2005 y los avanzados, se encontraban cursando Biología, asignatura específica de la carrera de Química Farmacéutica Plan 80 y cursos electivos para todas las carreras de dicho Servicio (La Aventura del Conocimiento Humano, Educación Científica y Epistemología e Introducción a la Comunicación Científica).

Los estudiantes ingresantes a FC pertenecen a una muestra de oportunidad de la generación 2005 y los avanzados se encontraban cursando Educación Científica y Epistemología (electiva) para todas las carreras de dicho Servicio.

Los docentes que participaron de esta investigación constituyen una muestra de oportunidad, se aplicaron los instrumentos durante cursos de Actualización y Formación Docente impartidos por la UEFI (Udelar)

Se resume en la siguiente tabla la población total que participó de este estudio, discriminada en estudiantes y docentes, y por Servicio.

Población / Servicio	FC	FI	FQ	Total
Estudiantes ingresantes	38	844	221	1103
Estudiantes avanzados	14	46	110	170
Docentes	13	42	25	80

Capítulo 4

RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1- CONCEPCIONES EPISTEMOLÓGICAS EMERGENTES EN CUESTIONARIOS

Como se mencionó en el ítem 3.2.1, la base para la construcción de las preguntas incluidas en los dos cuestionarios propuestos comprende tres aspectos vinculados con la naturaleza de la Ciencia: la objetividad de la Ciencia, la metodología científica y la imagen del científico.

4.1.1- Cuestionario 1

Este cuestionario se aplicó a 1197 estudiantes y a 72 docentes del Área CT de la UdelaR.

Del total de estudiantes, 880 son de Facultad de Ingeniería (FI), 272 de Facultad de Química (FQ) y 45 de Facultad de Ciencias (FC). De los 1197 estudiantes, 94 son avanzados en las carreras de las tres Facultades y los otros son ingresantes.

Del total de docentes, 41 son de FI, 19 son de FQ y 12 de FC.

Para su estudio la población participante se categoriza en tres grupos: estudiantes ingresantes, estudiantes avanzados y docentes; y se realizan comparaciones entre los tres Servicios estudiados.

Se establecen dos niveles de análisis para este cuestionario.

Por un lado se realiza un análisis de los resultados obtenidos pregunta por pregunta ya que cada uno de los 3 ítems por sí mismo se vincula con una postura epistemológica.

Por otro lado se realiza la distribución de las poblaciones estudiadas en 5 categorías en función de las posibles combinaciones en las respuestas cerradas (Sí o No) obtenidas para las 3 afirmaciones planteadas en este cuestionario. Para la distribución se tomó en cuenta la respuesta cerrada y la justificación, aunque no siempre hubo coherencia entre ambas.

4.1.1.1 Resultados y análisis de respuestas a la afirmación 1

En la siguiente tabla se presenta el porcentaje global de respuesta obtenido, para toda la población estudiada, en la afirmación 1: *“la objetividad de los científicos y sus métodos permiten que la Ciencia sea neutral”*

Afirmación 1		
Sí (%)	No (%)	No contesta (%)
45,6	50,2	4,2

Tabla 1- Distribución global de respuestas obtenidas en la afirmación 1

En la siguiente tabla se muestra la distribución de respuestas la afirmación 1, en porcentaje sobre el total de cada grupo estudiado.

Afirmación 1: <i>“la objetividad de los científicos y sus métodos permiten que la Ciencia sea neutral”</i>			
	Sí (%)	No (%)	No contesta (%)
FC			
Estudiantes ingresantes	47,4	47,4	5,2
Estudiantes avanzados	14,3	85,7	0
Docentes	16,7	83,3	0
Total FC	36,8	59,7	3,5
FI			
Estudiantes ingresantes	47,9	47,7	4,4
Estudiantes avanzados	58,3	38,9	2,8
Docentes	36,6	63,4	0
Total FI	47,8	48,1	4,1
FQ			
Estudiantes ingresantes	45,2	49,3	5,5
Estudiantes avanzados	27,4	70,6	2,0
Docentes	21,0	79,0	0
Total FQ	40,5	55,0	4,5

Tabla 2- Distribución de respuestas obtenidas en la afirmación 1 para la población estudiada distribuida según Servicio y grupo.

Como se desprende de la tabla 1, la mitad de la población objeto de estudio expresa desacuerdo sobre la objetividad y neutralidad de la Ciencia.

Es en el caso de los estudiantes ingresantes donde se presentan porcentajes de respuestas similares entre el acuerdo y el desacuerdo. (Tabla 2)

Para los estudiantes avanzados, la mayoría manifiesta desacuerdo con la afirmación 1, salvo para FI, donde más de la mitad de los estudiantes expresa acuerdo con la objetividad de la actividad científica.

La población docente es la que manifiesta en mayor porcentaje desacuerdo con la afirmación 1.

Comparando los Servicios, el mayor porcentaje de acuerdo se da para la población de FI (47,8%) y el mayor porcentaje de desacuerdo se da para la población de FC (59,7%).

Las respuestas a cada afirmación se complementan con las justificaciones vertidas por los participantes.²

Cuando manifiestan acuerdo con la afirmación, algunas de las justificaciones que aparecen son:

“Sí, neutral frente a prejuicios, creencias personales, sentimientos” (Doc_FI)

“No está a favor de ningún interés, favorece a todos” (Avan_FI)

“La Ciencia no esta a beneficio de ningún ser sino del universo” (Ing_FC)

“La Ciencia va más allá de lo que uno siente o cree” (Ing_FQ)

“No se debe ser objetivo cuando una persona estudia Ciencia” (Avan_FQ)

Las respuestas que manifiestan desacuerdo fueron justificadas con las siguientes frases que ilustran esta postura:

“Los intereses condicionan las investigaciones” (Ing_FI)

² Cada frase recogida se codificó según el sujeto que aportó dicha justificación de la forma: Grupo_Facultad. Ejemplo: si es estudiante ingresante a Facultad de Química el código es Ing_FQ; siendo Avan para los estudiantes avanzados y Doc para docentes.

“Incide la perspectiva personal porque los científicos son humanos con intereses, creencias, etc.” (Doc_FI)

“No se puede apartar la subjetividad de cualquier actividad” (Ing_FC)

“Es muy difícil la objetividad total por parte de un científico debido a que él mismo es humano” (Avan_FQ)

4.1.1.2 Resultados y análisis de respuestas a la afirmación 2

Para la afirmación 2, *“la experimentación es el método para alcanzar la verdad en ciencias”*, el porcentaje global de respuesta obtenido se presenta en la tabla 3.

Afirmación 2		
Sí (%)	No (%)	No contesta (%)
61,8	37,4	0,8

Tabla 3- Distribución global de respuestas obtenidas en la afirmación 2

En la tabla 4 se muestra la distribución de respuestas la afirmación 2, en porcentaje sobre el total de cada grupo estudiado.

Afirmación 2: <i>“la experimentación es el método para alcanzar la verdad en ciencias”</i>			
	Sí (%)	No (%)	No contesta (%)
FC			
Estudiantes ingresantes	55,3	39,5	5,2
Estudiantes avanzados	14,3	85,7	0
Docentes	16,7	83,3	0
Total FC	42,1	54,4	3,5
FI			
Estudiantes ingresantes	62,8	36,5	0,7
Estudiantes avanzados	47,2	52,8	0
Docentes	34,1	65,9	0
Total FI	60,9	38,4	0,7
FQ			
Estudiantes ingresantes	71,0	28,5	0,5
Estudiantes avanzados	70,5	27,5	2,0
Docentes	36,8	63,2	0
Total FQ	68,7	30,6	0,7

Tabla 4- Distribución de respuestas obtenidas en la afirmación 2 para la población estudiada distribuida según Servicio y grupo.

Como se observa en la tabla 3, el 61,8% de la población objeto de estudio expresa acuerdo acerca del papel fundamental que se le atribuye a la experimentación como método para arribar a los resultados “verdaderos” en ciencias.

De los datos presentados en la tabla 4 se desprende que tanto docentes como estudiantes avanzados manifiestan, mayoritariamente, desacuerdo con la afirmación, salvo en el caso de FQ. En este caso se encuentra que, no sólo los ingresantes apoyan esta idea en su mayoría (71,0%), sino también los estudiantes avanzados acuerdan

mayoritariamente (70,5%) con que el camino para arribar a la verdad científica es a través del experimento.

Comparando los Servicios, el mayor porcentaje de acuerdo se encuentra en la población de FQ (68,7%) y el mayor porcentaje de desacuerdo se da para la población de FC (54,4%).

Algunas de las fundamentaciones que se vinculan con estar de acuerdo con la afirmación 2 se presentan a continuación:

“Ya sea accidental o a propósito, es la única forma de probar una hipótesis”

(Avan_FQ)

“En base a los experimentos es que se llega al objetivo y demostración de las teorías.” (Avan_FQ)

“La experimentación es la base de la Ciencia. Con teoría solo no es nada”

(Ing_FC)

“Paso inevitable para llegar a la verdad” (Avan_FI)

Las fundamentaciones que sostienen algunos de los participantes para estar en desacuerdo con la afirmación 2 son:

“Entiendo la experimentación como una forma de empezar a comprender, pero no la única” (Ing_FC)

“Se llega por múltiples metodologías y vías” (Doc_FC)

“La experimentación es el método para validar, pero la verdad puede surgir por azar o deducción. En ciencias no todo es experimentar” (Doc_FI)

“No existe la verdad en ciencias” (Avan_FC)

“La experimentación permite obtener resultados repetitivos o no, y de allí obtener una conclusión, pero nadie puede afirmar que esa sea la verdad” (Avan_FQ)

“No siempre hay experiencias que avalen todas las teorías” (Ing_FI)

4.1.1.3 Resultados y análisis de respuestas a la afirmación 3

Para la afirmación 3, *“lo observable queda determinado por el marco teórico del investigador”*, el porcentaje global de respuesta obtenido se presenta en la siguiente tabla.

Afirmación 3		
Sí (%)	No (%)	No contesta (%)
47,7	45,9	6,4

Tabla 5- Distribución global de respuestas obtenidas en la afirmación 3

En la tabla 6 se muestra la distribución de respuestas la afirmación 3, en porcentaje sobre el total de cada grupo estudiado.

Afirmación 3: <i>“lo observable queda determinado por el marco teórico del investigador”</i>			
	Sí (%)	No (%)	No contesta (%)
FC			
Estudiantes ingresantes	47,4	47,4	5,2
Estudiantes avanzados	85,7	14,3	0
Docentes	83,3	16,7	0
Total FC	59,7	36,8	3,5
FI			
Estudiantes ingresantes	44,4	48,3	7,3
Estudiantes avanzados	44,4	52,8	2,8
Docentes	58,5	41,5	0
Total FI	45,1	48,2	6,7
FQ			
Estudiantes ingresantes	47,1	45,7	7,2
Estudiantes avanzados	70,6	27,4	2,0
Docentes	84,2	15,8	0
Total FQ	53,6	40,6	5,8

Tabla 6- Distribución de respuestas obtenidas en la afirmación 3 para la población estudiada distribuida según Servicio y grupo.

Como se desprende de la tabla 5, en términos globales esta afirmación es la que presenta un grado similar de acuerdo y desacuerdo. El 47,7% afirma que la observación está cargada de teoría, es decir no es neutral. En el caso de los estudiantes ingresantes, para todas las Facultades, es donde se presentan porcentajes de respuesta más cercanos entre el acuerdo y el desacuerdo.

Es interesante observar que en el caso de los estudiantes de FI, no sólo los ingresantes manifiestan desacuerdo con la idea de que las observaciones son dependientes del marco teórico de quien realiza la observación, sino que también los estudiantes avanzados no acuerdan con dicha afirmación. (Tabla 6)

Para FQ y para FC tanto los docentes y los estudiantes avanzados acuerdan mayoritariamente con que la observación depende del marco teórico del observador.

El menor porcentaje de acuerdo se da para la población de FI (45,1%) y el mayor porcentaje de acuerdo se da en la población de FC (59,7%).

Algunas de las justificaciones más representativas acerca del acuerdo manifestado sobre esta afirmación son:

“Diferentes personas ven diferentes cosas” (Ing_FQ)

“El investigador condiciona sin dudas la observación gracias a su capacidad de visualizar o no las cosas relevantes de acuerdo a lo que se quiere y a lo que no se quiere llegar” (Avan_FI)

“Depende de la formación del investigador, del conocimiento que tenga sobre el área que está observando” (Doc_FI)

“Cuando uno observa no es totalmente objetivo. Su marco teórico determina lo que observa. No todos vemos lo mismo en la misma escena” (Doc_FC)

Las siguientes son las fundamentaciones que ofrecen algunos de los participantes para estar en desacuerdo con la afirmación:

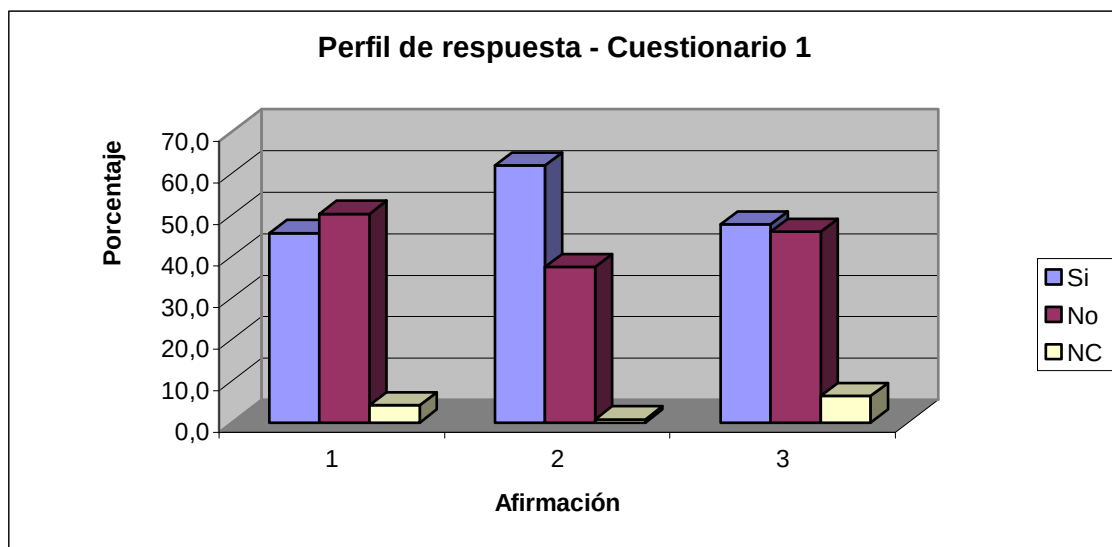
“Se debe ir más allá de las percepciones” (Ing_FQ)

“No hay que limitarse al marco teórico del observador porque pueden surgir cosas nuevas” (Ing_FI)

“Lo observable determina lo teórico” (Avan_FI)

“No considero que lo que se observa quede limitado a un marco teórico” (Doc_FC)

Se resume en la siguiente gráfica el perfil de respuesta obtenido para el cuestionario 1.



Gráfica 1- Perfil de respuesta obtenido para las afirmaciones del cuestionario 1

A partir de los resultados obtenidos para cada una de las preguntas (Gráfica 1), se puede afirmar que la mayoría de la población participante de este estudio sostiene explícitamente que está en desacuerdo con que la Ciencia es una actividad objetiva y neutral. Justifican su opción indicando que la Ciencia es una actividad subjetiva, atravesada por los intereses tanto de las personas que hacen Ciencia como de la Sociedad toda, que impone intereses económicos, políticos y religiosos.

En cuanto a la afirmación 2 es la que presenta un perfil de respuesta más diferenciado, donde la mayoría de la población manifiesta acuerdo en que la

experimentación es el método para alcanzar la verdad en ciencias. Las fundamentaciones se basan en que la experimentación es el método para verificar las teorías, aunque muchos aseguran que no se puede hablar de “verdad” en ciencias.

Para la afirmación 3 se obtienen porcentajes similares entre el acuerdo y el desacuerdo para toda la población, inclinándose a favor de que la observación queda determinada por el marco teórico del sujeto que está observando. Esta afirmación es la que presentó mayor porcentaje de no respuesta, principalmente en la población ingresante (7,2% del total de estudiantes ingresantes a las tres Facultades).

Las justificaciones a cada una de las opciones permitieron obtener una mejor comprensión acerca de las creencias sobre la naturaleza de las Ciencias que tienen los participantes de este estudio.

4.1.1.4 Resultados y análisis por categorías

Para delinear una postura epistemológica de la población objeto de estudio se elaboran categorías de análisis, que emergen de la combinación de las respuestas a cada afirmación del cuestionario 1.

Para la denominación de cada categoría se toma como referencia el trabajo de Acevedo (2003), en el cual el autor toma como dimensiones de análisis las “(...) *posiciones sobre la actividad científica, la excelencia del método científico y los puntos de vista sobre la influencia del contexto*” (2003:4)

Dentro de la Categoría 1 se ubican las respuestas que denotan una concepción de Ciencia no objetiva (Subjetivista), entendiendo la experimentación como una forma más de acercarse al conocimiento, sin desconocer otras modalidades (Pluralismo metodológico). Además entienden al conocimiento científico como algo en permanente construcción, influido por el contexto histórico y social (Contextualista). Esta categoría se aproxima a las posturas relativistas sobre la naturaleza de la Ciencia.

En la Categoría 2 se encuentran las respuestas que denotan una concepción de Ciencia objetiva y neutral (Objetivista), entendiendo que la experimentación es el único método para alcanzar la verdad en ciencias (Absolutismo metodológico). Además entienden al conocimiento científico como algo definitivo e independiente del contexto histórico y social (Independencia del contexto). Esta categoría se acerca a las visiones más tradicionales sobre la Ciencia: Positivismo o empirismo radical.

Dentro de la categoría 3 se encuentran las respuestas que si bien entienden que la Ciencia no es objetiva, le atribuyen a la experimentación el carácter de único método para alcanzar la verdad en ciencias. Esta categoría se alinea con una visión subjetivista que admite el absolutismo metodológico y el contextualismo: Empirista-contextualista

En la categoría 4 se encuentran las respuestas que, si bien no le atribuyen a la experimentación el carácter de único método para alcanzar la verdad en ciencias, entienden que la Ciencia es objetiva e independiente del contexto donde se desarrolla. Esta categoría es la que se aproxima a una visión neutral y descontextualizada de la actividad científica, no contaminada por subjetividades: explícita pluralismo metodológico, Ciencia objetiva y descontextualizada.

Dentro de la categoría “otra” se ubican otras combinaciones y los no contestan, impidiendo, aún con el análisis de las fundamentaciones, incluir estas respuestas en alguna de las categorías anteriores.

En la tabla 7 se resumen las categorías elaboradas a partir de las respuestas a las tres afirmaciones del cuestionario 1 y una descripción de las creencias asociadas a cada una de las categorías de análisis.

Categoría	Respuesta a la afirmación 1	Respuesta a la afirmación 2	Respuesta a la afirmación 3	Creencias asociadas a la categoría
1	NO	NO	SI	• <i>subjetivista</i> • <i>pluralismo metodológico</i> • <i>contextualismo</i>
2	SI	SI	NO	• <i>objetivista</i> • <i>absolutismo metodológico</i> • <i>independencia de contexto</i>
3	NO	SI	SI	• <i>subjetivista</i> • <i>absolutismo metodológico</i> • <i>contextualismo</i>
4	SI	NO	NO	• <i>objetivista</i> • <i>pluralismo metodológico</i> • <i>independencia de contexto</i>

Tabla 7- Descripción de las creencias asociadas a las categorías de análisis construidas para el cuestionario 1

Para las categorías de análisis construidas se obtuvo la siguiente distribución de toda la población participante en este estudio, (estudiantes y docentes) (N= 1269):

Categoría	1	2	3	4	Otra
Frecuencia	188	373	399	122	187
(%)	14,8	29,4	31,4	9,6	14,7

Tabla 8- Distribución de la población en las categorías de análisis

Globalmente, la población estudiada se distribuye principalmente entre las categorías 2 y 3, que comparten el acuerdo en la pregunta 2 del cuestionario 1, evidenciando la idea de la existencia de un método rígido para arribar a los conocimientos científicos (absolutismo metodológico)

En la tabla 9 se presenta la distribución de la población en las categorías de análisis, expresada en porcentaje, según el grupo al que pertenece (estudiantes ingresantes, estudiantes avanzados y docentes).

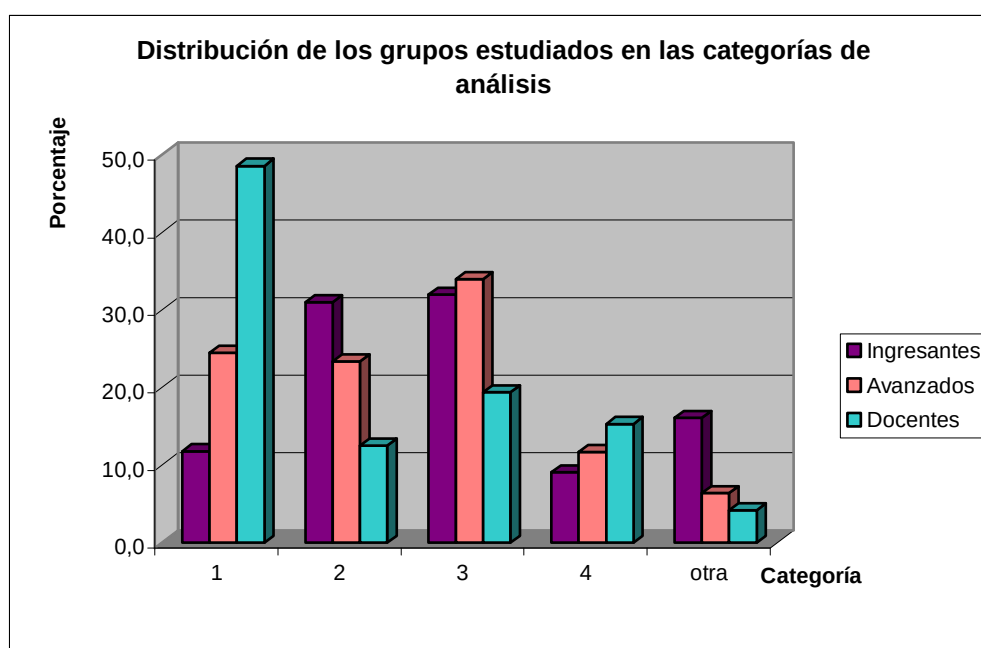
	CATEGORÍA				
	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	“Otra” (%)
Estudiantes ingresantes	11,8	31,0	32,0	9,1	16,1
Estudiantes avanzados	24,5	23,4	34,0	11,7	6,4
Total Estudiantes	12,8	30,4	32,2	9,3	15,4
Total Docentes	48,6	12,5	19,4	15,3	4,2

Tabla 9- Distribución de la población en las categorías de análisis según el grupo al que pertenecen.

Como se puede observar en la tabla 9, un 30,4% del total de la población estudiantil (ingresantes y avanzados) sostiene que la Ciencia es una actividad neutral y objetiva (Categoría 2) y un 32,2% tiene una visión de absolutismo metodológico, según la

cual la evidencia experimental es la base fundamental del conocimiento científico y las observaciones no son independientes del contexto (contextualista). (categoría 3).

A través del cuestionario 1 el 48,6% (Tabla 9) de los docentes manifiesta una concepción de Ciencia no objetiva, donde no se puede hablar de verdades absolutas ni de métodos únicos. (Categoría 1). El 19,4% de los docentes participantes se ubica en la categoría 3 (absolutismo metodológico – contextualista).



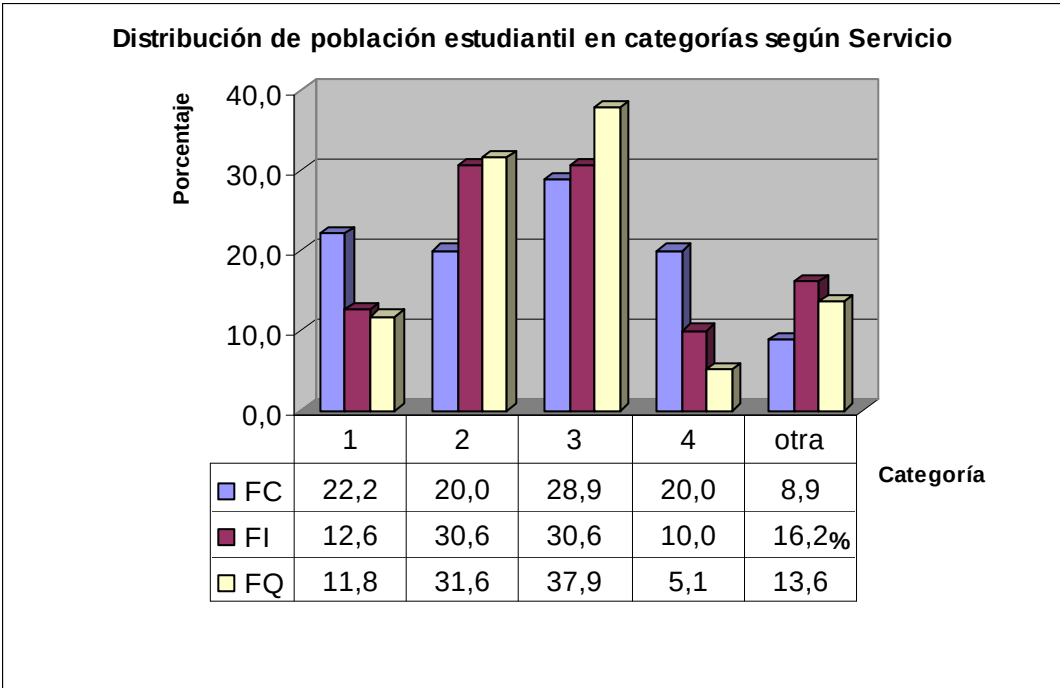
Gráfica 2- Distribución de la población en las categorías según grupo al que pertenece.

Como se observa en la gráfica 2 es la población estudiantil (tanto ingresante como avanzada) la que preferentemente sostiene una visión empirista - contextualista (Categoría 3) de la actividad científica. En la categoría 2, la que refleja una visión positivista de la Ciencia, se ubican mayoritariamente estudiantes ingresantes (31,0%) En tanto la población docente explicita mayoritariamente una visión más actualizada sobre la Ciencia (Categoría 1), entendiéndola como una actividad no objetiva, impregnada del marco teórico desde el cual se estaría investigando y en que la experimentación es uno

de los posibles métodos para arribar al conocimiento, no siendo posible hablar de “verdad en ciencias”.

Dentro de la categoría “otra” se encuentran mayoritariamente estudiantes ingresantes. Al 16,1% de los ingresantes a los tres Servicios no ha sido posible incluirlo en las categorías definidas, como se observa en la tabla 9. En este grupo se encuentran más respuestas contradictorias tanto entre las tres afirmaciones entre sí y como entre afirmaciones y sus justificaciones. También el mayor porcentaje de no respuesta (Tablas 2, 4 y 6) se encuentra dentro de este grupo. Para el grupo de estudiantes avanzados y para los docentes el porcentaje es mucho menor (6,4% y 4,2% respectivamente)

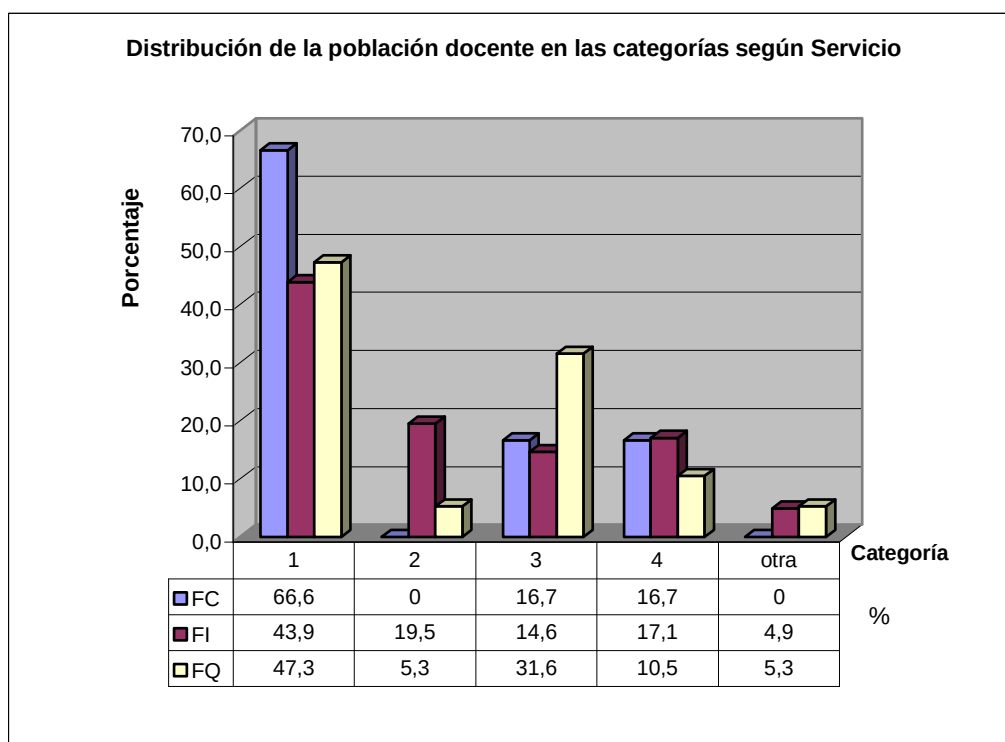
En la gráfica 3 se muestra la distribución en las categorías de análisis para toda la población estudiantil (ingresantes y avanzados) en función de la Facultad. Cabe recordar que los porcentajes hacen referencia a rangos de datos muy diferentes entre las Facultades (en particular FC).



