

LA TEORÍA Y LOS PROCEDIMIENTOS DE SU CONSTRUCCIÓN. UNA EXPERIENCIA EN FÍSICA E HISTORIA

Sonia B. Concari, Teresa Suarez, Roberto L. Pozzo y Ricardo A. Carreri
Universidad Nacional del Litoral (Argentina)

M^a Carmen Castells
Universidad Nacional de Entre Ríos (Argentina)

LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

La necesidad de enseñar el conocimiento científico y sus procesos de construcción, reclama explicitar qué dimensión se otorga al concepto *ciencia*. En primer lugar, la ciencia es una de las formas del saber humano que tiene características específicas de elaboración, validación y comunicación que la distinguen de otras.

Por ser producto de la actividad humana, el conocimiento científico es social e histórico y está sujeto a permanentes transformaciones. Aceptar este carácter de la ciencia, lleva a concebir que las teorías se construyen para conocer e intervenir en el mundo. Ellas se elaboran para explicar o comprender aspectos de la naturaleza y de la sociedad a partir de preguntas y problemas¹.

Las formulaciones que surgen de cada teoría sólo pueden entenderse en la propia trama de significados de la teoría. Las teorías científicas edificadas en torno a problemas, situados en un tiempo y espacio social determinados, plantean hipótesis, modos y caminos de acción, conceptos y principios ordenadores que son aplicables sólo con relación al contexto de análisis y a la situación estudiada.

Expresiones tales como: "...los hechos no hablan por sí solos..."², "...el punto de vista crea el objeto..."³ o "...Los hechos no son comprensibles para nosotros, ni podemos hablar de ellos, independientes de nuestras teorías"⁴, ejemplifican esta perspectiva del conocimiento científico. Esto explica la pluralidad de paradigmas, de objetos teóricos que se construyen a partir de ellos, y de los problemas y métodos que se elaboran.

Sin embargo, en la enseñanza es frecuente observar el divorcio entre la teoría, que se concibe como el saber acumulado de la ciencia, y los procedimientos de su construcción. En la universidad, la construcción de conocimiento científico queda relegada a los tramos finales de las carreras o se hace en el postgrado, con el formato de Seminarios, Trabajo o Proyecto Final.

En un intento por dar respuesta a esta problemática se propone la *investigación* como una estrategia de enseñanza, materializada a través de las experiencias que aquí se presentan, reconociendo la importancia de:

- Enunciar el contexto de producción científica.
- Deconstruir la lógica de justificación del conocimiento científico que da significado tanto a los conceptos como a los métodos.
- Operar con dicha lógica, en situaciones de construcción de conocimiento.

- Las "cuasi-teorías" que los sujetos construyen a partir de sus experiencias cotidianas, como punto de partida en la enseñanza de las ciencias.

La propuesta consistió en acercar el modo como se construye el conocimiento científico, a estudiantes del ciclo básico en asignaturas y carreras muy disímiles.

Se muestra en este trabajo la planificación y puesta en práctica de estrategias de enseñanza que involucran la actividad investigativa, integradas al cursado regular de Física II (asignatura cuatrimestral del segundo año de las carreras Ingeniería Química y Licenciatura en Química) e Historia Argentina I (materia anual del tercer año de las carreras Profesorado y Licenciatura en Historia), promoviendo la integración horizontal y vertical de contenidos y métodos.

EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EN LAS CARRERAS DE GRADO DE LA UNIVERSIDAD

Coherentemente con los planteos de Ausubel y otros⁵ y de Novak y Gowin⁶, en las asignaturas Física e Historia, los alumnos hacen uso de conceptos y mecanismos cotidianos. Desde un modelo constructivista del aprendizaje, y teniendo en cuenta que las preconcepciones lo condicionan fuertemente⁷⁻¹¹, la enseñanza formal debe promover la integración idea previa-experiencia nueva^{5,12}.

Los conceptos que los alumnos emplean con una significación distinta de la aceptada científicamente son particulares y propios de cada disciplina.

