

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA

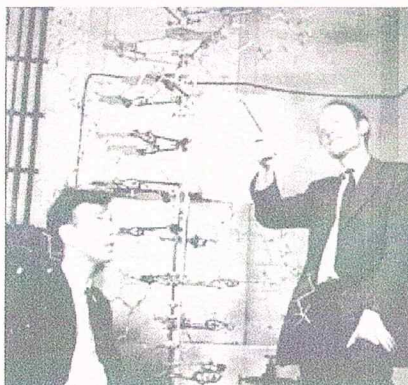
FACULTAD DE HUMANIDADES

TESIS

MAESTRÍA EN EPISTEMOLOGÍA Y METODOLOGÍA DE LA CIENCIA

INCIDENCIA DE LA HISTORIA DE LA QUÍMICA EN LA IMAGEN DE CIENCIA
DE ALUMNOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS DE LA UNCPBA

Influencia del texto autobiográfico de James Watson: "La Doble Hélice"



Watson y Crick junto al modelo de ADN
Laboratorio Cavendish, Cambridge, Inglaterra – 1953.

Servicio de Información Documental
Dra. Liliana B. De Boshi
Fac. Humanidades
UNMDP

Norberto R. Scandroli
Profesor en Química y Merceología (UNCPBA)

2005

LUGARES DE TRABAJO:

- FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tandil.
Departamento de Ciencias Biológicas.
Área de Química.
- FACULTAD DE INGENIERÍA - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Olavarría.
Integrante del GIDCE (Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales).

DIRECTORA: Dra. NORA EYLER (Facultad de Ingeniería de la UNCPBA).

TRABAJO DE TESIS PRESENTADO PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE
MAGISTER SCIENTICIAE

INDICE

Capítulo 1: Introducción.....	3
Capítulo 2: Idas y venidas. Embrión de la idea.....	5
Capítulo 3: Planteamiento del problema y objetivos.....	9
Capítulo 4: Formulación y fundamentación de la hipótesis	
4.1.- ¿Por qué esta área de interés?	11
4.2.- Formulación de la hipótesis.	13
4.3.- Justificación de la elección del tema.....	16
4.4.- Estado del arte.....	18
Capítulo 5: Diseño experimental	
5.1.- Fundamentos de la encuesta utilizada.....	35
5.2.- Instrumento de recolección de datos.....	38
5.3.- Muestra.....	39
Capítulo 6: Presentación y análisis de datos	
6.1.- Encuestas y resultados generales.....	41
6.1.1.- Método Científico.....	44
6.1.2.- Marco Teórico.....	46
6.1.3.- Objetividad.....	49
6.1.4.- Idea de progreso.....	51
6.1.5.- Observación.....	53
6.1.6.- Teoría.....	55
6.2.- Entrevistas.....	56
Capítulo 7: Discusión de resultados.....	63
Capítulo 8: Conclusiones y perspectivas.....	70

Capítulo 9: Bibliografía.....	73
Capítulo 10: Publicaciones originadas en este trabajo de Tesis.....	83
Capítulo 11: Anexos	
Anexo 1: Encuesta.....	85
Anexo 2: Concepciones epistemológicas actualmente consensuadas en el campo de la Didáctica de las Ciencias Naturales	86
Anexo 3: Noción de “insight”.....	92
Anexo 4: Listado de alumnos.....	94
Anexo 5: Las concepciones de ciencia de docentes de EGB.....	96

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la ciencia y la técnica irrumpieron definitivamente en la vida cotidiana de las personas, y las repercusiones sociales de estos cambios son cada vez más notorias.

Los problemas de la energía nuclear, el descontrol en la explotación de los recursos naturales y los efectos perniciosos de la contaminación ambiental han desvelado la conciencia ecológica de muchos ciudadanos de todo el mundo.

Paradójicamente, se ha generado una imagen de ciencia todopoderosa, si bien, a la vez, ahora el poder de la ciencia está siendo cuestionado.

Mientras tanto, el analfabetismo científico crece de forma alarmante, y por este motivo, se han impulsado programas de investigación tendientes a mejorar la enseñanza de las ciencias.

La psicología educativa ha desarrollado el paradigma conceptual constructivista, según el cual, el aprendizaje se produce en la medida que la persona es capaz de construir sus propios significados a partir de los conocimientos que se pretenden enseñar.

En este marco conceptual constructivista, la investigación sobre el proceso de enseñanza - aprendizaje de las ciencias se ha ampliado gradualmente con numerosas contribuciones, desde la preocupación por superar las preconcepciones e ideas previas de los alumnos, hasta el papel de los trabajos prácticos en la educación científica; y desde nuevas formas de evaluar los conocimientos científicos, al papel formador de las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

Esta Tesis intenta ser un aporte a este marco conceptual, ya que en ella se analiza la influencia que puede tener un texto histórico, en la imagen de ciencia de alumnos de primer año de la Universidad.

Se parte del concepto, defendido por muchos autores (Izquierdo, 1988, 1996, 2000); (Fourez, 1998); (Fernández y otros, 2004); (Brotons, 1980); (Brusch, 1974); (Bunge, 1978); (Fernández, 2000); (Iglesias, 1999); (Kuhn, 1971); (Duschl, 1985, 1997); (Matthews, 1988, 1994); (Marco Stiefel, 1995); (de

Asúa, 1997); (Lombardi, 1997); (Campanario, 1999b, 2002); (Catalán Fernández, 1986); (Boido, 1988, 1989); (Solbes y Traver, 1996, 2001); (Traver, 1996); (Pedrinacci, 1994, 1996); (Briceño, 1999); (Ziman, 1980), de que la enseñanza de las ciencias no podrá ser completa si no tiene una perspectiva histórica que muestre algunos aspectos del complejo proceso de elaboración y evolución de los conocimientos científicos.

Este enfoque podría mejorar notablemente la imagen de ciencia que tienen los alumnos y, en consecuencia, predisponerlos de una forma crítica, abierta y constructiva a adquirir actitudes favorables a la ciencia que superen las visiones más clásicas y deformadas, que actualmente circulan por nuestra sociedad.

En este trabajo se considera el papel que la lectura de un texto histórico ("La Doble Hélice", de James Watson, acerca de la construcción del modelo de ADN en 1954), puede tener en la imagen de ciencia de los alumnos, considerando seis dimensiones de análisis: Idea de Progreso, Método Científico, Papel de la Observación, Marco Teórico, la Objetividad y concepto de Teoría.

Para este estudio, se utiliza una encuesta (Anexo 1), que es la misma para el pretest y postest, y que fue adaptada a partir del denominado ICDE (Inventario de Creencias Didácticas y Epistemológicas), desarrollado por Porlán (1989) y adaptado por Peme Aranega (1997) para estudiar creencias explícitas.

Esta Tesis incluye además, la fundamentación de la hipótesis, el diseño experimental (encuesta y entrevistas), el análisis de resultados, finalizando con un resumen de las principales conclusiones a las que se arriba, y las perspectivas que deja abierta esta investigación.

CAPITULO 2

IDAS Y VENIDAS: EL EMBRIÓN DE LA IDEA

Este trabajo empieza a gestarse, a mediados de 1993, cuando me llega la información de que se iba a dictar en Mar del Plata (ciudad que dista 170 km de mi lugar de residencia en Tandil), un curso de Epistemología, a cargo del Prof. Comesaña, que incluía temas de Metodología de la Investigación a cargo de la Prof. Llinás.

Mi primer problema, además del económico que siempre es una limitante en nuestro país, era que desconocía lo que significaba cabalmente la palabra Epistemología, más allá de su etimología, que yo interpretaba simplemente como "estudio del conocimiento".

Conseguí el programa del curso y el cronograma, y si bien me complicaba para viajar, que las clases fueran los miércoles de 18 a 21 hs., me interesaba el tema, y decidí emprender esa aventura.

Mi Facultad (Ciencias Veterinarias de la UNCPBA) me iba a apoyar dándome los pasajes, si bien podría pensarse, a priori, que la Epistemología no se vincula con las Ciencias Veterinarias.

El curso me resultó todo un desafío intelectual, muy interesante, y también bastante complicado en muchos temas no habituales en mi formación tan científicista.

Sin embargo, los conceptos filosóficos, me iban despertando curiosidades y expectativas, y me invitaban a reflexiones y análisis muy diferentes a los de las disciplinas en las que trabajo.

También analizamos las bases estructurales de la Metodología de la Investigación, tema más familiar, obviamente.

Al culminar el curso, nos informaron desde la organización (Facultad de Humanidades de la UNMdP), que era probable que se iniciara al año siguiente una Maestría en Epistemología y Metodología de la Ciencia.

Así fue, que me inscribí, y fui uno de los 120 cursantes. Me encontré el primer día con varios tandilenses más, con quienes compartimos muchos viajes (más de cuarenta, creo), muchas horas de lectura, muchos nervios en los exámenes, y miles de mates seguramente. Sin este afecto, me hubiera resultado imposible, sobrellevar este ritmo de estudio, y aprehender tantos y tan variados contenidos.

Miles de recuerdos también, de cada materia, de cada profesor:

- el esfuerzo casi titánico de Gladys Martínez de Tomba, para que entendiéramos a Hume, a Kant, a Wittgenstein, y tantos otros,
- la claridad explicativa de Flichmann
- la atmósfera de un enorme y respetuoso silencio que generaba la erudición de Ricardo Gómez.
- la excelencia de Guillermo Boido, en todos sus apasionantes temas, que me permitió descubrir la riqueza de la Historia de la Ciencia. En especial, su estrategia didáctica en clase, para que nos representáramos el flogisto, ubicándonos en la época, sin contaminaciones de conceptos actuales.
- La generosidad de todos los docentes que denodadamente luchaban para “humanizar” a los alumnos de las ciencias “duras”.

Fueron tres años de cursadas, del 94 al 96, y luego tuve dificultades laborales y personales.

Afortunadamente, pude pedir algunas equivalencias, y con la buena voluntad de los docentes y autoridades...terminé el total de UVACS exigidos, y a mediados del 2003, presenté el proyecto de Tesis.

Casi diez años de gestación...

Mientras tanto, en ese lapso, cursé del 98 al 2000, la Especialización en Enseñanza de las Ciencias Experimentales, organizada por la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA en Olavarría.

Más viajes, pero muy gratificantes, porque entre muchos otros conocimientos, pude apreciar la importancia de la Historia y Epistemología de las Ciencias en la Didáctica de las Ciencias.

En el año 1998, estando en Olavarría el Dr. Guillermo Ranea (Profesor del curso de Epistemología en dicho postgrado), comencé a construir la idea de esta Tesis.

Hablé con él por primera vez, y lo consulté para que me dirigiera el trabajo. Con la amabilidad que lo caracteriza, accedió a mi pedido, y me dio algunas ideas y bibliografía sobre el tema que quería trabajar, y que me interesaba sobremanera (Historia de la Química), pero realmente no encontraba cómo acotarlo.

Reuní libros antiguos de Química (en uno de 1895 me interesó cómo estaba planteado el tema de equilibrio químico), leí sobre Teoría de la Historia de la Ciencia, y empecé a caminar...

En 1999, un problema de salud, me obligó a dejar algo de trabajo, suspender algunos proyectos, y frenar momentáneamente el trabajo de Tesis, informándole de esto al Dr. Ranea.

Pero...en febrero y marzo del 2001, pude concretar un sueño. Asistí a un curso en Barcelona de la profesora Mercé Izquierdo, que me había deslumbrado en una charla sobre Historia de la Química, que dio en la sede de la Asociación Química Argentina, en setiembre de 1997. El curso se denominaba "Relación entre la Historia de la Ciencias y la Didáctica de las Ciencias". Fue sencillamente maravilloso. Seguía caminando...

En este curso leí varios artículos de Ronald Giere, y una de sus acotaciones terminó de darme parte de la idea a investigar. Menciona la utilización que él hace en sus clases, del libro de James Watson, "La Doble Hélice", que yo había leído tiempo atrás.

En octubre 2001, charlando en Córdoba con la Lic. Carmen Peme, a quien conocía por haber compartido varios congresos, le solicité su ayuda como Directora de tesis.

Trabajamos varios meses muy productivamente, me orientó en bibliografía específica que me resultó muy útil, pero finalmente, no concordamos en algunas ideas..., así que decidí seguir caminando un poco solo.

Me costó superar esta situación hasta que, en el 2002, conversé con la Dra. Nora Eyler, que había sido profesora mía en los cursos de la Especialización, en Olavarría, quien aceptó dirigirme.

En marzo 2003, entregamos el Proyecto de Tesis para su aprobación en la Facultad de Humanidades de la UNMdP.

Se hicieron las encuestas iniciales, una intervención didáctica y la encuesta final. Luego de analizar los datos, efectuamos las entrevistas y comenzamos a analizar los resultados en diciembre 2003.

Hoy, a mediados del 2005, estamos terminando, y siento que ha sido como un largo parto, una experiencia muy muy gratificante, y desgastante a la vez.

A cuánta gente deberé agradecer! A mi familia, que me donó cientos de horas. A mis amigos, que ayudaron con su afecto. A mis compañeros de trabajo, que me apoyaron en todo momento. A mis maestros y profesores, que me enseñaron a tener curiosidad.

Sin duda, se hace camino al andar...., y muchas personas influyen para enriquecer el viaje y decidir rumbos. Y entonces me parece mentira estar llegando al final del camino.... de este largo camino que inicié en 1993.

. ¿O es un mojón, y empieza otro?

CAPÍTULO 3

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS

Por lo general, el modelo habitual de enseñanza de las ciencias en el nivel secundario, refuerza la división tradicional de saberes en áreas temáticas inconexas y separa abiertamente las letras y las ciencias naturales.

Muchas propuestas pedagógicas que han surgido para mejorar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales tienen como objetivo conseguir el cambio conceptual y metodológico de los alumnos, pero no ha modificado la creencia de considerar a la Química como materia más apta orientada a un grupo determinado de alumnos ya predispuestos a captar las ciencias naturales.

Existen actualmente nuevos aportes didácticos que tienden a generar en los alumnos, un aumento del interés por el conocimiento científico, y mejorar la imagen de ciencia que habitualmente se les transmite.

Deberíamos poder superar las visiones deformadas de la ciencia que se propaga de forma mayoritaria.

La ciencia sólo aparece como una actividad de un grupo minoritario (los genios científicos), que nada tiene que ver con la literatura o la historia, y habitualmente no se la considera como parte de la cultura general, con lo cual se acota su difusión masiva.

Además, no se muestra que el conocimiento científico es el resultado del esfuerzo obtenido a través de los siglos por hombre y mujeres preocupados por los problemas de su entorno social.

Hay por lo tanto una visión descontextualizada de la ciencia, existiendo una excesiva preocupación por el formalismo matemático que traen la mayoría de los libros de texto, y la enseñanza-aprendizaje de las ciencias se ve reducida a un operativismo sin sentido, alejado de los intereses de los estudiantes.

Objetivos de este trabajo

Han surgido en la última década, nuevas propuestas de renovación de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias que consideran el papel que puede tener la historia de la ciencia en la mejora de esta enseñanza, pero en general, no abundan los ejemplos de aplicación práctica en el aula, por eso, me he propuesto como un objetivo de esta investigación:

Diagnosticar la imagen de ciencia habitual en alumnos ingresantes a la Universidad (generada posiblemente por la ausencia de un enfoque histórico, entre otras causas).

Ver la incidencia que una introducción histórica puede tener para ayudar a modificar esa imagen y contribuir así a mejorarla y actualizarla.

Surgen entonces las siguientes preguntas:

¿Qué imagen de la ciencia poseen nuestros alumnos?

¿Puede modificarse dicha imagen, a través de la lectura de un texto histórico, donde se relatan los procesos de investigación científica?

CAPÍTULO 4
FORMULACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN
DE LA HIPOTESIS

4.1. ¿POR QUÉ ESTA ÁREA DE INTERÉS?