Gráfica 3- Distribución de los estudiantes en las categorías según Facultad

Para los tres Servicios (gráfica 3) estudiados la categoría 3 es la predominante seguida de la categoría 2, excepto para FC en la cual se invierte el perfil con la categoría 1.

Para la población docente se obtiene la siguiente distribución en las categorías de análisis según la Facultad donde se desempeña.



Gráfica 4- Distribución de los docentes en las categorías de análisis según Servicio

Se observa en la gráfica 4 que son los docentes de FC quienes sostienen mayoritariamente una visión actualizada sobre la actividad científica (categoría 1), no ubicándose ningún sujeto ni dentro de la categoría 2 ni dentro de categoría “otra”.

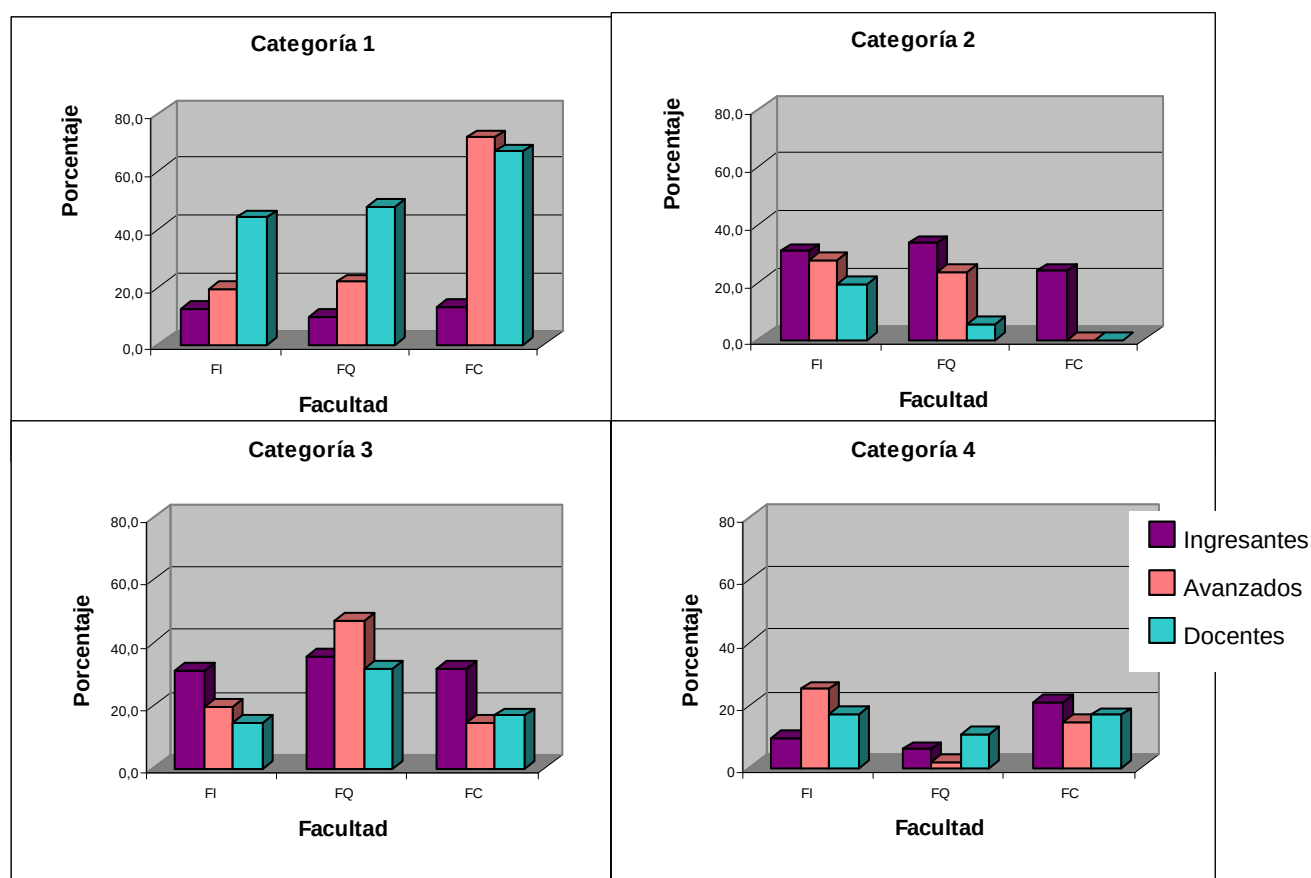
31,6% de los docentes de FQ se ubica dentro de la categoría 3 (Gráfica 4) a diferencia de los otros dos Servicios. Este resultado obtenido para FQ resultó ser más del doble que para FI (14,6%) y casi el doble que para FC (16,7%)

A modo de síntesis, y para una mejor visualización global, se presenta en la tabla 10 la distribución de cada grupo estudiado (estudiantes ingresantes, estudiantes avanzados y docentes) según Servicio, para cada categoría de análisis.

	Categoría														
	1 (%)			2 (%)			3 (%)			4(%)			Otra (%)		
	FI	FQ	FC	FI	FQ	FC	FI	FQ	FC	FI	FQ	FC	FI	FQ	FC
Ingresantes	12,3	9,5	13,2	30,7	33,5	23,7	31,0	35,7	31,6	9,4	5,9	21,0	16,6	15,4	10,5
Avanzados	19,4	21,6	71,4	27,8	23,5	0	19,4	47,1	14,3	25,0	1,9	14,3	8,4	5,9	0
Docentes	43,9	47,3	66,6	19,5	5,3	0	14,6	31,6	16,7	17,1	10,5	16,7	4,9	5,3	0

Tabla 10- Distribución de cada grupo estudiado en las categorías de análisis según el Servicio

Estos datos se presentan en la gráfica 5 (no se representa aquí la categoría “otra”)



Gráfica 5- Distribución de los grupos estudiados por Servicio en las categorías de análisis.

Con la finalidad de estudiar diferencias significativas en la distribución de las categorías para los diferentes grupos se utilizó el test de Chi-cuadrado.

Para la población ingresante, el test de Chi-cuadrado no mostró diferencias significativas en la distribución de las categorías entre Facultades. (Chi-cuadrado 11,521, $p\text{-valor} > 0,05$). A pesar de no detectarse diferencias significativas, se observa que en FC hay mayor porcentaje relativo de estudiantes en la categoría 4 en detrimento del porcentaje en la categoría 2.

Comparando ingresantes con avanzados, el test de Chi-cuadrado mostró diferencias significativas en la distribución de las categorías entre ambos grupos (Chi-cuadrado 11,250, $p\text{-valor} < 0,05$). Se observa una tendencia que indica mayor porcentaje relativo de estudiantes avanzados dentro de la categoría 1 y de estudiantes ingresantes dentro de la categoría 2.

El test de Chi-cuadrado mostró diferencias significativas en la distribución de las categorías entre ingresantes y docentes (Chi-cuadrado 69,498, $p\text{-valor} < 0,001$).

Hasta aquí podemos afirmar que los estudiantes ingresantes en los 3 Servicios muestran una visión tradicional de la Ciencia.

Los estudiantes avanzados se ubican principalmente en la categoría 3, aunque la distribución es más heterogénea y dependiente del Servicio. Los estudiantes de FC manifiestan una visión más actualizada de la Ciencia, entendiéndola como una actividad subjetiva, dependiente del contexto del investigador y rechazando la experimentación como único método para llegar a las teorías científicas.

La población docente en general manifiesta una visión actualizada sobre la naturaleza de la Ciencia (categoría 1) para los tres Servicios estudiados. Un 66,6% de los docentes de FC, un 47,3% de los docentes de FQ y un 43,9% de los docentes de FI se distribuyen en esta categoría. (Gráfica 4).

Dentro de la categoría 2, que manifiesta una visión tradicional sobre la Ciencia encontramos más docentes de FI (19,5%) que de los otros Servicios (5,3% para FQ y 0 para FC). Dentro de la categoría 3, que manifiesta una visión de absolutismo metodológico y ciencia contextualizada se encuentran más docentes de Facultad de Química (31,6%) que de los otros Servicios (14,6% para FI y 16,7% para FC). (Gráfica 5)

4.1.1.5- Distribución en las categorías de análisis según características de la población objeto de estudio

Se analizó la distribución en las categorías para tres muestras integradas por estudiantes ingresantes, por estudiantes avanzados y por docentes respectivamente, con el objetivo de analizar si existe influencia de las variables de base sobre la opción epistemológica de los sujetos.

4.1.1.5.1- Muestra de estudiantes ingresantes

Se estudia una muestra representativa de 247 estudiantes ingresantes a FI en 2005, determinada estadísticamente en función de las variables de base.

Descripción de la población perteneciente a la muestra:

Sexo

	Varones	Mujeres
Frecuencia	171	76
Porcentaje	69,2	30,8

Edad

	Años	
	< 20	>= 20
Frecuencia	164	83
Porcentaje	66,4	33,6

Enseñanza Media / Procedencia geográfica

	Público Capital	Público Interior	Privado Capital	Privado Interior	UTU	No hay datos
Frecuencia	54	92	71	8	15	7
Porcentaje	21,9	37,3	28,7	3,2	6,1	2,8

La muestra de ingresantes 2005 a FI presenta la siguiente distribución en las categorías de análisis:

	Categoría					
	1	2	3	4	Otra	Total
Frecuencia	57	68	53	44	25	247
Porcentaje	23,1	27,5	21,5	17,8	10,1	100,0

Tabla 11- Distribución de la muestra de estudiantes ingresantes en las categorías de análisis

Para esta muestra se realiza la distribución en las categorías de análisis según las variables sexo, edad y Enseñanza Media / Procedencia geográfica. (Tablas 12, 13 y 14 respectivamente)

Categoría	Mujeres (%)	Varones (%)
1	22,4	23,4
2	27,6	27,5
3	21,0	21,6
4	22,4	15,8
Otra	6,6	11,7

Tabla 12- Distribución de la muestra de estudiantes ingresantes en las categorías de análisis según sexo

El test de Chi-cuadrado no mostró diferencias significativas en la distribución de las categorías entre mujeres y varones (Chi-cuadrado 1,134, p-valor>0,05).

Categoría	<20 años (%)	>= 20 años (%)
1	24,5	20,5
2	28,8	25,3
3	16,6	30,2
4	20,9	12,0
Otra	9,2	12,0

Tabla 13- Distribución de la muestra de estudiantes ingresantes en las categorías de análisis según edad

El test de Chi-cuadrado mostró que no existen diferencias significativas (Chi-cuadrado: 0,083, p-valor>0,05) en la distribución en las categorías para los dos rangos de edades.

A modo descriptivo se puede decir que la categoría ≥ 20 años presenta mayores porcentajes en la categoría 3 y menores en la 4 en comparación con < 20 años.

Categoría	Público Capital (%)	Público Interior (%)	Privado Capital (%)	Privado Interior (%)	UTU (%)	Sin datos (%)
1	25,9	16,3	28,2	12,5	20,0	57,1
2	24,1	30,4	23,9	25,0	46,7	14,3
3	24,1	23,9	12,7	37,5	26,7	28,6
4	18,5	17,4	23,9	12,5	0	0
Otra	7,4	12,0	11,3	12,5	6,6	0

Tabla 14- Distribución de la muestra de estudiantes ingresantes en las categorías de análisis según Enseñanza Media /Procedencia Geográfica.

Se realizó el test de Chi-cuadrado sin considerar a las categorías UTU y Privado Interior dado que presentan muy baja frecuencia (15 y 8 estudiantes respectivamente)

Sin estas categorías el test no mostró diferencias significativas (Chi-cuadrado 7,369, $p\text{-valor} > 0,05$). Igualmente se puede observar que Público Interior tiene, en relación con los otros lugares de procedencia menor porcentaje en las categoría 1 (16,3%) y mayor porcentaje en la 2 (30,4%). Al mismo tiempo, Privado Capital presenta menor porcentaje en la categoría 3 (12,7%).

En el grupo perteneciente a Privado Capital es donde se da el mayor porcentaje en la categoría 1, concepción actual sobre la Ciencia y en UTU y Público Interior es donde se presenta mayor porcentaje en la categoría 2, concepción tradicional de la Ciencia.

El análisis estadístico no mostró incidencia significativa de estas variables de base (sexo, edad y Enseñanza media / procedencia geográfica) en la distribución de los estudiantes ingresantes en las categorías elaboradas.

4.1.1.5.2- Muestra de estudiantes avanzados.

Se analizó un grupo de 45 estudiantes avanzados de FQ, a los que se le aplicó el cuestionario el primer día de clase correspondiente al curso *Introducción a la Comunicación Científica*, edición 2009.

Esta población particular presenta las siguientes características:

Sexo

	Varones	Mujeres
Frecuencia	14	31
Porcentaje	31,1	68,9

Generación

	Generación		
	2000 - 2002	2003 - 2005	2006 - 2008
Frecuencia	8	19	18
Porcentaje	17,8	42,2	40,0

Edad

	Años		
	19 - 21	22 - 24	25 - 27
Frecuencia	18	18	9
Porcentaje	40,0	40,0	20,0

Carrera

	Bioquímico Clínico	Químico Farmacéutico	Químico
Frecuencia	19	20	6
Porcentaje	42,2	44,4	13,4

La muestra estudiada presenta la siguiente distribución en las categorías de análisis:

	Categoría					
	1	2	3	4	Otra	Total
Frecuencia	7	3	24	1	10	45
Porcentaje	15,6	6,7	53,3	2,2	22,2	100,0

Tabla 15- Distribución de la muestra de estudiantes avanzados en las categorías de análisis.

No se realizó el test de Chi-cuadrado para esta muestra debido a la baja frecuencia obtenida para algunas de las categorías, dificultando la interpretación de la incidencia de la variables de base en la distribución de las mismas.

Igualmente se muestran, a modo descriptivo, la distribución en las categorías de análisis según sexo, edad y carrera. (Tablas 16, 17 y 18 respectivamente)

Categoría	Mujeres (%)	Varones (%)
1	12,8	21,4
2	6,5	7,1
3	58,1	42,9
4	3,2	0
Otra	19,4	28,6

Tabla 16- Distribución de la muestra de estudiantes avanzados en las categorías de análisis según sexo

Un alto porcentaje de mujeres (58,1%) y de varones (42,9%) se ubica en la categoría 3. A diferencia de las mujeres es alto el porcentaje de varones (21,4%) que se ubica en la categoría 1.

Categoría	19 – 21 años (%)	22 –24 años (%)	25 - 27 años (%)
1	16,6	16,7	11,1
2	5,6	0	22,2
3	50,0	61,1	44,5
4	5,6	0	0
Otra	22,2	22,2	22,2

Tabla 17- Distribución de la muestra de estudiantes avanzados en las categorías de análisis según edad

Dentro de la categoría 3 que es la de preferencia para este grupo, se ubican mayoritariamente los estudiantes entre 22 y 24 años.

Categoría	Bioquímico Clínico (%)	Químico Farmacéutico (%)	Químico (%)
1	22,2	13,3	16,7
2	5,6	6,7	16,7
3	61,1	73,3	33,2
4	0	0	16,7
Otra	11,1	6,7	16,7

Tabla 18- Distribución de la muestra de avanzados en las categorías de análisis según carrera

Un alto porcentaje de estudiantes tanto de la carrera Bioquímico Clínico (61,1%) como de Química Farmacéutica (73,3%) se encuentran en la categoría 3. En el caso de los estudiantes de la carrera de Químico muestran una distribución más homogénea presentando un mayor porcentaje en la categoría 3 pero la diferencia con las otras categorías no es tan acentuada como para las otras dos carreras.

4.1.1.5.3- Muestra de docentes

Del grupo de docentes que respondió el cuestionario 1 se ha podido caracterizar a 24 sujetos.

Sexo

	Varones	Mujeres
Frecuencia	13	11
Porcentaje	54,2	45,8

Grado

	1	2	3	4
Frecuencia	11	8	3	2
Porcentaje	45,8	33,3	12,5	8,4

La distribución en las categorías encontradas en esta muestra se presenta a continuación:

	Categoría					
	1	2	3	4	Otra	Total
Frecuencia	10	4	6	3	1	24
Porcentaje	41,7	16,7	25,0	12,5	4,1	100,0

Tabla 19- Distribución de los docentes en las categorías de análisis

La muestra estudiada mantiene el perfil de toda la población docente con relación a la distribución en las categorías de análisis.

No se realizó el test de Chi-cuadrado debido a la baja frecuencia obtenida para algunas de las categorías, dificultando la interpretación de la incidencia de las variables de base en la distribución de las mismas.

Igualmente se muestran, a modo descriptivo, los cuadros de la distribución en las categorías de análisis según sexo y grado académico. (Tablas 20 y 21 respectivamente)

Categoría	Mujeres (%)	Varones (%)
1	45,4	38,4
2	9,1	23,1
3	27,3	23,1
4	9,1	15,4
Otra	9,1	0

Tabla 20- Distribución de los docentes en las categorías de análisis según sexo

Las docentes mujeres son las que presentan un perfil similar a toda la población docente, distribuyéndose mayoritariamente en la categoría 1, seguida de la 3. En el caso de los docentes varones, la mayoría también se ubica en la categoría 1, pero en las categorías 2 y 3 se distribuyen equitativamente.

Categoría	%			
	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4
1	45,4	37,5	66,7	0
2	18,2	25,0	0	0
3	9,1	37,5	33,3	50,0
4	18,2	0	0	50,0
Otra	9,1	0	0	0

Tabla 21- Distribución de los docentes en las categorías de análisis según grado académico

Los docentes grado 2 son los que se distribuyen equitativamente en las categorías 1 y 3 y son los que presentan mayor porcentaje en la categoría 2 (25,0%).

Los docentes grado 3 se distribuyen mayoritariamente en la categoría 1, mientras que los docentes grado 4 se distribuyen entre la categoría 3 y 4, no encontrándose casos en las categorías 1 y 2.

En resumen, a través de la aplicación del cuestionario 1 fue posible identificar y describir las ideas sobre la naturaleza de la Ciencia que prevalecen en estudiantes y docentes del Área CT.

La población estudiantil en forma global manifiesta una postura epistemológica tradicional, manifestando un absolutismo metodológico aunque se inclina por una visión subjetiva de la Ciencia (categoría 3). Al discriminar la población estudiantil en ingresantes y avanzados se observa que el primer grupo se inclina más por la categoría 2 (visión rígida y neutral acerca de la Ciencia) que el segundo grupo. En el caso de los avanzados si bien mayoritariamente se distribuyen en la categoría 3, la distribución entre la categoría 1 y 2 es más pareja que entre los ingresantes.

El grupo de docentes que participó del estudio se ubica mayoritariamente en la categoría 1, es decir explicitan una concepción de Ciencia alineada con las posturas epistemológicas relativistas, donde no existe un único método para arribar al conocimiento, sosteniendo que la actividad científica es subjetiva y dependiente del contexto donde se desarrolla.

4.1.2- Cuestionario 2

El cuestionario 2 se aplicó a 124 estudiantes y 49 docentes de las Facultades de Ciencias, Química e Ingeniería.

A partir de los resultados obtenidos en este cuestionario, se realizó un estudio de carácter fundamentalmente cualitativo, analizándose las respuestas a partir de tres dimensiones principales:

4.1.2.1 -La imagen del científico.

4.1.2.2 -Cómo los científicos realizan descubrimientos.

4.1.2.3 -Las personalidades vinculadas al área científica que conocen (se pide que mencionen al menos a tres)

Se seleccionaron para presentar aquí las respuestas más frecuentes en cada dimensión de análisis. Se realiza la distinción entre población estudiantil y población docente indicando el Servicio cuando se transcriba literalmente una respuesta.

4.1.2.1- La imagen del científico

Las descripciones sobre una persona dedicada a la Ciencia que aparecen en las respuestas al cuestionario, no muestran variación entre las poblaciones de estudiantes y de docentes. Sí existe diferencia entre ambas poblaciones en cuanto a la frecuencia con que se reiteran en cada una de las poblaciones. Son pocas las descripciones que aparecen mencionadas en uno solo de los grupos.

4.1.2.1 a- Respuestas de los docentes

Se han sistematizado las características de un científico que mencionan a partir de la frecuencia en su mención. Las cualidades mencionadas con mayor frecuencia son:

Cualidad	Nº de respuestas
perseverante/tenaz/constante	13
metódico	12
observador	11
paciente	10
imaginativo	8
crítico	8
ordenado/organizado	7
curioso	7

Mencionan además, en forma aislada, “de poca palabra”, “con capacidad de trabajar en equipo”; inteligente, capaz, reflexivo, intuitivo, obstinado, terco, obsesivo, ético, honesto.

Se destacan a continuación algunas frases de docentes que hacen referencia no sólo a cualidades inherentes a la persona sino referidas a la actividad que desempeña y su relación con la comunidad científica y con la Sociedad:

“Deseo de colaborar con la empresa humana de la Ciencia” (Doc_FI)

“Compromiso social” (Doc_FC)

“Formar parte de la sociedad y no vivir en una “burbuja”; ser humano y sensible a la realidad de su pueblo” (Doc_FC)

“Ávidos por el conocimiento; buscando respuesta a lo desconocido, o tratando de mejorar el mundo en el que habitamos” (Doc_FQ)

“Debe ser un profesional que se interese, se preocupe por la sociedad y por los seres humanos” (Doc_FQ)

Otras frases hacen referencia a cómo debería ser el modo de trabajar de una persona dedicada a la Ciencia, por ejemplo:

“Con un entrenamiento según reglas del método científico” (Doc_FI)

“Rigurosidad en sus métodos para elaborar el conocimiento” (DoC_FI)

Se destacan también algunas características relativas a cómo debería ser la relación con sus pares:

“Interrelación con otros investigadores” (Doc_FI)

“Capacidad de diálogo” (Doc_FQ)

“Capacidad de comunicación y trabajo en equipo” (Doc_FC)

Se oponen a estas características de socialización descripciones como:

“De poca palabra” (Doc_FC)

“Dedicado a su tarea todo el tiempo” (Doc_FI)

“Debe ser una persona que intente separar todo el tiempo las dificultades de la vida cotidiana que lo obliguen a distraer su atención de lo que él quiere” (Doc_FI)

4.1.2.1 b- Respuestas de los estudiantes

Los estudiantes describen a una persona dedicada a la Ciencia fundamentalmente como un sujeto:

Cualidad	Nº de respuestas
Perseverante/Tenaz	22
Inteligente	20
Paciente	19
Dedicado	17
Objetivo	13
Creativo	12
Crítico	11
Abierto	9
Curioso	9
Ordenado	8

Otras respuestas: responsable, emprendedor, imaginativo, estudioso, distraído, aburrido, racional.

Se destacan algunas frases que hacen referencia a cualidades que se asemejan más a una descripción de la imagen estereotipada de científico que se transmite en algunos medios de comunicación:

“Apariencia descabellada” (Avan_FQ)

“Consumida por el estudio” (Avan_FQ)

“Ojeras por no dormir” (Avan_FQ)

“Poco tiempo para disfrutar de otras cosas” (Avan_FQ)

“Siempre hablando del tema de su investigación” (Avan_FI)

“Si es hombre, pelado y con lentes; si es mujer nerviosa y ojerosa” (Avan_FQ)

Se complementa la visión sobre el científico, obtenida a través de las respuestas al cuestionario 2, con el análisis de contenido de los dibujos representados por docentes y estudiantes en cada cuestionario. En el anexo 5 se presentan algunos ejemplos de los 141 dibujos obtenidos del total de 173 cuestionarios aplicados.

Se observa gran similitud en las imágenes dibujadas por docentes y por estudiantes universitarios entre sí y con las dibujadas por estudiantes y docentes de Enseñanza Media presentadas en publicaciones anteriores (Míguez, Otegui y Loureiro, 2001-2002; Loureiro y Míguez, 2009-2010;).

Del análisis realizado de los dibujos se puede destacar que:

- en el 80% de los dibujos se representa a una persona de sexo masculino (Anexo 5, figuras 1 a 11),
- el 20,0% (todas mujeres) dibuja científicas mujeres (Anexo 5, figuras 12 a 15).
- en 71 de los dibujos (50,4%) el científico, siempre varón, aparece despeinado o pelado (Anexo 5, figuras 4, 6, 8, 10, 11).

Su vestimenta consta básicamente de una túnica (61,7% de los dibujos) y lentes (54,6%). En los dibujos donde se representa a una mujer, su aspecto difiere notoriamente del aspecto desprolijo del científico varón (Anexo 5, figuras 14 y 15).

En la mayoría de los casos el/la científico/a representado/a se encuentra dibujado/a en un laboratorio, rodeado de frascos, pizarrones con expresiones matemáticas y computadora (Anexo 5, figuras 6, 7, 9, 10, 11, 12 , 17 y 18) .

En 12 de los dibujos (8,5) el científico/a representado/a aparece trabajando solo/a.

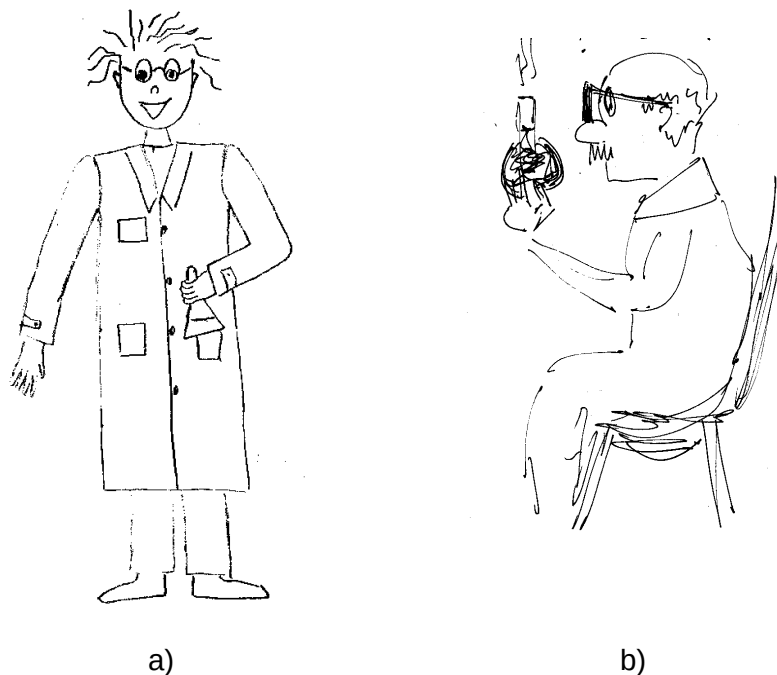


Figura 1- Imágenes típicas que surge de las representaciones realizadas por las poblaciones estudiadas- a) dibujo realizado por Avan_FQ; b) dibujo realizado por Doc_FI

Son pocas las imágenes, ver la figura 2, donde la persona dedicada a la Ciencia es representada como una persona común, cuyo objeto de estudio es variado (alimentos, medicamentos, etc) y trabajando colectivamente. En las figuras 19 a 22 del anexo 5 se observan ejemplos de representaciones de científicos con estas características.

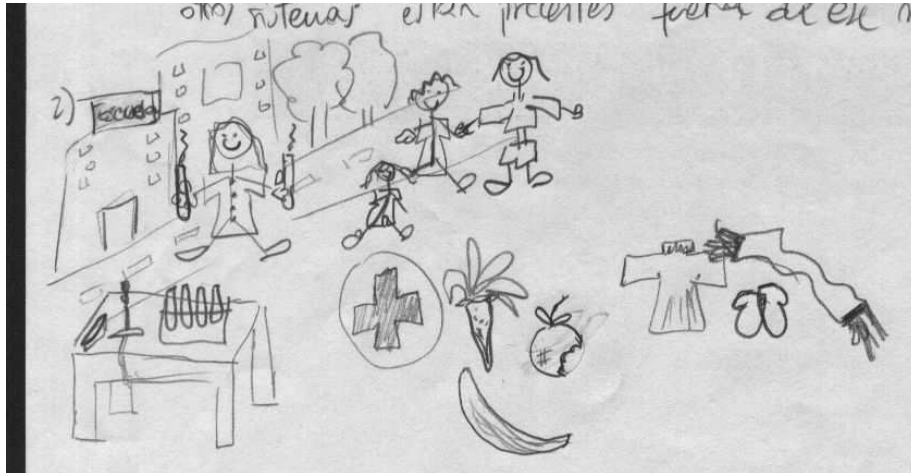


Figura 2- Imagen donde el trabajo científico se muestra como tarea colectiva y abocada a diversos objetos de estudio. (Avan_FQ)

En términos globales se transmite a través del dibujo una imagen un tanto caricaturesca de un/a científico/a, sobre todo cuando se dibujan varones. Esa imagen es similar a la transmitida en los medios de comunicación a través de la publicidad, historietas o incluso en el cine. Las representaciones de la Ciencia y de los científicos tiene una larga tradición en los diferentes medios que han sido y siguen siendo de consumo masivo en las diferentes épocas. (Míguez et al, 2005c)

El público en general se apropia de esos estereotipos que aparecen en la pantalla (cine y televisión), en obras de teatro, en libros, historietas, etc. Los principales estereotipos son: el científico trabajando solo; llegando a sus descubrimientos como producto de una inspiración repentina; no se acepta o se desprecian ideas “poco convencionales”; su vida gira en torno a su trabajo en laboratorios secretos o de acceso restringido con máquinas o instrumental ficticio; se asocia al científico con un individuo masculino, introvertido, desprolijo, la túnica y los lentes son elementos que aparecen reiteradamente. (Merino, 1998; Liguori et al, 2005; Míguez et al, 2005c)

4.1.2.2 - Cómo los científicos realizan descubrimientos.