En lo que respecta a Física, en gran medida estos conceptos están identificados^{7,10} y pueden mencionarse los asociados a fuerza y movimiento, conceptos que representan magnitudes intensivas a las que se le asignan el significado y el carácter extensivo de otras, tales como: momentum por fuerza, calor por temperatura, y conceptualizaciones erróneas sobre relaciones entre conceptos, como corriente eléctrica y diferencia de potencial.

En Historia, pueden reconocerse conceptos que tienen que ver con relaciones de dominación que suelen usarse y generalizarse a diferentes circunstancias históricas, tales como: imperio, colonia, adoctrinamiento, esclavitud; aplicación de ideas de movimiento social: progreso, retroceso, estancamiento, crisis; caracterizaciones políticas de Estado, que inciden en una particular interpretación de la realidad. Algunos conceptos comunes usados en Historia ya ocupan un lugar en el pensamiento adolescente y se ponen de manifiesto en el aula universitaria¹³.

Mientras que los conceptos son diferentes en cada disciplina, los mecanismos y actitudes presentes en el modo de pensamiento cotidiano obstaculizan tanto el aprendizaje de Física como de Historia. Identificamos principalmente:

- El pensamiento causal simplista o lineal.
- La valoración de una conclusión apriorística como absoluta y universal.
- La resolución de problemas vista como la aplicación de fórmulas *ad hoc*.
- La tendencia a aplicar modelos con escasa profundización y discusión.
- La atribución de verdad indiscutible al texto, y a las manifestaciones del docente.
- El no reconocimiento de la naturaleza compleja de los problemas reales.
- La concepción de la disciplina como un cuerpo de conocimientos acabado: sólo importa el producto, se ignora el proceso de construcción del mismo.
- Confusión entre los planos del lenguaje cotidiano y el lenguaje disciplinar, dificultando la comunicación de ideas, relaciones, etc.

Así por ejemplo en Física, el pensamiento causal es empleado por los alumnos de un modo lineal al hacer inferencias confundiendo causalidad con legalidad.¹⁴⁻¹⁶ Asimismo se da escasa reflexión sobre la multidisciplinariedad de la naturaleza de los problemas reales¹⁷. El reclamo, por parte de los alumnos de “problemas tipo”, y la asunción de que un buen manejo de “listas de fórmulas” es *la receta* para resolver problemas, son indicativos de una idea simplista acerca del modelado de la realidad.

La acriticidad se manifiesta en la absolutización de la exactitud de los resultados numéricos obtenidos por cálculo, sin tener en cuenta los límites de validez de los modelos físicos utilizados. Esto tiene su paralelismo en la aceptación sin discusión de las afirmaciones del libro o del docente por el simple criterio de autoridad. Se reconoce la dificultad en comprender los alcances de la disciplina, su propia lógica y estructura. Además cuando los alumnos presentan dificultades para comunicar ideas y relaciones, tanto oralmente como por escrito, muestran insuficiente dominio del lenguaje común, y más aún del lenguaje específico, formal, de la disciplina¹⁸.

En Historia se atribuye un fenómeno a una causa: "el comercio de América colonial con España (efecto) surgió de la regulación por el monopolio comercial (causa)"; se adoptan verdades universales como "la aculturación se produjo por la confrontación europeo-indígena", sin cuestionar los universos existentes en la categoría "europeo" e "indígena", y sus conflictos intrínsecos; se aplican modelos como: "los encomenderos se comportaron como señores feudales", donde se presupone un perfil de señor feudal que se traslada automáticamente y sin consideraciones temporales. Los materiales de estudio son expuestos por los alumnos en forma de resumen al que adhieren acríticamente, sin identificar a su verdadero autor: el historiador. La redacción del texto escrito no da cuenta de autoría, incluyéndose, a veces, explicaciones incompatibles, inadvertidas por el alumno.