Siempre me interesó la Historia de la Química, como objeto de estudio, y también siempre me preocupó, que una Universidad me haya otorgado el título de Químico, sin que existiera en ningún programa de la carrera, la más mínima mención a algún aspecto histórico de la disciplina.

Años más tarde, varios años más tarde, escuché hablar de la Teoría del flogisto, y descubrí a Lavoisier, considerado “padre de la Química”, pero de cuya paternidad, el plan de estudios de mi carrera científica, no se había notificado.

Ahí me pregunté:

¿Por qué la perspectiva histórica está ausente en la enseñanza de las ciencias?

¿No será importante conocer otras visiones de la “ciencia química”, que aunque hayan sido modificadas, pueden darnos elementos para comprender cómo funciona la ciencia?

Mercé Izquierdo (1988), analizando uno de los ejemplos más interesantes, me responde:

“La teoría del flogisto debe ser valorada positivamente como una parte de la historia de las construcciones humanas que han sido válidas para interpretar la realidad, tal como ésta ha sido percibida por la comunidad científica en las diferentes épocas.”

Agrega Gerard Fourez (1998):

“Cuando los docentes no hablan de la historia de su ciencia, es también una omisión que tiene sus efectos sobre las representaciones inducidas en los alumnos.”

Entonces me pregunté:

¿Qué imagen de ciencia se construye en ausencia de la historia de la disciplina?

Una posible respuesta, la encuentro en un artículo de Fernández I y otros (2004):

"Numerosos estudios han mostrado que la enseñanza transmite visiones de la ciencia que se alejan notoriamente de la forma como se construyen los conocimientos científicos. Al analizar las razones de esta incoherencia, vemos en primer lugar el hecho bien establecido de que 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 actividades características de la actividad científica.

Ello hace que las concepciones de los estudiantes – incluso de los futuros docentes - no lleguen a diferir de lo que suele denominarse una imagen "folk", "naif" o "popular" de la ciencia, socialmente aceptada, asociada a un supuesto Método Científico, con mayúsculas, perfectamente definido."

Otra opinión que encuentro es:

"Las ideas de los alumnos sobre la ciencia se parecen a una epistemología de principios del siglo XX o, lo que resulta más preocupante aún, a la concepción de que los fundamentos de la ciencia son triviales e inmutables. Consideramos que una visión 'adecuada' incluiría el conocimiento de la discusión epistemológica, de manera que permitiera comprender la complejidad del tema" (Petrucci, D. y Dibar Ure, M. C., 2001).

Por eso, también me comenzó a interesar, la evolución del pensamiento científico, los aspectos epistemológicos y además, luego de leer a Chalmers (1991) y algunos filósofos de la Ciencia (clásicos y contemporáneos) como Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend, Giere, me planteé lo siguiente:

¿Por qué pervive el modelo positivista de ciencia, si existen numerosos pensadores “no estándar” en la actualidad, que si bien polemizan en algunos aspectos, han investigado y generado una concepción de ciencia alternativa, constructivista, que nada tiene que ver con el modelo tradicional?

Con relación a esto, un artículo de Carmen Peme-Aranega (1997c), me permitió conocer las concepciones epistemológicas actualmente consensuadas en el campo de la Didáctica de las Ciencias Naturales, que consideraré como visión “actualizada” (Anexo 2).

La imagen de ciencia “clásica” la defino como aquella que presenta una visión descontextualizada, socialmente neutra, inductiva, empirista, objetiva, atórica, infalible, ahistórica, acumulativa, lineal, individualista, elitista.

Y consideraré que la visión es ecléctica, cuando en una dimensión, existen respuestas “actualizadas” y otras “clásicas”.

4.2.- FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Conecté entonces, las dos motivaciones personales anteriores (Historia de la Química y Epistemología), para plantearme la siguiente pregunta:

¿El análisis de un hecho histórico de la Química, podrá ayudar a generar una imagen de la Ciencia, más real, menos dogmática, modificando así la concepción positivista de la misma, que está marcada por un inductivismo y empirismo extremos?

Considero que es importante, intentar dar respuesta a esta pregunta porque, citando a Brotons (1980):

“La Historia de la Ciencia debe luchar y mucho para ganar un lugar en la cultura. Una de las causas de la dificultad para ese logro, apunta a la actitud de muchos científicos frente a su ciencia.

Situados en la frontera de su conocimiento, orgullosos del carácter innovador de su tarea, muchos ‘sabios’ veían y ven la reflexión sobre el pasado como una tarea inútil y entorpecedora.

La Historia de la Ciencia puede proporcionar una imagen de la actividad científica y de sus protagonistas (los científicos) muy distinta de la imagen típica o “standar”, por lo que aquellos profesores que quieran preservar esta imagen en sí mismos y entre sus alumnos, deben huir de la Historia de la Ciencia.”

Y finaliza diciendo:

“Esta dimensión crítica, subversiva, de la Historia de la Ciencia es uno de sus aspectos más positivos.”

Brusch (1974) en un provocativo e irónico artículo, opina que “*la Historia de la Ciencia debería ser clasificada 'X', peligrosa para la moral de los jóvenes.*”

Se deduce entonces que es todo un desafío, y que vale la pena preocuparse y ocuparse de la Historia de la Ciencia y sus implicaciones didácticas.

Mario Bunge (1978), también resalta la importancia de la Historia de las Ciencias:

“¿Por qué ha de interesar la dinámica de la Ciencia menos que su estática? Rara vez, un interés profundo por las ideas y los actos, no lleva a inquirir sobre sus orígenes y desarrollo. Todavía más, la filiación histórica de unas y otros, ayuda a comprenderlos. Así como el estado actual de una especie biológica no se entiende adecuadamente si no es como una etapa de un proceso, así tampoco se entiende acabadamente el quehacer científico si sólo se pone atención en sus resultados.”

Fernández González M. (2000), agrega: "La Historia de la Ciencia, va tan inseparablemente unida a la Filosofía de la Ciencia, que, como repetidamente se ha señalado, ésta queda vacía sin la primera, y la primera queda ciega sin la segunda."

"Una excesiva focalización en aspectos técnicos durante la enseñanza de disciplinas científicas como la física o la química suele dejar fuera los aspectos históricos y epistemológicos de las teorías, modelos y procedimientos que utilizamos durante las clases y, en muchas ocasiones, en las investigaciones didácticas que realizamos. En otras circunstancias, la utilización que hacemos de ellos es anecdótica o simplemente como marco de fondo para dar lugar al desarrollo de las "cuestiones importantes" o sea el desarrollo lógico de los conceptos o procedimientos formalizados del modelo que se está explicando. Esta situación, en general, colabora en la formación de una visión errónea y empobrecida de la empresa científica. Por otro lado inhibe el desarrollo de formas de pensamiento creativo y crítico, como así también una comprensión más amplia de la estructura epistemológica de los conocimientos científicos producidos en una época socio-histórica determinada. El análisis histórico-epistemológico del lenguaje que los científicos creadores de teorías utilizan al comunicar por primera vez sus creaciones en las sociedades científicas ofrecen una valiosa orientación para el diseño de nuestras clases de física si pretendemos una enseñanza comprensiva de las ciencias" (Iglesias, I. 1999).

Opina Mercé Izquierdo (2000): "Enseñar a razonar, tiene un significado diferente en el marco de la nueva Historia y Filosofía de la Ciencia y de la didáctica constructivista del que tenía en el marco de la 'concepción heredada' y del aprendizaje transmisivo. Lo importante, ahora, es utilizar determinados modelos teóricos para relacionar determinados fenómenos y generar así "hechos científicos" en los cuales se puede intervenir, calculando y haciendo predicciones contrastables; y hacerlo en un marco educativo en el cual todas las disciplinas y capacidades tengan lugar y sean valoradas como recursos para construir un mundo mejor."

En cuanto a los modelos, agrega Giere, R. (2000c): "El método científico consiste en contrastar los hechos del mundo con modelos: si la intervención experimental tiene el resultado que esperamos según el modelo teórico, éste queda reforzado y, en el caso contrario se debilita."

Para este trabajo de Tesis, mi hipótesis será:

La imagen de ciencia, de los alumnos ingresantes a la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNCPBA, puede actualizarse, a través de la lectura de un texto histórico, donde se relatan los procesos de investigación científica.

4.3.- JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL TEMA

La investigación a realizar se centra en el estudio de los aprendizajes producidos en alumnos ingresantes a la Universidad (Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires), al introducir en el aula una metodología con un enfoque constructivista, donde se usa un texto histórico y autobiográfico: "La doble Hélice", de J. Watson (1993).

La utilidad de este texto, la fundamenta Ronald Giere (2000c):

"En el contexto pedagógico actual la noción de *modelo científico* no puede ser introducida meramente en abstracto. Se necesita un buen ejemplo que todos puedan entender. Yo he utilizado como ejemplo, desde hace varios años, el modelo de la doble hélice. Durante la primera semana de clase hago leer *The doble helix* (1968) de James Watson. Esto me asegura que cada uno de los estudiantes tiene un conocimiento reciente de un episodio significativo de la historia de la ciencia, un episodio que casi todos podrán relacionar con mi explicación."

Dice Watson (1993) en el prólogo de su libro, cuya primera edición en inglés es de 1968:

“Doy aquí una versión personal, de cómo fue descubierta la estructura del ADN. Al hacerlo, he tratado de captar la atmósfera de los primeros años de la posguerra en Inglaterra. Como espero que este libro muestre, la ciencia rara vez avanza en el sentido recto y lógico que imaginan los profanos. En lugar de ello, sus pasos hacia delante (y, a veces, hacia atrás) suelen ser sucesos muy humanos en los que las personalidades y las tradiciones culturales desempeñan un importante papel.”

Para investigar la incidencia de la Historia de la Química en la imagen de ciencia, se realizará una lectura y análisis del texto mencionado. Se pretende así, determinar qué efectos produce su aplicación, en especial, si favorece una evolución de la concepción epistemológica, es decir de los conocimientos respecto a los contenidos conceptuales implicados en el ámbito de la Naturaleza de la Ciencia, considerando seis aspectos: “Método Científico”, “Marco Teórico”, “Objetividad”, “Idea de Progreso”, “Observación”, y “Teoría”.

Es decir, se pretende evaluar en qué dimensiones hay cambios, en las imágenes de ciencia de los estudiantes, observando si pasan de una concepción clásica de Ciencia (positivista, empiro-inductivista), ya caduca, a otra imagen más real, más humana, actualizada.

La visión dogmática del conocimiento científico ha sido adquirida por los alumnos, a través de los libros de texto, y aunque nos pese a los docentes, a través de las clases, donde subyace con más frecuencia que lo deseable, esta visión deformada.

Es necesario que el alumno adquiera una concepción de la ciencia y del trabajo científico acorde con las actualmente aceptadas por la epistemología y concretamente con aquéllas sobre las que existe un mayor grado de consenso.

Es fundamental la formación de un ciudadano que haya logrado una alfabetización científica y tecnológica más profunda. Es fundamental la formación de un estudiante, sin ideologías científicistas, con una mayor capacidad del pensamiento crítico, ya que esto “posibilitará que la Ciencia del futuro, pueda ser

diferente (de ser posible, mejor), ya que se la concibe más abierta, más humana, y con mayor fundamentación ética y epistemológica” (Izquierdo, 1996).

Elegí este tema, porque considero válido e importante el intento de lograr este cambio en la concepción de Ciencia, y por el desafío que supone los pocos antecedentes que he encontrado en la revisión de la literatura sobre el tema. Se dan argumentos y contra-argumentos, se opina a favor o en contra del uso de la Historia de la Ciencia en la enseñanza, pero poco es lo que se ha puesto a prueba, los posibles efectos de esta utilización.

4.4.- ESTADO DEL ARTE

Hace un poco más de treinta años, surgen algunas ideas que producen una conmoción epistemológica. Uno de los culpables decía:

“Si se considera a la historia de la ciencia como algo más que un depósito de anécdotas o cronología, puede producir una transformación decisiva de la imagen que actualmente tenemos de la ciencia” (Kuhn, Thomas, 1971).

Según este autor, las concepciones inductivistas e hipotético deductivistas no soportan comparaciones con las pruebas históricas.

Posteriormente, dice Duschl (1986), en un trabajo titulado “Science Education and Philosophy of Science: Twenty-five years of Mutually Exclusive Development”:

“Hasta hace 10 años, aproximadamente, la evolución de la Enseñanza de las Ciencias (EC), estaba enormemente separada de las disciplinas de Historia y Filosofía de la Ciencia (HFC).”

Matthews M. R. (1988) agrega: “Existe una conocida crisis contemporánea de la Enseñanza de las Ciencias (huida del aula de ciencias, tanto de profesores como de estudiantes), y una alarmante cifra de analfabetismo científico y la iniciativa de incorporar la HFC es muy oportuna.”

El mismo Matthews M. R. (1994) opina: “En los últimos cinco años ha habido un acercamiento significativo entre estos campos. Cada vez más, la HFC se van incorporando a la teoría y especialmente a la práctica de la EC.”

La HFC no tienen todas las soluciones para esta crisis, pero sí tienen algunas respuestas:

- Pueden humanizar las ciencias y acercarlas más a los intereses personales, éticos, culturales y políticos.
- Pueden hacer las clases más estimulantes y reflexivas, incrementando así las capacidades del pensamiento crítico.
- Pueden contribuir a una comprensión mayor de los contenidos científicos.
- Pueden contribuir un poco a superar el “mar de sinsentidos” presentes en clases de ciencias, donde se recitaban fórmulas y ecuaciones, pero pocos conocían su significado.
- Pueden mejorar la formación del profesorado contribuyendo al desarrollo de una Epistemología de la Ciencia más rica y auténtica.
- Mejor conocimiento, de la estructura de la ciencia y de su lugar en el marco intelectual de las cosas. La ciencia es cambiante y mutable.
- Combate la ideología científicista.

Otros aspectos destacables en este acercamiento pueden ser:

- Inclusión de contenidos de HFC en varios currículos educativos nacionales. No se trata de la inclusión de HFC como un ítem más de los contenidos, sino más bien la incorporación general de temas de HFC a las expectativas de contenidos y enseñanza de los currículos. A la sección “La

Naturaleza de la Ciencia”, se le presta más atención, y cada vez más se reconoce que la HFC, contribuyen a una comprensión mejor, más completa y más rica de los asuntos planteados.

Otro indicio del acercamiento, es la celebración del 1er. Congreso Internacional sobre “HFS and Science Teaching” (Florida – 1989). Congresos patrocinados por la European Physical Society Teaching HFC (1988), y congreso organizado por la British Society for the History of Science. (1989).

- En muchos programas de formación de profesores en ciencias se ha hecho materia obligatoria la HFC.
- Los defensores de la HFC en la EC, están defendiendo *una versión “contextualizada” de la EC*. Es decir, una EC que enseña ciencias en su contexto social, histórico, filosófico, ético y tecnológico.
- Un profesor de ciencias instruido en HFC, puede ayudar a los estudiantes a entender *cómo la ciencia capta y no capta, el mundo real, subjetivo y vivo*.
- “Si estar ‘alfabetizado’ científicamente es comprender con cierta profundidad, las palabras y conceptos de un discurso, entonces, la HFC contribuyen claramente a una ‘Alfabetización’ científica más profunda y crítica” (Miller, 1983).

De acuerdo con Fernández González, M. (2000), los principales aportes de la HC, podrían ser:

- Fomentar las actitudes positivas de los alumnos hacia la ciencia.
- Comprender mejor la materia científica.
- Poner de relieve la historicidad y la dimensión humana de la ciencia.
- Atenuar el dogmatismo con que se presenta.
- Mostrar la relación ciencia-tecnología-sociedad (C-T-S).
- Comprender la naturaleza, método y evolución de la ciencia.
- Conocer las dificultades y concepciones de los alumnos.
- Sugerir metodologías o modelos didácticos.
- Orientar la selección, secuenciación y exposición de contenidos.