4.1.2.2 a- Respuestas de los docentes

En la tabla 22 se resumen las respuestas de los docentes acerca de la forma en qué se realizan los descubrimientos científicos agrupadas en función de la idea central que se interpreta de cada respuesta y ordenadas según la frecuencia de respuestas

Idea central propuesta	Frecuencia	Frases a modo de ejemplo
Diferentes Metodologías	9	<i>"No creo que exista "el método", todos poseemos maneras y formas diferentes" (Doc_FC)</i> <i>"El método científico es una de las posibilidades pero según la teoría desde donde nos coloquemos este variará" (Doc_FQ)</i>
Casualidad	9	<i>"...Otras veces en forma casual y sin tener que ver la observación con la investigación que viene realizando" (Doc_FC)</i> <i>"Se puede llegar por casualidad buscando una explicación a otro fenómeno de estudio" (Doc_FI)</i>
Trabajo colectivo	8	<i>"En general es producto del trabajo en equipo, del intercambio de información entre diversos grupos de trabajo" (Doc_FI)</i> <i>"Trabajo de investigación por parte de un equipo, trabajando en el área o en áreas distintas que terminan confluyendo en dicho descubrimiento" (Doc_FI)</i>
El Método Científico	7	<i>"A través del método científico, este comienza con la observación, la formulación de hipótesis y el intentar verificarla experimentalmente, que se pueda validar y poner a disposición del resto de la comunidad científica" (Doc_FI)</i> <i>"A través de un trabajo metódico y riguroso" (Doc_FI)</i>

Planteo de Hipótesis que debe ser verificada/validada	6	<i>“En general se parte de una idea que proviene de un evento que ocurre o de una hipótesis que se tiene y luego de un proceso de validación se llega al descubrimiento” (Doc_FC)</i> <i>“Se debe desarrollar una o más hipótesis sobre una teoría, y luego como segundo paso hay que validar dicha teoría y que para que un enunciado exprese conocimiento debe ser verificado” (Doc_FI)</i>
Investigación científica	5	<i>“A través de la investigación científica, esto es la aplicación de un conjunto de herramientas que nos permitan llegar al mismo (descubrimiento)” (Doc_FC)</i> <i>“Investigación experimental y abstracta (desarrollos Matemáticos)” (Doc_FQ)</i>
Observación como primer paso	5	<i>“Observando y preguntándose por qué y para qué” (Doc_FC)</i> <i>“Observando, esta observación puede formar parte de un proceso metodológico o ser casual. De todas formas la observación casual, por azar, es el inicio del descubrimiento” (Doc_FQ)</i>
Se parte de un problema/inquietud/motivación	5	<i>“Primero debe haber alguna motivación para la búsqueda, luego se investiga, se observa, se analiza y finalmente se concluye” (Doc_FC)</i> <i>“Lo que no se puede omitir es que para llegar a un descubrimiento científico debió existir algún tipo de “motivación” que condujo al investigador a preocuparse o dedicarse a dicha empresa” (Doc_FI)</i>

Tabla 22- Resumen de las ideas centrales desarrolladas por los docentes sobre cómo se llega a un descubrimiento científico.

Si bien en las respuestas aparece la aplicación del método científico, este es entendido como un conjunto flexible de herramientas, dependiente de la persona que esté desarrollando ese método.

En la figura 3 se muestra el dibujo de un docente de FI, quien representó el trabajo científico a través de varias etapas. Se puede interpretar que el científico o investigador parte de la observación, se plantea una pregunta y con estudio y, por ensayo y error, llega a la idea principal o resolución del problema. En este caso tampoco se menciona la experimentación, sino el estudio del problema desde la teoría.

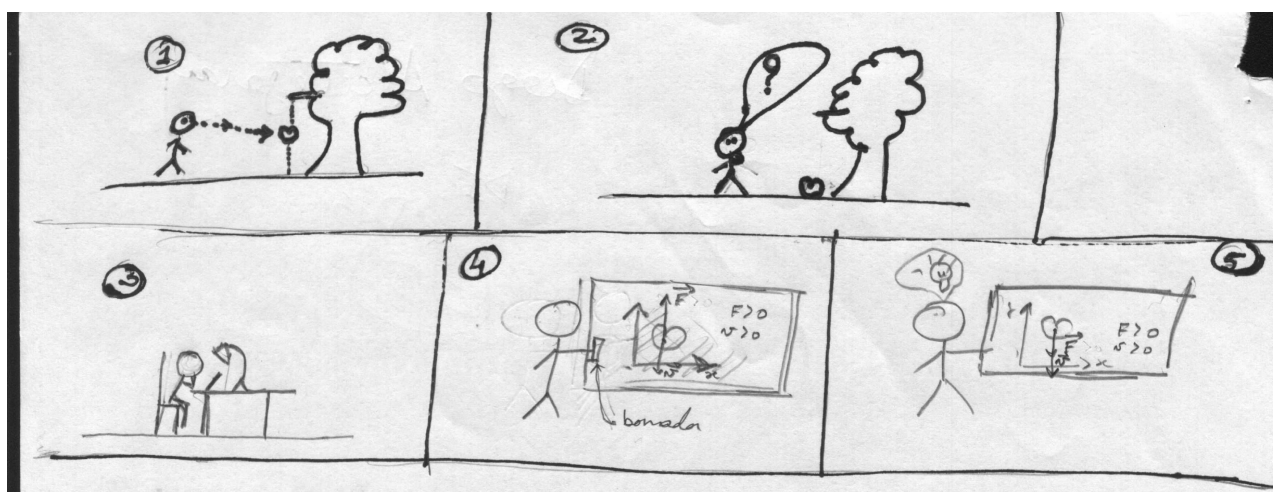


Figura 3- Dibujo representado por un docente de FI sobre el trabajo científico

En síntesis, entre las respuestas se menciona, en algunos casos, la influencia del marco teórico del observador en la forma de arribar a un descubrimiento; también la posibilidad de aplicar diferentes métodos según el caso. Estas respuestas son coherentes con las obtenidas a través de la aplicación del cuestionario 1 donde se observa que la mayoría de los docentes se distribuyen en la categoría 1 (postura relativista).

4.1.2.2 b- Respuestas de los estudiantes

En la tabla 23 se resumen las respuestas de los estudiantes acerca de la forma en qué se realizan los descubrimientos científicos. Como en la mayoría de las respuestas se mencionan varias ideas, se han agrupado en función de las ideas centrales que surgen de cada respuesta y se presentan en orden decreciente de frecuencia.

Idea central propuesta	Frecuencia	Frases a modo de ejemplo
Experimentación para verificar las hipótesis o como etapa fundamental en la investigación	42	<i>“Realizando hipótesis y luego tratan de confirmarlas mediante experiencias”. (Avan_FC)</i> <i>“En principio se fijan un objetivo a investigar, luego experimentan u observan y analizando los resultados llegan a una conclusión” (Avan_FQ)</i> <i>“Observación, descripción de un fenómeno. Planteo de hipótesis que logren explicar el fenómeno. Demostración mediante la experimentación” (Avan_FQ)</i> <i>“Supongo que llegan a un descubrimiento luego de muchas, pero muchas experiencias, captando de cada uno algo que les pueda aportar para la siguiente experiencia” (Avan_FQ)</i> <i>“Sus conclusiones las realizan a partir de experimentos rigurosos” (Avan_FQ)</i> <i>“Los descubrimientos los realizan después de una larga investigación realizando ensayos experimentales en el laboratorio” (Avan_FQ)</i> <i>“El primer paso es buscar algo de interés para el científico, creando hipótesis. Luego de que estas hipótesis son verificadas experimentalmente, se busca una fundamentación teórica” (Avan_FI)</i>

Casualidad /Accidente/ Azar /Error	41	<i>“A un descubrimiento se llega algunas veces por casualidad, otras experimentando” (Avan_FI)</i> <i>“A través de un proceso de investigación tanto teórica como práctica, por accidente o por casualidad”</i> <i>(Avan_FQ)</i> <i>“Muchos descubrimientos fueron por casualidad. Un científico estudiando un tema particular, investigando y experimentando, propone una teoría y trata de verificarla experimentalmente. A veces en esas experiencias llega a otras conclusiones o a descubrimientos que inicialmente no eran su objetivo”</i> <i>(Avan_FQ)</i>
Investigación científica	34	<i>“Se supone que investigando... lleva una serie de conocimientos teóricos a la práctica, experimenta y obtienen resultados, llegando posteriormente a una conclusión” (Avan_FQ)</i> <i>“Mediante intensa investigación” (Avan_FQ)</i> <i>“Investigando un tema que no sea muy conocido que sea del ámbito científico” (Avan_FQ)</i>
Planteo de Hipótesis que debe ser verificada/validada	19	<i>“Formulación de hipótesis. Elaboración de una teoría; si las observaciones confirman la teoría, se valida”</i> <i>(Avan_FI)</i> <i>“Incluiría experimentación según alguna o algunas hipótesis a contrastar o tesis a demostrar”</i> <i>(Avan_FC)</i>

Observación como primer paso en el proceso de investigación	9	<i>“El primer paso es buscar algo de interés para el científico, creando hipótesis que luego son verificadas experimentalmente” (Avan_FI) “Primero realizamos una observación del objeto a investigar. Tratamos de explicarlo con alguna teoría ya existente y si no hacemos una nueva y si esta funciona habremos descubierto una nueva teoría” (Avan_FI)</i> <i>“Observan en la naturaleza algo, sacan una muestra lo llevan a un laboratorio, tratan de crear las mismas condiciones en la que estaba, ven lo que ocurre, experimentan cambiando las condiciones, etc.” (Avan_FC)</i>
El Método Científico	5	<i>“Metodología común y muy ordenada” (Avan_FQ)</i> <i>“Mediante un proceso metódico (Método Científico)” (Avan_FQ)</i>
Trabajo colectivo	5	<i>“Mediante dedicación, trabajo en equipo, voluntad, conocimiento” (Avan_FQ)</i> <i>“De muchas formas. Puede ser un equipo de trabajo con determinado objetivo que trabaje por años” (Avan_FQ)</i>
Diferentes Metodologías	3	<i>“No hay una única forma” (Avan_FQ)</i> <i>“No creo que exista una receta. Pueden estar involucrados muchos factores” (Avan_FC)</i>

Tabla 23- Resumen de las ideas centrales desarrolladas por los estudiantes sobre cómo se llega a un descubrimiento científico.

Entre las respuestas de los estudiantes se encuentra que un 33,9% menciona a la experimentación como paso fundamental del proceso de investigación o como paso esencial para confirmar o validar una hipótesis. La mayoría de estas respuestas (80,9%) pertenecen a estudiantes de FQ.

En cambio para varios estudiantes de FI la explicación de lo observado no se corrobora a través de la experimentación sino con teorías y conocimientos previos, tal como lo plantean también los docentes de la misma Facultad:

“Analizando metodológicamente la realidad, procesando la información analizada, utilizando conocimientos previos y elaborando nuevos conocimientos” (Avan_FI)

Estas respuestas son coherentes con los resultados obtenidos en la afirmación 2³ del cuestionario 1 donde la mayoría de los estudiantes avanzados de FQ (70,6%) acuerdan con que la “experimentación es el método para alcanzar la verdad en ciencias”, mientras que un 34,1% de los estudiantes avanzados de FI acuerdan con esa afirmación. (Tabla 6)

También hay coherencia con los dibujos realizados, en los que el científico trabaja en su laboratorio rodeado de tubos de ensayo y matraces (Ver figuras 6, 7, 10, 11, 12 en anexo 5).

Un 33,1% de los estudiantes menciona que se puede llegar a un descubrimiento por “casualidad”, “accidente” o “azar”. Este tipo de respuesta nunca aparece como única sino que acompaña a otras posibilidades:

“A través de un proceso de investigación tanto teórica como práctica, por accidente o por casualidad” (Avan_FQ)

³ La experimentación es el método para alcanzar la verdad en ciencias.

En otras respuestas aparece planteada la posibilidad de arribar a un conocimiento como fruto de una ocurrencia “casi mágica”:

“Se les ocurren cosas increíbles y después las demuestran de alguna manera”.

(Avan_FQ)

Esta última idea queda representada también por el dibujo que aparece en la figura 4, donde parece que al científico le llega una iluminación desde el cielo que hará surgir la idea para resolver su problema.

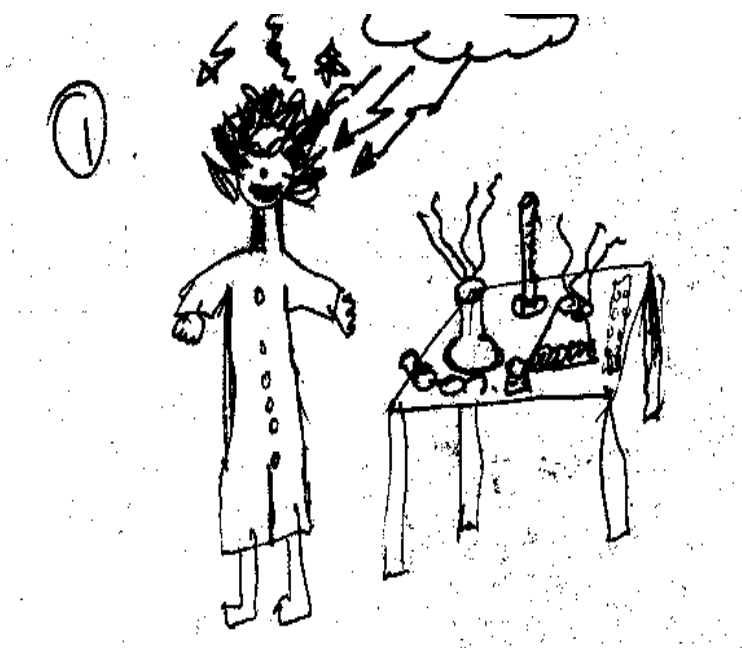


Figura 4- Imagen representada por un estudiante de FQ donde al científico parece llegarle una “iluminación” desde el cielo.

Al igual que para la población docente, son pocas las respuestas en que se menciona el trabajo en equipo para arribar a un conocimiento en ciencias. En total se obtuvieron 13 respuestas (7,5%) entre docentes y estudiantes que aluden al trabajo colectivo.

4.1.2.3 - Las personalidades vinculadas al área científica que conocen (se pide que nombren al menos a 3 y que mencionen época y actividad principal de investigación)

4.1.2.3 a- Respuestas de los docentes

En la tabla 24 se presentan las respuestas en orden de frecuencia de aparición, así como el número de docentes que responden sobre la época y la actividad principal de investigación. Los nombres de los científicos que se mencionan se solapan, es decir de un mismo cuestionario se pudo haber extraído 3 de los nombres que figuran en la tabla 24

Nombre	Frecuencia de aparición	Frecuencia de mención de la época	Frecuencia de mención de la actividad principal de investigación
Clemente Estable	17	9	11
José Luis Massera	11	8	8
Antonia Grompone	8	2	8
Rodolfo Tálice	7	4	5

Tabla 24- Frecuencia en que los docentes nombran científicos uruguayos y mencionan su época y actividad principal de investigación

Aparecen mencionadas también personalidades vinculadas a las áreas de trabajo de los docentes participantes del estudio: Rodolfo Gambini, Rafael Guarga, Ricardo Ehrlich, Guillermo Dighiero, Óscar Maggiolo, entre otros.

En el total de 49 cuestionarios recabados, 28 nombran 3 científicos y 14 docentes sólo mencionan 1 o 2 científicos uruguayos. La mayoría de los docentes que nombran científicos mencionan además su principal línea de investigación o área de trabajo (38 respuestas) y/o los ubican en su época (29 respuestas).

En 7 cuestionarios (4 de FQ, 2 de FI y 1 de FC) esta pregunta no es respondida, aunque en algunos de esos casos mencionan líneas de investigación sin hacer mención a los científicos involucrados: *“los investigadores del genoma”*; *“qué bache, conozco descubrimientos importantes hechos por científicos uruguayos pero no me acuerdo de los nombres”*.

4.1.2.3 b- Respuestas de los estudiantes

Son 20 los estudiantes (16,1%) que proponen 3 nombres y 31 estudiantes (25,0%) mencionan 1 o 2 nombres. En la mayoría de los casos (63,3%) proponen su línea de investigación. En esta tabla los nombres de los científicos se solapan, es decir pueden provenir 3 nombres de un mismo cuestionario.

Nombre	Frecuencia de aparición	Frecuencia de mención de la época	Frecuencia de mención de la actividad principal de investigación
Patricia Esperón	8	6	8
Antonia Grompone	8	5	8
Mauro Costa	6	6	6
Rafael Guarga	4	3	2
Roberto Markarián	4	2	3
Clemente Estable	5	3	5

Tabla 25- Frecuencia en que los estudiantes nombran científicos uruguayos y mencionan su época y actividad principal de investigación

Se mencionan científicos contemporáneos vinculados a la Facultad donde estudian: Antonia Grompone, Mauro Costa y Patricia Esperón son los más nombrados por los estudiantes de FQ; Rafael Guarga y Roberto Markarian por los estudiantes de FI; Rodolfo Gambini por los estudiantes de FC.

Los científicos mencionados son reconocidos por sus trabajos de investigación o por el área de trabajo; son contemporáneos y algunos de ellos fueron docentes de los estudiantes que participaron de este estudio. No sucede como en el caso de los docentes donde la mayoría menciona a Clemente Estable quien desempeñó su tarea de investigador y docente a principios del siglo XX.

En 25 casos (todos de FQ) no se mencionan nombres propios sino que hacen referencia por ejemplo a *“la gente que trabaja en las cátedras”* o *“todos los docentes de Facultad”*. También aparecen respuestas donde mencionan el trabajo pero no el nombre del científico: *“descubrió las propiedades de la Marcela”*, *“la mujer que trabajó en el genoma humano”*.

En 53 casos (42,7%) no responden a la pregunta y en algunos casos plantean por ejemplo *“En realidad no conozco a ninguno”*; *“Ni idea”*; *“Se que hay pero la mayoría no se encuentra en el país”*. El 44,2% de los estudiantes de FQ que participa de este estudio no responde la pregunta; obteniéndose un 33,3% de no respuesta entre los estudiantes de FI y un 20,0% entre los estudiantes de FC.

Es llamativo el porcentaje de no respuesta de los estudiantes ante la solicitud de mencionar a 3 científicos uruguayos, siendo que los docentes de sus Facultades, involucradas en este estudio, son también investigadores. Esto podría estar evidenciando la necesidad de articular la enseñanza de las ciencias con los aspectos vinculados a la investigación científica de los propios docentes.

En resumen, a partir de los resultados obtenidos del cuestionario 2 puede decirse que los docentes manifiestan una concepción de Ciencia más actualizada que los estudiantes.

Según los docentes existen múltiples metodologías para arribar al conocimiento en ciencias, no existe un único método rígido tipo “receta” y el conocimiento científico se construye colectivamente. Mencionan cualidades de una persona dedicada a la Ciencia tales como la creatividad, la imaginación, la perseverancia, etc. Si bien en los dibujos representados siguen manteniéndose ciertas características estereotipadas, es dentro de la población docente donde se presentan más dibujos que se alejan de esa imagen caricaturesca.

Los estudiantes se inclinan más por un método rígido, donde la experimentación es un paso fundamental sobre todo para los estudiantes de FQ y FC. Estas respuestas son coherentes con los dibujos en que el científico trabaja en su laboratorio rodeado de tubos de ensayo y matraces y con las respuestas obtenidas en el cuestionario 1 (categoría 3)

4.2- CONCEPCIONES EPISTEMOLÓGICAS EMERGENTES DE ENTREVISTAS Y GRUPOS DE DISCUSIÓN

Las pautas de entrevista y del grupo de discusión constaron de preguntas que permitieron complementar y profundizar las planteadas en los cuestionarios. (Anexo 3)

4.2.1 -Entrevistas a docentes

A partir de la consigna propuesta a los docentes (Anexo 3) para su discusión en grupo se obtuvo diversidad de propuestas metodológicas con una amplia gama de modalidades y estilos.

En cada uno de los aportes, los docentes explicitan que buscan promover la participación de sus estudiantes en las propuestas de clase, algunos planteando trabajos en equipos, otros procurando que los estudiantes sean los que resuelvan los ejercicios en el pizarrón. Todos mencionan el uso de recursos didácticos (pizarrón o proyector de diapositivas) como apoyo a la exposición o para la resolución de ejercicios.

A continuación se transcriben algunas de las propuestas metodológicas aportadas por los docentes a partir de los grupos de discusión:

“En las clases los estudiantes trabajan en base a una lista de ejercicios, que los docentes publicamos semanalmente y de la que ellos disponen desde algunos días antes de la clase. Al comienzo de la clase yo voy recorriendo los bancos, y quienes ya estuvieron trabajando con los ejercicios preguntan dudas sobre los ejercicios, plantean dificultades, cosas que no les quedaron claras de las clases teóricas, etc. Después de esto, y dependiendo de las dificultades o dudas que haya recabado, hacemos un breve

repaso en el pizarrón del tema que estemos trabajando esa semana, damos algunos ejemplos y/o contraejemplos. Después, elegimos entre todos algún ejercicio del práctico para hacer en el pizarrón; si hay algún ejercicio que plantee especial dificultad o que a mí entender amerite especial atención, yo lo elijo para hacer entre todos. Si hay un estudiante que “se anima” a pasar, o que ya hizo el ejercicio, él o ella pasan a explicarlo en el pizarrón. En caso contrario, ellos van planteando ideas y yo los voy guiando, y voy escribiendo la resolución en la medida en que avanzamos entre todos. En cualquiera de los casos, ellos pueden preguntar cuando no entienden algo, e incluso varias veces terminamos planteando varias formas de resolver el ejercicio”.

(Doc_FC, Cálculo Diferencial e Integral)

“Se trata de un curso integrado por clases prácticas (laboratorio) y con contenidos establecidos por los responsables del curso. Dichas clases se llevan a cabo siguiendo ciertas pautas que permiten que los estudiantes de distintos subgrupos (con distintos docentes) tengan clases en las que se tocan los mismos temas con profundidad más o menos similar. Intento además que el estudiante sienta la confianza suficiente de dar sus opiniones y evacuar sus dudas y que no se sienta presionado durante la manipulación”
(Doc_FQ, Laboratorio de Química Orgánica)

“En el comienzo de la clase, si lo que se va a ver está vinculado con algo que se vio la clase pasada, hago un breve repaso de lo dado. Luego entro en el tema de la clase del día, para lo cual realizo algún desarrollo en el pizarrón, mientras explico verbalmente a los estudiantes. En lo posible expongo ejemplos prácticos o de la vida cotidiana para comprender mejor. Intento lograr la participación de los estudiantes, haciéndoles preguntas referidas al tema que se está dando. Al finalizar, hago un resumen de lo visto en la clase, y les adelanto lo que se verá en la próxima. Si sobra tiempo, dejo un espacio para contestar dudas tanto del teórico como del práctico.

(Doc_FI, Termodinámica y Mecánica de los Fluidos)

Cuando se les pregunta por el sustento didáctico de sus clases, la mayoría (66,6%) manifiesta que se basa en la tradición o “herencia”.

“Creo que doy las clases de tal forma, porque es la forma en la que me daban las clases cuando yo era estudiante, y en la que la daba el anterior docente de la asignatura. Además me parece una buena manera (ordenada y clara), dados los recursos con los que se cuentan”. (Doc_FI, Termodinámica y Mecánica de los Fluidos)

“Dicto la clase de esta forma porque considero que es la mejor dentro de la forma de trabajo establecida por tradición en la facultad. Al menos brinda un abordaje sistémico e integrado, que puede acoplarse más fácilmente a los conocimientos previos y a la práctica profesional del estudiante. La intención es formarme técnicamente y pedagógicamente para poder cambiar a un enfoque basado en resolución de problemas. Mientras tanto intento guiarme por el “estado del arte” dentro de ese método al seguir bibliografía reconocida e imitando cursos extranjeros” (Doc_FI, Transporte Industrial)

“La metodología que utilicé para dar la clase estuvo basada en la forma de impartirla que tiene su actual docente, encargado del curso”.

(Doc_FI, Sistemas de Información Geográfica)

En otras entrevistas el sustento didáctico propuesto se basa en una elección personal fundamentada en forma explícita en la mejora de los aprendizajes de los estudiantes.

“En lo que refiere a un modo personal de llevar adelante la clase he elegido un sistema de discusión de los temas en el cual el docente sirva de guía para el tratamiento del tema en lugar de una clase expositiva porque pienso que de este modo se favorece el proceso de aprendizaje”. (Doc_FQ, Laboratorio de Química Orgánica)

“Además creo que es bueno dar un tiempo para que el alumno realice los ejercicios a su ritmo y que se familiarice a su manera con los conceptos teóricos, confiando de que va a tener un tiempo destinado a resolver las dudas que le puedan surgir.”
(Doc_FI, Bioingeniería)

“Decidí implementar la clase de este modo porque creo que da un buen lugar para que los estudiantes planteen sus dudas, y para presentar formas de encarar los ejercicios, lo cual pienso que es el objetivo buscado para las clases prácticas de esta asignatura. Además, como el número de estudiantes es relativamente bajo, se da una buena interacción entre ellos, discutiendo los ejercicios y compartiendo ideas. El sistema de ir por los bancos preguntando dudas me permite saber qué temas o en qué aspectos se generaron dificultades, y luego intento poner énfasis en éstos en el momento de explicar en el pizarrón. Por otra parte, como el examen de la asignatura tiene una parte oral obligatoria, considero que es importante que los estudiantes tengan alguna experiencia de pasar al pizarrón y exponer sus ideas a sus compañeros. De esta forma ellos pueden llegar al examen con cierta conciencia de sus fortalezas y debilidades a la hora de hablar frente a un público, y con un poco menos de “pánico escénico”. (Doc_FC, Cálculo Diferencial e Integral)

En los sustentos didácticos no aparece un claro fundamento psicoeducativo, es decir no explicitan una concepción sobre el aprendizaje que sustente la elección de su modo de impartir sus clases.

Tampoco se hace explícito en las modalidades de impartir las clases un fundamento desde la sociología educativa; qué concepción tiene sobre la relevancia social de la transferencia de ese conocimiento. No se proponen ejemplos vinculados con la vida cotidiana o profesional, tampoco se proponen ejemplos tomados de la Historia de la Ciencia o de trabajos de investigación vinculados con la temática.

En síntesis, a partir de las entrevistas a docentes acerca de su práctica educativa se explicita la importancia de desarrollar metodologías participativas, brindando espacios para plantear dudas, respetando los tiempos de cada uno para la resolución de ejercicios y comprensión de conceptos teóricos. Sin embargo, cuando se les solicita que sustenten desde la Didáctica esas propuestas metodológicas, no surgen explícitamente fundamentos epistemológicos referidos a la concepción del objeto de conocimiento. Tampoco se hace mención a un fundamento psicoeducativo, es decir al modo como el sujeto aprende ese objeto de conocimiento ni a un fundamento socioeducativo es decir qué concepción se tiene sobre la relevancia social de la transferencia de ese conocimiento.

En el anexo 6 se transcriben algunos aportes de los docentes en el grupo de discusión.

4.2.2 -Entrevistas a estudiantes

A través de las entrevistas a los estudiantes se buscó obtener opiniones acerca de la actividad científica y su metodología. (Anexo 3)

Sobre la Ciencia y su metodología, los entrevistados de FQ y FC principalmente, reiteran la idea de que las investigaciones científicas basadas en el trabajo experimental.

“...A partir de una inquietud sobre un determinado tema, el investigador se plantea una hipótesis de trabajo de la que se basa esa investigación. Después se cumplen unas series de investigaciones experimentales y de allí se logra llegar una teoría que surge de esa hipótesis. ...A veces un hallazgo científico no se logra solo cuando se lo plantea, sino que a veces surge por defecto o error...” (Avan_FQ)

“...Observando de la naturaleza lo que le parezca interesante o por interés en conocer el funcionamiento de algún fenómeno. A partir de experiencias tratan de llegar a comprender el fenómeno y una vez comprendido tratan de sacarle provecho, saber cómo modificarlo...” (Avan_FQ)

En el caso de los estudiantes de FI surgen terminologías como *“el trabajo práctico”* que sería el que otorga elementos para la resolución de los problemas que se plantee el investigador. Aparecen ideas que vinculan permanentemente lo teórico con lo práctico.