LA INVESTIGACIÓN DISCIPLINAR EN LA PROPUESTA ACADÉMICA DE HISTORIA ARGENTINA I Y FÍSICA II

La propuesta comprende tres aspectos: la estrategia de enseñanza propiamente dicha, su integración en la planificación de cada asignatura, y la construcción de instrumentos, la aplicación de los mismos y su evaluación. Se presentan seguidamente las modalidades que adoptó la propuesta en cada asignatura.

En Historia Argentina I

La propuesta en Historia Argentina I consiste en la utilización de un proceso de acercamiento a la investigación que permita, con la incorporación paulatina de instrumentos y prácticas, la familiarización en las tareas propias de la investigación histórica. Este acercamiento se hace a través de una estrategia denominada *deconstrucción*, que reside en analizar los nuevos contenidos identificando en ellos las teorías, conceptos, variables y fuentes utilizadas por el historiador. *El concepto deconstrucción denomina a la inversión del camino transitado por el historiador: desde el producto, se observa el proceso*. Los pasos seguidos pueden sintetizarse en:

- Observar desde qué espacios de vacancias el historiador construye su trabajo.
- Describir el objeto y determinar cuáles son los actores sociales.
- Mirar todas las aristas posibles de incidencia en el objeto de estudio seleccionado.
- Diferenciar los elementos de realidad, de la construcción historiográfica propiamente dicha, y atender tanto al sustento documental como a los elementos discursivos usados por el historiador.
- Abordar la lectura con una actitud crítica objetiva independiente, dando sentido a la posición del autor, las preocupaciones orientadoras de su trabajo; detectar la escuela, corriente o línea de su producción.
- Ver si los conceptos se corresponden con la contemporaneidad y el espacio que estudia.

- Detectar si hay fundamentos ideológicos en la narrativa.
- Señalar criterios de temporalización y de localización espacial que el autor utiliza.

La propuesta parte de las operaciones que los alumnos realizan desde la estructura conceptual que poseen.

La retención, olvido, confusión o asimilación de nuevos conocimientos tienen que ver con el tipo de recepción o resistencia que ofrezcan las estructuras conceptuales existentes, de modo que no pueden quedar excluidas en la planificación de la asignatura. Se plantea como supuesto que la deconstrucción favorece la organización y jerarquización de ese bagaje, en tanto explica la relación entre la selección y enfoques del historiador con los conceptos producidos. En consecuencia, para la implementación se requiere una exploración de esa red conceptual previa y la adopción de decisiones respecto a la planificación anual: organización temática, bibliográfica y diseño de actividades acordes a la lógica disciplinar de la Historia.

La organización temática de Historia Argentina I contempla criterios de periodización braudelianaⁱ, de regionalización y de contextualización del espacio rioplatense en el espacio internacional. Se tratan las culturas amerindias, la ruptura colonial, y el proceso de transición a la organización constitucional. Se dispone de bibliografía actualizada y de lectura documental, para trabajar con diferentes modelos de construcción del conocimiento, aunque muchos de ellos estén aún en estado de debate académico.

La elaboración de instrumentos de apreciación de aprendizajes y de eficacia de las estrategias se hizo conforme al desarrollo de los temas, excepto los "pre-tests" destinados a conocer las redes conceptuales previas de los alumnos. Los instrumentos incluyeron ejercicios orales, de texto escrito, visuales, individuales, y grupales.

La deconstrucción del trabajo historiográfico mediante la identificación de los documentos, los recursos metodológicos y las operaciones realizadas por cada historiador, se reiteró sistemáticamente en cada clase.

Esta estrategia fue desarrollada durante dos años consecutivos. Al concluirse el tratamiento de la Unidad I, se realizó un trabajo práctico destinado a verificar los resultados del proceso de aprendizaje. En él, se detectaron las incorporaciones de conocimiento nuevo y las modificaciones en los mecanismos de procesar el conocimiento. Las deficiencias observadas fueron indicadas individual y grupalmente, solicitándose la reelaboración del trabajo.