Acerca de la importancia del conocimiento de estos temas, agrega Berta Marco Stiefel (1995): "Entre los medios que podrían ponerse en práctica estaría, en primer lugar, la formación del profesorado en Historia y Filosofía de la Ciencia, y acostumbrarles a cuestionar su propia praxis desde los modelos teóricos. En segundo lugar, sería conveniente la consideración en el curriculum de algunos bloques de contenido que hagan referencia directa a la naturaleza de la Ciencia, tomando tanto ejemplos de carácter histórico que respondan a cómo tienen lugar los descubrimientos, cómo emergen o caen las teorías científicas, qué interacciones se producen entre la Ciencia y otras materias, como ejemplos de actualidad científica que tengan el carácter de una revolución (la de los fullerenos, por ejemplo, o el análisis de la repercusión de los hallazgos científicos con el paso del tiempo: el ADN a los 40 años de su descubrimiento de su estructura)."

Más adelante, hace una sugerencia que comparto:

"Algunos artículos de divulgación científica se pueden utilizar para ampliar la visión de ciencia en el alumnado: los temas de Ciencia y Política en el caso de Lavoisier, las figuras de Lise Meitner, Rosalind Franklin y Barbara Mac Clintock, entre otras."

Otro autor que defiende esta postura es Duschl (1995), que acota: "Se debe crear un entorno de aprendizaje en clase que pueda facilitar información para evaluar, en tres campos dinámicos:

a) campo epistemológico (conocimiento científico): ¿qué conocimientos, pruebas o datos elegimos utilizar y con qué objetivo?

b) campo cognitivo (habilidades de pensamiento): ¿qué estrategias de razonamiento y de construcción de significados supervisamos y empleamos?

c) campo social (habilidades de comunicación): ¿cuáles son las acciones que favorecen la obtención de información?"

Miguel de Asúa (1997), defiende también la utilización, en clases, de materiales de HFC:

“El desarrollo de la energía nuclear y la carrera espacial provocaron un creciente interés por las consecuencias sociales de la ciencia y además dieron lugar a un movimiento educativo centrado en combatir lo que se denomina “el analfabetismo científico”, que aspiraba a que el ciudadano promedio fuera capaz de comprender los conceptos básicos de la ciencia. Esto contribuiría a eliminar el “Problema de las dos culturas”, es decir, el desencuentro entre lo humanístico y lo científico, en el siglo XX.”

“Uno de los logros fue la producción de libros, para enseñar ciencias físicas, que presentaban su material a través de la Historia de la Ciencia, con incursiones en la Filosofía de la Ciencia. En los últimos años han aparecido libros de difusión de la ciencia con un enfoque histórico.”

“Algunas posibilidades para utilizar los materiales de HFC:

a) Motivación: Biografías científicas, como camino posible para colocar en un contexto histórico-cultural, los contenidos científicos.

b) Integración de los distintos sectores y niveles de conocimiento. Relaciones entre las diferentes Ciencias.

c) Significado de los conceptos básicos. Si sólo atiendo a las fórmulas estoy perdiendo de entender el desarrollo conceptual que acompañó la formulación de las ecuaciones y del cual éstas fueron el último resultado (por ej.: las distintas nociones de “modelo” asociadas a la noción de campo). Es necesario generar el insight histórico-conceptual. (Anexo 3).

d) Utilización de experimentos históricos. Para conjugar el experimento con textos o reportes originales.

e) Controversias científicas y dramatización, para fomentar el pensamiento crítico, y dejar bien en claro que la Ciencia no es algo terminado, sino algo que se construye (carácter provisorio del conocimiento científico). Reeditar polémicas con fuentes históricas originales.”

Se observa entonces que la utilización de la HFC en la EC, proporciona familiaridad con otras formas de inteligibilidad, otras formas de entender el mundo.

Aceptar que hubo otras formas de entender el mundo (y cómo diferentes maneras chocaron e interactuaron entre sí y se sucedieron unas a otras), favorece no sólo la mejor comprensión de la ciencia, sino también el desarrollo de una actitud pluralista, y el aprendizaje de los procesos para justificar racionalmente, la propia manera de dar cuenta del universo.

Es interesante destacar que numerosos autores analizan, además, las concepciones de los docentes sobre el conocimiento científico y sobre el trabajo científico por considerar que dichas concepciones influyen marcadamente en la imagen de Ciencia que estos llevan al aula (Porlán, R., 1998a; Carrascosa, 1993; Peme Aranega, C. y otros, 1997c; Arriasecq y Dibar, 1998).

"En general, estas concepciones tienen poco que ver con las recientes aportaciones de la epistemología. Los datos surgidos del trabajo con docentes, principalmente profesores de Ciencias, muestran en general, que la tendencia predominante es una *visión positivista (empiroinductivista) de la ciencia*, pero que aparecen también, otros puntos de vista sobre la naturaleza de la ciencia, que podrían considerarse más evolucionados, más contextualizados" (Porlán, 1998).

Estamos de acuerdo en que los docentes deberían apuntar a una enseñanza que posibilite el desarrollo por parte de los alumnos de una nueva imagen de la ciencia, más actualizada.

Esa imagen debería incluir características que contemplan:

- La ciencia como construcción de modelos provisionales, es decir, sujetos a revisión, que pueden ser modificados. (Jiménez, M. P. y Neus Sanmartí, 1997).
- La ciencia en relación con las aplicaciones tecnológicas y situada en un contexto social. (Jiménez, M.P. y Sanmartí, N., 1997).

- Los científicos como personas son subjetivos pero colectivamente son críticos y selectivos. (Peme Aranega, C. y otros; 1997c).
- Los científicos utilizan diferentes estrategias metodológicas que abarcan procesos de creación intelectual, validación empírica y selección crítica, a través de las cuales se construye el conocimiento científico. (Peme Aranega, C. y otros; 1997c).
- Debería enseñarse una ciencia que mostrase que las teorías crecen y se desarrollan y que lo hacen para acomodarse mejor a las evidencias, que no existe un solo método científico pero que la ciencia no es un campo anárquico.

Veamos la opinión de varios autores con relación a este tema:

1) Mercé Izquierdo en su artículo "Relación entre la HC y la EC" (Revista Alambique (Nº 8): Naturaleza e Historia de la Ciencia -1996), opina que:

"La reflexión sobre la Ciencia, la actividad de los científicos y sus modos de producción, o los cambios que a lo largo de la Historia, experimentan las teorías, no es, precisamente un tipo de actividad a la que se le dedique demasiado atención en las Facultades de Ciencias.

Y sin embargo resulta básica para conocer la estructura de una disciplina, y quizá no haya muchos campos del saber, que puedan resultarnos de mayor utilidad para afrontar las tareas del aula. En efecto, la Epistemología y la Historia de la Ciencia, aunque no son las únicas fuentes del currículo, nos ayudan a decidir qué contenidos conviene trabajar y en qué orden, o a prever algunas de las dificultades u obstáculos que encontrarán nuestros alumnos y alumnas, al tiempo que puedan orientarnos acerca del modo de superar dichas dificultades.

El aprendizaje científico debe encerrar valores educativos, éticos y humanísticos que vayan más allá del conocimiento de la producción científica.

La visión dogmática del conocimiento científico que poseen muchos de nuestros alumnos y alumnas no parece que sea casual. Tanto en los libros de ciencia como en la forma en que enseñamos ciencias, subyace con más frecuencia que lo deseable, dicha visión.

La formación de un profesor de ciencias, requiere pues más que nunca, de la nueva HFC. También éstas han dejado la ciencia-libro y se han ocupado de los aspectos dinámicos de las ciencias. Han ahondado en la comprensión de las circunstancias individuales, técnicas y sociales que confluyen en la formación del conocimiento y nos muestran las múltiples dimensiones del conocimiento científico y su valor educativo: sus objetivos humanos, éticos, estéticos, didácticos y literarios, sus aspectos disciplinares y profesionales, las aventuras y peripecias de los científicos, los condicionantes de un pensamiento lo más riguroso posible, las posibilidades de construcción y reconstrucción de las ideas que proporciona el lenguaje.

Conocer todo esto ayuda al docente a diseñar y desarrollar su propia ciencia escolar.

Esto permite pensar que la ciencia del futuro puede ser diferente (en lo posible, mejor) precisamente porque ahora se la está enseñando de manera más abierta, más humana, más exigente de una correcta fundamentación ética y epistemológica.”

2) Comenta Lombardi (1997):

“La necesidad de simplificación y el problema hermenéutico en la historia de la ciencia no constituyen ‘imperfecciones’, que impiden introducir la dimensión histórica en la enseñanza de las ciencias. Por el contrario, tales aspectos del conocimiento histórico pueden contribuir a desarrollar en los estudiantes, el pensamiento crítico así como introducirlos en el arduo problema de la interpretación tanto de textos como de hechos.

En modo alguno resulta ilegítimo que el docente presente su propio relato histórico, su propia interpretación del pasado, siempre que no pretenda convertir su versión en inobjetable y definitiva; es deber del profesor poner de manifiesto el carácter constructivo de la historia así como su propia posición

epistemológica desde la cual elabora su relato. Si se adoptan tales recaudos, la historia de la ciencia deja de ser para el alumno un contenido más, una mera narración de acontecimientos, para convertirse en un poderoso estímulo para la reflexión. En definitiva, a pesar de las críticas, los argumentos en favor de una perspectiva histórica en la enseñanza de ciencias son tan numerosos y variados que justifican los intentos de adoptar este nuevo enfoque.

Obviamente, debe ser un enfoque antiwhig, sin imponer al pasado los patrones del presente, sin evaluar la ciencia de épocas pretéritas a la luz y con referencia al conocimiento actual.”

3) Duschl en su texto “Renovar la Enseñanza de las Ciencias” (Ed. Narca – 1997), realiza las siguientes consideraciones:

“Hay pues dos caras o caracterizaciones relativas a la naturaleza de la ciencia:

1.- La ciencia como un proceso de justificación del conocimiento (lo que sabemos).

2.- La ciencia como un proceso de descubrimiento del conocimiento (cómo sabemos).

La primera caracterización domina la enseñanza contemporánea de la ciencia. Se presenta a los estudiantes un cuadro incompleto. Sólo se proporciona la cara de comprobación de la ciencia. Lo que falta en el currículo de ciencias son las unidades didácticas que enseñen la otra cara: el cómo.

Es importante que los estudiantes sepan cómo hemos llegado a creer en un concepto del mundo (una Tierra de 4,5 millones de años) en vez de en otro (una Tierra de 10.000 años). No basta con decirles los hechos.

Aprender ciencia significativamente requiere más, mucho más. Falta la otra cara: la del descubrimiento.

Con demasiada frecuencia, la enseñanza de la ciencia se saca de contexto y se presenta sin los materiales de referencia necesarios para una comprensión de los significados o las transiciones de la ciencia.

Un contexto importante es el histórico, otros son los contextos político y social en los que la ciencia funciona. No puede negarse la interconexión entre ciencia, los avances tecnológicos y las condiciones sociales.

Un importante reto al que nos enfrentamos como profesores de ciencias, es el de cómo presentar una ciencia como una actividad racional si el producto de esa actividad es un conocimiento provisional. La solución radica en enseñar las dos caras de la ciencia.”

4) Dice Gerard Fourez, en su texto “Alfabetización científica y tecnológica” (1998. Ediciones Colihue)

“Los elementos de la historia de la disciplina que la mayor parte de los docentes exponen a sus alumnos son también una *relectura ideológica* (y cuando los docentes no hablan de la historia de su ciencia, es también una omisión que tiene sus efectos sobre las representaciones inducidas en los alumnos).

¿No es significativo que si los cursos de historia han terminado generalmente confundiendo “los anales de los reyes” con la historia humana, no sea raro ver manuales de ciencias confundir la historia de una disciplina con la de los grandes científicos (es decir los que han ganado: “los vencedores”)?

Otras veces la historia es reducida a anécdotas relativas a ciertos grandes científicos, lo que tampoco es neutral.

La historia contemporánea de las ciencias da cada vez más importancia a las controversias históricas y a las razones de los “vencidos”.

Enseñar historia de las ciencias se redujo a menudo a mostrar el camino que hubo que recorrer para que la comunidad científica “descubriera la verdad”, esta misma dependiente de una racionalidad sin historia.

Según la manera en que se presente la historia pasada o inmediata, se dan ideas diferentes de las ciencias y de sus métodos. La cuestión central es saber qué historia de las ciencias se quiere hacer, para formar ciudadanos informados y críticos.

Esquemáticamente, al menos dos miradas sobre la HC son posibles y se enfrentan.

a) La primera, todavía hoy predominante en los manuales, presenta una HC en la cual los protagonistas son algunas celebridades esparcidas a lo largo del tiempo, que descubren los hechos insospechables de la realidad cotidiana, y a partir de ellos inducen teorías generales (presupuesto empirista), y trabajan para descifrar lo real ajeno a las contingencias y de los intereses del mundo (presupuesto internalista). Una historia santa o más bien sacralizada.

b) La segunda se inspira en concepciones contemporáneas de la epistemología, de la historia, y de la sociología de las ciencias. Describe una historia donde se activan, de época en época, movimientos de investigación que en función del contexto orientan sus interrogantes en direcciones determinadas, hacen las elecciones de paradigmas (a menudo no intencionalmente), y construyen teorías a través de las cuales intentan releer el mundo sometiendo a prueba la fecundidad de dichas teorías (presupuesto constructivista). Según esta mirada, los científicos son una comunidad condicionada en su práctica y sus representaciones por el contexto donde actúan, mientras que esta práctica deviene, sobre todo en nuestras sociedades científico-técnicas, en un instrumento de transformación y legitimación al servicio de ciertos grupos sociales (presupuesto social).

Para que las ciencias enriquezcan una visión del mundo, es necesario que sean estudiadas en relación con los proyectos humanos que han contribuido a su elaboración.

Una didáctica de las ciencias que tenga como único objetivo 'aprobar las ciencias' será francamente demasiado estrecha."

5) "Las concepciones de los alumnos acerca de la validez y fiabilidad del conocimiento científico y cómo éste se articula, o acerca de cómo se construye y evoluciona la ciencia, son con frecuencia

inadecuadas. La actividad científica suele concebirse como algo frío, limpio, desapasionado, o como una actividad en que la implicación personal tiene poca importancia” (Campanario, J., 1999b).

6) “Se habla del derrumbamiento del paradigma mecanicista, y la emergencia de un nuevo paradigma: el de la complejidad. Como en todo cambio histórico, intervienen tanto elementos racionales como irracionales. Desde el ámbito educativo, podemos ayudar a introducir y acercar el paradigma de la complejidad a las aulas” (Luffiego, M. y otros, 1994).

7) “Cuando enseñamos ciencia, los profesores quizás hablamos rara vez de las grandes generalidades de este gran cuerpo de conocimientos, de su naturaleza ciertamente cambiante en la historia, es decir de las cuestiones centrales de la epistemología; por el contrario pasamos demasiado tiempo en ir al fondo de una deducción peculiar, en insistir en una memorización algo intrascendente o en inducir destreza extrema en la resolución de algunos problemas particulares.

Al no analizar la ciencia desde una perspectiva holística y crítica, poco es, y muy parcial, lo que de la estructura global de la ciencia queda en los lóbulos cerebrales de nuestros alumnos y alumnas. Fracasamos al no lograr inducir un verdadero espíritu científico en ellos, que se manifieste cotidianamente en el análisis de situaciones, en la toma de decisiones y en una forma perpetua de afrontar la vida, es decir, no los alcanzamos a educar, sino sólo a instruir” (Garritz, Andoni, 1999).

8) “Con excesiva facilidad en la enseñanza de las Ciencias, se pierde de vista su historia. Podría decirse a este respecto que hemos perdido la memoria. Dar la espalda a lo que ha sido es una actitud peligrosa. Volver la vista y reflexionar sobre el origen y los cambios sufridos por la ciencia nos permite ver que ésta nació al servicio de un proyecto utópico de revolución social La Ciencia moderna nace como consecuencia de cambios de tipo económico, político y social” (Catalán Fernández, 1986).