“A partir de la interacción entre la teoría y la realidad”. (Avan_FI)

“Se llega normalmente en primera instancia mediante un estudio teórico para más tarde confirmarlo en la práctica” (Ing_FI)

“En el caso de Ingeniería me parece que trata de solucionar los fenómenos que ocurren, a veces con la práctica podés tratar de sacar conclusiones o algo, pero es más explícito con la teoría...” (Ing_FI)

En las entrevistas se reiteran también ideas sobre el uso de una metodología rígida. Mencionan que la Ciencia se desarrolla a través de la aplicación del método científico tal como lo plantean en las respuestas al cuestionario 2

“Se llega a través de una serie de pasos preestablecidos se logra llegar a conclusiones que luego son posibles de generalizar”. (Avan_FQ)

“El método científico es un instrumento para poder resolver problemas y eso es lo que trata de hacer el ingeniero usar el método para resolver” (Ing_FI)

En el grupo de discusión se propuso una consigna para valorar la opinión acerca de la naturaleza de la Ciencia. Para ello se tomaron frases representativas de las dos visiones (tradicional y actual) sobre la actividad científica que fueron propuestas por estudiantes avanzados de FQ del curso Introducción a la Comunicación Científica (año 2009) en respuesta al cuestionario 1.

La consigna del grupo de discusión propuso buscar la opinión de los estudiantes sobre las siguientes frases:

- *“Si no son objetivos dirigen el resultado de las investigaciones hacia sus posiciones.”*
- *“No se debe ser subjetivo cuando una persona estudia Ciencia.”*
- *“El objetivo de las ciencias es la observación e investigación objetiva de la realidad, sin embargo como toda disciplina humana, las ciencias presentan un cierto grado de subjetividad ya que ésta forma parte de la naturaleza humana”,*

Los estudiantes participantes del grupo de discusión reafirman la necesidad de una Ciencia objetiva, que no puede estar afectada por las emociones y que a su vez habilite la reproducibilidad de los resultados.

“La subjetividad en el científico puede implicar que al dejarse llevar tanto por lo emocional y lo personal dirija el resultado de las investigaciones hacia sus posiciones hacia lo que él quiere que sea”; “... el trabajo de un científico y sus métodos intentan tener un grado mayor de objetividad ya que la idea es que los mismos se puedan aplicar a todo tipo de individuos” (Avan_FQ)

“Sí, siempre que se trate de Ciencias Experimentales la Ciencia es neutral. En Ciencias Humanas no...” (Avan_FI)

Retoman la idea de la validación a través del trabajo en el laboratorio

“Pero deberían ser capaces de ser objetivos, de hecho para que una conclusión sea válida tendría que poder llegarse a ella en cualquier laboratorio. Si no es así, entonces habrá que revisar las conclusiones y éstas dejarán de ser válidas. Esto es la práctica, pero sigo creyendo (o queriendo creer) que la Ciencia busca ser objetiva y que un buen científico debe serlo (me refiero a saber que no hace trampas, porque estas no tienen sentido)”. (Avan_FQ)

Si bien la mayor parte de los entrevistados sostiene una visión empirista, surgen opiniones que se posicionan en una visión más actual sobre la Ciencia, sugiriéndola como una actividad flexible, contextualizada y colectiva.

“Por lo general la investigación científica surge del planteo de preguntas de interés o utilidad. Luego buscan bibliográficamente antecedentes, buscan colaboración, etc. Se plantean una serie de pasos a seguir en la investigación, métodos. Luego analizan los resultados obtenidos y tratan de llegar a una conclusión (a veces creo que no es posible llegar, porque hay cosas que superan nuestro razonamiento o no son comprensibles con los conocimientos existentes)” (Avan_FQ)

“La Ciencia no es neutral. La Ciencia responde a distintos intereses humanos, el mas importante (por peso): el político. Además el científico “ideal” es objetivo, pero al final y al cabo son todos humanos con sentimientos.” (Avan_FQ)

“Los científicos y los métodos no son nunca neutrales, siempre están influenciados por un marco teórico de referencia” (Avan_FC)

Cuando se les pregunta si conocen ejemplos en la Historia de la Ciencia que aludan tanto a una Ciencia neutra y objetiva o viceversa a una Ciencia subjetiva y dirigida por intereses en la mayoría de los casos no logran hacerlo.

Los que mencionan ejemplos aluden al caso de la ley de las proporciones constantes de Proust indicando que no es generalizable para todos los compuestos; el estudio y desarrollo de las células madre como herramienta para la cura de muchas enfermedades por las implicaciones éticas que involucra; el descubrimiento de las benzodiazepinas donde la serie de compuestos elegidos fue con criterios de interés personal del investigador, uso de investigaciones científicas y/o tecnológicas en situaciones bélicas.

Finalmente se les propone a los participantes del grupo de discusión que valoren y analicen el porcentaje obtenido de *NO RESPUESTA* en la pregunta del cuestionario 2 que solicitaba mencionar de 3 científicos uruguayos. El porcentaje fue de 42, 7%.

En la mayoría de las opiniones sobre ese resultado se alude a la falta de comunicación de las investigaciones que se realizan en nuestro país. En algunos casos se mencionan a los medios de comunicación, indicando que no difunden los trabajos científicos realizados en nuestro medio, en parte por la falta de interés en temas científicos de la población en general y también porque se presupone que aquí no hay trabajos de interés, sino que *“cuando se habla de investigación científica se piensa en otros países”*

“Lo que más me extrañó de todo es que, dado que es gente que estudia para ser un científico, no reconocieran a sus profesores como tales. Creo que una de las razones

por la que pasa esto es porque estamos todos muy influenciados por el estereotipo del científico de bata y pelos parados, excéntrico, con una inteligencia superior a nuestro entendimiento, etc, y también como son reconocidos en otros países, donde sabemos son tratados como eminencias y capaz es un poco difícil salirse de eso por varias razones. Una de ellas sin duda es lo que antes comentaban las compañeras de que no reconocemos nada local como valioso, a menos que el resto del mundo lo reconozca y ahí sí... lo que capaz lleva a nuestros científicos a tener un perfil bajo, así como dan conferencias y seminarios por todo el mundo, después vienen a darnos clase y piden un mate a los de las primeras filas...” (Avan_FI)

“La mayoría de la gente ve la Ciencia como algo difícil y abstracto. No se dan cuenta de sus aplicaciones, y repito, creo que (en parte) es culpa de los que hacen Ciencia. Nunca falta quien prefiere usar un lenguaje rebuscado y siglas inentendibles para parecer inalcanzable. Creo que se ha abierto una brecha entre “el común de la gente” y “los científicos” y que por eso a los estudiantes les cuesta identificar a sus profesores con científicos. Además es cierto que es preocupante que no puedan mencionar a Clemente Estable o Tálce. Ambos contemporáneos de, supongo, todos los que contestaron el cuestionario. ...ahí hay algo más que está fallando, no? Y creo que es en parte el sistema educativo y por supuesto que estoy de acuerdo en que los famosos “medios masivos de comunicación” algo tienen que ver...” (Avan_FQ)

Se hace evidente la necesidad de una mayor difusión de las líneas de investigación que se desarrollan en nuestro país y a la educación científica como el principal camino para lograrlo. Es preciso conciliar la enseñanza de las ciencias con los aspectos propios de la investigación científica para desmitificar en parte la imagen que aún sostienen algunos estudiantes de una Ciencia lejana a nuestra realidad.

A partir de las entrevistas a estudiantes se ha podido reafirmar la importancia del trabajo experimental dentro del proceso de construcción del conocimiento. Esto coincide con la visión de los estudiantes (tanto ingresantes como avanzados) que surge a través de los cuestionarios 1 y 2. La idea de Ciencia objetiva y neutral no es compartida unánimemente por todos los estudiantes entrevistados. Esto se alinea con los resultados obtenidos en la pregunta 1 del cuestionario 1.

En los estudiantes ingresantes se reiteran con más frecuencia las ideas más tradicionales acerca de la naturaleza de la Ciencia, mientras que los estudiantes avanzados suelen manifestar una visión más actualizada de la Ciencia.

En el anexo 7 se presentan transcripciones de entrevistas a estudiantes que reflejan las categorías construidas para este estudio.

4.3- CONCEPCIONES EPISTEMOLÓGICAS EMERGENTES DE OBSERVACIONES DE CLASE NO PARTICIPANTES

Se realizaron observaciones de clase no participantes en cursos teóricos y prácticos (de ejercicios y de laboratorio) de inicio (primer y segundo semestre), de mitad (tercer a sexto semestre) y de final (séptimo a décimo semestre) de las carreras de las 3 Facultades participantes de este estudio.

Los cursos donde se realizaron observaciones no participantes fueron:

- de inicio de carrera: Geometría y Álgebra Lineal 1 (GAL 1), Cálculo 1, Física 1, tanto teóricos como prácticos, todos impartidos en FI; Química Orgánica de FC.
- de mitad de carrera: Química Orgánica de FQ; Programación 3 y Geotécnica 2 de FI.
- de final de carrera: Ingeniería de las Reacciones Químicas e Introducción a la Mecánica de Suelos de FI.
- curso electivo: Introducción a la Comunicación Científica impartido en FQ

Se pudo observar que en las clases teóricas, independientemente de la altura de la carrera donde se imparte el curso, el plateo metodológico predominante es el expositivo. En todos los casos observados predomina la participación docente y en la mayoría no se observa una propuesta clara para promover la participación de los estudiantes en clase.

Se trabajan fundamentalmente contenidos conceptuales, los cuales son presentados por el docente. En general no se promueve el trabajo colectivo, ni se proponen situaciones que partan de las opiniones, intereses, etc., de los estudiantes. Estos asumen un rol pasivo de mera recepción pasiva de las tareas impuestas por el profesor. No se aprovechan las instancias de participación estudiantil para colectivizar dudas, preguntas o propuestas de otros compañeros.

Las clases prácticas de resolución de ejercicios, como las observadas en GAL 1, Cálculo 1, Ingeniería de las Reacciones Químicas, y Programación 3, no se diferencian demasiado de las teóricas en cuanto al espacio de participación que se le brinda a los estudiantes. Básicamente constituye un espacio donde, si bien muchas veces se le otorga tiempo al estudiante para resolver el ejercicio, luego es la resolución del docente la que cuenta como resultado final y definitivo, sin discutir otras formas posibles de resolución o cuestionar el por qué de otros resultados obtenidos en clase. Se pone énfasis en los contenidos conceptuales y en menor medida en los procedimentales. No se trabajan contenidos actitudinales.

En el caso de prácticos de laboratorio observados en FQ se suele analizar previamente el procedimiento y se lleva adelante la actividad siguiendo la técnica ya establecida previamente por los docentes. No hay espacios para formular posibles hipótesis, ni otras estrategias experimentales alternativas. No es frecuente el planteo de otras posibles perspectivas con el replanteamiento del estudio a otro nivel de complejidad o problemas derivados.

Se transmite en clase una visión rígida y acabada de la Ciencia, los conocimientos se presentan como un conjunto de hechos ya elaborados y probados, no se generan espacios para el análisis o el sometimiento a críticas. Las resoluciones de ejercicios o problemas se presentan como una serie de pasos a seguir mecánicamente, sin propuestas de caminos alternativos. El error no se trabaja como posible camino para el aprendizaje, sino que generalmente se lo sanciona perdiéndose oportunidades de discusiones e intercambios acerca del tema en cuestión.

El trabajo científico se suele presentar sin tener en cuenta los problemas que lo han generado, con una reducción del trabajo experimental a la simple reproducción de una técnica. No se fomenta el planteo de conjeturas, no se trabaja con la argumentación, con propuestas de caminos alternativos posibles, etc.

En ninguno de los casos se trabaja a partir de las concepciones previas de los estudiantes. No se fomenta la construcción colectiva del conocimiento, ya sea porque no se proponen dinámicas de trabajo grupales o por no hacer colectiva la participación de estudiantes en particular. Se pudo observar que cuando un estudiante formula una pregunta, muchas veces el resto de los asistentes no la escuchan claramente porque va dirigida al docente y no al grupo, por lo tanto al resto se les hace más difícil entender la respuesta del docente.

Con respecto a la actitud de los estudiantes, los que participan de la propuesta de la clase son pocos y en general se sientan adelante. Los demás estudiantes se limitan a sacar apuntes, algunos consultan el libro, pero participan poco o nada. Es común observar la poca participación de los estudiantes en actividades tales como la discusión abierta en el aula o la resolución de problemas que se alejan significativamente de los ejercicios tradicionales.

En los cursos que se imparten a mitad y final de las carreras, como por ejemplo Geotécnica 2 e Introducción a la Mecánica de Suelos, se visualiza la intención de vincular los temas trabajados en clase con aplicaciones a la vida cotidiana y profesional. Esto no se ha observado en los cursos de los primeros años. Es muy importante proponer ejemplos que vinculen lo trabajado en clase con la vida cotidiana y profesional, del mismo modo que los temas dados en diferentes asignaturas, ya que se lograría un mayor involucramiento e interés por parte de los estudiantes, favoreciendo aprendizajes significativos.

En síntesis, las clases teóricas y prácticas de ejercicios son básicamente expositivas, con escasa o nula intervención activa de los estudiantes.

A excepción de las clases de trabajo en el laboratorio, no se observan propuestas claras de trabajo colaborativo, transmitiendo así una visión individualista de la actividad científica.

Se pone énfasis generalmente en los contenidos conceptuales, en menor grado en los procedimentales y no se ha evidenciado la inclusión de contenidos actitudinales en las clases observadas. Esto es contradictorio con los resultados obtenidos en el cuestionario 2 donde se pregunta acerca de las características de un científico, ya que las respuestas de los docentes indican que los científicos son individuos creativos, perseverantes, que trabajan en equipo, responsables, etc. actitudes éstas que no se han observado trabajar en las aulas donde se están formando futuros científicos.

Las observaciones de clase evidencian una tendencia mayoritaria a concebir la enseñanza como una actividad centrada en la explicación del profesor, con los contenidos como el eje directriz de la dinámica de la clase y dirigida y controlada por el docente. Estas evidencias reafirman que aún predomina en las aulas la enseñanza denominada tradicional.

En términos generales se ha detectado que las estrategias de enseñanza que desarrollan los docentes en las aulas no son coherentes con lo que manifiestan explícitamente.

Los estudiantes ingresantes mantienen concepciones sobre la Ciencia acordes a cómo se posicionan en el aula, es decir manifiestan explícitamente una visión de Ciencia tradicional y asumen un rol pasivo en el aula.

En cuanto a los estudiantes avanzados si bien explicitan una visión subjetivista y contextualizada de la Ciencia, aún mantienen ciertas actitudes en clase que se alinean con las concepciones tradicionales de la enseñanza donde el estudiante es un sujeto pasivo, que no propone posibles alternativas en la resolución de un problema, que se limita a aceptar lo propuesto por el docente sin fundamentar sus propios resultados cuando estos no coinciden.

Capítulo 5

La Ciencia será siempre una búsqueda, jamás un descubrimiento real.

Es un viaje, nunca una llegada.

(Popper, 1980)

CONCLUSIONES

Esta Tesis se propuso *investigar acerca de las concepciones epistemológicas que tienen estudiantes y docentes del Área Científico-Tecnológica de la Universidad de la República.*

Para ello se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- 1- Analizar las concepciones sobre la Ciencia y los científicos en una población de docentes y estudiantes universitarios de las Facultades de Ingeniería, Química y Ciencias de la UdelaR.
- 2- Analizar las propuestas epistemológicas que subyacen a la acción didáctica en las Facultades de Ingeniería, Química y Ciencias de la UdelaR.

Para orientar la presentación de las conclusiones, se retoman las preguntas que orientaron la presente investigación.

5.1 ¿Las concepciones de ciencia y científico que manifiestan los estudiantes de carreras científicas de nuestra Universidad son acordes a las corrientes epistemológicas actuales?

Al analizar las respuestas a cada pregunta de los cuestionarios es posible concluir que, en general, los estudiantes sostienen ideas sobre la Ciencia que no se alinean con las corrientes epistemológicas actuales.

Para la pregunta que propone una visión objetivista de la Ciencia, existe una distribución casi equivalente entre acuerdo y desacuerdo para el caso de los estudiantes ingresantes a los tres Servicios involucrados en este estudio. En el caso de los estudiantes avanzados el perfil de respuesta es diferente, inclinándose mayoritariamente por una postura subjetivista, salvo para el caso de los estudiantes avanzados de FI.

Esta visión objetivista sobre la actividad científica, que emerge de los cuestionarios, se confirma a través de las opiniones recabadas a través de los grupos de discusión.

La mayoría de los estudiantes ingresantes acuerdan con la afirmación que propone a la experimentación como el único camino para arribar al conocimiento en ciencias. En el caso de los estudiantes avanzados de FQ el perfil de respuesta se acerca al obtenido para los ingresantes, semejanza que no se observa ni para FC ni para FI.

Esta idea sobre la experimentación como principal método para verificar las hipótesis o las teorías se confirma y complementa a través de las respuestas a las preguntas abiertas del cuestionario 2 y de las entrevistas.

Ante la afirmación que propone que la observación queda determinada por el marco teórico del observador, los estudiantes ingresantes muestran perfiles de respuesta similares entre acuerdo y desacuerdo. En el caso de los estudiantes avanzados, se

inclinan por el acuerdo con la afirmación, salvo para el caso de FI, donde más de la mitad acuerda con adjudicar a la observación un carácter neutral, no influenciada por el contexto del observador.

Son los estudiantes ingresantes los que mantienen fuertemente creencias alineadas con una postura positivista sobre la Ciencia. Los estudiantes avanzados parecen cambiar sus creencias ya que manifiestan, a través de los instrumentos empleados, respuestas opuestas a las de los ingresantes en la mayoría de los casos,.

Si se analiza por Servicio el perfil de respuestas obtenido para las afirmaciones, se observa que los docentes y los estudiantes de la FC proponen respuestas más alineadas con una visión actualizada de la actividad científica. Por el contrario el perfil de respuestas de los estudiantes y de los docentes de FI se alinea más con una visión tradicional de la actividad científica.

A partir de las categorías construidas para el análisis de las respuestas al cuestionario 1, se puede inferir que la mayoría de los estudiantes sostienen una visión rígida de la actividad científica, otorgándole un *status* jerárquicamente superior a la experimentación, como *único* camino para arribar al conocimiento en ciencias (absolutismo metodológico).

Si bien la postura absolutista sobre el método la sostienen marcadamente tanto estudiantes ingresantes como avanzados, se observa una tendencia que indica mayor porcentaje relativo de estudiantes avanzados dentro de la categoría “visión subjetiva y contextualizada de la Ciencia” y de estudiantes ingresantes dentro de la categoría “visión objetiva y neutral de la actividad científica”.

Aunque no se encontraron diferencias significativas en la distribución de los ingresantes en las categorías de análisis para los tres Servicios, se observa que en FC

hay mayor porcentaje relativo de estudiantes en la categoría “pluralismo metodológico” en detrimento del porcentaje en la categoría “positivismo”.

A partir del análisis estadístico se puede afirmar que no hay incidencia de las variables de base en la distribución de las poblaciones estudiadas en estas categorías.

La distribución en las categorías de análisis es complementada con las respuestas obtenidas en el cuestionario 2. En ellas se destaca el trabajo experimental como paso esencial para arribar a la “verdad” en ciencias.

En referencia a la imagen del científico los estudiantes destacan la perseverancia, la inteligencia y la paciencia como las principales cualidades que presenta una persona dedicada a la Ciencia.

En los dibujos realizados por la población estudiantil se transmite una imagen un tanto caricaturesca del científico/a, imagen similar a la transmitida en los diversos medios de comunicación. Mayoritariamente es un persona de género masculino, asociando la actividad científica a los varones, como ha ocurrido tradicionalmente. Esta persona representada aparece sola, contradiciendo el carácter colectivo de la actividad científica. Esta imagen es coherente con las respuestas abiertas, donde muy pocas veces se menciona al científico trabajando colectivamente.

Existe por parte de los estudiantes un desconocimiento de personalidades uruguayas vinculadas a la Ciencia. Es llamativo que más del 40% de los estudiantes participantes del estudio no haya logrado mencionar científicos uruguayos siendo que todos ellos se encuentran cursando carreras dentro del Área Científico- Tecnológica.

Las interpretaciones de las respuestas a preguntas abiertas, las opiniones recabadas a través de entrevistas y las observaciones de clase han permitido complementar la información que emerge de los cuestionarios cerrados.

Con la triangulación de los datos se confirmó que los estudiantes explicitan una imagen de ciencia y científico que en varios aspectos coincide con una visión rígida y neutral de la Ciencia, no compartida por las corrientes epistemológicas actuales.

5.2 ¿Los docentes de ciencias universitarios mantienen concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia acordes a las corrientes epistemológicas actuales?

A través del cuestionario 1 ha sido posible concluir que los docentes explicitan una visión sobre la Ciencia acorde a las corrientes epistemológicas actuales.

La amplia mayoría de los docentes manifiesta desacuerdo con una visión objetivista de la Ciencia

La mayoría de los docentes de los tres Servicios manifiesta desacuerdo con la afirmación que propone a la experimentación como el *único* camino para arribar al conocimiento en ciencias.

Los docentes contextualizan el conocimiento científico en su marco teórico, manifestando acuerdo con que la observación depende de la teoría.

A partir de las categorías de análisis construidas se puede concluir que los docentes que participaron de este estudio manifiestan una visión de la Ciencia subjetivista, contextualizada, admitiendo un pluralismo metodológico. Esta concepción de ciencia es compartida por los docentes de los tres Servicios estudiados.

Estas creencias se reafirman con las respuestas obtenidas al cuestionario 2 referidas a la metodología científica. Se destaca el trabajo colectivo, la inexistencia de un único método para la investigación científica y la incidencia del contexto y del marco teórico del científico en su trabajo de investigación.

Los docentes destacan que una persona dedicada a la Ciencia debe ser perseverante, metódica, observadora y paciente. Los dibujos que representan aún mantienen características que se acercan más a una imagen caricaturesca. De todos

modos es en esta población donde aparecen con mayor frecuencia dibujos de mujeres científicas, de personas sin atuendos particulares (túnica, lentes) y de personas trabajando colectivamente.

Si bien la mayoría de los docentes mencionan 3 científicos uruguayos, persiste un porcentaje importante de docentes que no logran mencionar a los 3, incluso 7 docentes (14,2%) no mencionan ninguno.

En los grupos de discusión ninguno de los aportes hace mención a la inclusión en sus prácticas educativas de ejemplos sobre investigaciones vinculadas a la temática tratada en clase.

Es preciso conciliar la enseñanza de las ciencias con los aspectos propios de la investigación científica para revertir, en parte, la imagen que aún sostienen algunos estudiantes de una ciencia lejana a nuestra realidad. Es necesario vincular aspectos de la vida profesional con los contenidos trabajados en el aula, dado que, los estudiantes desarrollan sus propias concepciones reflejando unas ideas inadecuadas sobre la Ciencia y cómo se genera el conocimiento científico.

En los sustentos didácticos no surgen explícitamente fundamentos epistemológicos referidos a la concepción del objeto de conocimiento; no se hace mención tampoco a un fundamento psicoeducativo, es decir al modo como el sujeto aprende ese objeto de conocimiento ni a un fundamento socioeducativo es decir qué concepción se tiene sobre la relevancia social de la transferencia de ese conocimiento.

5.3 ¿Existe coincidencia entre las concepciones epistemológicas de docentes y estudiantes de ciencias universitarios?

Se puede afirmar que los docentes explicitan una visión más actualizada acerca de la naturaleza de la Ciencia que la manifestada por los estudiantes.

Opuestas a las ideas de los docentes sobre la naturaleza del conocimiento científico se encuentran las ideas de los estudiantes ingresantes. Para este grupo la Ciencia es una actividad neutra, donde la observación despojada de teoría es el primer paso de un método único y rígido y en el que la experimentación es esencial para validar las hipótesis o las teorías.

Esta visión explicitada por los estudiantes ingresantes cambia cuando se analiza la correspondiente a los estudiantes avanzados. En varios aspectos analizados, las ideas de los estudiantes avanzados se asemeja más a la de los docentes que a la de los estudiantes ingresantes.

Podría decirse que los estudiantes ingresantes aún sostienen una visión sobre la Ciencia construida desde su formación en los sistemas educativos preuniversitarios, y que aún no han logrado elaborar, hasta esa etapa de desarrollo cognitivo, ideas sobre la actividad científica acordes con las concepciones epistemológicas actuales.

Por otro lado los estudiantes avanzados parecerían haber cambiado durante su trayectoria académica, su visión acerca de la Ciencia en comparación con los ingresantes, aproximándose más a la concepción que manifiestan los docentes. Se podría conjeturar entonces que a medida que el estudiante avanza en su carrera va adquiriendo una visión más adecuada a las concepciones actuales sobre la naturaleza de la Ciencia.

No se puede afirmar con esta investigación que la trayectoria académica sea la única variable que incida en la modificación de las creencias de los estudiantes sobre la naturaleza de la Ciencia. Pueden estar incidiendo otros factores no abordados en este

trabajo (la inserción laboral de los estudiantes a medida que avanzan en la carrera, su integración a equipos de investigación, la realización de cursos que no se imparten en FQ, FC o FI, la realización de otras carreras, el uso de nuevos materiales de estudio, la influencia medios de comunicación no utilizados anteriormente, etc.)

Así como las concepciones alternativas, las concepciones epistemológicas surgen como una estructura más en el desarrollo cognitivo, por lo que puede interpretarse ese cambio en las creencias explicitadas por los estudiantes desde los modelos de cambio conceptual.

Desde el modelo clásico de cambio conceptual se podría explicar que la información anterior deja de tener poder explicativo para nuevos fenómenos. El proceso de cambio conceptual pasa por dos etapas: la fase de asimilación y la fase de acomodación, llevando a que las concepciones anteriores se reemplacen y reorganicen para explicar aquellos nuevos fenómenos que no podían ser explicados. Las creencias sobre la naturaleza de la ciencia estarían dejando de tener poder explicativo para determinados fenómenos por lo que el estudiante las modifica por otras más adecuadas a la nueva información.

El modelo contextualista de cambio conceptual le atribuye al contexto sociocultural la construcción de las nuevas concepciones. Desde este modelo el cambio conceptual consiste en saber aplicar las diferentes concepciones a los distintos contextos. En el contexto académico el estudiante avanzado, que ha transitado por la Institución interactuando con pares, con docentes y con investigadores, explicita una concepción de la Ciencia más cercana a la de sus docentes que a la postura epistemológica explicitada por los estudiantes que están ingresando a la Institución.

Complementando las interpretaciones desde los modelos de cambio conceptual, el cambio en las ideas sobre la Ciencia que manifiestan los estudiantes avanzados en relación con la de los ingresantes, podría interpretarse tanto por la teoría piagetiana de las operaciones formales, como por la teoría de las representaciones sociales (RS).

Desde la perspectiva piagetiana la evolución de las concepciones se explica como un índice del desarrollo intelectual de naturaleza general o, lo que es lo mismo, como una manifestación del nivel evolutivo en el que se encuentran los sujetos. En consecuencia, las concepciones de los individuos son un reflejo de su momento evolutivo.

Como se mencionó (capítulo 1) las RS son una manera de interpretar y de pensar nuestra realidad cotidiana, que es representada y apropiada por el sujeto, que la reconstruye en su sistema cognitivo según el sistema de valores del contexto social donde está inserto (Institución Educativa en este caso). Es decir, que los discursos explícitos de los estudiantes avanzados se asemejen a los de sus docentes, puede explicarse por los diversos procesos de interacción que se desarrollan en el contexto educativo; siempre y cuando desde los ámbitos educativos esas ideas explícitas sobre la naturaleza de la Ciencia sean coherentes con los mensajes implícitos que se transmiten.

La observación de las prácticas educativas permitió evidenciar si realmente lo manifestado explícitamente por docentes y estudiantes acerca de la naturaleza de la Ciencia, está incorporado a nivel implícito e impregna la práctica educativa.

5.4 ¿Concuerdan las concepciones epistemológicas manifestadas por los docentes con su acción didáctica en el aula?

A partir de las observaciones de clase no participantes se desprende que no hay concordancia entre las concepciones sobre la naturaleza de la Ciencia explicitadas por los profesores y su actividad en el aula. Estos resultados son concordantes con aquellos trabajos en esta línea de investigación que muestran que no hay correspondencia entre las concepciones de los profesores sobre la naturaleza de la Ciencia y su práctica docente en el aula (Lederman, 1985; Lederman y Zeidler, 1987)

A partir de las observaciones de clase se ha podido identificar una enseñanza científica que se reduce básicamente a la presentación de conocimientos ya elaborados sin dar ocasión a los estudiantes de acercarse a las actividades características de la actividad científica.

En las clases se trabajan fundamentalmente contenidos conceptuales que se transmiten en forma expositiva casi exclusivamente, y se asume al estudiante en un rol pasivo, dedicado a recibir esos conocimientos. Menos frecuentes son las actividades que incluyen contenidos procedimentales.

Los contenidos actitudinales explícitamente no se trabajan en clase y tampoco figuran en las propuestas metodológicas presentadas por los docentes en los grupos de discusión. Sin embargo, los docentes que están omitiendo la enseñanza de actitudes, son los mismos que describen a un científico como una persona perseverante, creativa, crítica, entre otras cualidades. Estas actitudes deberían ser entonces desarrolladas desde la educación científica en tanto formadora de científicos y científicas haciéndose imprescindible su inclusión en las aulas de ciencias.

Tanto los contenidos como los métodos que se utilizan mayoritariamente en la enseñanza favorecen que los estudiantes formen una visión acumulativa y acabada del conocimiento científico y una visión inductivista de la metodología científica.

Se enumeran a continuación aquellas concepciones de ciencia que se reflejan en las prácticas de aula observadas, tomando como referencia la clasificación realizada por Fernández et al, (2002):

- *Visión empirista y ateórica*, donde resalta el papel de la observación y de la experimentación neutra. Pese a la importancia dada, al menos verbalmente, a la observación y experimentación, en general la enseñanza es puramente “libresca”, basada en la transmisión de conocimientos, sin apenas trabajo experimental.
- *Visión rígida*, presentando a un único método científico que consiste en un conjunto de etapas rigurosas, rechazando la creatividad y la duda.
- *Visión de una ciencia aproblemática y ahistórica*, presentando a los conocimientos ya acabados, sin mostrar los problemas que generaron su construcción, cuál ha sido su evolución, las dificultades, las limitaciones del conocimiento actual, provisional.
- *Visión individualista o elitista*. Los conocimientos científicos aparecen como obra de genios aislados, ignorándose el papel del trabajo colectivo.
- *Visión descontextualizada*, brindando un trato superficial de la relación entre la Ciencia y la Sociedad.

A partir del análisis de estos resultados podemos afirmar que a través de la enseñanza se está transmitiendo una imagen de Ciencia y del trabajo científico cargada de estereotipos. Se presentan las teorías científicas sin ninguna conexión con los problemas que trataban de resolver, se promueve una visión inductivista del trabajo científico en la que las observaciones anteceden a las hipótesis teóricas y se transmite una concepción simplista de la experimentación, en la que existe una única interpretación posible para los resultados experimentales.

Estas visiones aparecen asociadas entre sí, como expresión de una imagen ingenua de la Ciencia que ha ido decantando, pasando a ser socialmente aceptada, pese a que existen consensos entre especialistas en Epistemología y Didáctica de las Ciencias que contrastan radicalmente con dichas visiones. Entre los acuerdos alcanzados se encuentra el rechazo de la idea rígida de método científico y de las formas extremas de empirismo e inductismo; el reconocimiento del papel jugado por el pensamiento divergente en la investigación así como la comprensión del carácter social del desarrollo científico.

Se pudo constatar que si bien los docentes manifiestan, a través de sus respuestas a los cuestionarios, una concepción actualizada sobre la actividad científica, su acción didáctica no es coherente con esa concepción.

Existe una cadena de sucesivos refuerzos en las concepciones epistemológicas que manifiestan los profesores: de su experiencia como alumnos a la que adquieren en su formación profesional, y de ésta a la que interiorizan con una manera determinada de concebir y practicar la enseñanza. (Porlán et al, 1998)

El largo recorrido efectuado por los docentes a través del sistema educativo, probablemente les proporciona el aprendizaje oculto de representaciones y teorías

elementales sobre los sucesos del aula y su papel en los mismos. Estas representaciones, precisamente por su carácter oculto, presentan con frecuencia cierta resistencia a ser modificadas cuando entran en contradicción con los datos de la práctica educativa diaria.

Así es posible afirmar que, a partir de la indagación a través del cuestionario, se accede a un nivel explícito, superficial y consciente, mientras que al observar las prácticas concretas de aula es posible acceder a los modelos implícitos (no conscientes) que subyacen a las mismas.

Preocupa que los docentes mantengan implícitamente concepciones inadecuadas sobre la naturaleza de la Ciencia y el conocimiento científico ya estas son evidenciadas en el aula a través de su práctica.

Una posible causa del origen de las concepciones epistemológicas que mantienen los estudiantes sobre la Ciencia y el conocimiento científico sería la influencia implícita del profesor, en las actividades de enseñanza propuestas, en las explicaciones, en el trabajo en el laboratorio, en las evaluaciones, etc.

Si bien las experiencias educativas que influyen en las concepciones de los estudiantes serían de dos tipos: las planificadas explícitamente y las que no lo son, lo más frecuente es que los mensajes sobre la naturaleza de la Ciencia se transmitan, como otros, de manera implícita a través de las actividades y actitudes en clase.

Sería a partir de esos mensajes implícitos que los estudiantes avanzados desempeñan un rol que está lejos de ser coherente con lo manifestado en sus respuestas al cuestionario: buscan el conocimiento acabado, no discuten ni proponen caminos alternativos para la resolución de un problema, no desarrollan estrategias

propias de la actividad científica, se interesan sólo por el resultado correcto y no por el proceso de desarrollo.

A partir de las observaciones de clase puede afirmarse que en los estudiantes avanzados tampoco hay concordancia entre las concepciones sobre la naturaleza de la Ciencia explicitadas y su desempeño en el aula. El mensaje que están recibiendo del ámbito educativo sigue siendo el de una ciencia acabada, portadora de la verdad, a pesar que ellos manifiestan explícitamente lo contrario.

No se puede decir entonces que los estudiantes avanzados tengan ideas más actualizadas sobre la Ciencia que los estudiantes ingresantes, sino que a nivel explícito manifiestan una imagen de ciencia que no está incorporada implícitamente. Se distingue entonces un primer nivel en el que los sujetos asumen sus creencias, por ejemplo: “la Ciencia es una actividad subjetiva” o “no se puede hablar de verdad en ciencias”, no obstante estas aseveraciones quedan a nivel explícito.

Sus ideas sobre la naturaleza de la Ciencia, al igual que las RS son implícitas, escapan a la conciencia individual en tanto producciones sociales de carácter simbólico, suministrándoles un modo de ver las cosas del que no puede evadirse (Mazzitelli y Aparicio, 2010).

Ellos desconocen el origen y función social de sus propias creencias, aunque éstas determinan su comportamiento y comprensión de los fenómenos sociales. De esta manera, las RS proporcionan un marco para interpretar los fenómenos que nos rodean, incluso condicionan la percepción sobre los mismos.

Los estudiantes desarrollan creencias sobre la actividad científica por la influencia del contexto social en el que están insertos, las cuales estarían siendo reforzadas por la educación científica que, desde un currículo oculto, no favorece la construcción de otras más ajustadas a la actividad científica. Por lo tanto no se ha podido evidenciar el cambio conceptual en las concepciones alternativas sobre la propia Ciencia.

En síntesis, a partir de los resultados obtenidos en esta investigación, podemos afirmar que estudiantes y docentes comparten un conjunto de concepciones implícitas acerca de la naturaleza de la Ciencia que resulta en la transmisión de una visión simplista y deformada sobre la misma.

El origen de esas concepciones se atribuye a una imagen “popular” no sometida a crítica ni por la enseñanza habitual ni por los cursos de formación docente. Esto permite suponer que no son creencias firmes, sumado además a que explícitamente manifiestan concepciones más actuales sobre la naturaleza de la Ciencia.

Las concepciones docentes sobre la Ciencia serían, pues, expresión de esa visión común, que los profesores de ciencias aceptan implícitamente debido a la falta de reflexión crítica y a una educación científica que se limita a menudo a una simple transmisión de conocimientos ya elaborados. Ello no sólo no toma en cuenta las características esenciales de la actividad científica, sino que contribuye a reforzar algunas deformaciones, como el supuesto carácter exacto y acabado de la Ciencia.

Tanto las concepciones alternativas como las RS comparten el carácter implícito, ambas tratan de un conocimiento de sentido común, episódico y resistente al cambio. Además no son ideas aisladas sino estructuradas, son compartidas por grupos sociales y tienen un carácter adaptativo, permitiendo la descripción y explicitación de nuestra

realidad. Mientras no “incomoden” las seguirán sosteniendo aunque explícitamente manifiesten lo contrario.

Estas concepciones implícitas sólo pueden ponerse en evidencia con la colaboración de otras personas ya que no son teorizaciones conscientes propias de los profesores y tampoco son aprendizajes académicos. Suelen corresponderse con estereotipos sociales hegemónicos que sobreviven sin necesidad de tener que apoyarse en justificaciones y argumentaciones conscientes y rigurosas.

Esto permite conjeturar que si se facilita el trabajo colectivo en torno a la imagen de ciencia que se transmite en el aula ofreciendo espacios de formación donde los docentes y futuros docentes se cuestionen las concepciones y prácticas asumidas se pueda mejorar en este aspecto la educación científica.

PERSPECTIVAS

El presente estudio ha permitido analizar de modo descriptivo las creencias sobre la naturaleza de la ciencia que poseen poblaciones de estudiantes y docentes en un momento determinado. Evidenció una diferencia entre las concepciones epistemológicas explicitadas por los estudiantes ingresantes en comparación con estudiantes avanzados, estas últimas más similares a la de los docentes.

Sería interesante complementar este estudio, con un análisis longitudinal, para investigar cuándo, cómo y por qué van cambiando las ideas de los estudiantes durante su trayectoria académica por la Facultad. Este estudio permitiría identificar variables que podrían estar influyendo en el cambio detectado en las creencias que tienen los estudiantes avanzados en relación con los estudiantes ingresantes.

Así mismo, sería de interés ampliar la población de estudio incluyendo estudiantes y docentes de otros Servicios de la UdelaR y de otros niveles educativos (Educación Media y Formación Docente) aplicando el mismo diseño metodológico: cuestionarios, entrevistas y observaciones de clase no participante.

Otra línea de investigación que emerge del estudio desarrollado es la que analiza la imagen de la actividad científica que es transmitida a través de diversos medios de comunicación.

De esta investigación surge la necesidad de incluir áreas de formación en Epistemología tanto en la formación docente como en la formación profesional en el Área Científico – Tecnológica. Estos temas ocupan un espacio reducido, cuando están presentes, en los planes de estudio de formación docente o de las carreras científico tecnológicas.

La comprensión de la naturaleza de la Ciencia, junto con sus métodos y sus interacciones con la Sociedad, es uno de los elementos clave de lo que varios autores llaman alfabetización científica y constituye un objetivo cultural en sí mismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abd-El-Khalick, F. (2000) Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22 (7), 665 – 701.
2. Acevedo, J.A. (2003) *Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de la educación secundaria en formación inicial*. Versión digital disponible en: <http://www.oei.es/salactsi/acevedo18.htm>.
3. Acevedo, J.A.; Acevedo, P.; Manassero, M.A. y Vázquez, A. (2001) Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS. *Revista Iberoamericana de Educación*. Versión digital disponible en: <http://www.campus.oei.org/revista/deloslectores/Acevedo.PDF>
4. Adúriz -Bravo, A. (2001) *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
5. Adúriz-Bravo, A. (2002) Una propuesta para estructurar la Enseñanza de la Filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 456-476.
6. Adúriz–Bravo, A. (2005) *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La Epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
7. Adúriz-Bravo, A. (2007). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. UNESCO Versión digital disponible en: <http://www.educared.pe/modulo/upload/130077622.pdf>.
8. Alonso, E. (1998) *Análisis sociológico de los discursos: una aproximación desde los usos concretos*. Madrid: Fundamentos.

9. Ballenilla, F. (1992) El cambio de modelo didáctico, un proceso complejo. *Investigación en la Escuela*, 18, 43-68.
10. Barrios, A.M. (2000) Reflexiones epistemológicas y metodológicas en la Enseñanza de las Ciencias para todos. *Revista de la Asociación de Educadores en Química*, 10 (13), 1-14.
11. Bell, R., Lederman, N. y Abd-El-Khalick, F.(1998) Implicit versus Explicit Nature of Science Instruction: an explicit response to Palmquist and Finley. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(9), 1057-1061.
12. Brickhouse, N. (1990) Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41, 53-62.
13. Caetano, H. y Neto , A. (2005) Natureza e ensino da ciência: investigando as concepções de ciência dos professores. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VII Congreso.
14. Camilloni de, A. (comp.) (1997) Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza. Barcelona: Gedisa.
15. Campanario, J. M. (1999) La Ciencia que no enseñamos. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 397-410.
16. Campanario, J.M. y Moya, A. (1999) ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.

17. Castorina, J.A.; Barreiro, A. y Toscano, A.G. (2005) *Dos versiones del sentido común: las teorías implícitas y las representaciones sociales*. En Castorina, J.A. (coord.) *Construcción conceptual y representaciones sociales. El conocimiento de la sociedad*. Buenos Aires: Miño y Dávila.
18. Carretero, M. (1997a) *Construir y enseñar las Ciencias Experimentales*. Buenos Aires: Aique.
19. Carretero, M. (1997b) Piaget, Vigotsky y la Psicología Cognitiva. *Novedades Educativas*, nº 74; 75-79.
20. Cerda Gutiérrez, H. (2000) *La creatividad en la ciencia y en la educación*. Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.
21. Coitiño, L.; Leymonié, J.; Cirschi, C.; Loureiro, S.; Míguez, M.; Otegui, X. Diagnóstico de conocimientos y habilidades en Química al ingreso a las Facultades de Ciencias e Ingeniería de la Udelar. 4º Seminario – Taller “La enseñanza de las ciencias y el ingreso a la Universidad: Experiencias didácticas en enseñanza de las ciencias”. Montevideo. 7 de diciembre de 2007. En memorias del congreso.
22. Cohen, L. y Manion, L (1994). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
23. Cornejo, Jorge N. El análisis de manuales escolares y la historia de la enseñanza de la ciencia como recurso en la formación docente. *Revista Iberoamericana de Educación* Nro, 38/6. Disponible en: <http://www.rieoei.org/experiencias122.htm>

24. Cook, T. y Reichardt, Ch. (1986) *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*. Madrid: Morata.
25. Crisci, C.; Loureiro, S.; Mas, M.; Míguez, M.; Otegui, X (2006) Análisis curricular y avance estudiantil en Facultad de Ingeniería. *Revista Alternativas. Serie espacio pedagógico*. 11(43), 79 – 86.
26. Curione, K. (2010) *Estudio de los perfiles motivacionales de los estudiantes de Ingeniería de la Universidad de la República en relación al avance académico*. Tesis de Maestría. Facultad de Psicología, Udelar.
27. Denzin N. (1989) *Strategies of Multiple Triangulation. The Research Act: A theoretical Introduction to Sociological Methods*. New York: Mc Graw Hill.
28. Driver, R.; Squires, A.; Rushworth, P. y Wood-Robinson, V. (1994) *Dando sentido a la ciencia en Secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Aprendizaje Visor.
29. Fernández, J.; Elortegui, N.; Rodríguez, J.F. y Moreno, T. (1997) ¿Qué idea se tiene de la ciencia desde los modelos didácticos? *ALAMBIQUE. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Nº 12, 87-99.
30. Fernández, I; Gil, D.; Carrascosa, J.; Cachapuz, A. y Praia, J. (2002) Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 477 – 488.
31. Fernández, I; Gil, D.; Vilches, A. (2005) *La superación de las visiones deformadas de la ciencia y la tecnología: un requisito esencial para la renovación de la educación*

científica. En: Gil- Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (Eds.). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago: OREALC/UNESCO. Capítulo 2, 29-62.

32. Fiore, E. y Leymonié, J. (comps) (2007) *Didáctica práctica para la Enseñanza Media y Superior*. Montevideo: Grupo Magro.

33. Gagliardi, R. (1988) Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), 291 – 296.

34. Gil, D.; Fernández, I. y Carrascosa, J. (2001) Hacia una imagen no deformada de la actividad científica. *ENDOXA: Series Filosóficas*, nº14, 227 – 260.

35. Gil Pérez, D. (1991) ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? (Intento de síntesis de las aportaciones de la investigación didáctica). *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 69-77.

36. Gimeno, J. (1988) *El currículo: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata.

37. Goetz, J. y Le Compte, M. (1990) *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Morata.

38. Grau Sánchez, R.; Guasch, E.; de Manuel Barrabín, J. (1993) La imagen de ciencia en los alumnos y profesores: La influencia de la ciencia escolar y de los medios de comunicación. *Enseñanza de las ciencias*, 11, Nº Extra 1, 1993, 77-78.

39. Guisasola, J. y Morentin, M. (2007) ¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria? *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 246 – 262.
40. Izquierdo, M. (1996) Relación entre la historia y la filosofía de la ciencia y la enseñanza de las ciencias. *ALAMBIQUE, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, nº8, 7 – 21.
41. Jiménez, M. y Otero, L. (1990) La ciencia como construcción social. *Cuadernos de Pedagogía*, Nº180, 20-22.
42. Jodelet, D. (1986) *La representación social: fenómenos, concepto y teoría*. En Moscovici, S. (Ed.) *Psicología social II*. Barcelona: Paidós.
43. Klimovsky, Gregorio (1994). *Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología*. Buenos Aires: A-Z Editora.
44. Kuhn, T (1980) *La estructura de las revoluciones científicas*. 4ª reimpresión, México: Fondo de Cultura Económica.
45. Lederman, N. (1985) Relating teaching behaviour and classroom climate to changes in students' conceptions of the nature of science. *Science Education*, 70 (1), 3-19.
46. Lederman, N. (1992) Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359.

47. Lederman, N. (1999) Teachers' Understanding of the Nature of Science and Classroom Practice: Factors That Facilitate or Impede the Relationship. *Journal of research en Science Teaching*, 36 (8), 916 – 929.
48. Lederman, N. y O'Malley, M. (1990) Students' perceptions of tentativeness in science. Development, use, an sources of change. *Science Education*, 74 (2), 225-239.
49. Lederman, N. y Zeidler, D. (1987) Science teachers' conceptions of the nature of science: do they really influence teaching behaviour? *Science Education*, 71 (5), 721-734.
50. León, O.; Montero, I. (2003) *Métodos de investigación en Psicología y Educación*. Madrid: McGRAW-HILL.
51. Leymonié, J. y Míguez, M. (2004) La Comprensión de la Enseñanza en la Universidad. *Alternativas, Serie espacio pedagógico*. Año VIII, Nº 33, 25-39.
52. Leymonié, J. y Czerwonogora (2004) La evaluación diagnóstica de conocimientos y habilidades en la Facultad de Ciencias. En memorias de congreso. II Congreso de Enseñanza de la Facultad de Ingeniería, UDELAR, Montevideo.
53. Liguori, L. Noste, M. (2005) *Didáctica de las Ciencias Naturales. Enseñar. Ciencias Naturales*. Rosario: Homo Sapiens.
54. Loureiro, S.; Míguez, M.; Otegui, X. (2001–2002) En las puertas del siglo XXI... y aún esa lejana ciencia. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, 15 (15), 247 – 251.

55. Loureiro, S.; Míguez, M. (2009-2010) Análisis de las concepciones de ciencia que subyacen a los procesos educativos en el Área Científico - Tecnológica. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, Nº 25 (2009/10), 90 – 95.
56. Loureiro, S. y Míguez, M. (2010) Representaciones de ciencia y científico... entre mitos y realidades. En Andrade, R.; Lewowicz, L.; Hidalgo, J.; Celestino, C.; Pereira, L. (Eds.). *Seleção de Trabalhos do 6º Encontro de la Asociación de Filosofia e História da Ciência no Cone Sul*, 585 – 593.
57. Macedo, B. (2005) *¿Cuáles son los propósitos de este libro?* En: Gil- Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (Eds.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago: OREALC/UNESCO.
58. Mancuso, H. (1999) *Metodología de la investigación en Ciencias Sociales. Lineamientos teóricos y prácticos de semioepistemología*. Buenos Aires: Paidós.
59. Martínez, R. (2004) *Concepción de aprendizaje, metacognición y cambio conceptual en estudiantes universitarios de psicología*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.
60. Matthews, M. (1998) The Nature of Science and Science Teaching. Fraser, B. y Tobin, K. (eds) *International Handbook of Science Education*, 981 – 999.
61. Mazzitelli, C. y Aparicio, M. (2010) El abordaje del conocimiento cotidiano desde la teoría de las representaciones sociales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(3), 636 – 652.
62. Mellado, V. (2004) *¿Podemos los profesores de ciencias cambiar nuestras concepciones y prácticas docentes?* VI Jornadas Nacionales y I Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. 7, 8 y 9 de octubre, Buenos Aires.

63. Mellado, V. (1996) Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de Primaria y Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.
64. Mellado V.; Carracedo, D. (1993) Contribuciones de la Filosofía de la ciencia a la Didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 331 – 339.
65. Míguez, M; Loureiro, S. y Caraballo, R. (2009) Análisis curricular y avance en las carreras en Facultad de Ingeniería. *Congreso de Investigación de Academia Journals*. Octubre 2009, Veracruz, México.
66. Míguez, M. (2008). *Análisis de las relaciones entre proceso motivacional, estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes del Área Científico-Tecnológica de la Universidad de la República*. Tesis Doctoral. Facultad de Química, UdelaR.
67. Míguez, M.; Crisci, C; Curione, K.; Loureiro, S.; Otegui, X. (2007) Herramienta Diagnóstica al Ingreso a Facultad de Ingeniería: motivación, estrategias de aprendizaje y conocimientos disciplinares. *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*, 8 (14) pp 29 - 37.
68. Míguez, M. y Curione, K. (2006) ¿Qué concepciones manifiestan sobre “aprendizaje” los docentes de Facultades del Área Científico –Tecnológica? Primeras aproximaciones. *Alternativas. Educación y Ciencias. Teorías y prácticas universitarias. Laboratorio de Alternativas Educativas*, 11(43), 105 – 110.
69. Míguez, M. y Curione, K. (2005a) *Aprendizaje de las Ciencias. Serie Formación Docente*. Unidad de Enseñanza. Montevideo: Facultad de Ingeniería, UdelaR. República.
70. Míguez, M; Loureiro, S. y Otegui, X. (2005b) *Aprendizaje, enseñanza y desempeño curricular en la Facultad de Ingeniería. Análisis cuantitativos y cualitativos. Serie análisis de datos*. Montevideo: Facultad de Ingeniería, UdelaR.

71. Míguez, M.; Loureiro, S.; Rodés, V. y Otegui, x. (2005c) "Científicamente comprobado", un estudio de percepción social sobre la ciencia y los científicos. *Alternativas. Educación, Cultura y Comunicación. Discursos integrados. Laboratorio de Alternativas Educativas*. 10 (40/41), 95 – 102.
72. Míguez, M. (2001) *Investigación de una Estrategia Didáctica alternativa: prácticos de inmunología de la Facultad de Química*. Tesis de Maestría. Facultad de Química, Udelar.
73. Míguez, M. (2000) Método científico y hecho educativo. Publicación de la Asociación de Educadores en Química. Nº 13. Año X, 15-26.
74. Moreno, L. y Waldegg, G. (1998) La epistemología constructivista y la didáctica de las ciencias: ¿coincidencia o complementariedad? *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (3), 421 – 429.
75. Moscovici, S. (1986) *Psicología Social I*. Barcelona: Paidós.
76. Orozco, A.; Fernández, I.; Carrascosa, J. y Gil Pérez, D. Análisis de algunas visiones deformadas sobre la naturaleza de la ciencia y las características del trabajo científico. *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 11, Nº Extra 1, 1993 , 43-44.
77. Paruelo, J. (2003) Enseñanza de las Ciencias y Filosofía. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), 329-335.
78. Pomeroy, D. (1993) Implications of teachers beliefs about the nature of science: comparison of the beliefs of scientist, secondary science teachers and elementary teachers. *Science Education*, 77 (3), 261-278.
79. Popper, K. (1980) *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.
80. Porlán, R. (2000) *El pensamiento científico y pedagógico de maestros en formación*. En Porlán y cols. (comps) *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*, Sevilla: Díada.

81. Porlán, R; Rivero, A.; Martín del Pozo, R. (1997) Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 155-177.
82. Porlán, R; Rivero, A.; Martín del Pozo, R. (1998) Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 271-288.
83. Porta, M.; Silva M. (2008) La investigación cualitativa: el Análisis de Contenido en la investigación educativa. Disponible en:
<http://www.uccor.edu.ar/paginas/REDUC/porta.pdf>
84. Powell, R. (1994) From field science to classroom science: a case study constrained emergence in a second-career science teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(3), 273-291.
85. Pozo, J.I. (1989) *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
86. Pozo, J.I.; Sanz, A.; Gómez Crespo, M.A. y Limón, M. (1991) Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 83-94.
87. Pozo, J.I.; Del Puy Pérez, M.; Sanz, A. y Limón, M. (1992) Las ideas de los alumnos sobre la ciencia como teorías implícitas. *Infancia y Aprendizaje*, 57 (3), 3-22.
88. Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (1998) *Aprender y enseñar ciencias*. Madrid: Morata.
89. Quivy, R. y Van Campenhoudt, L. (1992) *Manual de Investigación en Ciencias Sociales*. México: LIMUSA.
90. Ravanal, E. y Quintanilla, M. (2010) Caracterización de la concepciones epistemológicas del profesorado de Biología en ejercicio sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 111-124.

91. Rodrigo, M.J. (1985) Las teorías implícitas en el conocimiento social. *Infancia y Aprendizaje*, 31-32, 145-156.
92. Rodríguez Moneo, M. (1999) *Conocimiento previo y cambio conceptual*. Buenos Aires: Aique.
93. Rodríguez, D. Y López, A. (2005) ¿Son las concepciones epistemológicas y de aprendizaje de los profesores de Ciencias, conceptual y contextualmente de carácter constructivista? *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VII Congreso.
94. Ruggieri, R., Tarsitani, C. y Vicentini, M. (1993). The images of science of teachers in latin countries. *International Journal of Science Education*, 15(4), 383-393.
95. Santilli, H. y Speltini, C. (2005) Los docentes ingenieros : su visión de ciencia y tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VII Congreso.
96. Saunders, W. (2001) Alternative conceptions of the nature of science: responses from students, teachers and professors. *Education*, 107 (1), 98-104.
97. Soubirón, E. (2001) *Estudio de la red de factores que afectan el rendimiento estudiantil en el curso de Química General a efectos de optimizar las estrategias didácticas*. Tesis de Maestría. Facultad de Química. Udelar.
98. Sutton, C. (1997) Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *ALAMBIQUE, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 12, 8-32.
99. Tamayo, O. (2005) Aportes de la naturaleza de la ciencia y del contenido pedagógico del conocimiento para el campo conceptual de la Educación en Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, VII Congreso.
100. Universidad de la República (2007) *VI Censo de Estudiantes Universitarios. Principales características de los estudiantes de la Universidad de la República en 2007*, 13-14.

101.Varela, M. (2004) *Vigilancia epistemológica: una necesaria reflexión para la enseñanza de las Ciencias*. En ANEP, Programa MEMFOD. Serie Cuadernos de apoyo para la reflexión y la práctica educativas en el Ciclo Básico de Educación Media. Cuaderno de trabajo nº II, abril 2004, 61-75.

102.Vázquez, A.; Manassero, M.A.; Acevedo, J.A.; Acevedo, P. (2007) Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la comunidad tecnocientífica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 331-363.

103.Vázquez, A.; Acevedo, J.A. y Manassero, M.A. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidenciase implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*. Disponible en:

<http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/702Vazquez.PDF>>

104.Vázquez, A.; Manassero, M.A. (1999) Características del conocimiento científico: creencias de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 377-395.

105.Vigostsky, L. (1978) El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona: Grijalbo.

106.Wainerman, C. y Sautu, R. (Comp.) (2001) *La trastienda de la investigación*. Buenos Aires: Lumiere.

ANEXO 1

Cuestionario 1

Indica acuerdo (SI) o desacuerdo (NO) respecto a las siguientes afirmaciones sobre la ciencia. En el espacio disponible a continuación de cada afirmación justifica tu respuesta.

1- La objetividad de los científicos y sus métodos permiten que la ciencia sea neutral.

2- La experimentación es el método para alcanzar la verdad en ciencias.

3- Lo observable queda determinado por el marco teórico del investigador.

ANEXO 2

Cuestionario 2

1. Describe a un persona que se dedica a la ciencia. Dibújala
2. ¿Cómo se llega a un descubrimiento científico?
3. Nombra 3 científicos uruguayos. Ubícalos en el tiempo y menciona su actividad principal de investigación.

ANEXO 3

Pauta de entrevista a estudiantes

Instrucciones: Es una entrevista semiestructurada, a partir de los resultados obtenidos en los cuestionarios y en función de las categorías de análisis definidas: *concepción tradicional* (objetivista - absolutismo metodológico - independencia de contexto), *concepción actualizada* (subjetivista - pluralismo metodológico – contextualista) se plantean a los estudiantes las siguientes interrogantes:

¿Qué piensas que es la Ciencia?