9) “El tema de la naturaleza de la Ciencia, plantea retos inmediatos, tanto al currículo de ciencias, como en la formación del profesorado, y debe ser un asunto de permanente atención en la investigación didáctica para contribuir a la mejora de la enseñanza de las ciencias” (Vázquez Alonso A., 1999).

10) “Si bien las revisiones, que en las epistemologías alternativas plantean respecto a la visión dogmática y ahistórica de las ciencias, sobre todo en Kuhn y Feyerabend, han sido positivas en cuanto que permiten una visión más abierta y crítica de lo que es la ciencia, creemos que es válida la propuesta de Laudan en cuanto a revalorizar la racionalidad y el progreso en la empresa científica” (Colombo de Cudmani, L., 1997).

11) “Las teorías científicas y las visiones del mundo no nacen y crecen en un vacío cultural, social, económico y político. La historia de la ciencia suele a veces ser narrada como una acumulación de hallazgos en el tiempo, sin mayores vinculaciones con el contexto en el cual sus protagonistas vivieron y trabajaron. Se piensa en un modelo “acabado” de la ciencia, el actual” (Boido, G.; Flichman E.; Yagüe A., 1987).

12) “Los cuestionarios de los alumnos, revelan cómo la enseñanza habitual, en donde están ausentes aspectos históricos, les transmite una imagen deformada de la actividad científica, ya que la mayoría de los alumnos cree que la ciencia consiste en descubrir una realidad preexistente, ignora el papel fundamental del trabajo científico en la resolución de problemas mediante la investigación de hipótesis y la creación de conceptos, así como la manera de evolucionar los paradigmas conceptuales, asumiendo una visión empirista, básicamente formalista y acumulativa de la ciencia y de su crecimiento” (Solbes, J. y Traver, M., 1996).

13) “La Historia de la Ciencia puede ayudar a mostrar cómo surgen las teorías, cómo tiene un período de aceptación más o menos largo, y cómo finalmente son superadas por otras ideas con más poder

explicativo. Esto facilita la relativización del conocimiento científico y es, probablemente, el mejor antídoto contra una visión dogmática del saber que cree en verdades definitivas” (Pedrinaci, E., 1994).

14) Además, y por último, adhiero a lo manifestado por Francisco Briceño (1999), investigador venezolano, de la Universidad Pedagógica Experimental de Caracas, en su trabajo: "La Historia de la Ciencia como referente en la investigación y didáctica de los contenidos científicos" (Actas II Congreso Regional de Educadores en la Química - Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina).

“La propuesta de propiciar en el aula la construcción del conocimiento científico tiene un referente importante en la historia de la ciencia. Ir más allá de este enunciado equivaldrá a su vez, a pasar del nivel de potencialidad didáctica, que ya nadie pone en duda, al de diseño y concreción de experiencias que coloquen a los estudiantes en situaciones similares a las que han vivido las comunidades científicas a lo largo de determinados procesos de elaboración del saber.

Para llevarlo a cabo, los docentes necesitan identificarse con un enfoque historiográfico distinto al que tradicionalmente han movilizado textos, centros de enseñanza y medios de comunicación, centrado en una presentación entusiasta de logros científicos, que acentúa lo cronológico, y concede el protagonismo individual de los descubrimientos a unos pocos superdotados e ingeniosos. En tal sentido se argumenta en esta ponencia a favor de una perspectiva que acentúe lo problemático y controversial. Las etapas de dudas, conjeturas, errores y fracasos, así como el contexto externo-social en que se producen las rupturas, avances e imposiciones de paradigmas sustitutivos. Esto exige la liberación del docente de su concepción de que su disciplina es un catálogo de hechos del pasado, llamados científicos, sin historia y estructura, conseguidos al “estado puro” por historiadores neutrales y ascéticos.

El proceso de reflexión que permita este cambio debe incluir la convicción de la contribución de la historia de la ciencia en aspectos tan importantes como: la valorización del carácter humano de la ciencia, con la consiguiente unión ciencias-humanidades, la anticipación de las dificultades conceptuales

de los estudiantes, el enriquecimiento de su cultura, la relación CTS, la enseñanza no dogmática de la ciencia, la valorización de los aportes de las mujeres y de las minorías étnicas, entre otros.

La historia de la ciencia ha de constituir, junto a la epistemología y la axiología, en referente clave para la didáctica alternativa de la ciencia. Se hace necesario entonces, explicitar su importancia y perfilarla aún más como perspectiva de investigación y herramienta de enseñanza, de tal manera que los docentes vean más claramente la conveniencia de incorporarla a las programaciones escolares y de diseñar situaciones que favorezcan su aprovechamiento, en el contexto del proceso de cambio radical de la dinámica de aula que se ha venido proponiendo.”

15) Por último, rescato y adhiero a lo afirmado por Ziman (1980):

"Muchos alumnos estarían mejor formados para sus vidas de lo que actualmente lo están si se les enseñara un poco menos de Ciencia como tal y un poco más sobre la Ciencia".

Sobre la base de estos antecedentes, y considerando que “las ideas de los alumnos sobre la ciencia se parecen a una epistemología de principios del siglo XX” (Petrucci, D. y Dibar Ure, M. C., 2001), opino que la Historia de la Ciencia, puede ser una de las herramientas fundamentales para generar una visión actualizada.

Comparto lo dicho por Campanario (2004), acerca de que existen indicios suficientes en la literatura educativa que indican que las ideas del alumnado sobre los procesos de construcción de la ciencia pueden ser inadecuadas.

Por lo tanto, el objetivo debe ser que el alumnado desarrolle una visión menos simplista del trabajo científico, a la vez que construya una concepción epistemológica adecuada sobre los procesos de elaboración y justificación del conocimiento.

Una ciencia ahistórica es muy aséptica y mucho menos peligrosa, menos reveladora y más manejable. La visión histórica puede ayudar a motivar al alumno a plantearse problemas que

espontáneamente no se hubiera planteado, puede contribuir a destruir mitos y absolutos, que tanto la vida actual como una enseñanza excesivamente teorizante, han ido sedimentando.

La visión histórica situará el problema en sus orígenes, ayudando a comprender el cómo y por qué aparecieron, y en función de qué se buscaron las soluciones.

El conocer el desarrollo histórico de la ciencia, ayuda a considerar nuestra situación actual desde una perspectiva menos absoluta y definitiva. Esta visión, puede hacer bajar el pedestal en el que generalmente se coloca toda actividad científica, hasta un nivel más accesible y cotidiano.

Otra ventaja, que presenta el uso de la Historia de la Ciencia, es que puede ayudar a los alumnos a “descubrir que los científicos se dejan guiar a veces por criterios de evaluación sesgados que se basan en la adscripción a paradigmas que actúan como marcos conceptuales. Mediante un enfoque histórico se puede fomentar la discusión en clase sobre los procesos de producción del conocimiento, y si “los estudiantes toman conciencia de la influencia que tienen los marcos conceptuales y creencias epistemológicas y de lo difícil que resulta el cambio de ideas en ciencia, es más probable que lleguen a admitir que ellos también pueden verse influenciados por la interferencia de sus concepciones alternativas y por sus concepciones epistemológicas acerca de la ciencia y el conocimiento científico” (Campanario, 2004).

Y agrega este autor, destacando la importancia de la metacognición:

“El aprendizaje de la ciencia utilizando recursos obtenidos de la Historia de la Ciencia tendría, desde este punto de vista, una dimensión metacognitiva en la medida en que serviría para ayudar al sujeto que aprende a reflexionar sobre sus procesos de pensamiento y sobre sus dificultades para entender y admitir, a su vez, nuevas concepciones”.

Por último, en los últimos años la investigación educativa en ciencias ha revalorizado fuertemente la importancia de los aportes, a la enseñanza de las disciplinas específicas, de la Epistemología y la Historia de las Ciencias (Hodson, 1988; Gil Pérez, 1993; Gagliardi, 1988; Campanario, 2004).

Por lo tanto, destaco esta “importancia para favorecer aprendizajes más significativos, enseñanzas más eficientes y acordes con la naturaleza de la disciplina, investigaciones científicas epistemológicamente más fundamentadas y robustas” (Cudmani, 2004).

CAPITULO 5

DISEÑO EXPERIMENTAL

5.1.- FUNDAMENTOS DE LA ENCUESTA UTILIZADA

"En la enseñanza habitual se muestra una imagen deformada de las ciencias, donde se ignoran los aspectos históricos y se introducen errores y tergiversaciones" (Traver, 1996).

A los fines de especificar en qué consiste esa visión deformada de la ciencia (que llamaré "clásica"), listaré las principales características, con las que coinciden numerosos autores (Catalán Fernández, 1986; Carrascoya y otros, 1993; Caamaño, 1996; Izquierdo, 1996 y 2000; Garritz, 1997; Campanario, 1999a y 2002; Fernández y otros, 2004):

1.- Visión descontextualizada, socialmente neutra. Se olvidan las complejas relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad, y se proporciona una imagen de los científicos como seres "neutros", por encima del bien y del mal, ajenos a las necesarias tomas de decisiones. O bien se suele caer en visiones simplistas, ya sea ultra positivas (factor absoluto de progreso) o de rechazo sistemático.

2.- Inductivismo, como forma de adquisición de los conocimientos científicos. Se muestra que las inferencias para obtener la ley se logran solamente a partir de los resultados de las observaciones. También las teorías, generalmente, son mostradas como una representación completa y verdadera de los fenómenos reales que estudia.

3.- Visión empirista y ateórica: Se resalta el papel de la observación y experimentación "neutras", desconociendo el efecto "contaminante" de las hipótesis previas y teorías. La observación es el primer

paso en la aplicación del método científico y mediante la observación se "descubre" lo que ocurre en la realidad, y así se construye el conocimiento.

Además, la objetividad es una característica del investigador científico, que al realizar observaciones debe dejar de lado sus intenciones, sus emociones y sentimientos, sus conceptos teóricos, sus experiencias personales, y el contexto histórico en que se producen.

4.- Visión rígida (algorítmica, exacta, infalible). El Método Científico, se presenta como un conjunto de etapas a seguir mecánicamente. Es la única receta. Se rechaza todo lo que significa invención, creatividad, dudas. El conocimiento es considerado verdadero y definitivo; en su construcción no hay errores ni confusiones, y las Ciencias Experimentales son superiores a otras ciencias.

5.- Visión aporomática y ahistórica (dogmática). No se muestran los problemas que generaron la construcción del conocimiento, ni las dificultades, ni su evolución, ni mucho menos aún, las limitaciones del conocimiento actual.

6.- Visión exclusivamente analítica. Resalta la parcialización de los estudios, olvidando los esfuerzos posteriores de unificación, de conocimientos más amplios, y de problemas "frontera" entre distintos cuerpos de conocimientos.

7.- Visión acumulativa, lineal. Se ignoran las crisis, las remodelaciones profundas, y la discontinuidad radical entre el tratamiento científico de los problemas y el pensamiento ordinario. Se ve el progreso de la ciencia como una acumulación de conocimientos, donde los nuevos conceptos y teorías integran a los antiguos y los superan. Esto es lo que muestran generalmente los libros de texto clásicos.

8.- Visión de "sentido común". Los conocimientos se presentan como claros, olvidando que la construcción científica parte del cuestionamiento sistemático de lo obvio.

9.- Visión elitista. Se muestra una ciencia inaccesible, sin mostrar su carácter de construcción humana, con la existencia de confusión y errores. Se presenta el trabajo científico como un dominio reservado a "elegidos", una minoría dotada, transmitiendo expectativas negativas hacia la mayoría de los alumnos, con clara discriminación de naturaleza social.

10.- Visión individualista. Los conocimientos científicos aparecen como obra de genios aislados (generalmente hombres), ignorándose el papel del trabajo colectivo y el de las mujeres científicas. Se permite creer que los resultados de un solo científico, pueden bastar para verificar o falsar una hipótesis.

Entonces: ¿Cómo se genera esta visión distorsionada?

Numerosos trabajos analizan las concepciones de los docentes sobre el conocimiento científico y sobre el trabajo científico y coinciden en considerar que dichas concepciones influyen marcadamente en la imagen de Ciencia que éstos llevan al aula (Porlán, R., 1998; Carrascosa, 1993; Peme Aranega, C. y otros, 1997; Arriaseq y Dibar, 1998). Estos autores insisten en que los profesores transmiten una imagen deformada del conocimiento y del trabajo científico que poco tiene que ver con las recientes aportaciones de la epistemología. También reconocen que esto no es exclusivo del medio escolar, pues por ejemplo, los medios de comunicación y el lenguaje cotidiano, contribuyen poderosamente a difundir en la sociedad una concepción clásica y no actualizada de la ciencia.

“En muchos currículum escolares, la ciencia se presenta como la meticulosa, ordenada y exhaustiva aplicación de un método poderoso, todo propósito, objetivo y fiable para descubrir el conocimiento objetivo acerca del universo. Los científicos son concebidos como individuos racionales, lógicos, de mentes abiertas e intelectualmente honestos, que

deben adoptar una postura desinteresada, libre de valores y analítica, y que comparten sus procedimientos y hallazgos con los demás” (Hodson, D., 1998).

Por otro lado, como ya ha sido señalado, una "nueva" imagen de ciencia, "actualizada", con las características que podrían considerarse las actualmente consensuadas en el campo de la Didáctica de las Ciencias Naturales (Jiménez, M.P. y Neus Sanmartí, 1997; Peme Aranega, C. y otros, 1997) sería aquella que concibe:

- La ciencia como construcción de modelos provisionales.
- La ciencia situada en un contexto social.
- Los científicos como personas subjetivas pero colectivamente críticos y selectivos.
- La observación "contaminada" por el marco teórico del investigador.
- Los científicos como personas que utilizan diferentes estrategias metodológicas, a través de las cuales se construye el conocimiento científico.
- Las teorías que crecen y se desarrollan lo hacen para acomodarse mejor a las evidencias.

5.2.- INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se utiliza una encuesta (la misma, de pretest y postest), que se transcribe en el Anexo 1, adaptada a partir del denominado ICDE (Inventario de Creencias Didácticas y Epistemológicas), para estudiar creencias explícitas, desarrollado por Porlán (1989) y adaptado por Peme Aranega y otros (1997).

Se seleccionaron 18 ítems del ICDE, para conformar la encuesta, que se utiliza para diagnosticar las opiniones acerca de la Imagen de Ciencia que tienen los alumnos. Se trabajan los aspectos de la Imagen de Ciencia que se consideran más relacionados con la enseñanza de las ciencias.

Las dimensiones que se analizan son las siguientes:

- 1) Método científico (ítems: 1, 8, 10, 17 y 18).
- 2) Marco Teórico (ítems: 2, 5, 12, 13 y 15).
- 3) Objetividad (ítems: 3, 4 y 9).
- 4) Idea de progreso de la ciencia (ítems: 6 y 7).
- 5) Observación (ítems: 11 y 16).
- 6) Teorías (ítem: 14).

Cada una de esas dimensiones está conformada en la prueba por uno o más ítems. A partir de ello se identifican las ideas existentes para cada una de las dimensiones analizadas, surgiendo así tres categorías: clásica, ecléctica y actualizada. La categoría denominada ecléctica, aparece cuando las respuestas para una dimensión incluyen características de una concepción clásica, con algunos elementos de una visión contemporánea o actualizada.

5.3.- MUESTRA

La encuesta fue implementada en el año 2002, como prueba del instrumento, en dos cursos de 5to. Año de la Escuela de Educación Media N° 8 de Tandil, en dos orientaciones diferentes: Científico (38 alumnos), y Comunicación Social (35 alumnos). También, en primer año del Profesorado en Ciencias Naturales, del Instituto Superior de Formación Docente N° 10 de Tandil (28 alumnos), y en primer año de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (55 estudiantes).