¿Cómo se llega a un nuevo conocimiento en tu área de estudio?

¿La ciencia necesitaría siempre de experimentación?

¿Cómo abor das un problema que se te plantea desde una asignatura o curso de Facultad?

¿Cómo abordan los científicos los problemas que se les plantean?

Para el caso de los estudiantes de Facultad de Ingeniería se les plantea:

La Ingeniería ¿sería una ciencia? ¿la Ingeniería tendría un método científico?,

¿Hay un método similar en la ciencia y en la ingeniería?

Grupos de discusión de estudiantes

- En grupos de discusión se les solicita que comenten algunas respuestas obtenidas sobre la afirmación “*La objetividad de los científicos y sus métodos permiten que la ciencia sea neutral*”, planteada en el cuestionario 1.

- “*Si no son objetivos dirigen el resultado de las investigaciones hacia sus posiciones.*”
- “*No se debe ser subjetivo cuando una persona estudia ciencia.*”
- “*El objetivo de las ciencias es la observación e investigación objetiva de la realidad, sin embargo como toda disciplina humana, las ciencias presentan un cierto grado de subjetividad ya que ésta forma parte de la naturaleza humana.*”

- *“La ciencia no es neutral. La ciencia responde a distintos intereses humanos, el mas importante (por peso): el político. Además el científico “ideal” es objetivo, pero al final y al cabo son todos humanos con sentimientos.”*

- ¿Puedes referir algunos ejemplos en la historia de las ciencias que puedan respaldar o refutar las afirmaciones planteadas?

- Una de las preguntas del cuestionario pretendía que se mencionaran 3 científicos uruguayos y sus líneas de investigación. Esta pregunta obtuvo un 43% de NO RESPUESTA, incluso con explicaciones como “No tengo idea”, “No conozco”. ¿Qué valoración haces de este resultado?

Grupo de discusión de docentes

Se les plantea la siguiente pauta.

1. Describa brevemente una típica clase impartida por usted en una de las asignaturas de las cuales es docente.
2. Explique sucintamente por qué decidió impartir la clase seleccionada de ese modo.
3. ¿Cuál es el sustento didáctico en el que se basa el diseño de su clase?

ANEXO 4

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CLASE

1- DATOS GENERALES DE LA OBSERVACIÓN

FECHA:

DOCENTE:

CÁTEDRA/INSTITUTO:

CICLO:

CURSO:

MODALIDAD:

2- DESCRIPCIÓN DE LA CLASE

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL DOCENTE

VOZ:

MODULACIÓN:

MULETILLAS:

ADEMANES:

ENTUSIASMO:

2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL:

- **METODOLOGÍA:**

1. ¿Se presentan situaciones problemáticas abiertas de un nivel de dificultad adecuado?
2. ¿Se plantea una reflexión sobre el posible interés de las situaciones propuestas que dé sentido a su estudio?
3. ¿Se plantea la emisión de hipótesis, fundamentadas en los conocimientos disponibles, susceptibles de orientar el tratamiento de las situaciones y de hacer explícitas, funcionalmente, las preconcepciones? ¿Se presta atención a las preconcepciones?
4. ¿Se promueve el trabajo colectivo?
5. ¿Se plantea el análisis detenido de los resultados teniendo en cuenta el cuerpo de conocimientos disponible, las hipótesis manejadas y/o los resultados de otros equipos?
6. ¿Se presentan los contenidos vinculados con el contexto histórico en que se generaron?

- ACTITUDES DE LOS ESTUDIANTES:

1. ¿Se involucran activamente a la propuesta de aula?
2. ¿Plantean dudas, sugerencias de caminos alternativos, realizan aportes complementarios, etc. que enriquecen el trabajo en el aula?
3. ¿Trabajan en colectivo aunque no se lo proponga el docente?
4. ¿Consultan bibliografía en clase?

ANEXO 5

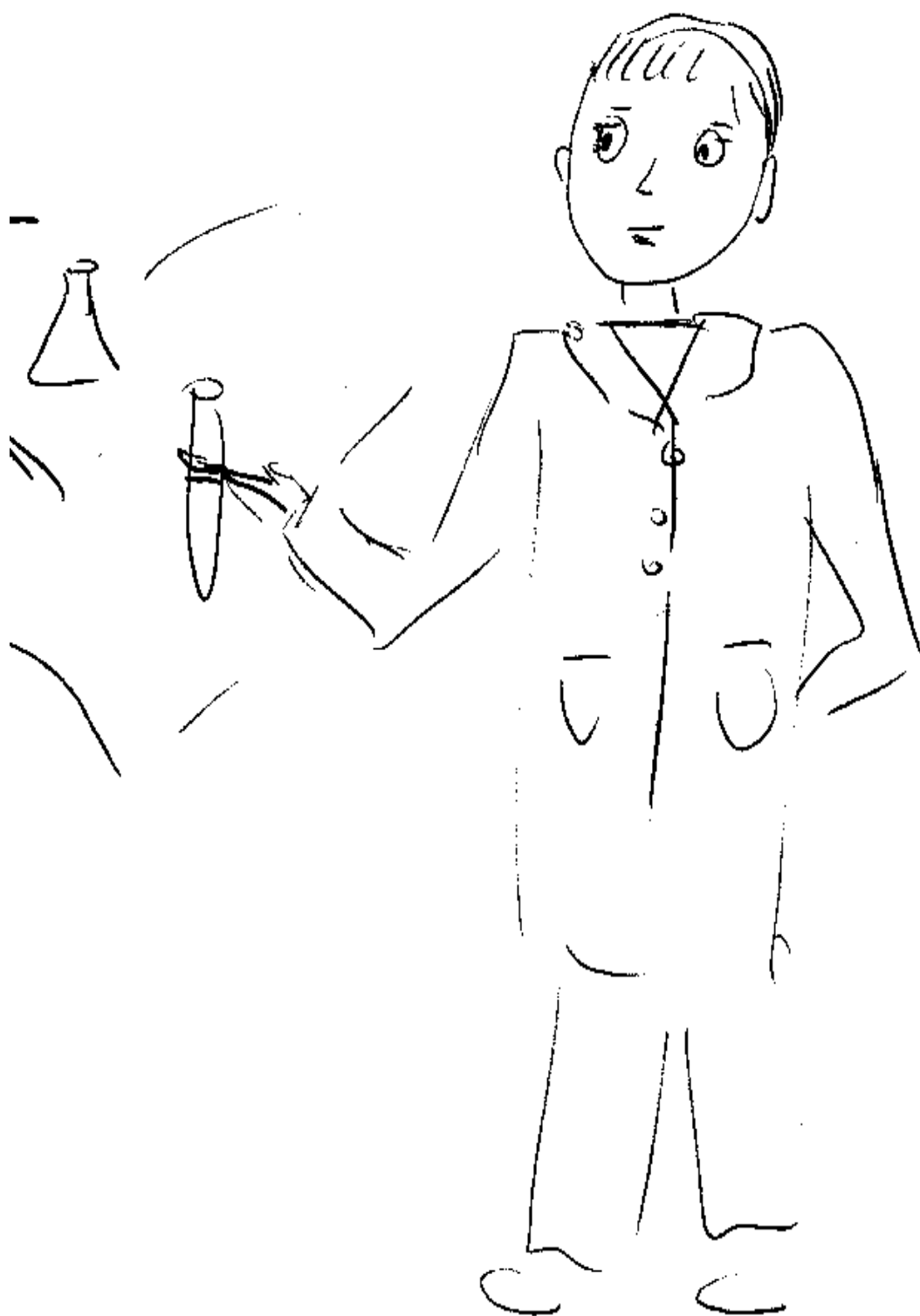


Figura 1- Imagen representada por un docente



Figura 2- Imagen representada por una docente

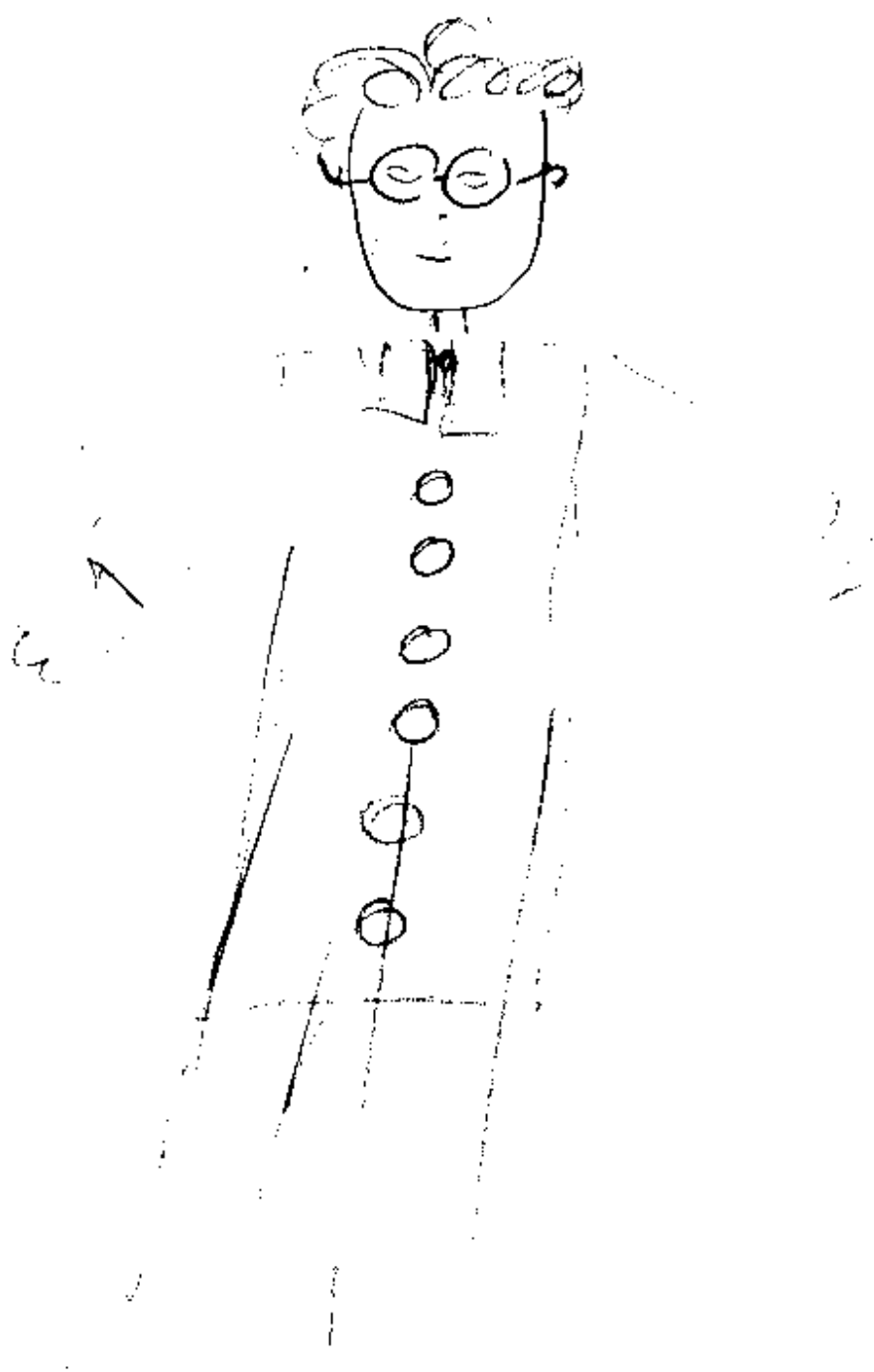


Figura 3- Imagen representada por un docente



Figura 4- Imagen representada por un docente



Figura 5- Imagen representada por una estudiante

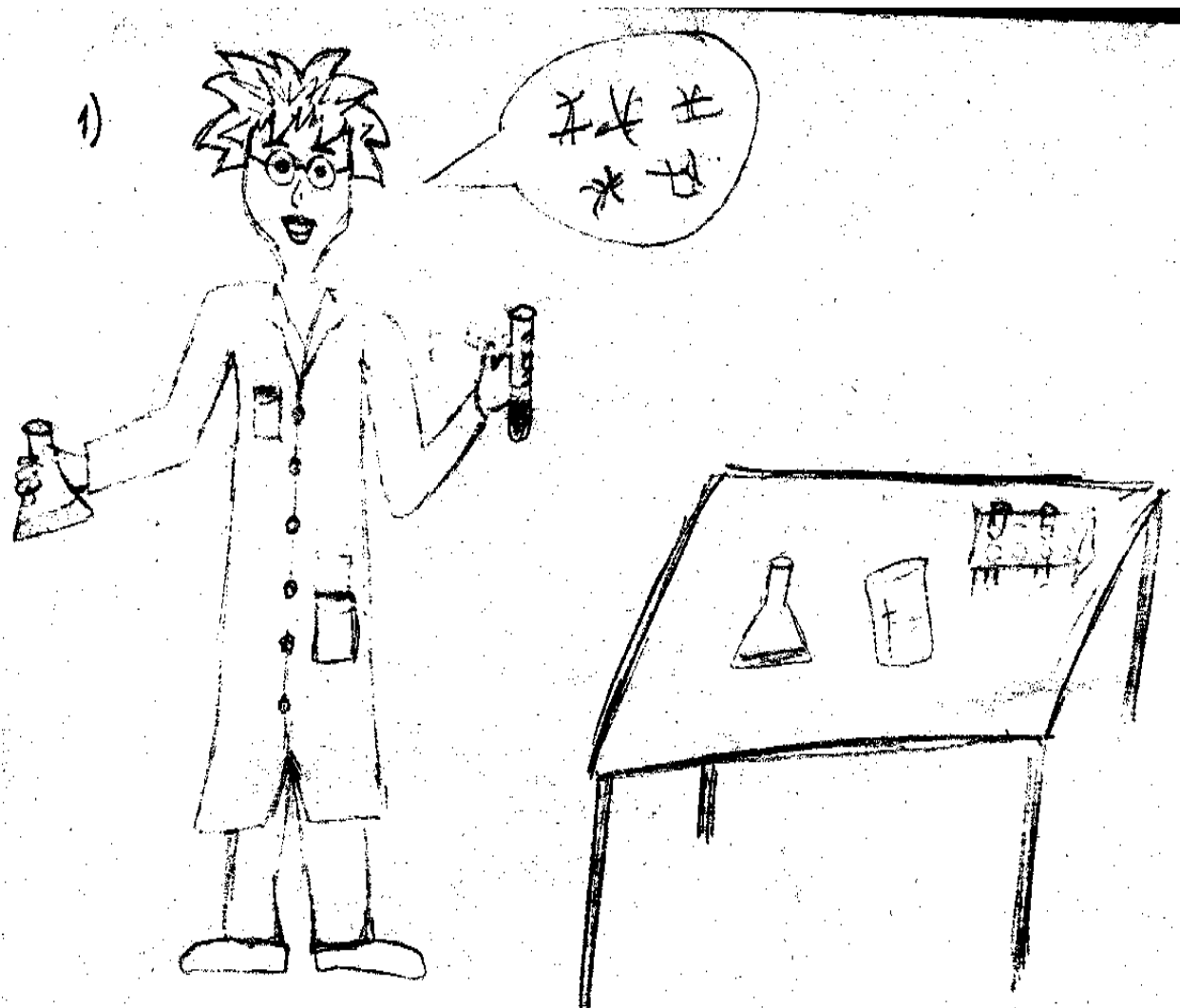


Figura 6- Imagen representada por un estudiante

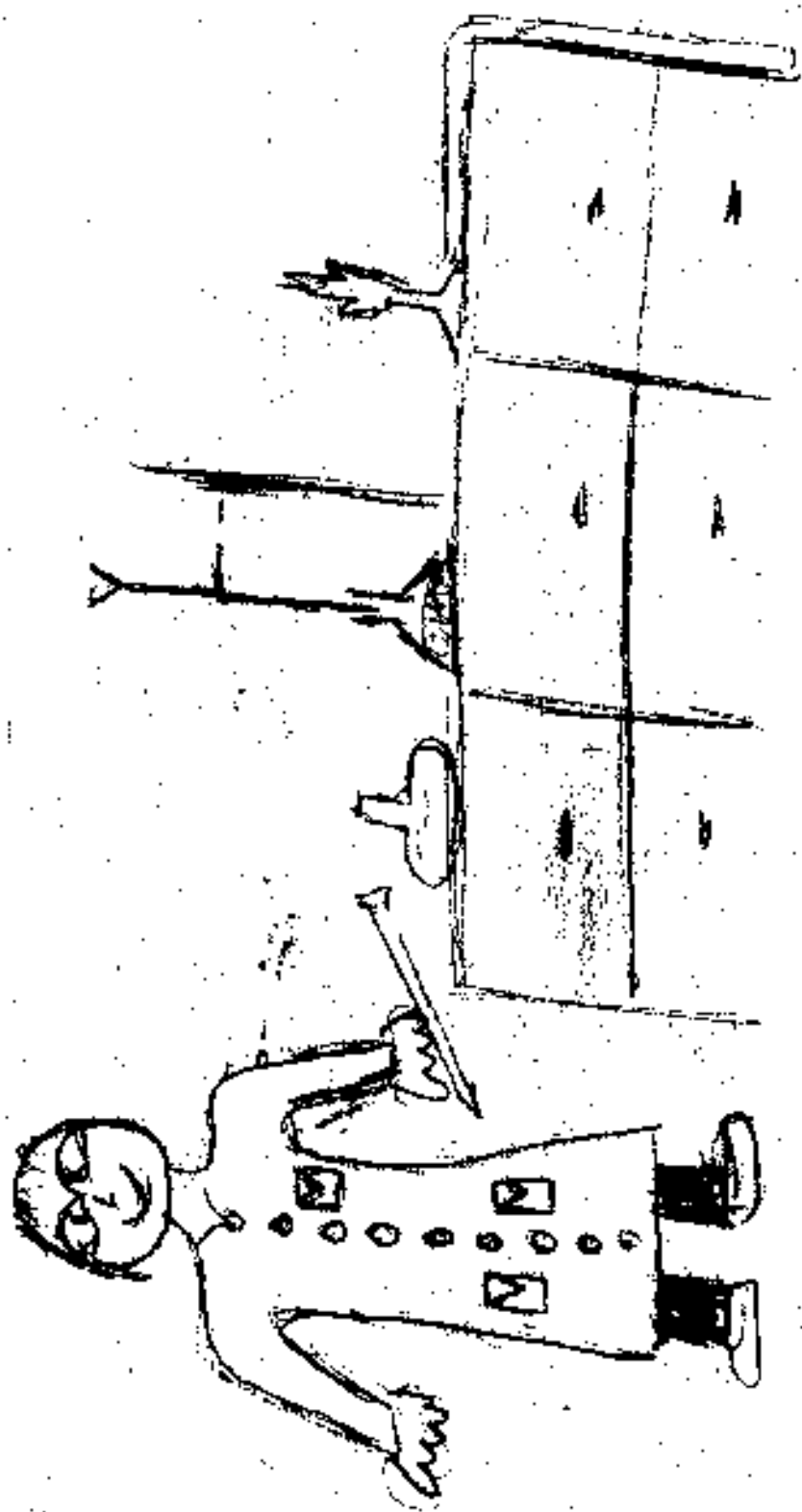


Figura 7- Imagen representada por un estudiante

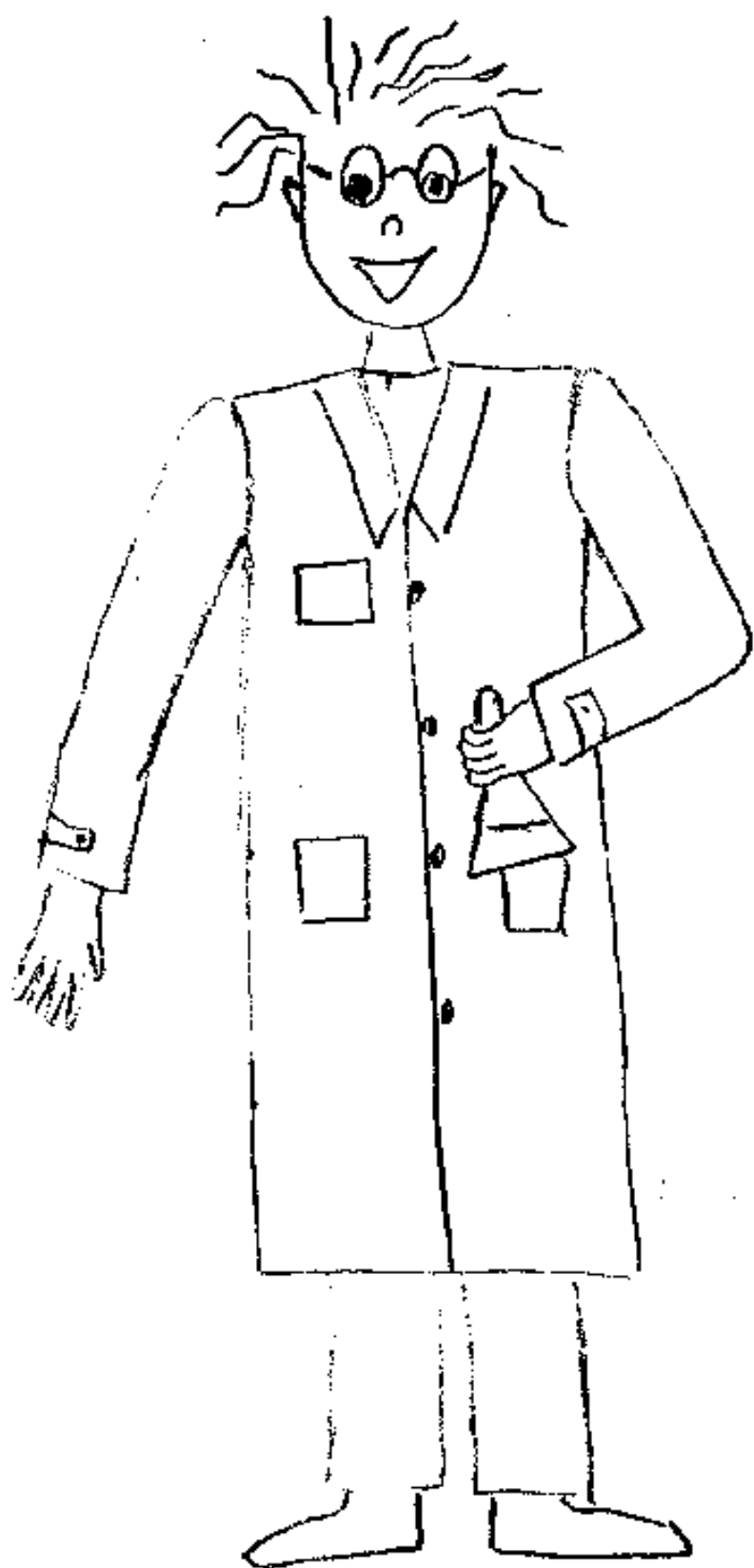


Figura 8- Imagen representada por un estudiante



Figura 9- Imagen representada por un estudiante



Figura 10- Imagen representada por una estudiante

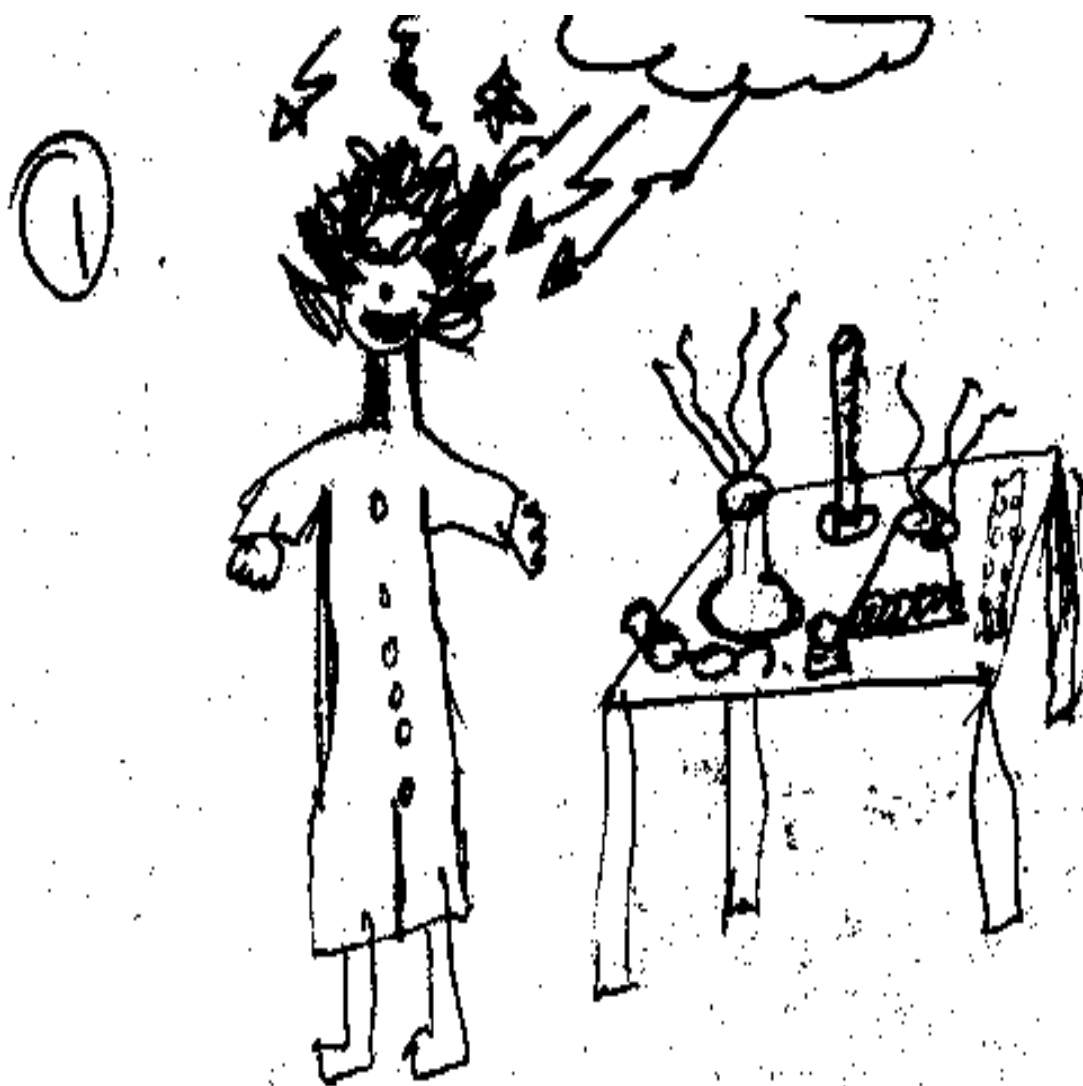


Figura 11- Imagen representada por un estudiante

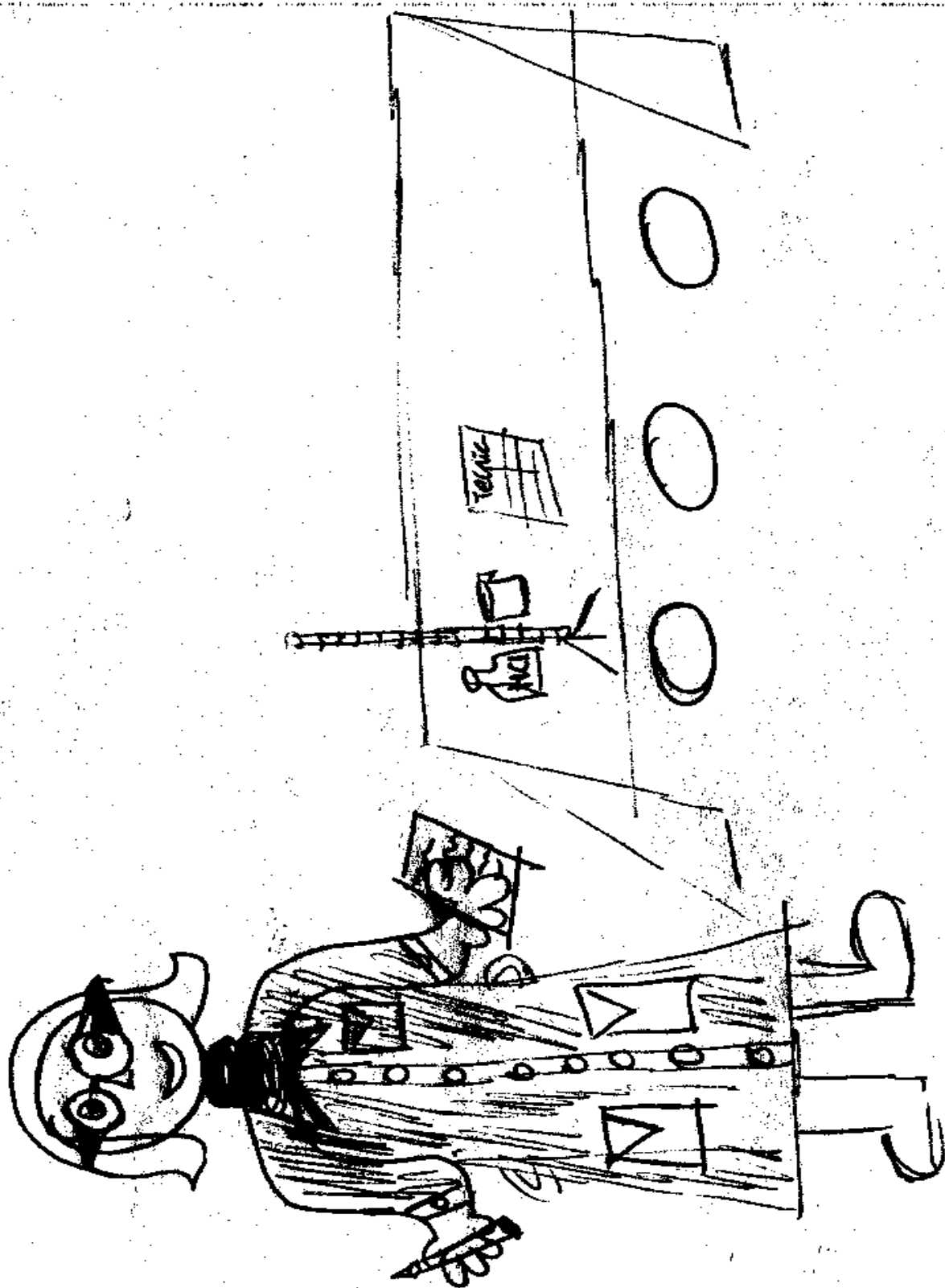


Figura 12- Imagen representada por una estudiante

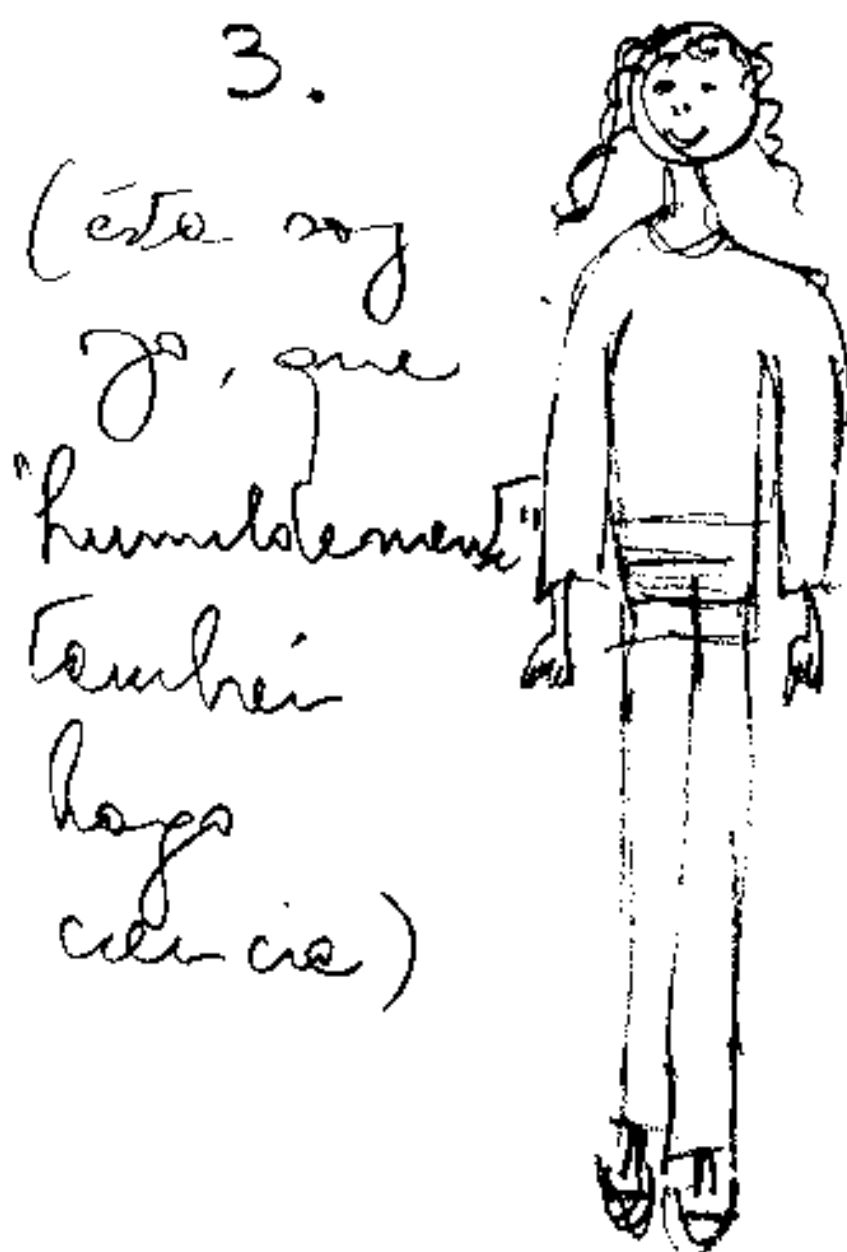


Figura 13- Imagen representada por una docente



Figura 14- Imagen representada por una estudiante

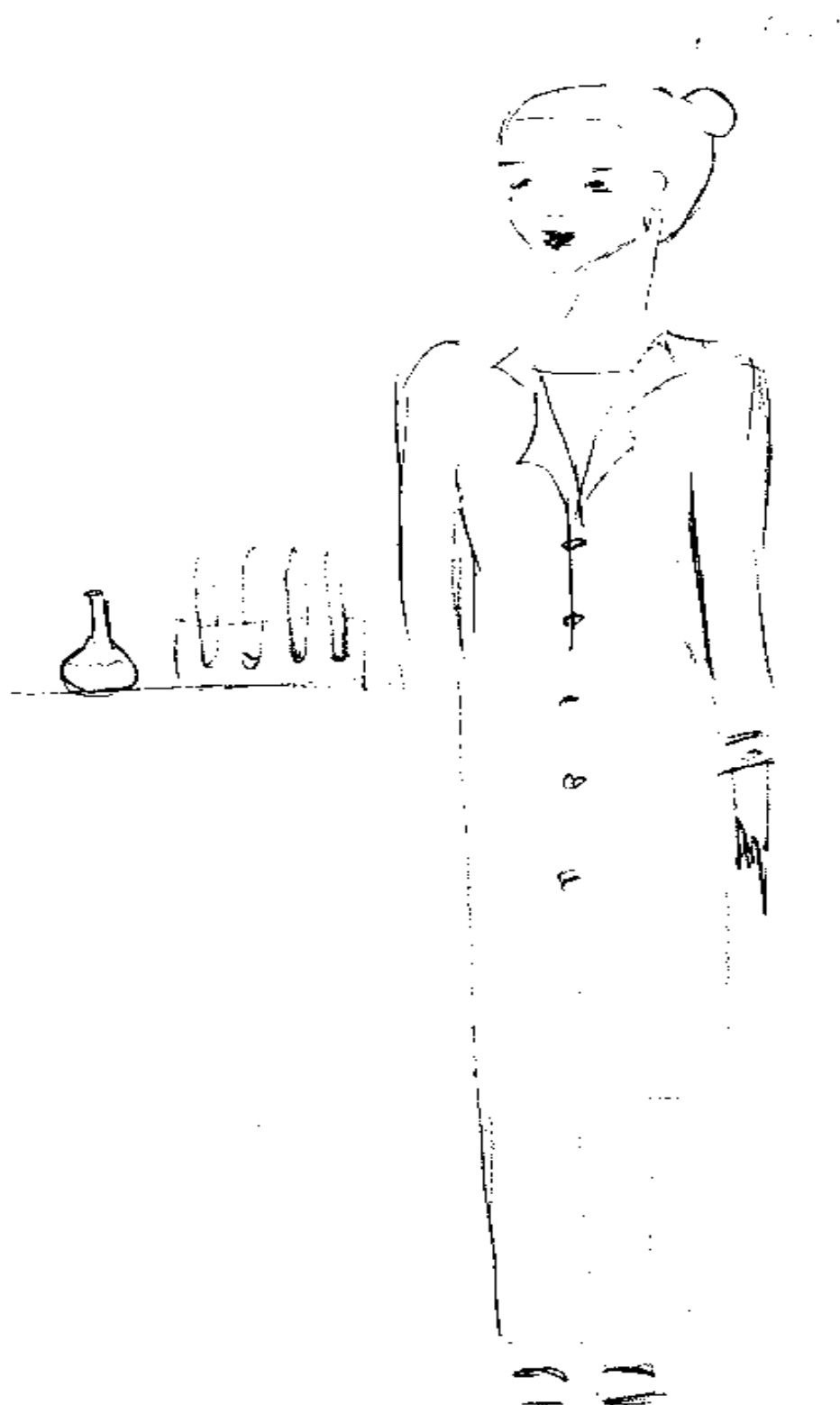


Figura 15- Imagen representada por una estudiante

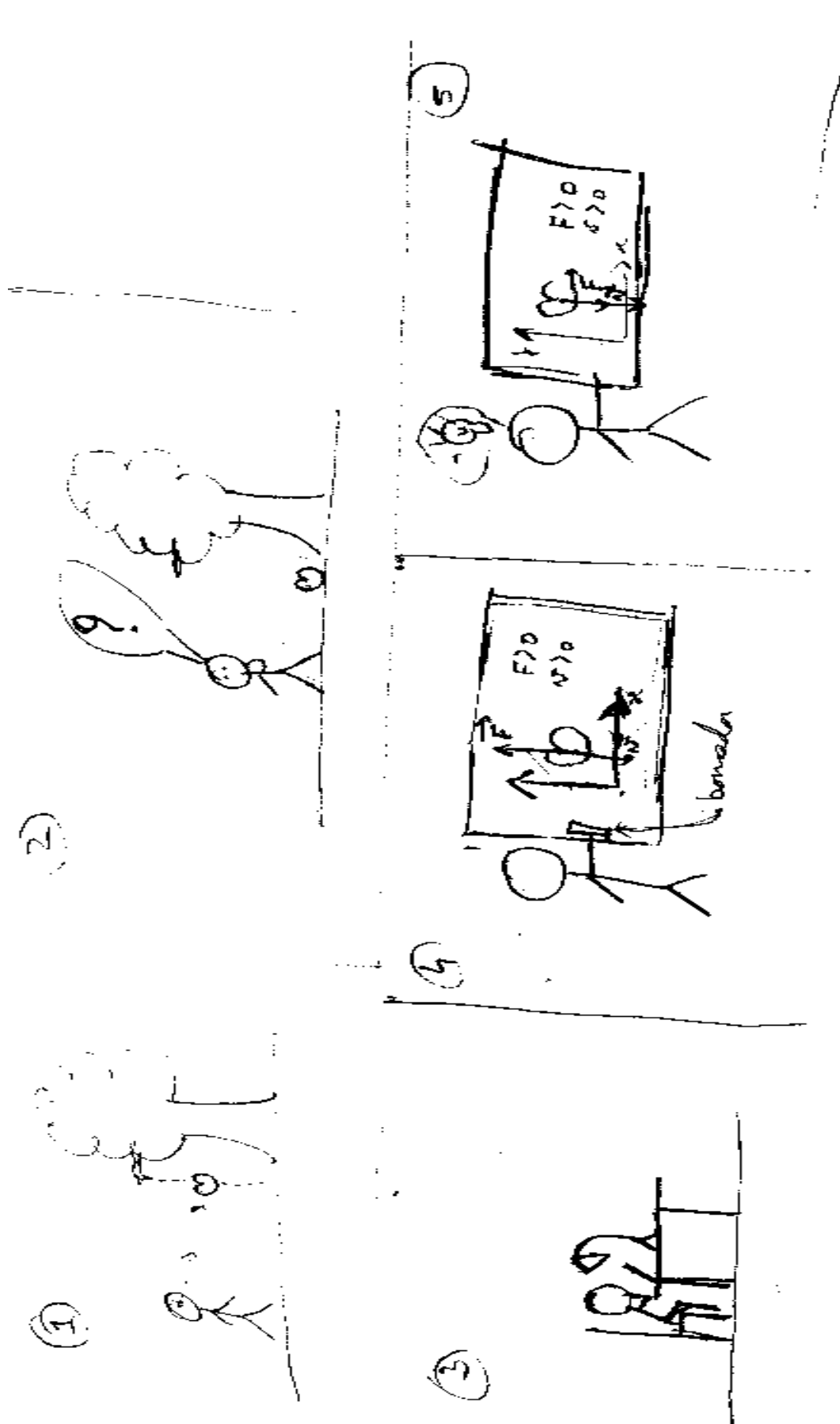


Figura 16- Imagen representada por un docente



Figura 17- Imagen representada por una docente



Figura 18- Imagen representada por una estudiante

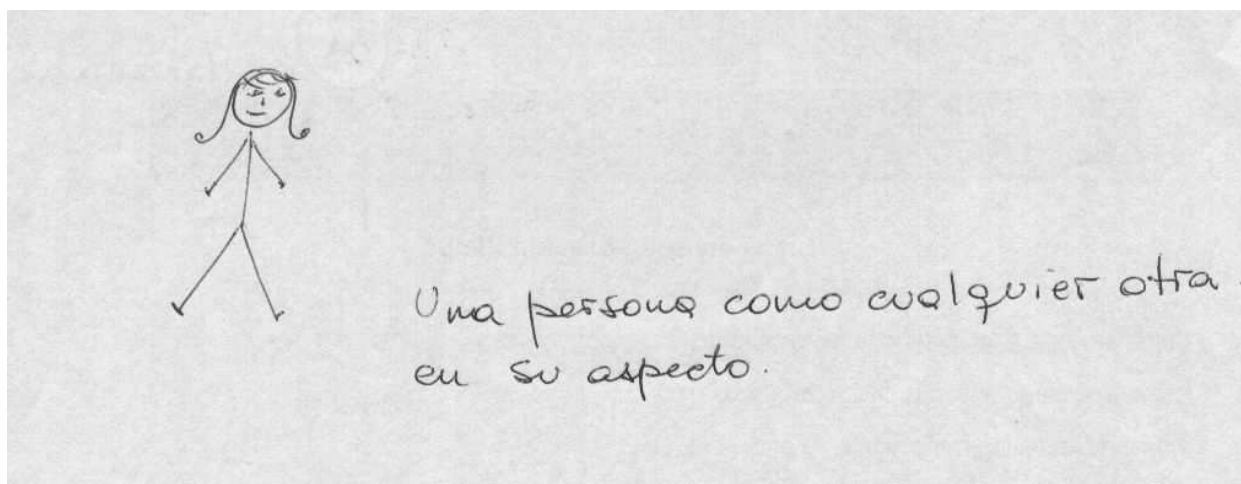


Figura 19- Imagen representada por una estudiante

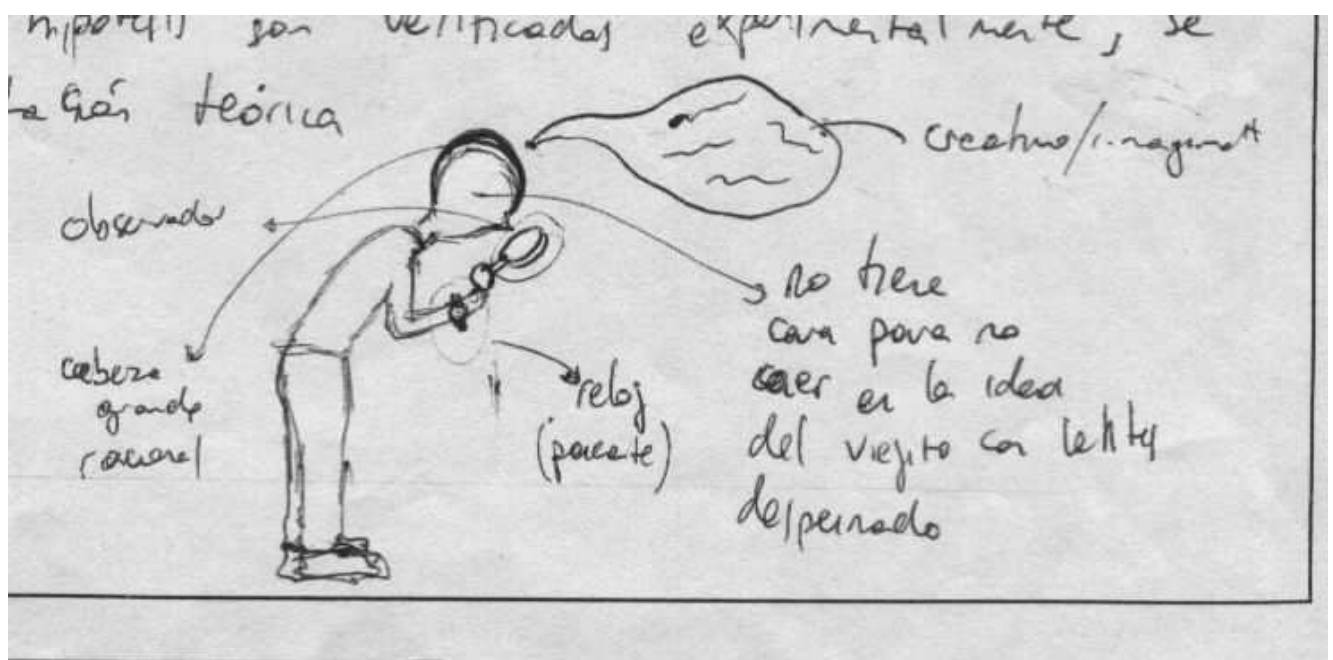


Figura 20- Imagen representada por un estudiante

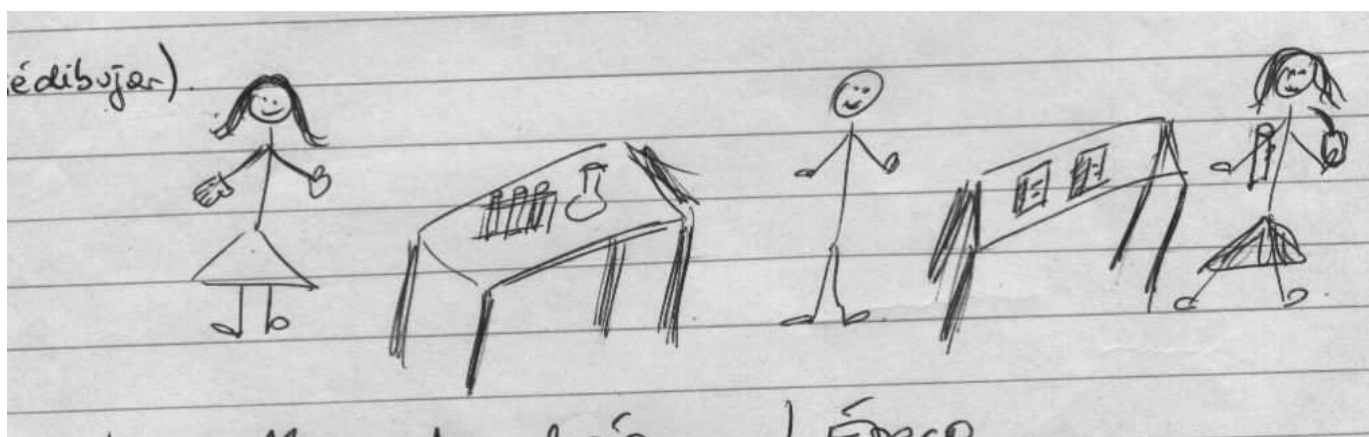


Figura 21- Imagen representada por una estudiante



Figura 22- Imagen representada por una estudiante

ANEXO 6

Se presentan aportes de docentes extraídos de sus participaciones del grupo de discusión. Las preguntas consignadas son:

1. Describa brevemente una típica clase impartida por usted en una de las asignaturas de las cuales es docente.
2. Explique sucintamente por qué decidió impartir la clase seleccionada de ese modo.
3. ¿Cuál es el sustento didáctico en el que se basa el diseño de su clase?

- Docente FI

“La clase que dicto es una clase de 2 horas en la que se plantea la resolución de algunos ejercicios seleccionados, o que los estudiantes presenten alguna duda. Los ejercicios son seleccionados de acuerdo a los conceptos que se quieren reafirmar del teórico, mayor dificultad, y algún ejercicio de examen para mostrar la resolución y grado de dificultad.

Somos 2 docentes en la clase, y cada una va planteando el problema en el pizarrón. Se trata que los estudiantes participen en la resolución, aunque generalmente es difícil lograrlo. Generalmente en las 2 horas, se llegan a resolver 4 ejercicios, por lo que si surge algún otro ejercicio en el que hay dudas, se explica la idea del ejercicio sin plantear su resolución completa.

Corresponde a un curso de Facultad de Ingeniería; los estudiantes matriculados son 108, concurren a clase aprox. 80. Es un curso de las carreras de Ingeniería Química y de Ingeniería de Alimentos de 5^{to} año.

Al ser el primer año y no tener experiencia en el dictado de un curso similar, mantuve la forma de dictado del docente que me acompaña, que es la forma en que se dictó el curso cuando fui estudiante.”

-Docente de FQ y FC

“Se trata del curso Laboratorio de Química Orgánica, clase impartida una vez a la semana y de 3,5 hs de duración incluyendo discusión del fundamento teórico, de la manipulación y ejecución del trabajo práctico. Número de asistentes al curso: 26 estudiantes/grupo. Carreras: Química Farmacéutica, Químico, Bioquímica Clínica, Ingeniería Química, Ingeniería en Alimentos (5to semestre) y Licenciatura en Bioquímica (3er semestre).

Ingreso al laboratorio y luego de saludar a los estudiantes y preguntar si tienen alguna consulta sobre lo visto en la clase anterior (Generalmente no más de 5 min.), se inicia una discusión sobre la práctica del día que suele comenzar con la pregunta ¿Qué vamos a hacer hoy?

A partir de este pie se continúa la discusión sobre los fundamentos teóricos de la práctica a realizar lo que incluye fundamentos generales de química orgánica y mecanismos de reacción. Esta charla puede incluir pizarrón, videos demostrativos y demostración presencial de armado de equipos.

En el caso de mecanismos de reacción se invita a un estudiante al pizarrón para desarrollar dicho mecanismo con ayuda del resto de los compañeros y docentes.

Luego de esta explicativa (Entre 20 y 30 min. de acuerdo al tema) y si los estudiantes no plantean dudas sobre lo discutido, se los invita a trabajar en la manipulación del día bajo la supervisión del docente quien, durante el transcurso de la clase práctica, recorre las mesadas de trabajo corrigiendo errores, haciendo preguntas o respondiendo las dudas planteadas por los estudiantes.

Debido a que el ritmo de trabajo es diferente para cada sub-grupo de estudiantes se deja para la clase siguiente la discusión de lo que sucedió al realizar la práctica (Primeros 5 a 10 min.).

Se trata de un curso integrado por clases prácticas (laboratorio) y con contenidos establecidos por los responsables del curso. Dichas clases se llevan a cabo siguiendo ciertas pautas que permiten que los estudiantes de distintos subgrupos (con distintos

docentes) tengan clases en las que se tocan los mismos temas con profundidad más o menos similar.

En lo que refiere a un modo personal de llevar adelante la clase he elegido un sistema de discusión de los temas en el cual el docente sirva de guía para el tratamiento del tema en lugar de una clase expositiva porque pienso que de este modo se favorece el proceso de aprendizaje.

Intento además que el estudiante sienta la confianza suficiente de dar sus opiniones y evacuar sus dudas y que no se sienta presionado durante la manipulación."

-Docente FC

"Actualmente estoy dictando la asignatura Cálculo Diferencial e Integral para la Licenciatura en Física en la Facultad de Ciencias, y tengo a cargo un grupo de práctico. En las clases los estudiantes trabajan en base a una lista de ejercicios, que los docentes publicamos semanalmente y de la que ellos disponen desde algunos días antes de la clase. Al comienzo de la clase yo voy recorriendo los bancos, y quienes ya estuvieron trabajando con los ejercicios preguntan dudas sobre los ejercicios, plantean dificultades, cosas que no les quedaron claras de las clases teóricas, etc.

Después de esto, y dependiendo de las dificultades o dudas que haya recabado, hacemos un breve repaso en el pizarrón del tema que estemos trabajando esa semana, damos algunos ejemplos y/o contraejemplos. Después, elegimos entre todos algún ejercicio del práctico para hacer en el pizarrón; si hay algún ejercicio que plantee especial dificultad o que a mí entender amerite especial atención, yo lo elijo para hacer entre todos. Si hay un estudiante que "se anima" a pasar, o que ya hizo el ejercicio, él o ella pasan a explicarlo en el pizarrón. En caso contrario, ellos van planteando ideas y yo los voy guiando, y voy escribiendo la resolución en la medida en que avanzamos entre todos. En cualquiera de los casos, ellos pueden preguntar cuando no entienden algo, e incluso varias veces terminamos planteando varias formas de resolver el ejercicio.

Finalmente, los últimos 30-40 minutos los utilizamos para que los estudiantes intenten hacer otros ejercicios, o incluso rehacer el ejercicio que fue resuelto en el pizarrón. En este tiempo, yo voy recorriendo la clase y respondiendo dudas.

Estas clases son de unos 30 alumnos aproximadamente, aunque el número varía dado que la asignatura es de asistencia libre. Es una asignatura de primer año de la Licenciatura en Física, y hasta hace poco tiempo (si no me equivoco hasta el 2007) se dictaba junto con la asignatura de Cálculo Diferencial e Integral de la Licenciatura en Matemática. Uno de los motivos por los que se resolvió dictarlas por separado es que los alumnos (y los encargados de la carrera) de Física se quejaban de que la materia les resultaba “demasiado teórica”, por lo que el curso actual tiene el énfasis puesto en la parte práctica: en la resolución de ejercicios, en las aplicaciones a la física, y estamos intentando implementar el uso de software matemático.

El equipo de docentes de la misma consiste de tres personas, una encargada de las clases teóricas y dos encargados de las clases prácticas, correspondiéndonos a cada uno un grupo (es decir, hay un sólo grupo de teórico y dos de práctico). Este es el segundo año consecutivo que estoy dictando esta asignatura; los otros dos docentes no la habían dictado hasta este año. Las listas de ejercicios son armadas por la docente de teórico, ya que están basadas en las de años anteriores (los ejercicios son prácticamente los mismos todos los años), y simplifica la coordinación entre los temas de las clases teóricas y los ejercicios de práctico.

Decidí implementar la clase de este modo porque creo que da un buen lugar para que los estudiantes planteen sus dudas, y para presentar formas de encarar los ejercicios, lo cual pienso que es el objetivo buscado para las clases prácticas de esta asignatura. Además, como el número de estudiantes es relativamente bajo, se da una buena interacción entre ellos, discutiendo los ejercicios y compartiendo ideas. El sistema de ir por los bancos preguntando dudas me permite saber qué temas o en qué aspectos se generaron dificultades, y luego intento poner énfasis en éstos en el momento de explicar en el pizarrón.

Por otra parte, como el examen de la asignatura tiene una parte oral obligatoria, considero que es importante que los estudiantes tengan alguna experiencia de pasar al pizarrón y exponer sus ideas a sus compañeros. De esta forma ellos pueden llegar al examen con cierta conciencia de sus fortalezas y debilidades a la hora de hablar frente a un público, y con un poco menos de “pánico escénico”.

-Docente FI

“La asignatura está dirigida a varias carreras (eléctrica, mecánica, civil, etc.) y diferentes facultades (CCEE, Ciencias, Ingeniería). Dependiendo de la carrera es la altura de la carrera en la que se recomienda cursar la asignatura, y va desde el primer año hasta mediados de la carrera.

Mi rol en el equipo docente es el de dictar un horario de práctico, actualizar la página del curso, generar y actualizar el material de apoyo al curso.

Inicialmente realizo un breve repaso de los temas ya vistos en las clases previas de teórico que sean de utilidad, luego planteo la solución de un ejercicio, realizando en primera instancia esquemas (dibujos) en el pizarrón de forma de orientar al estudiante en cuanto a como se debe resolver el ejercicio. El ejercicio es resuelto paso a paso con participación de los estudiantes.

Terminado ese ejercicio, lo que generalmente lleva una hora o mas, paso a dar líneas de como resolver los demás ejercicios del repartido de práctico, orientando a los estudiantes del punto de vista de como enfocar el ejercicio.

La materia pertenece al instituto de Ingeniería mecánica y producción industrial de la Facultad de Ingeniería. Al curso asisten del orden de 15 estudiantes. La carrera a la que pertenece el curso es ingeniería industrial mecánica, específica para dos perfiles, fluidos y energía y el de planta. La materia generalmente se cursa en el ultimo año, recibándose con el examen un buen porcentaje de alumnos.

Al comienzo de la clase se les informa a los alumnos de los eventos y noticias administrativas del curso. Se continúa con una descripción de los objetivos del práctico sobre el que se está trabajando, se presenta el conjunto de ejercicios elegidos para trabajar en el práctico y se da comienzo a resolver los ejercicios mencionados. Para cada problema planteado se ejecuta la misma secuencia de tareas. Se empieza con una pequeña introducción al tema, y brindando un espacio en el que los alumnos pueden presentar sus dudas. A continuación se construye una solución potencial al problema con ayuda de los estudiantes. Luego se analiza la solución planteada en profundidad para eliminar los errores que pueda tener, y justificando cada decisión tomada en ese proceso. Por último se expone un conjunto de errores comunes en ejercicios similares. El tiempo restante de la clase se lo utiliza para consultas de teórico/práctico.