En el año 2003, se aplicó la encuesta a 37 alumnos (Anexo 4) de la Facultad de Ciencias Veterinarias, quienes se ofrecieron voluntariamente a completarla. La muestra tiene una gran heterogeneidad en cuanto a lugares de procedencia y títulos secundarios de los estudiantes.

Luego, de este grupo, 18 estudiantes, se comprometieron a leer el texto elegido ("La doble Hélice" de J. Watson), y a los quince días, se realizó una puesta en común de los capítulos leídos, y se instrumentó la encuesta nuevamente.

Por último se seleccionaron cuatro alumnos, a los fines de entrevistarlos, con el objetivo de obtener mayor información de sus opiniones, diagramar sugerencias para próximas investigaciones, y de esta manera, poder establecer posibles perspectivas.

CAPITULO 6

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

A los efectos de evaluar la hipótesis, presento en este capítulo los resultados que he obtenido, tanto al aplicar la encuesta (pretest y postest), como en las entrevistas realizadas.

6.1.-ENCUESTAS Y RESULTADOS GENERALES

Una vez efectuado el vaciado de las respuestas de todos los alumnos para cada ítem (en ambas encuestas, inicial y final), se realiza una tabla para observar en cada ítem, las abstenciones y respuestas actualizadas, como así también los totales y promedios.

ítem	Abstenciones		Respuestas actualizadas		Porcentajes		
	inicial	final	inicial	final	grupo diag	inicial	final
1	3	2	1	5	8	6	27
2	0	0	17	18	92	94	100
3	4	1	7	10	30	39	55
4	4	2	8	11	43	44	61
5	2	5	8	10	67	44	55
6	0	3	11	8	59	61	44
7	3	4	5	3	18	28	16
8	7	3	2	9	18	11	50
9	5	6	5	8	24	28	44
10	3	2	14	13	70	78	72
11	2	2	1	3	3	6	16
12	1	2	16	16	86	89	88
13	2	0	13	15	70	72	83
14	2	6	5	4	22	28	22
15	1	2	14	14	89	78	77
16	1	1	12	16	60	67	88
17	3	1	8	10	45	44	55
18	1	1	11	15	56	61	83
Totales	44	43	158	188			
Pr..	2,44	2,38	8,77	10,44	47,77	48,77	57,55

Pr.: Promedio

Incluyo aquí, el primer grupo diagnóstico, de 37 alumnos, para comparar los resultados con los de la muestra de 18 alumnos (encuesta inicial).

Se ha encontrado que no hay diferencias significativas entre los resultados de los dos grupos.

Globalmente, el número promedio de respuestas actualizadas, mejora de 8,77 a 10,44 (de 48,77 % a 57,55 %) y para cada ítem, se observa en general (en algunos ítems, no), un aumento de las respuestas actualizadas, aunque, en algunos, si bien mejoran, resulta llamativamente bajo el porcentaje de respuestas actualizadas en la encuesta final.

El promedio de abstenciones no varía, y se encuentra en un 13,5 % aproximadamente en ambas encuestas, inicial y final.

Ahora bien, si se analizan los datos obtenidos por alumno, en cuanto a:

a) respuestas actualizadas:

Alumno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Pr.
Respuestas actualizadas.	inicial	6	11	12	9	9	10	8	7	10	7	7	10	5	6	8	11	13	9	8,7
	final	6	10	14	13	14	15	7	14	10	6	10	10	8	9	10	5	15	12	10,4

b) abstenciones:

Alumno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Pr.
Abstenciones	inicial	1	2	2	3	3	0	4	3	2	6	0	3	3	0	4	3	2	3	2,4
	final	1	2	1	2	2	1	1	2	3	3	1	6	3	3	4	4	3	1	2,4

Se detecta que hay once alumnos que mejoran su resultado, es decir aumentan la cantidad de respuestas actualizadas, mientras que hay mucha disparidad en cuanto a las abstenciones.

Pero si nos centramos en cada dimensión, se pueden encontrar algunas peculiaridades interesantes de describir. Las dimensiones analizadas son: 1: Método Científico 2: Marco Teórico 3: Objetividad 4: Idea de progreso 5: Observación 6: Teoría.

Los cuadros donde se resumen los datos de las respuestas actualizadas, muestran:

Alumno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
1	i	2	2	4	1	1	2	1	1	3	1	2	4	2	1	1	2	3	3	36
	f	2	3	4	3	3	4	2	5	3	2	3	2	2	3	2	2	5	2	52

T: Total

Alumno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
2	i	3	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	2	3	3	3	4	4	4	68
	f	3	5	5	4	5	5	3	5	4	3	5	4	3	4	4	3	3	5	73

Alumno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
3	i	0	1	1	2	2	0	0	1	1	1	1	2	0	1	2	2	2	1	20
	f	0	1	2	3	3	2	1	3	1	1	1	2	2	0	2	0	3	2	29

Alumno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
4	i	1	2	1	1	2	2	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2	2	0	16
	f	0	0	2	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	2	11

Alumno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
5	i	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	13
	f	1	1	1	1	2	2	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	2	1	19

Alumno		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
6	i	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	5
	f	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4

Vemos en los cuadros anteriores, que mientras hay dimensiones que mejoran en la encuesta final (1, 2, 3 y 5), mientras que en otras (4 y 6), el número de respuestas actualizadas disminuye.

A continuación, se analiza cada dimensión en detalle:

6.1.1.- METODO CIENTÍFICO

Se han utilizado los siguientes ítems:

- | |
|---|
| 1. En una metodología científica se siguen pasos, que conducen desde la observación imparcial de los hechos hasta la elaboración de teorías. |
| 8. La ciencia se caracteriza por poseer un método estable para estudiar los problemas. |
| 10. La flexibilidad que caracteriza a la metodología científica permite que se pueda utilizar la intuición y la imaginación en cualquier momento del proceso. |
| 17. El método científico es una secuencia de etapas mecánicas, sin lugar a la duda del investigador. |
| 18. La invención y la creatividad no forman parte de la metodología científica. |

Al efectuar el vaciado de las respuestas, se intentan agrupar las mismas en categorías:

C (visión Clásica), A (visión Actualizada), E (Ecléctica, mezcla de respuestas). Esta última categoría, se subdivide de acuerdo a la cantidad de respuestas actualizadas (A) que contiene.

Item	C	A	A con a	E																									
				4A		3 A		2 A						1 A															
1	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	a	+	+	-	a	+	+	a	+	+	+	+	a	+	+	a	+
8	+	-	a	-	-	-	-	-	+	a	+	+	a	a	+	a	+	a	-	-	a	+	a	+	a	+	a	+	+
10	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	a	a	+	+	+	+	a	+	a	a	-	-
17	+	-	-	a	-	+	-	+	-	-	+	+	a	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	a	a	-	-	-
18	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	a	+	+	a	+	+	-	+	+	+
Rtas.	i	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	f	0	2	0	1	0	1	1	2	2	1	2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

i: encuesta inicial f: encuesta final

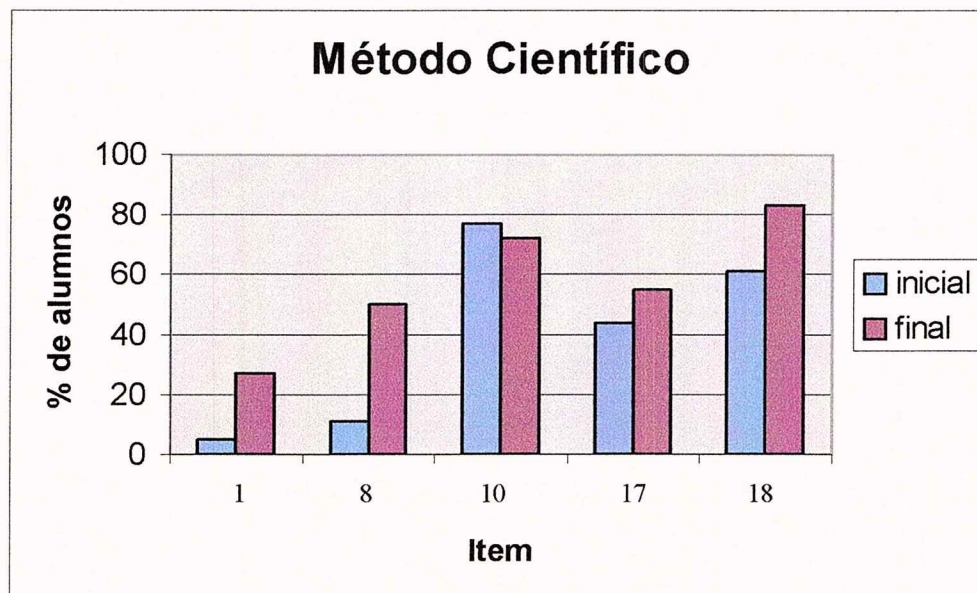
A: Visión actualizada C: Visión clásica E: Visión ecléctica a: abstención

Los resultados para esta dimensión muestran una gran dispersión entre diferentes opciones de respuestas de tipo eclécticas. En la encuesta inicial, no hay casos que muestren una visión completamente clásica ni totalmente actualizada, pero en la final, aparecen dos alumnos que responden los cinco ítems con esta última visión, y ninguno con respuestas clásicas.

En la encuesta inicial, se observan que muy pocos alumnos responden ítems con una visión actualizada, uno solo no muestra respuestas clásicas (si bien se abstiene en un ítem), otro presenta una sola respuesta clásica (4 A) y dos más responden tres ítems de manera actualizada.

Seis alumnos presentan solo dos ítems A, y siete responden un solo ítem con visión actualizada. En cambio, en la encuesta final, no hay ningún alumno en este grupo de respuestas, apareciendo ocho estudiantes con 2 A, seis con 3 A, uno con 4 A y uno A con una abstención.

Un resumen de los datos obtenidos por ítem (respuestas actualizadas), refleja lo siguiente:



Considerando todas las respuestas y abstenciones, obtenemos el siguiente cuadro:

Item	C		Abst.		A			
	i	f	i	f	i		f	
					n	%	n	%
1	14	11	3	2	1	5	5	27
8	9	6	7	3	2	11	9	50
10	1	3	3	2	14	77	13	72
17	7	7	3	1	8	44	10	55
18	6	2	1	1	11	61	15	83

Si se analizan los resultados por ítem, se observa que se reducen las respuestas clásicas en la encuesta final, en los ítems 1, 8 y 18, y aumentan en el ítem 10, que es el único ítem donde no se incrementa el porcentaje de respuestas actualizadas.

Sin embargo en el ítem 1, si bien se incrementa en un 22 % las respuestas A, es llamativo que el 61 % (11 alumnos) siga respondiendo de manera clásica, en la encuesta final.

La mejora, en cambio es notable, en el ítem 8, donde de un 11 % de respuestas A se eleva a un 50 por ciento.

6.1.2.- MARCO TEÓRICO

Se utilizan los siguientes ítems:

2. En la elaboración del conocimiento científico hay avances, retrocesos y estancamientos.
5. Algunas ciencias utilizan procedimientos experimentales, lo cual no las convierte en superiores a otras.
12. Los investigadores poseen conocimientos, los confrontan con la realidad y producen nuevos conocimientos; esa construcción, entonces, está sujeta a errores y confusiones.
13. El conocimiento científico es verdadero y definitivo
15. Existen problemas que la Ciencia no puede solucionar.

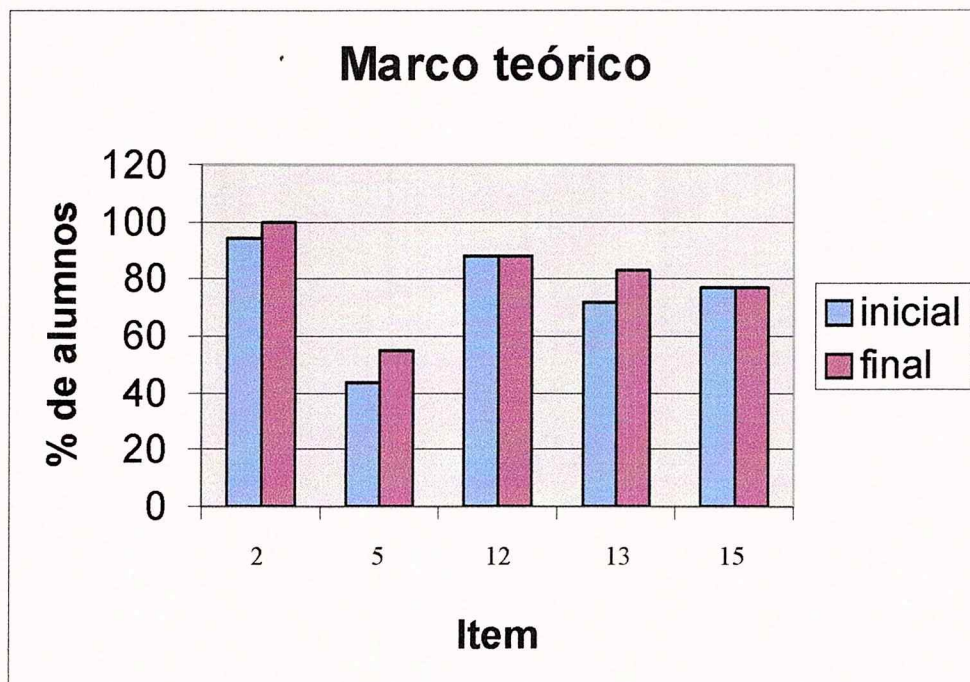
Se efectúa el vaciado de las respuestas, agrupándolas en las categorías indicadas en la dimensión anterior:

Item	C	A	A con a					E											
								4 A				3 A						2A	
2	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	
5	-	+	a	+	+	a	+	-	+	+	+	-	-	a	a	-	-	-	
12	-	+	+	+	+	+	a	+	+	+	+	a	-	+	+	-	+	+	
13	+	-	-	-	a	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	a	
15	-	+	+	a	+	a	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	
Rtas.	i	0	2	1	1	1	0	1	4	2	0	1	0	1	1	0	1	1	1
	f	0	7	0	1	0	1	1	2	0	1	0	1	0	1	3	0	0	0

Analizando esta dimensión se encuentra un importante número de respuestas correspondientes a una concepción actualizada (6 en la encuesta inicial y 10 en la final, sin considerar las abstenciones), y no hay alumnos "clásicos" en ninguno de ambos test.

También es elevado el número de respuestas que se pueden incluir en la categoría de las que hemos denominado eclécticas. En dichas respuestas, las diferencias con la postura actualizada, están dadas fundamentalmente, por la aceptación de que el conocimiento científico es verdadero y definitivo y/o de que algunas ciencias, las que utilizan procedimientos experimentales, son superiores a otras.

Vemos en el gráfico siguiente, las respuestas actualizadas, por ítem, en ambas encuestas.



Un resumen de todos los datos obtenidos por ítem, refleja lo siguiente:

Item	C		Abst.		A			
	i	f	i	f	i		f	
					n	%	n	%
2	1	0	0	0	17	94	18	100
5	8	3	2	5	8	44	10	55
12	1	0	1	2	16	88	16	88
13	3	3	2	0	13	72	15	83
15	3	2	1	2	14	77	14	77

Hay dos ítems (5 y 13) que mejoran su porcentaje en la encuesta final (un 11 % más que equivale a dos alumnos), mientras que otro ítem, el 2, lo hace sólo en un 6 %. Los otros dos ítems (12 y 15), no varían su porcentaje de respuestas actualizadas.

Esto haría pensar que el texto leído por los alumnos, muestra características de la ciencia que mejoran, aunque levemente, la concepción epistemológica de los estudiantes en esta dimensión.

Llama la atención que en el ítem 5, si bien disminuye el número de respuestas clásicas, aumenta notablemente el número de abstenciones (de 2 a 5).