Un motivo para reiterar información respecto a la administración del curso es porque no todos los inscriptos son usuarios habituales de los grupos de noticias o revisar la página del curso para enterarse de las noticias.

En el curso llevamos sincronizados los temas entre los prácticos, por lo que tendría que ser equivalente la información que se dicta en cada clase independientemente del docente, por lo que el contenido general de cada clase es acordada con anterioridad por el grupo docente.

Me parece más razonable compartir experiencia en el entendimiento de un problema y razonamiento de su solución, de esta manera se espera mejorar las herramientas que tiene el alumno para enfrentarse a problemas externos al conjunto de ejercicios que se tratan en las clases prácticas.

También considero que es más valioso para el alumno que participe en la clase (por más que se equivoque) a que no participe de la misma. Se puede considerar como una micro evaluación de manera temprana (antes de una prueba evaluatoria) en donde se puede poner a prueba el conocimiento asimilado hasta el momento pero sin los efectos negativos en el caso de errores.

-Docente FI

“En el comienzo de la clase, si lo que se va a ver está vinculado con algo que se vio la clase pasada, hago un breve repaso de lo dado. Luego entro en el tema de la clase del día, para lo cual realizo algún desarrollo en el pizarrón, mientras explico verbalmente a los estudiantes. En lo posible expongo ejemplos prácticos o de la vida cotidiana para comprender mejor. Intento lograr la participación de los estudiantes, haciéndoles preguntas referidas al tema que se está dando. Al finalizar, hago un resumen de lo visto en la clase, y les adelanto lo que se verá en la próxima. Si sobra tiempo, dejo un espacio para contestar dudas tanto del teórico como del práctico.

La clase descrita corresponde al módulo de Mecánica de los Fluidos de la asignatura TMF1 (Termodinámica y Mecánica de los Fluidos) de la carrera Tecnólogo Mecánico, dictada en la Facultad de Ingeniería. Concurren 40 estudiantes aproximadamente.

Corresponde al 4º semestre de la carrera Tecnólogo Mecánico, de 6 semestres de duración. Dicto las clases teóricas, concurre a las clases prácticas a contestar dudas y a los laboratorios a apoyar al otro docente del curso.

Creo que doy las clases de tal forma, porque es la forma en la que me daban las clases cuando yo era estudiante, y en la que la daba el anterior docente de la asignatura. Además me parece una buena manera (ordenada y clara), dados los recursos con los que se cuentan.”

-Docente FI

“Las clases propiamente dichas son del todo teóricas. Usualmente se desarrollan de la siguiente forma: presentación del problema, presentación de las posibles soluciones, componentes de los sistemas tecnológicos que integran la solución, integración de los componentes, cálculo y selección de los parámetros del sistema.

También se resuelven problemas en papel, se realizan prácticas en laboratorio y simulaciones en computadora, pero el trabajo de los alumnos es independiente y el docente se limita a responder dudas sobre los procedimientos.

Dicto la clase de esta forma porque considero que es la mejor dentro de la forma de trabajo establecida por tradición en la facultad. Al menos brinda un abordaje sistémico e integrado, que puede acoplarse más fácilmente a los conocimientos previos y a la práctica profesional del estudiante. La intención es formarme técnicamente y pedagógicamente para poder cambiar a un enfoque basado en resolución de problemas. Mientras tanto intento guiarme por el “estado del arte” dentro de ese método al seguir bibliografía reconocida e imitando cursos extranjeros.”

-Docente FI

“En las clases comenzaba con un planteo de conceptos teóricos, luego una demostración práctica de la aplicación de estos conceptos por mi parte, seguido por otra aplicación de los mismos conceptos en la que solicitaba la intervención de los alumnos.

Luego de esto les indicaba cuales ejercicios estaban en condiciones de realizar con estos conceptos, y entre estos cuales eran los indispensables.

La clase siguiente la dedicaba a resolver las dudas y reafirmar los conceptos que no estuvieran claros, y en caso de que todo hubiera sido comprendido, seguía con la misma estructura que la clase anterior, para un nuevo concepto.

Esta estructura era usada como guía, pero se flexibilizaba ante cualquier dificultad en los temas.

Apliqué esta metodología porque me parece importante trabajar sobre los conceptos teóricos e intentar que el alumno vea su aplicación práctica rápidamente e intente una primera participación en la que pueden surgirle dudas que al resolverlas le facilitaran la realización del resto de los ejercicios.

Además creo que es bueno dar un tiempo para que el alumno realice los ejercicios a su ritmo y que se familiarice a su manera con los conceptos teóricos, confiando de que va a tener un tiempo destinado a resolver las dudas que le puedan surgir. Los grupos pequeños y la flexibilidad de dedicación horaria, me permitían adaptar la clase de una manera que en muchos lugares no es posible e hice uso de ello.”

-Docente FC

“En este semestre, participo en el dictado de clases prácticas de ejercicios de un segundo curso de Química Orgánica. Dado que la idea de estas clases es que sean un apoyo a lo visto en las clases teóricas y que a mi manera de ver este apoyo es real si los estudiantes participan activamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje, la clase la planteo de la siguiente manera. Los estudiantes poseen con antelación los ejercicios a resolver en la clase por lo que los exhorto a que traten de resolverlos antes de asistir a clase. Una vez en clase, los divido en grupos y le asigno a cada grupo uno de los ejercicios y les doy 30-40 minutos para que lo resuelvan. Durante ese tiempo ellos lo leen, analizan, tratan de resolver, consultan dudas y finalmente llegan a la resolución. Luego de pasados esos 30-40 minutos cada uno de los grupos resuelve en el pizarrón los ejercicios, contándole a los demás compañeros su razonamiento. En este momento, si surgen nuevas dudas, las discutimos y evacuamos. Asimismo, redondeo la clase comentando los conceptos vistos en teórico y que ya deberían manejar del curso anterior que fueron tratados en clase.

Son clases de práctico de ejercicios, clases de apoyo en el marco del curso de Química Orgánica II que hasta el año pasado sólo implicaba clases teóricas magistrales. Se dicta a estudiantes de segundo año de la Licenciatura de Bioquímica de la Facultad de Ciencias (UdelaR). Están inscriptos al curso alrededor de 80 alumnos y participan de las clases tanto teóricas como prácticas alrededor de 50. Implementamos dos grupos de clases de ejercicios en la mañana y tarde, respectivamente, asistiendo alrededor de 20-25 estudiantes a cada una.

Participo en el equipo docente de este curso desde el año pasado (o sea, es el segundo año lectivo en el que participo), el cual consta de 3 docentes que estamos en contacto presencial con los alumnos, sin embargo tenemos el apoyo de tres docentes más para la elaboración de material didáctico y el apoyo de la Unidad de Enseñanza en el seguimiento y evaluación del curso. Asimismo, utilizamos como apoyo al curso la plataforma moodle con la idea de que aquellos estudiantes que de una forma u otra no pueden participar del curso presencial tengan posibilidades de seguir el curso y consultar sus dudas.

Como integrante del equipo docente participo además de en el dictado del curso práctico de ejercicios, en la elección y elaboración de los ejercicios a resolver en el práctico, también en la elaboración de material didáctico de apoyo de revisión de conceptos ya estudiados en cursos de Química Orgánica anteriores y en apoyo a lo que se está tratando o se verá en el teórico. Asimismo, soy uno de los docentes que actúa como tutor virtual en la plataforma.

El año pasado surge como necesidad del curso de Química Orgánica II la implementación de clases de apoyo de resolución de ejercicios como forma de que los estudiantes aprovechen mejor el curso, y lleguen a preparar el examen final en forma continua a lo largo del desarrollo del semestre de clase. Los docentes que de una forma u otra participábamos en este curso veíamos que era muy poco el porcentaje de estudiantes que realizaban el examen inmediatamente después de finalizado el curso y que la mayoría lo daba hasta dos años después siendo por tanto mucho más difícil su preparación. Por ello, nos parecía buena la idea de implementar estas clases de apoyo y además instrumentar el curso en forma virtual a través de la plataforma moodle.

Dada esta situación y como surgen estas clases es que considero que para que sean un apoyo real, los estudiantes deben darse el tiempo para resolver ellos, con los elementos que tienen: clases teóricas, libros, etc., los ejercicios planteados. En este sentido, mi experiencia en el dictado de otras clases de ejercicios en otro curso me ha mostrado que los alumnos llegan a la clase sin leer los ejercicios y esperando que uno se los resuelva

en el pizarrón, siendo muy difícil muchas veces lograr su participación en la resolución de los mismos. Entonces, dado que tenemos un número de estudiantes por grupo de práctico que así lo permite, alrededor de 20 a 25, genero el espacio en el horario de práctico para que ellos miren, discutan y resuelvan los ejercicios y luego sean ellos mismos los que pasen al pizarrón y lo resuelvan o lo discutamos si genera muchas dudas. De esta forma, juego un rol de docente-guía que me resulta más agradable que venir “escupir” la resolución o tratar de “sacar con tirabuzones” la respuesta y creo que ellos tiene más seguridad a la hora de enfrentar los ejercicios sucesivos y al fin, el examen.”

-Docente FI

“La clase comienza con una presentación de los temas a tratar ese día y un breve repaso de la clase anterior. Trabajo con proyector con la clase preparada en un ppt , que contienen esquemas de los puntos a ir tratando en la clase y donde se colocan conceptos importantes para que los alumnos los recuerden. Siempre que la temática lo permite realizo ejemplos de lo explicado, ya sea casos particulares, dibujos en el pizarrón o alguna imagen o archivo que se pueda mostrar gráficamente mediante el proyector. Esto permite tener un ida y vuelta con los alumnos. Al finalizar cada punto de los temas a dar en la clase respondo las dudas que surjan de lo dado ese día hasta el momento. En caso que la temática sea pesada o muy larga realizamos un corte de 5 minutos . Cumplido el cronograma propuesto para la clase se utiliza lo que queda de la hora de clase para responder dudas y preguntas de todo lo dado hasta el momento en la materia, ya sean dudas del teórico que se pueden responder para todo el grupo, o prácticas que pueden ser dudas individuales.

Soy docente de Sistemas de Información Geográfica, del Instituto de Agrimensura. Asisten a dicha asignatura 10 alumnos. La asignatura es del noveno semestre de la carrera de Ingeniero Agrimensor (5to año) y es optativa para otras carreras. Este año

contamos con 4 de los 10 alumnos que pertenecen a la carrera de Licenciatura en Ciencias de la Atmósfera.

La metodología que utilicé para dar la clase estuvo basada en la forma de impartirla que tiene su actual docente , encargado del curso. Me basé en las transparencias de la presentación con proyector , que contenían un esquema que me serví a mi de base para ordenar el temario y les sirve a los alumnos como guía de estudio. Cada vez que finalizaba un punto decidí tener un ida y vuelta con los alumnos, ya que son poca cantidad se enriquecen las temáticas con las dudas que van surgiendo.

Como hasta hace poco fui alumna traté de satisfacer aquellas necesidades que yo tenía cuando era estudiante.

El hecho de ser pocos estudiantes permite por ejemplo poder darle un “recreo” sin perder el control de los “5 minutos” que muchas veces cuando son muchos resulta imposible.

Generalmente la clase teórica no ocupa todo el horario asignado para la clase por lo cual siempre queda disponible ese tiempo para que los alumnos realicen consultas tanto teóricas como prácticas. Considero que esto provoca un acercamiento entre el docente y alumno que genera motivación por la materia pues el alumno no se siente perdido pues siempre están los docentes explicándoles aquello que no les ha quedado claro aún.”

ANEXO 7

- Se presentan extractos de entrevistas a estudiantes partir de las preguntas consignadas:

¿Qué piensas que es la Ciencia?

¿Cómo se llega a un nuevo conocimiento en tu área de estudio?

¿La ciencia necesitaría siempre de experimentación?

¿Cómo abor das un problema que se te plantea desde una asignatura o curso de Facultad?

¿Cómo abordan los científicos los problemas que se les plantean?

La Ingeniería ¿sería una ciencia? ¿la Ingeniería tendría un método científico?,

¿Hay un método similar en la ciencia y en la ingeniería?

-Estudiante ingresante FI

“Me parece que (la Ciencia) trata de solucionar los fenómenos que ocurren... trata de resolver los problemas que ocurren, a veces con la práctica podés tratar de sacar conclusiones o algo... pero es más explícito con la teoría...”

“Veo al método científico como un instrumento para poder resolver, eso me parece que trata de hacer el ingeniero usar el método para resolver, la ciencia como que son los fenómenos que se presentan y que el hombre ta, por un montón de curiosidad o lo que sea trata de ver qué pasa”.

“Sí... porque mucho de la ciencia se creó gracias a la experimentación..”.

-Estudiante ingresante FI

“Yo pienso que la ciencia como que parte de las necesidades que tienen los hombres, de las realidades y de las cosas que ven, y la Ingeniería para mí vendría a ser el intento de descifrar de responder hacia ciertas ramas de la ciencia, ciertos problemas y ciertas hipótesis.”

“Sí posiblemente se necesite siempre experimentación”

Se presentan transcripciones de entrevistas grupales a estudiantes partir de las preguntas consignadas para el grupo de discusión (anexo 3).

- *“Si no son objetivos dirigen el resultado de las investigaciones hacia sus posiciones.”*
- *“No se debe ser subjetivo cuando una persona estudia ciencia.”*
- *“El objetivo de las ciencias es la observación e investigación objetiva de la realidad, sin embargo como toda disciplina humana, las ciencias presentan un cierto grado de subjetividad ya que ésta forma parte de la naturaleza humana.”*
- *“La ciencia no es neutral. La ciencia responde a distintos intereses humanos, el mas importante (por peso): el político. Además el científico “ideal” es objetivo, pero al final y al cabo son todos humanos con sentimientos.”*

- ¿Puedes referir algunos ejemplos en la historia de las ciencias que puedan respaldar o refutar las afirmaciones planteadas?

- Una de las preguntas del cuestionario pretendía que se mencionaran 3 científicos uruguayos y sus líneas de investigación. Esta pregunta obtuvo un 43% de NO RESPUESTA, incluso con explicaciones como “No tengo idea”, “No conozco”. ¿Qué valoración haces de este resultado?

-Estudiante avanzado FQ

“Básicamente todas las afirmaciones hablan de lo mismo: si los científicos son personas van a teñir sus conclusiones con sus emociones e intereses.

Pero deberían ser capaces de ser objetivos, de hecho para que una conclusión sea válida tendría que poder llegarse a ella en cualquier laboratorio. Si no es así, entonces habrá que revisar las conclusiones y éstas dejarán de ser válidas.

Esto es la práctica, pero sigo creyendo (o queriendo creer) que la ciencia busca ser objetiva y que un buen científico debe serlo (me refiero a saber que NO hace trampas, porque estas no tienen sentido). El fin de la ciencia es entender cómo funcionan las cosas, buscando verdades. El cielo es azul sólo por un motivo, hay una verdad. El cáncer es causado por algo puntual y no discutible, es una verdad. Las ciencias intentan llegar a esas verdades, únicas. Claro que los científicos se pueden equivocar, pero deben admitir que lo hicieron y seguir en su búsqueda. Y esa equivocación, debe ser genuina y no motivada por intereses.

Por ejemplo la regla de Proust que dice que los elementos químicos siempre se combinan en igual proporción, es una verdad parcial. Hay compuestos no estequiométricos. Pero esta regla fue desarrollada para ciertos compuestos covalentes que sí la cumplen. O sea: es una regla que un científico dedujo creyendo que había llegado a una “verdad” Pero una vez que se encuentran nuevos compuestos que no la cumplen hay que revisar la regla.

Hay otro ejemplo que ahora no recuerdo con detalle de un científico que quería medir el volumen del cráneo de distintas etnias. Su método era llenar los cráneos con semillas y luego pesarlas. Como él quería que el cráneo de un blanco tuviese más capacidad; al llenar este golpeaba las semillas para que se compactaran mejor (lo cual no hacía con otros cráneos). Esto es un ejemplo de manipulación de resultados, y de un mal científico. El espíritu científico busca llegar a la verdad, no llegar a un resultado determinado. No es como un contador que busca cambiar datos a su favor para llegar a determinado

resultado. Tal vez en contabilidad uno intente que $2+2$ sea algo complejo, pero en las ciencias $2+2$ es 4 y punto.

Creo que todos las personas que investigan en facultad son científicos (al menos así lo deben creer). En mi caso tuve la oportunidad de ver más a fondo el trabajo de Patricia Esperón, quien se dedica a la Biología Molecular.

La comunicación científica es sin dudas muy importante. Para e so se hace la ciencia: para comunicarla. Es cierto que hay ciertas cosas que no son divulgadas porque es comercialmente no rentable el hacerlo. Pero después de todo Coca Cola no nos facilita su receta en la etiqueta del envase y nadie se queja. Hay ciertos descubrimientos que se patentan sin dar las exactas indicaciones de cómo se hace. Y es que después de todo la ciencia es también una forma de vida. Tal vez un científico muy brillante un día descubra la cura del cáncer... Y la dará a conocer o hará que millones de personas den todo su dinero por salvarse de la muerte? La respuesta es que dependerá de quién tenga esa información, y de lo que él quiera hacer con ella. Tal vez sea alguien que lo hizo "por el bien de la humanidad" y lo difunda. Tal vez sea alguien que persiguió ese objetivo como forma de lucrar, y por muy mezquino que parezca, su descubrimiento es propiedad intelectual, no?"

-Estudiante avanzado FQ

"Si no son objetivos dirigen el resultado de las investigaciones hacia sus posiciones." Cuando un científico es objetivo, se basa en argumentos y resultados para llegar a determinadas conclusiones. Esto nos asegura que en la mayoría de los casos alguien que vea dichos argumentos y resultados va a concluir lo mismo o algo muy similar. En cambio la pérdida de objetividad, si la definimos como subjetividad, implica que uno se ve afectado por lo emocional, convirtiéndose en algo muy personal y eso puede llevar a que dirija los resultados de las investigaciones hacia sus posiciones.

La subjetividad en el científico puede implicar que al dejarse llevar tanto por lo emocional y lo personal dirija el resultado de las investigaciones hacia sus posiciones hacia lo que él

quiere que sea, como bien dice la frase de arriba. Eso puede llevar a la generación de un conocimiento falso, que no sabemos las connotaciones que puede llegar a tener en el presente y en el futuro y que incluso puede ser tomado como base. La ciencia no es neutral. La ciencia responde a distintos intereses humanos, el más importante (por peso): el político. Además el científico "ideal" es objetivo, pero al final y al cabo son todos humanos con sentimientos."

Como pequeño investigador diría que de cierta forma se establece un vínculo emocional con el proyecto de investigación de uno. Investigar es algo que requiere mucho esfuerzo, muchos tropezones, caídas, nuevos aprendizajes pero más allá de obtener algo nuevo y novedoso uno quiere que pueda ser usado de cierta forma, poder contribuir a la mejora de la calidad de vida por ejemplo.

Respecto de los intereses, el mundo se mueve en base a intereses. ¿Acaso un científico no se ve presionado a generar rápidamente una vacuna cuando un virus azota a la sociedad? ¿O el científico de una empresa farmacéutica que tiene que crear un nuevo fármaco que salve a la empresa de la bancarrota?

La investigación científica es prestigiosa por su exactitud y su certeza, y es creíble porque sus descubrimientos son demostrados con experimentos y es posible comprobar las afirmaciones. Pero, aquellos que ponen en práctica las malas prácticas científicas (copia los datos de otro, manipula datos o se adjudica descubrimientos de otro científico) o cierran los ojos ante ellas ponen en riesgo la credibilidad e integridad de la comunidad científica entera. Además corren el riesgo de perder la financiación de sus proyectos debiendo finalizar de forma abrupta su carrera científica. Estas mentiras no son sostenibles por mucho tiempo porque: o son delatadas por los propios científicos de su entorno o son demostradas por otros científicos que al intentar repetir los ensayos vieron que no daban los resultados que el científico proclamaba. Estos científicos serán "señalados con el dedo" por sus pares, viéndose rechazados y excluidos por la comunidad científica que antes los albergaba.

Por suerte, el mundo científico ha empezado a tomar conciencia de este problema y se empezarán a crear normativas y sanciones respecto a las buenas prácticas científicas.

El artículo es un llamado de alerta en primer lugar a la comunidad científica, a poner manos a la obra y lograr erradicar este mal que los aqueja. Nos llama a no creer en todo lo que leamos ciegamente, también hay artículos científicos “basura”, incluso en las más afamadas revistas!”

“Es un resultado muy nefasto (refiere al 42,7% que no menciona científicos uruguayos), teniendo en cuenta que el cuestionario fue realizado a estudiantes de Facultad de Química donde se desarrollan proyectos de investigación sobre los más diversos temas. Esto implica que no hay conocimiento por parte del estudiantado de las investigaciones que se están llevando a cabo y que no se divulga o si se está divulgando no es de forma correcta.

Al realizar el trabajo para presentar en el curso (Pesticidas botánicos) entrevistamos a mi jefe, a la Dra. Carmen Rossini cuyos proyectos de investigación ya conocía por haber realizado un curso con ella, a productores rurales y a personas del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca que no se dedican a la investigación.

La comunicación científica creo que es una herramienta de suma importancia. Permite tener al alcance de todos los conocimientos científicos. Puede generar interés, que uno quiera saber más sobre el tema y vaya a buscar más información, puede permitir que a uno le cierren cosas que antes no le cerraban además aporta a lo que es la “cultura general”. Me imagino al conocimiento en las ciencias como un puzzle al que de a poco le vamos colocando las piezas y a la comunicación científica como una herramienta que nos ayuda a diferenciar las piezas de dicho puzzle (Perdón, se que suena un tanto filosófico pero no me salió otra forma de escribirlo)”.

-Estudiante avanzado FQ

“En mi opinión la afirmación más acertada es la tercera ya que la objetividad pura no existe y siempre va a haber influencias del individuo sobre su trabajo, ya sea que sea un científico, un escritor, etc.

Cada individuo lleva una impronta que lo caracteriza y es imposible desarraigarse de la misma, sea cual sea el trabajo que realice. Sin embargo el trabajo de un científico y sus métodos intentan tener un grado mayor de objetividad ya que la idea es que los mismos se puedan aplicar a todo tipo de individuos.

Un ejemplo que muestra claramente la subjetividad en la investigación científica es el estudio y desarrollo de las células madres como herramienta para la cura de muchas enfermedades. El desarrollo de ese tema es muy controversial, ya que se ponen en juego ideales religiosos y éticos que tienen los diferentes individuos. Quizás acá también pueden ponerse en juego intereses políticos, económicos en juego que colocan a la ciencia en un lugar nada neutral y muy poco objetivo.

Creo que cuando a uno le proponen que nombre científicos, tiene una idea pre concebida del científico reconocido en el mundo, de grandes descubrimientos, premio nobel, etc. y se dificulta encontrar uno de ese tipo en el Uruguay. Sin embargo, cuando uno se pone a meditar, se da cuenta que existen muchos científicos uruguayos, como por ejemplo todos los compañeros y profesores que trabajan en las diferentes facultades o en los institutos de investigación.

Es importante conocer los diferentes tipos de comunicación que tiene la ciencia, para poder sacar de ellos su mayor provecho. Cada forma de hacer comunicación en ciencia tiene un objetivo, y es importante que el receptor del mismo lo conozca para poder cumplirlo. También es importante conocer esto para poder tener un ojo crítico cuando se está delante de los diferentes trabajos”.

-Estudiante avanzado FQ

“Desde mi punto, de vista las tres afirmaciones dan la misma idea y estoy de acuerdo con ellas. Si los científicos no son neutrales en sus investigaciones, pueden dirigir sus conclusiones hacia esas ideas, y eso por tanto alterar tanto los resultados como futuras investigaciones. De todos modos creo que resulta imposible lograr ser objetivo en un 100%, y que nuestras ideas y preconceitos siempre influyen de alguna manera u otra.

Un ejemplo que respalda las anteriores frases es el descubrimiento de las Benzodiazepinas, en el, la serie de compuestos que fueron punto de partida para tal descubrimiento fueron elegidas por el químico que lo investigaba en base a que con esos compuestos el había trabajado anteriormente y los conocía a la perfección. Además, planteó como requisito para la elección de los compuestos a estudiar, que fueran interesantes para la química orgánica, puesto que al le gustaba esa área de la química.

La comunicación científica, me parece una herramienta importantísima para la adquisición de nuevos conocimientos científicos. El poder comunicarse, tantos con pares como con no pares, trae nuevos conocimientos, además de que puede llegar a “derribar” otros anteriormente adquiridos. Además, si no existiera sería imposible la difusión de los conocimientos científicos y por tanto quedaría el mismo restringido a unos pocos, no teniendo el alcance que hoy por hoy tiene.

-Estudiante avanzado FQ

“La objetividad no puede ser alcanzada a través de la eliminación de las características personales del investigador sino a través de un entendimiento claro de la influencia que las mismas ejercen sobre la investigación; lo q podría ayudarnos a la vez a articular esta dicotomía subjetividad-objetividad y establecer una “subjetividad critica”. Esto es porque también puede darse q la objetividad nos aleje del campo de estudio en vez de utilizarla como una herramienta en la comprensión de lo que se estudia.

También es cierto que el conocimiento científico es obtenido a través de un punto de vista o perspectiva particular sin la cual los símbolos de la ciencia carecerían de significado.

El hecho de que no conozcamos ningún científico uruguayo creo que refleja la calidad de los medios de comunicación que tenemos, que rara vez hablan de ciencia y cuando lo hacen vemos trabajos de gente de otros países, eso hace que a poca gente le interese la ciencia (si nosotros no conocemos científicos o conocemos muy pocos me imagino que el grueso de la población menos aun). También expresa una desvalorización de trabajos científicos nacionales, no solo por parte de los medios de difusión masivos sino también poco interés de estudiantes en profundizar temas expuestos por científicos uruguayos.

En el curso conocimos a Eduardo Kremer que se dedica a investigación en el área de compuestos de coordinación.

La comunicación científica es fundamental en todos los aspectos de la vida, hasta en los más cotidianos, y sobre todo para el logro de descubrimientos donde mediante la comunicación llegamos a rescatar métodos que pueden ser un aporte significativo para los mismos. Además, dicha comunicación es un disparador importante para que la sociedad en general, integre en su cultura el interés por el conocimiento científico.

-Estudiante avanzado FQ

“Los científicos deben ser objetivos en el momento de sacar sus conclusiones. Luego de haber realizado determinadas investigaciones, éstas deberán ser plasmadas sobre la base de los resultados obtenidos, de hecho estoy convencido que esto es así ya que no podrían realizar todo un trabajo para luego “fraguar los resultados”. En base a esto y a los enunciados a comentar; me parece que puede ser que los científicos tengan algo de subjetividad cuando van a realizar algún estudio o utilizar algún método, pero a la hora de sacar las conclusiones, éstas son hechas con total objetividad.

Referido al comentario “La ciencia no es neutral. La ciencia responde a distintos intereses humanos, el mas importante (por peso): el político. Además el científico “ideal” es objetivo, pero al final y al cabo son todos humanos con sentimientos.”, se

me viene a la mente Galileo Galilei, cuando decía que la Tierra no era el centro del universo y, a pesar de la condena, lo mantuvo.

Esto da la idea de respaldar con mucha firmeza lo expresado en la actividad 1, ya que no dejó influenciarse por nada. Sin embargo, en relación a lo expresado acerca de los intereses humanos, “la política”; se podría refutar lo expresado en la actividad 1 ya que las encuestas son llevadas a cabo por científicos y estos pueden ser influenciados por sus ideales y por lo tanto ser susceptibles a cierta subjetividad de donde sacar las muestras (los encuestados) por ejemplo. O bien, siendo “mal pensado” que ya tengan predispuesto en donde hay que encuestar.

Me parece que en general nos informamos muy poco en lo que tiene que ver con ciencia. Puede ser porque tal vez nos guste estar informados de otras cosas como deporte, política, programas de televisión, etc etc.

Además, tal vez, no se les da gran difusión ni trascendencia a los hallazgos realizados, sino más bien, se utilizan por quienes están en el tema, y en todo caso luego se trasmite ya la información procesada, ya que esto es lo que más vende. Esto último fue pensando en determinadas investigaciones del descubrimiento de algún medicamento, que lo que se hace principalmente es el marketing y no la parte que tiene que ver con ciencia.

En realidad no se me ocurre ningún científico como para nombrar, pero por ejemplo hay muchas personas dentro de facultad que se dedican a solucionar “problemas” que le llegan de determinadas empresas y, todos ellos son científicos. La comunicación científica tiene mucha importancia ya que ésta me parece que puede ser la mejor forma de fomentar que se trabaje en ciencias, dando el lugar y los medios necesarios, ya sean materiales o humanos.”