6.1.3.- OBJETIVIDAD

Para evaluar esta dimensión se utilizaron los ítems:

3. Las opiniones de los científicos pueden ser tan subjetivas como las de cualquier otra persona.
4. Los criterios que posee la ciencia son parciales porque los hechos de la naturaleza están sujetos a interpretaciones individuales y sociales.
9. La objetividad de los científicos y sus métodos permiten que la ciencia sea neutral.

Al volcar los datos en el cuadro siguiente, se observa que en la encuesta inicial, no hay alumnos A, mientras que en la final, existen 4 estudiantes con visión actualizada.

Ítem	C	C con a					A	A con a					E								
		2 A		1 A																	
3	-	-	-	a	-	+	a	a	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	
4	-	-	a	-	a	+	+	+	a	+	+	+	-	+	-	-	-	a	a	+	
9	+	a	a	+	+	-	a	-	-	a	+	-	-	a	-	a	+	-	-	+	
Rtas.	i	1	0	0	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	0	1	0	2	1	1	2
	f	1	1	1	0	0	4	0	1	0	2	0	0	2	1	0	1	0	1	0	3

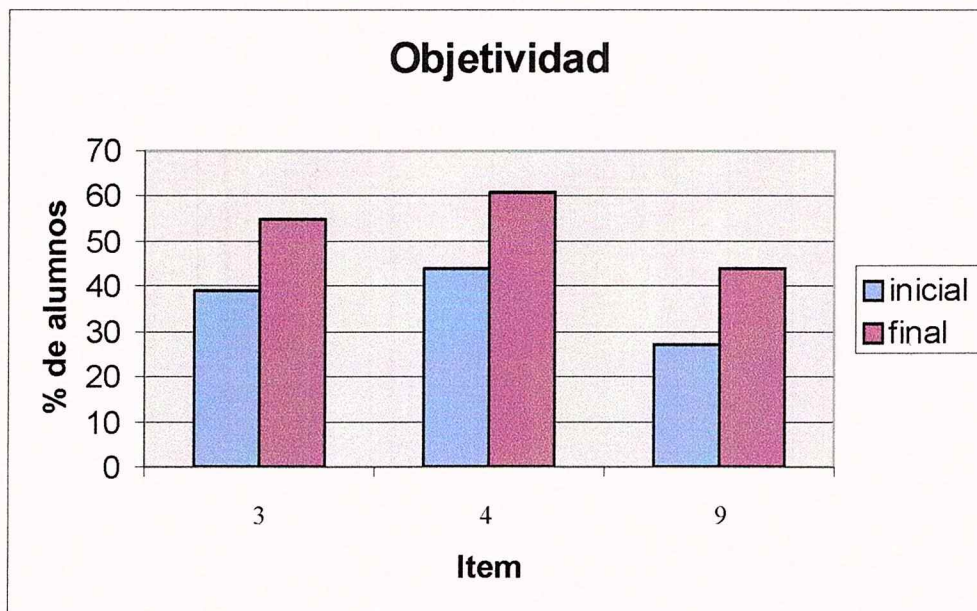
En los demás grupos de respuestas no hay variaciones importantes.

En el cuadro siguiente, se analizan las respuestas por ítem.

Item	C		Abst.		A			
	i	f	i	f	i		f	
					n	%	n	%
3	7	7	4	1	7	39	10	55
4	6	5	4	2	8	44	11	61
9	8	4	5	6	5	27	8	44

Se observa que los tres ítems mejoran levemente su porcentaje en la encuesta final, pero siguen existiendo numerosas respuestas clásicas y elevado número de abstenciones en el ítem 9.

En el gráfico, se observa claramente la evolución positiva, pero también, los bajos niveles en respuestas actualizadas.



6.1.4.- IDEA DE PROGRESO

Se utilizan los ítems:

- | |
|---|
| 6. Los conocimientos científicos que han adquirido un carácter universal, difícilmente cambien. |
| 7. El progreso de la ciencia es objetivo y válido porque existen criterios universales y estables para evaluar sus conocimientos. |

Al resumir los datos en un cuadro:

ítem		C	C con a		A	A con a			a
6		+	a	+	-	-	-	a	a
7		+	+	a	-	+	a	-	a
Rtas.	i	6	0	1	5	4	2	0	0
	f	7	1	0	2	3	3	1	1

En esta dimensión, se observa en ambas encuestas que casi no hay respuestas eclécticas, y no se producen variaciones muy significativas entre la encuesta inicial y final. Sólo se observa una disminución en la categoría Actualizada, donde, de cinco alumnos en la inicial se reduce a 2 en la final.

La disminución sería de 11 a 8 si consideramos Actualizada con abstenciones.

Un alumno no contesta los ítems correspondientes a esta dimensión, en la encuesta final.

Vemos en el gráfico, a continuación, que en ambos ítems, disminuye el porcentaje de respuestas actualizadas.

Servicio de Información Documental
Dra. Liliana B. De Boshi
Fac. Humanidades
UNMDP



Si analizamos las respuestas por ítem, obtenemos el siguiente cuadro:

Item	C		Abst.		A			
	i	f	i	f	i		f	
					n	%	n	%
6	7	7	0	3	11	61	8	44
7	10	11	3	4	5	27	3	16

Se observa que en el ítem 6, disminuye el porcentaje de respuestas actualizadas (de 61 a 44 %), pero no se incrementan las clásicas. Lo que se incrementa son las abstenciones, ya que hay tres alumnos que no contestan este ítem en la encuesta final, y son los que en la inicial habían dado una respuesta actualizada.

En el ítem 7, se reduce de 27 % a 16 % las respuestas actualizadas, porque dos alumnos cambian su respuesta, uno a clásica y otro se abstiene.

6.1.5.- OBSERVACIÓN

Se evalúa esta dimensión a través de los items:

- | |
|---|
| 11. La observación objetiva y sistemática de la realidad permite descubrir lo que en ella ocurre, así se construye el conocimiento. |
| 16. La observación del científico es "neutra", no está contaminada por ideas previas |

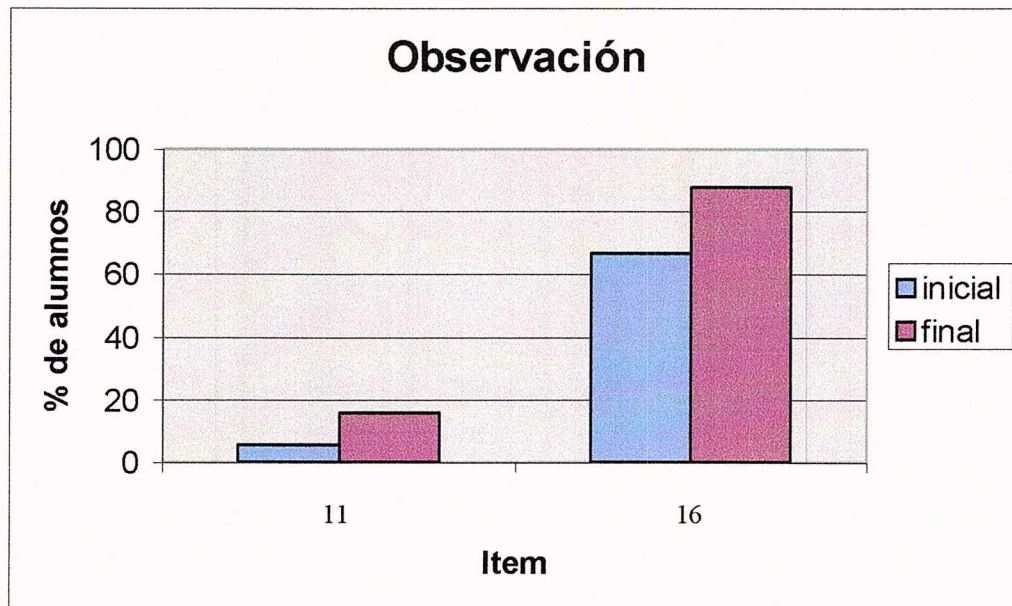
Al agrupar las respuestas en un cuadro:

Item	C	C con a		A	A con a		E	
11	+	a	+	-	a	-	+	
16	+	+	a	-	-	a	-	
Rtas.	i	4	1	0	0	1	1	11
	f	1	0	1	3	2	0	11

Se observa que, tanto en la encuesta inicial como en la final, existe una curiosa categoría dentro de las respuestas eclécticas, donde el 65 % de los alumnos (11) están en desacuerdo con que la observación del científico es neutra pero acuerdan en que mediante una observación objetiva y sistemática de la realidad es posible descubrir lo que en ella ocurre y así se construye el conocimiento. Quizá lo más notable resulta aquí la persistencia de una postura empirista ingenua que considera que se "descubre" lo que ocurre en la realidad, a través de la observación, aunque acepta la existencia de ideas previas que "condicionan" dicha observación.

Cuatro alumnos tienen una visión clásica en la encuesta inicial, concepción ésta que en la encuesta final, desciende a un alumno. Aparecen tres alumnos con visión actualizada, que no existían en la inicial (se observó que dos "eclécticos" y uno "clásico" modifican su postura), no variando el número de respuestas eclécticas (11).

Vemos en el gráfico la variación en las respuestas actualizadas:



Un resumen de los datos obtenidos por ítem, refleja lo siguiente:

Ítem	C		Abst.		A			
	i	f	i	f	i		f	
					n	%	n	%
11	15	13	2	2	1	5,5	3	16
16	5	1	1	1	12	67	16	88

Se observa un aumento de los porcentajes de la visión actualizada en ambos ítems, si bien es muy significativo en el ítem 11, la enorme cantidad de respuestas clásicas.

6.1.6.- TEORÍA

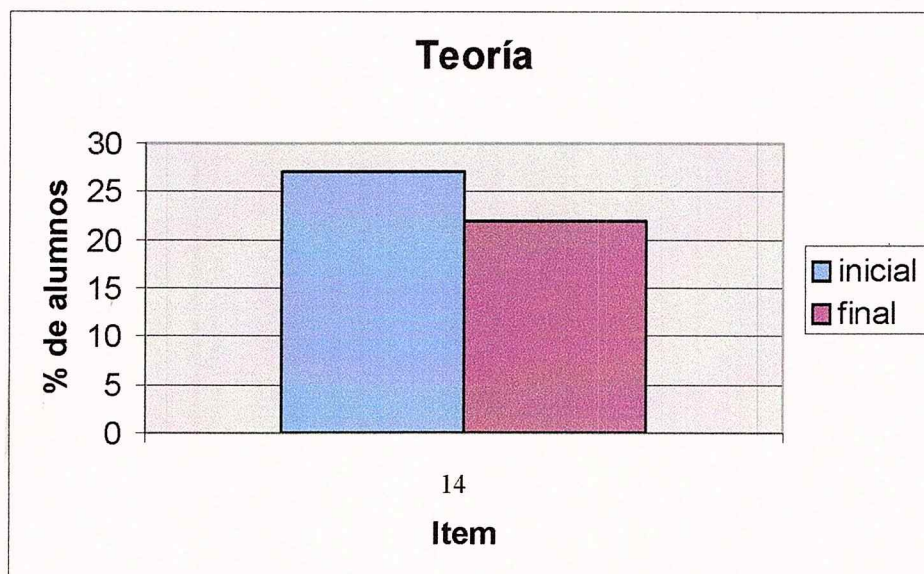
La dimensión que he denominado Teoría aparece en la encuesta asociada a un único ítem.

14. Las teorías científicas representan de manera completa y verdadera los fenómenos reales que estudian.

ítem		C	A	Abst.
14		+	-	0
Rtas.	i	11	5	2
	f	8	4	6

Interesa analizar que, en la encuesta inicial, un gran número de alumnos (11) aseguran que *las teorías científicas representan de manera completa y verdadera los fenómenos reales que estudian*, mostrando así una visión clásica. Se reduce a 8 en la encuesta final. Los alumnos "actualizados" disminuyen de 5 a 4.

En un gráfico vemos que el porcentaje disminuye levemente:



Considerando todos los datos:

Item	C		Abst.		A			
	i	f	i	f	i		f	
					n	%	n	%
14	11	8	2	6	5	27	4	22

Se observa que el porcentaje de respuestas actualizadas disminuye de 27 a 22 %, y resulta llamativo que las abstenciones aumentan de 2 a 6.

6.2.- ENTREVISTAS

Se realizaron entrevistas post-encuesta a cuatro alumnos, con el objetivo de profundizar y analizar algunos de los argumentos en sus opiniones, para fundamentalmente formular perspectivas.

Las entrevistas son las siguientes (los alumnos dieron su autorización para que se mencione su nombre):

1) ALUMNO 1: SEBASTIÁN SALOM, DE URDAMPILLETA

- ¿Dónde hiciste el secundario?

- Hice el secundario con orientación agroganadera... en 25 de Mayo, en un colegio dependiendo de la Universidad de La Plata...estaba pupilo toda la semana... iba los fines de semana a mi casa..., por decisión propia..., no es que me obligaron a ir, es decir, yo elegí, porque la orientación era todo el campo...todo el tema agroalimentario...

- ¿Que te llamó la atención del texto que leíste?

- No se bancaban a uno que era muy inteligente... pero insoportable...
- En cuanto al ADN ¿estaba en la realidad... ? ¿Descubrieron la molécula o la imaginaron?
- Qué se yo... aparentemente parece que ellos la descubren a la molécula... pero ellos se la vendrían imaginando de alguna forma como para armarla, porque de la nada no les pudo salir...
- ¿Qué idea más te cambió, luego de la lectura....?
- Había una...decía...la ciencia podía solucionar todos los problemas... yo pensaba que sí, pero después me di cuenta que no... la ciencia es humana...tiene errores... puede equivocarse... lo puede solucionar,... pero creo que todo no.
- ¿El modelo de ADN puede cambiar totalmente dentro de 50 años?
- Tal vez...èh... como va avanzando todo ...la ciencia... es más profunda... mejor... se analiza todo....cambiar no creo que cambie, porque... o sea, está todo muy investigado... lo que puede ser es que se descubra aún más, pero la forma no creo que cambie.
- ¿Las ciencias experimentales son superiores a las sociales?
- No, porque las ciencias sociales se dedican a otra cosa, ... por ejemplo, a los sentimientos, son dos rangos muy diferentes.
- ¿Puede haber dos interpretaciones del mismo hecho en Historia?
- Puede ser por la ideología ... la forma de pensar de cada historiador...ninguno piensa igual....el pensamiento político es diferente.
- ¿Puede haber dos interpretaciones del mismo hecho en Química?
- En un principio puede darse, hasta que se llega a una conclusión... pueden estar enfrentados dos científicos... en una hipótesis.... después ... lo pueden analizar de diferentes formas,, pero van a llegar a lo mismo... se analizan y dan resultados.
- Los conocimientos científicos que han adquirido un carácter universal, ¿pueden cambiar?

- Tal vez... es verdad... no va a cambiar... pero pueden profundizarse. La ciencia... al ser universal en todo lo que dice, es por esoque tal vez... usen un criterio universal y estable. Con la ciencia, con todos los avances... todo.... antes se investigaba una parte y lo demás eran hipótesis...

- ¿Y el ADN podrá cambiar?

- El ADN se ha investigado muy a fondo y es algo muy importante... para hacerlo cambiar de un día para otro...y que sea algo totalmente diferente... no creo....

2) ALUMNO 2: ANA MARCELA FUHR, DE JUAN N. FERNÁNDEZ

- ¿De qué ciudad sos?

- De un pueblito...se llama Juan N. Fernández...

- ¿Qué orientación tuviste en el secundario?

- Economía y Gestión, el único que había. Tuve poca Química y nada de Física. De Matemática tuve mucho por suerte.

- ¿Qué te llamó la atención de lo que leíste?

- Ver cómo se hacía el método científico... que yo sabía del secundario.... las etapas... hipótesis y eso...

- ¿Son superiores las ciencias experimentales?

- No sé si superiores..... pero todo se puede comprobar... las otras ciencias están más en el aire.

- ¿Pueden cambiar los conocimientos científicos que han adquirido un carácter universal?

- Y sí... porque por ahí... hoy lo que les parece a todos que está bien... por ahí... más adelante... otro descubrimiento lo contradice.

- ¿Se aplica el método científico?

- Generalmente se hacen así... como trabaja el científico... aunque ideas previas siempre va a tener... al observar algo.

3) ALUMNO: EZEQUIEL SISTERNA, DE RAMOS MEJÍA

- ¿De qué escuela venís?

- De Santo Tomás de Aquino, orientación Contable y Legislación Impositiva. Física y Química no tuve nada. Matemática bien.

- ¿Hiciste algo en el CBC?

- Hice primero en Luján... Agronomía...dos meses. Después hice el UBA XXI.

- ¿Qué metodología científica usa Watson?

- A un científico le surge una pregunta... digamos... que pasaría a ser luego la hipótesis... se la formula bien... hasta tener una base... de lo que le parece y después sigue una serie de pasos para ver si es real o falsa. Hay distinta secuenciadistintos mecanismos.. "p" si entonces "q" u otros.

- ¿Hay creatividad en el científico...?

- En cómo formular la hipótesis...la vuelta que le das...

- ¿Pueden cambiar los conocimientos científicos que son universales?

- Si la idea se monopolizó tanto... cambiar... no, no creo...

- ¿La observación es objetiva?

- No, neutra no es... se basa en otras ideas y opiniones, es subjetiva.... en realidad...¿no?

- ¿El conocimiento científico es verdadero y definitivo?

- Verdadero sí... pero puede llegar a cambiar...más allá... con más tecnología.... Con una máquina en el futuro se puede llegar a ver partículas más chicas que el átomo.

- ¿Las ciencias experimentales son superiores?

- No conozco nada del lado humanístico, a mí me gustan las Ciencias Naturales y creo que son superiores.

4) ALUMNO; JUAN IGNACIO DE HAGEN, DE CHASCOMÚS

- ¿Qué orientación tuviste en el secundario?

- Tuve Bachillerato, orientación Biología, en el Salvador...en Buenos Aires. Ahí vimos Filosofía.... pensadores.....

- ¿Has leído algo de Filosofía de la ciencia?

- Y.....cursé en el CBC, Introducción al Pensamiento Científico...temas de Ciencia y Tecnología. Es medio filosófico...Se ve lo de lógica y pasos de la ciencia.

- ¿Te gustó?

- Sí, me gustó.

- ¿Te fue útil para esta encuesta?

- Sí, además vimos ciencia en el colegio... rama filosófica...viste... Popper, Kuhn, los hermanos... no me sale, hablan de todo esto... los hermanos no sé cuánto...

- Te hago una pregunta de la encuesta: ¿son superiores las ciencias experimentales? ¿Qué opinión tenés?

- No, no son superiores....Los procedimientos experimentales no las convierte en superiores a otras.

- ¿A las sociales...?

- Claro.... Ciencia estudia lo de un tema abarcado, ponele historia del hombre, historia... qué se yo, antropológica, puede ser, social, cívica, política. Ciencia es lo que tiene método de estudio, cumple con eso y tiene enfocado a lo que va a estudiar.

- ¿Hay hipótesis en Historia?

- No se presupone mucho... porque... pasado, ya pasó todo. Pero cada pensador tiene en cada fenómeno social una idea distinta.

- Del libro que leíste, ¿qué te llamó la atención?

- La parte de la mina... le robaron todos los estudios... por ser mujer.....y pasa.... El hurto de ideas.... por eso está el registro de derecho de autor.

- ¿Estás de acuerdo con esta frase?: La observación objetiva y sistemática de la realidad permite descubrir lo que en ella ocurre... así se construye el conocimiento.

- La observación.... y el estudio!!!... viéndola solamente no la podés conocer.

- ¿Y de esta otra...?: La observación del científico es neutra... no está contaminada por ideas previas.

- Bueno....cada pensador.....Por eso se armaron en la historia, distintas corrientes...Por eso hay distintas ideas en los científicos y pensadores.

- El ADN...¿está en la realidad o es un modelo?

- Es un modelo que puede cambiar... La tierra era redonda decía Colón. Antes era cuadrada hasta que cambió ahora la Tierra es redonda.

- ¿Es correcta la frase: "descubro lo que está ahí"?

- No, no descubro nada. O estuvo siempre, o yo con mis ideas presupongo que veo eso.

- ¿El átomo está ahí, en la realidad?

- Sí, está... el átomo está. La prueba es que está... En este mismo momento pueden estar armando otro modelo de átomo...

- ¿Cada vez me voy acercando más a la realidad?

- Depende... Supuestamente... en orden creciente, sí...la idea es cada vez más acertada. Muchas veces en vez de ir para adelante, va para atrás... Y ahí, decís, me voy acercando pero te estás alejando.. o sea ...y tenés que volver a la nueva idea... para arrancar de vuelta.

- ¿Qué metodología usa la ciencia?

- La ciencia tiene el método científico... observación..., creo... la hipótesis, experimento, refuto o la hago ley. Pero no siempre se siguen los mismos pasos.

- ¿La observación es imparcial?

- No, no...siempre es parcial.

- ¿Vos crees que sería importante una materia como Pensamiento Científico en la carrera de veterinario?

- Y sí... Pensamos también...

CAPITULO 7

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Entre los investigadores de problemas didácticos, un motivo de debate permanente, es el análisis de la contribución de la Historia de la Ciencia a la mejora de la imagen de ciencia que transmite la enseñanza.

Además, en los últimos años, esto ha coincidido con la aparición de líneas de investigación orientadas a descubrir de qué manera se podría superar la creciente disminución del interés de los alumnos por los estudios de las materias científicas como la química.

Sin duda, esta materia, considerada “difícil” se presenta en los planes de estudio de manera descontextualizada, generando así una imagen deformada de la ciencia.

Hemos visto que las características de esa visión clásica y poco actualizada de la ciencia, llega a los alumnos a través de la enseñanza habitual, y es una de las causas del desinterés de la mayoría de los alumnos por la química.

La inclusión de aspectos de historia de la ciencia mostrando la realidad de la metodología científica podría ser un catalizador eficaz para modificar la imagen de ciencia de los estudiantes.

Es posible utilizar aspectos concretos de la historia de las ciencias, para mostrar el proceso de creación y desarrollo de los principales conceptos, teorías y modelos, como fruto de un trabajo colectivo y de una construcción humana.

Esto sin duda mejorará la comprensión de los alumnos sobre la naturaleza del conocimiento científico y los complejos procesos a través de los cuales se construye y evoluciona la ciencia, y consecuentemente, los estudiantes estarán más motivados y se implicarán más activamente en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Química, y en general adoptarán una actitud más positiva hacia la ciencia y su papel, en el contexto de la cultura general de la humanidad.

De la observación de los resultados en las distintas dimensiones, surgen las siguientes conclusiones:

a) Encuesta (utilizada como pretest y postest)

1.- En la dimensión “Método Científico”, como ya se indicó en el capítulo anterior, hay variedad de respuestas en los diferentes ítems, y se observa una mejora en general en cuanto a las respuestas actualizadas (del 40 % se incrementa al 57,4 %).

Solo en un ítem, el 10 (“flexibilidad de la metodología científica...”), no mejora esta visión.

En el ítem 1, si bien mejora el rendimiento en un 22 %, es llamativo que en la encuesta final exista un 61 % de respuestas clásicas, indicando que el texto leído, no ha sido muy influyente en este aspecto. Muchos alumnos siguen pensando que “en una metodología científica siempre se siguen los mismos pasos, que conducen desde la observación imparcial de los hechos hasta la elaboración de teorías”.

Los ítems 17 y 18, mejoran en un 11 % y en un 22 % respectivamente. En el 17 (“El método científico es una secuencia de etapas mecánicas...”), se mantiene un porcentaje alto de respuestas clásicas (39 %), y en el 18 (“La invención y la creatividad no forman parte de la metodología científica”) sólo dos alumnos (11 %) no tienen una visión actualizada.

Por último, en el ítem 8 (“La ciencia se caracteriza por tener un método estable para estudiar los problemas”), el aumento en las respuestas actualizadas es muy significativo (39 %), indicando que el texto ha sido positivo para cambiar la concepción clásica, aunque nueve alumnos (50 %), no logran modificar esta imagen, ya sea porque se abstienen (tres alumnos) o bien siguen pensando que hay un método estable (seis estudiantes).

2.- La dimensión “Marco Teórico”, presenta ya en la encuesta inicial, un alto porcentaje de respuestas actualizadas (75 %) que aumenta levemente a 80,6 % en la encuesta final. Se observa que en dos ítems (12 y 15) se mantiene el mismo rendimiento (88 % y 77 % respectivamente).

Los ítems 5 y 13 (“superioridad de las ciencias experimentales” y “el conocimiento científico es verdadero y definitivo”) mejoran un 11 %, y el ítem 2, sólo un 6 %.

Llama la atención en esta dimensión, el bajo rendimiento en la encuesta final del ítem 5 (55 %), indicando esto que varios alumnos (un 17 %) sigue opinando que las ciencias experimentales son superiores, o bien que el texto los ha hecho dudar en esta cuestión, ya que las abstenciones se incrementaron en un 17 % (de dos a cinco estudiantes).

3.- La dimensión denominada “Objetividad”, presenta una mejora en los tres ítems utilizados, de un 36,7 % global a un 53,3 %. En la encuesta inicial no hay alumnos que tengan los tres ítems contestados de manera actualizada, mientras que en la encuesta final, hay cuatro estudiantes en esta categoría, lo que demuestra, que el texto leído ha influido positivamente en estos alumnos.

Si bien el rendimiento de respuestas actualizadas es superior en la encuesta final (una mejora del 17 % en promedio), siguen existiendo numerosas respuestas clásicas (un 30 % en promedio), y en el ítem 9 (La objetividad de los científicos y sus métodos permiten que la ciencia sea neutral) es elevado el número de abstenciones (33 %). Esto puede deberse a que no surgen del texto, indicios para que se formen opinión acerca de esta cuestión, y por consiguiente están indecisos en el juicio.

4.- En la dimensión “Idea de Progreso”, se observa una disminución de las respuestas actualizadas en los dos ítems utilizados (el 6: “Los conocimientos científicos que han adquirido un carácter universal, difícilmente cambien” y el 7: “El progreso de la ciencia es objetivo y válido...”). La reducción es de 17 % y 11 % respectivamente.

Se observa además que aumentan las abstenciones, por lo que, podemos afirmar también aquí, que el texto no ha tenido influencia positiva, quizás por la ausencia de elementos que le permitan al estudiante modificar su visión, que generalmente es muy clásica en esta cuestión.

En el ítem 7, sólo un 16 % responde de manera actualizada, en la encuesta final, confirmando que es muy generalizada en los ingresantes la opinión de que “el progreso de la ciencia es objetivo y válido porque existen criterios estables para evaluar sus conocimientos”.

5.- En la dimensión que se denomina “Observación”, se utilizaron dos ítems: el 11 (La observación objetiva y sistemática de la realidad permite descubrir lo que en ella ocurre, y así se construye el conocimiento) y el 16 (La observación del científico es “neutra”, no está contaminada por ideas previas). Ambos mejoran su rendimiento en la encuesta final: 10,5 % y 21 % respectivamente.

En la encuesta inicial no hay alumnos en la categoría Actualizada, y sí hay tres en la encuesta final, pero resulta muy llamativo que el 65 % de los estudiantes dan respuestas eclécticas, ya que están en desacuerdo con que la observación del científico es “neutra” (88 %), pero acuerdan en que la observación objetiva y sistemática de la realidad permite construir el conocimiento (72 %). Persiste la postura empirista ingenua (a través de la observación se descubre lo que ocurre en la realidad, pero aceptan la existencia de ideas previas que condicionan dicha observación).

En el ítem 11 (igual pasó en el ítem 7 de la dimensión anterior), sólo un 16 % responde de manera actualizada. La enorme cantidad de opiniones clásicas, induce a pensar que se mantiene la idea en los alumnos, de que se descubre con la observación algo que estaba oculto hasta ese momento. Posiblemente el texto autobiográfico de Watson en un lenguaje tan realista, podría ser el factor estabilizador de esta concepción clásica, ya que habla del ADN, como si estuviera escudriñando una molécula real y concreta.

6.- En la dimensión “Teoría”, de alguna manera se confirma lo dicho en el último párrafo, ya que el porcentaje de respuestas actualizadas disminuye (del 27 al 22 %), cuando se solicita opinión en el ítem

14, acerca de si las “teorías científicas representan de manera completa y verdadera los fenómenos reales que estudian”. Se reducen las respuestas clásicas, de once a ocho estudiantes (44 %), y aumentan las abstenciones de dos a seis (33,3 %). Como se observa, hay un elevado porcentaje (mayor al 70 %) que o bien están indecisos en el juicio (incremento que podría deberse a la lectura del texto, ya que tres alumnos “clásicos” pasan a “abstención”) o bien mantienen una visión clásica de la ciencia, considerando que la teoría representa de manera completa y verdadera el fenómeno real que estudia.

b) Entrevistas

Analizando las cuatro entrevistas realizadas, se observan opiniones muy dispares, y mientras que en algunas dimensiones, el texto parece haber influido, en otras, son muy fuertes las ideas previas de los alumnos, o bien el texto no brinda información para reflexionar en esas cuestiones.

1) En la primera entrevista, como aspecto positivo, es interesante destacar que el alumno haya manifestado:

a) “me di cuenta que la ciencia es humana... tiene errores.” Posiblemente, esta opinión, puede haber sido formada en este estudiante, al ver los cambios que se generaron en la metodología que utilizó Watson, como así también, al conocer las modificaciones que fue sufriendo el modelo de ADN, ya que el autor va explicando la construcción del mismo, y de esa manera cambia la visión de ciencia que generan los libros de textos donde solamente se presenta el último modelo obtenido como producto final de la investigación..

b) “de la nada no les pudo salir”. También en esta primera entrevista, el alumno considera que el investigador posee una teoría previa, a diferencia de la visión clásica de ciencia, empirista e inductiva, que considera que observando solamente se llega al conocimiento científico.

Ahora bien, en cuanto a la idea de progreso, el estudiante mantiene su concepción clásica de que “la forma no creo que cambie”, o bien “el conocimiento científico que ya es universal, no va a cambiar, puede profundizarse.”

2) En la segunda entrevista, vuelve a aparecer en algunos casos, una visión actualizada:

a) "ideas previas siempre va a tener, al observar algo", y agrega luego "por ahí, más adelante, otro descubrimiento contradice el conocimiento científico actual."

b) "me permitió ver cómo se hacía el método científico, las etapas..."

Mientras las primeras opiniones, pueden deberse a conceptos incorporados en la escuela media, la última, sin duda, es mérito del texto leído, como lo afirma la entrevistada.

3) En la tercera entrevista, hay opiniones contradictorias, ya que mientras en algunas preguntas, se muestra una imagen de ciencia actualizada, que considero que es consecuencia de la lectura del texto, como cuando se le pregunta qué metodología usa Watson:

a) "A un científico le surge una pregunta... digamos... que pasaría a ser luego la hipótesis... se la formula bien... hasta tener una base... de lo que le parece y después sigue una serie de pasos para ver si es real o falsa. Hay distinta secuenciadistintos mecanismos."

Pero, en otras respuestas, claramente el estudiante expresa sus ideas previas clásicas muy arraigadas, con una visión deformada de la ciencia:

"el conocimiento científico es verdadero sí, pero puede llegar a cambiar con más tecnología."

"el conocimiento científico..... cambiar, no no creo."

"No conozco nada del lado humanístico, a mí me gustan las Ciencias Naturales y creo que son superiores."

4) En la cuarta entrevista, se observa una visión bastante actualizada de ciencia, pero posiblemente se deba además, a que el alumno ha tenido una formación diferente al resto, tanto en su escuela secundaria, como también por haber hecho una materia del CBC de la UBA, Introducción al Pensamiento Científico. Sin embargo en algunos casos, hay algunas respuestas que muestran un eclecticismo.

Entre las respuestas muy interesantes - que muestran una influencia del texto para generar una imagen de ciencia más real y humana – dice el entrevistado, cuando se le pregunta acerca de qué parte del libro le llamó más la atención:

“La parte de la mina... le robaron todos los estudios... por ser mujer... y...si... pasa.....”

Luego agrega otros comentarios

“No, no se descubre nada. O estuvo siempre, o yo con mis ideas presupongo que veo eso.

”La ciencia tiene el método científico, pero no siempre se siguen los mismos pasos.”

“El ADN es un modelo que puede cambiar.”

“Las ciencias Experimentales no son superiores a otras... los procedimientos experimentales no las convierte en superiores.

Y finalmente, da una respuesta inquietante y categórica, ante la pregunta: “ - Vos crees que sería importante una materia como Pensamiento Científico en la carrera de veterinario?”

“Y sí... Pensamos también...”

Resumiendo las cuatro entrevistas, si bien se observa que en algunas dimensiones, la lectura del texto ha tenido incidencia positiva (resultados similares se obtienen con las encuestas), en otros aspectos de la imagen de ciencia, se mantienen las ideas previas del estudiante, que tiene una visión muy deformada de ciencia.

CAPITULO 8

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

El trabajo realizado permite concluir que el texto utilizado ha permitido mejorar, en la encuesta, el número promedio de respuestas actualizadas, que se incrementa de 8,77 a 10,44.

Las dimensiones que más han mejorado, son las que se refieren a la metodología científica (dimensiones 1, 3 y 5), donde los ítems se relacionan con el “Método Científico”, con la “Objetividad” del científico, y con la “Observación”. Esto se explica porque el texto utilizado, es un relato autobiográfico de James Watson, donde describe los detalles de su investigación.

Otras dimensiones más abstractas para el alumno, como el “Marco Teórico”, “Idea de Progreso”, y “Teoría”, apenas mejoran en la cantidad de respuestas actualizadas – como en la primera dimensión - o disminuyen como en las otras dos.

Esto podría deberse a que no surgen del texto, indicios para que se formen opinión acerca de estas cuestiones, y por consiguiente están indecisos en el juicio, o bien no hay elementos que le posibiliten al estudiante modificar su visión, que generalmente es muy clásica en esas dimensiones.

Sin duda, la concepción epistemológica que presentan los alumnos ingresantes a la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, está marcada por un empirismo y realismo ingenuo, y poseen una imagen deformada de la ciencia caracterizada, sobretodo, por un inductivismo muy fuerte, y muy difícil de modificar.

A estas mismas conclusiones, se llega en un artículo (Anexo 5) denominado “Las concepciones de ciencia de docentes de EGB: un diagnóstico” (Scandrolí, N. y Rocha, Adriana, 2000) . En este caso, la muestra es un grupo de maestras, y si bien hay algunas diferencias, debido a su formación pedagógica, se observan categorías eclécticas semejantes en todas las dimensiones y la persistencia de una *visión*

positivista (empiroinductivista) de la ciencia, aunque aparecen también, otros puntos de vista sobre la naturaleza de la ciencia, que podrían considerarse más evolucionados, más contextualizados.

Evidentemente, el análisis del texto elegido para esta Tesis, si bien ha mejorado algunas dimensiones – y esto se observa tanto en las encuestas como en las entrevistas – claramente no es suficiente, y deberá complementarse con más información y otras actividades, tendientes a generar una visión actualizada de ciencia, en todos sus aspectos.

Para lograr esto, se deberán elegir y utilizar varios textos históricos más, que permitan ir logrando los cambios conceptuales esperados.

Perspectivas

Las conclusiones a las que se arriba en esta Tesis abren nuevas perspectivas para tratar de profundizar el papel que juega la Historia de la Ciencia. Algunas podrían ser:

1) Extender este tipo de investigación a otros niveles educativos y considerar esta temática para repetirla al final del nivel universitario, para analizar la imagen de ciencia de los egresados de la carrera de Medicina Veterinaria.

2) Utilizar otros textos con orientación histórica, para analizar cómo influyen en las diversas dimensiones de análisis.

3) Diseñar, aplicar y evaluar propuestas de cursos de actualización sobre Historia de las Ciencias y su utilización didáctica para el profesorado en actividad.

4) Proponer la inclusión de un curso de Historia de las Ciencias (y obviamente, en conjunto con Epistemología) en los programas de formación inicial de los Profesorados en Ciencias. Este último aspecto, fue enunciado como sugerencia en los núcleos trabajados durante el año 2004, en el Seminario denominado: “Situación y perspectivas en la enseñanza de la Química”, coordinado por la Dra. Lydia

Galagovsky, y que fuera organizado por la Dirección de Educación Superior de la Dirección General de Escuelas y Cultura de la Provincia de Buenos Aires.

5) Diseñar, aplicar y evaluar nuevos materiales didácticos que incorporen otras actividades posibles, con una perspectiva histórica, con el objetivo de recuperar el interés de los estudiantes por las ciencias y mostrar una imagen de ciencia más humanizada.

6) Diseñar propuestas de trabajo interdisciplinario, entre las ciencias “duras” y las áreas de Ciencias Sociales y de Filosofía que enriquezcan la contextualización y generen alternativas didácticas, a fin de superar las barreras artificiales entre las asignaturas.

7) Propiciar en mi Facultad, la inclusión en la carrera de Medicina Veterinaria, de un curso de Historia y Filosofía de la Ciencia, para que los alumnos adquieran una concepción epistemológica adecuada.

8) Teniendo en cuenta lo que comenta Boido (1990) en su prólogo del libro Galileo: *“En la Argentina, la historia de la ciencia, es una actividad de minorías, y sus cultores trabajan, por carencia de incentivos y de recursos, en ámbitos reducidos y generalmente incomunicados”*, considero que sería beneficioso, crear un foro de discusión (a través de Internet), sobre esta temática, para nuclear a los interesados (tratando de contagiar más docentes) e intercambiar ideas, inquietudes, problemáticas y posibles soluciones, acerca de la utilización de la Historia de la Ciencia para lograr el mejoramiento y renovación de la Enseñanza de las Ciencias.

CAPITULO 9
BIBLIOGRAFÍA

ALDABE, S. y OTROS. (1999). La química a lo largo de la historia. *Química I: Fundamentos*. Editorial Colihue. pp. 447-476.

AMBROSINI, C. y BELLOCCHIO, M. (1995). Caracteres sobresalientes de la concepción clásica de ciencia y de la concepción contemporánea. *Elementos de Epistemología*. Ciclo Básico Común. UBA. Ed. CCC (Centro de Copiado La Copia SRL) pp. 54-56.

ARRIASSECQ, I. y DIBAR URE, M. C. (1998). Un estudio cualitativo de la visión de ciencia en maestros, profesores e investigadores en Física: Resultados preliminares. *Revista del SIEF. 4to. Simposio de Investigadores en Educación en Física*. pp. 25-38.

AZCONA, R. y FURIÓ, C. (1993). Contribución de la Historia y Filosofía de la Ciencia a la comprensión de los conceptos de cantidad de sustancia y mol. *Enseñanza de las Ciencias*, N° Extra, V Congreso, pp. 209.

BACHELARD, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. París: Vrin. (Traducción al castellano La formación del espíritu científico. 1972. México: Siglo XXI).

BENSAUDE-VINCENT, B. y STENGERS, I. (1997). *Historia de la Química*. Ed. Addison Wesley Iberoamericana. pp. 68-79.

BERDUQUE, J. y OTROS. (1997). Las ciencias de la naturaleza a través de su propia historia. *Enseñanza de las Ciencias*, N° Extra, V Congreso, pp. 237-239.

BOIDO, G. y OTROS (1988). *Pensamiento Científico*. Prociencia. Conicet. Buenos Aires.

BOIDO, GUILLERMO. (1989). Lavoisier: La madurez de la Química. *Revista Ciencia Hoy*.

BOIDO, GUILLERMO (1996). *Noticias del planeta Tierra: Galileo Galilei y la revolución científica*. Buenos Aires, AZ Editora.

BRICEÑO, F. (1999). La historia de la ciencia como referente en la investigación y didáctica de los contenidos científicos. *Actas II congreso Regional de Educadores en la Química*. Vaquerías. Córdoba.

BROTONS, E. (1980). *Actas del Simposio: "La Historia de las Ciencias y la Enseñanza"*. Valencia, ICE Universidad de Valencia.

BRUSH, S.G. (1974) ¿Should the history of science be rated X? *Science*, 183, pp. 1164-1172.

BRUSH, S. (1989). History of Science and Science Education. *Teaching the History of Science*. pp.60-71.

BUNGE, M. (1978). *La ciencia: su método y su filosofía*. Editorial Siglo Veinte.

CAAMAÑO, AURELI (1996). La comprensión de la naturaleza de la ciencia. Un objetivo de la enseñanza de las ciencias en ESO. *Revista Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Nº 8: Naturaleza e Historia de la Ciencia*. pp. 43-51. Ed. GRAO. Barcelona.

CAMPANARIO, J. M. (1999a). La ciencia que no enseñamos. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), pp. 397-410.

CAMPANARIO, J.M.; MOYA, A. (1999b) ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 179-192.

CAMPANARIO, J.M. y OTERO, J.C. (2000) Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (1), 155-169.

CAMPANARIO, J. M. (2002) *La Enseñanza de las Ciencias en Preguntas y Respuestas*. <http://www2.uah.es/jmc/webens/portada.html>.

CAMPANARIO, J. M. (2004). Algunas posibilidades del artículo de investigación como recurso didáctico orientado a cuestionar ideas inadecuadas sobre la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*. 22 (3), pp. 365-378.

CARRASCOSA J., y OTROS. (1993). Análisis de algunas visiones deformadas sobre la naturaleza de la ciencia y las características del trabajo científico. *Enseñanza de las Ciencias*, N° Extra, IV Congreso, pp. 43-46.

CATALÁN FERNÁNDEZ, A. (1986). Contra el mito de la neutralidad de la Ciencia: El papel de la Historia. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2), pp. 163-166.

COLOMBO DE CUDMANI, L. (1997). Ideas epistemológicas de Laudan y su posible influencia en la Enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), pp. 327-331.

COLOMBO DE CUDMANI L. y SALINAS DE SANDOVAL, J. (2004). ¿Es importante la Epistemología de las Ciencias en la formación de investigadores y de profesores en Física? *Enseñanza de las Ciencias*. 22 (3), pp. 455-462.

CHALMERS, A. F. (1992). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI.

CHALMERS, A. F. (1992). *La ciencia y cómo se elabora*. Madrid: Siglo XXI.

DE ASUA, Miguel (1997). Los trabajos de Clío. La Historia y la Filosofía de la Ciencia aplicadas a la Enseñanza de las Ciencias. *Educación. en Ciencias*. Revista de la Universidad Nacional de General San Martín. Vol. 1, N° 1.

DUSCHL, R.A. (1985). Science Education and Philosophy of Science: Twenty-five years of mutually exclusive development. *Ciencia de la escuela y matemáticas*, 85, pp. 541-555.

DUSCHL R. (1997) *Renovar la Enseñanza de las Ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Editorial Narcea: Madrid.

FERNÁNDEZ, I. y OTROS (2004). La superación de las visiones deformadas de la ciencia y la tecnología: un requisito esencial para la renovación de la educación científica. *Didáctica de las ciencias: Nuevas perspectivas*. Editorial Pueblo y Educación: La Habana. Cuba. pp. 444-466.

FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, Manuel (2000). Fundamentos históricos. En Perales Palacios, F. J. y Cañal de León, P. *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. pp. 65-83. Alcoy: Editorial Marfil.

FERREIRA, C. (1989). Primeros pasos en Química: Una entrevista con Lavoisier. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), pp. 77-83.

FLICHMAN, E. y PACIFICO, A. (1995). *Pensamiento Científico. La polémica epistemológica actual*. Prociencia. Conicet. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires.

FOUREZ, GERARD. (1997). *Saber sobre nuestros saberes*. Ed. Colihue.

FOUREZ, GERARD. (1998). *Alfabetización científica y tecnológica*. Ed. Colihue.

GAGLIARDI, R. y GIORDAN, A. (1986). La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza". *Enseñanza de las Ciencias*. 4 (3) pp. 253-258.

GAGLIARDI, R. (1988). Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 6 (3) pp. 291-296.

GALACHE LOPEZ, A. y OTROS. (1991). Origen Histórico del término ion. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), pp.187-192.

GALLEGOS, JOSÉ. (1996). Reflexiones sobre la ciencia y la epistemología científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), pp. 321-326.

GARRITZ, ANDONI. (1997). ¿Qué validez tiene la ciencia?. *Revista Educación Química*, UNAM. México. 8 (2), pp. 66-68.

GIERE, RONALD N. (1988). *Explaining Science. A cognitive approach*. The University of Chicago Press: Chicago. (Traducción al castellano: La explicación de la ciencia. Un acercamiento cognoscitivo. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.)

GIERE, R. N. (2000a). Didáctica de la ciencia basada en el agente. Roles para la filosofía de la ciencia y las ciencias cognitivas. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra. pp. 5-7.

GIERE, R. N. (2000b). Del realismo constructivo al realismo perspectivo. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra. pp. 9-13.

GIERE, R. N. (2000c). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra. pp. 63-70.

GILBERT, J. K. ET AL (2002) The history of chemistry: Potential and actual contributions to Chemical Education. *Chemical Education: Towards Research -Based Practic*. Kluwer Academic Publishers. pp. 29-46.

GIL PEREZ, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1), pp. 26-33.

GIL PÉREZ, D. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas *Enseñanza de las Ciencias*. 4 (2), pp. 111-121.

GIL PEREZ, D. y OTROS. (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), pp. 503-512.

GIL PEREZ, D. y OTROS (2002). Defending Constructivism in Science Education. *Science & Education*, 11, pp. 557-571.

HODSON, D. (1988). *Filosofía de la Ciencia y Educación Científica*. Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias. Diada Editoras. Sevilla.

HOLTON, G. y ROLLER, D. (1963). *Fundamentos de la Física Moderna*. Barcelona: Reverté.

IGLESIAS, I. (1999). La historia de las ciencias y la tecnología como orientación fundamental para la enseñanza y la investigación en enseñanza de las ciencias. *Actas del VII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*. Pontevedra.

IZQUIERDO, MERCÉ. (1988). La contribución de la teoría del flogisto a la estructuración actual de la ciencia: implicaciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), pp. 67-74.

IZQUIERDO, MERCÉ. (1996). Relación entre la Historia y la Filosofía de la Ciencia y la Enseñanza de la Ciencia. *Revista Alambique N° 8: Naturaleza e Historia de la Ciencia*. pp.7-21. Ed. GRAO. Barcelona.

IZQUIERDO, MERCÉ y OTROS. (1999). Caracterización y Fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra. pp. 79-91.

IZQUIERDO, MERCÉ (2000). Fundamentos epistemológicos. En Perales Palacios, F. J. y Cañal de León, P. *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. pp. 35-64. Alcoy: Editorial Marfil.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (1996). La variabilidad en la descendencia: comparación de teorías explicativas. *Revista Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales. N° 8: Naturaleza e Historia de la Ciencia*. pp.33-41. Ed. GRAO. Barcelona.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (1997). Hipótesis, citas y resultados: reflexiones sobre la comunicación científica en Didáctica de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (1), pp.11-19.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2); pp. 203-216.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. y SANMARTI, NEUS (1997). ¿Qué ciencia enseñar?: Objetivos y contenidos en la educación secundaria. *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. L. del Carmen. ICE. Ed. Horsori. Barcelona.