El desarrollo de la Unidad II mostró que la experiencia de la primera unidad había abierto un camino importante. Al concluirse la misma, cada alumno debió elaborar una explicación escrita sobre la temática Monopolio Comercial Español (aplicado al Río de la Plata), que tuviera carácter crítico, diferenciando la opinión personal de la de los autores de la bibliografía indicada, y que evidenciara vinculaciones con los trabajos previos cuando correspondiera. En tal explicitación, se consideró el tratamiento temporal y espacial, y la diversidad de interpretaciones historiográficas.

La evaluación observó elementos de análisis teórico metodológicos y de formalización escrita. Entre los primeros se incluyen aportes de conocimiento previo: el reconocimiento de la fase metalista dentro de mercantilismo -como contexto en que se inscribió la extracción de metales preciosos-; la diferenciación entre las explicaciones de Beato y Moutokíasⁱⁱ ligadas al momento de producción

ⁱ Se refiere a la consideración de acontecimientos, ciclos y larga duración.

ⁱⁱ Beato, G., "La época colonial entre los años 1600 y 1750" en *Historia Argentina. De la Conquista a la Independencia*. Colección dirigida por T. Halperín Donghi, Bs. As., Paidós, 1987, 2da. reimpresión (Los 7 volúmenes de esta colección

historiográfica observando la periodicidad que utilizan ambos autores, la diferenciación entre los objetivos de la corona de España y las circunstancias locales que los alteran, así como la deconstrucción de los materiales bibliográficos y la reestructuración en torno al tema pedido.

En esta etapa avanzada del desarrollo del curso, se pidió a los alumnos rehacer parcialmente los trabajos cuando:

- Había reduccionismos, por ejemplo si utilizaron un concepto de monopolio como único e indiferenciado.
- Aplicaron automáticamente un modelo, por ejemplo si caracterizaron la crisis en la colonia con las características de la crisis europea.
- Persistía la explicación de la historiografía tradicional cuando mostraban la "autonomía jesuítica" sin observar su funcionamiento integrado a los objetivos coloniales.
- Daban una explicación sin notas de pie de página ni referencia de autores (como si se tratase de una producción estrictamente personal).
- Daban una explicación sesgada por falta de lectura, sin contrahipótesis.
- No guardaban las normas, por ejemplo si citaban las referencias bibliográficas como si hubieran sido leídas en forma directa.
- No empleaban la variedad de "tiempos" necesarios, por ejemplo si ignoraran las circunstancias internacionales cambiantes.
- No aplicaban la guía de la consigna.

Las monografías reflejaron la metodología de trabajo implementada. Se hizo un tratamiento que excedió lo puntual para insertarlo en el tiempo largo, en lo que respecta a las relaciones socioeconómicas previas a la revolución en el Río de la Plata y a la socialización de los caudillos en las mismas. La diferenciación de los espacios regionales y de los ámbitos rural y urbano estuvo presente, y las primeras dos décadas posrevolucionarias fueron tratadas en su diversidad. Desde el punto de vista de los marcos teóricos y conceptuales de la historiografía de caudillos, se pusieron en cuestión: la utilización de un modelo caudillar, las intenciones supraprovinciales-nacionales de algunos caudillos, la relación caudillo-familia, la relación jefe-tropa, la dicotomía poder personal-poder institucional, y la periodización de la temporalidad pre y posrevolucionaria.

En la comparación de interpretaciones historiográficas se tuvo en cuenta el momento histórico en que se formuló dicha interpretación, la posibilidad de que una carga afectiva incidiera en una formulación sesgada, que la memoria social haya tenido o tenga impacto en la producción de teoría. Las relaciones sociales entre propietarios y subordinados, con sus implicancias laborales, coercitivas, paternalistas, acompañaron de forma más o menos explícita la explicación. Finalmente, el surgimiento del Estado, sus recursos, su capacidad para representar a la sociedad, y para controlar diversos sectores, fue utilizado en la explicación del marco de actuación de los caudillos.

Respecto de los materiales, la búsqueda de documentación se hizo en forma autónoma, así como la selección de textos pertinentes.

Los principales problemas observados (supuestamente trasladados de conocimientos externos a la cátedra) fue la presencia de conceptualizaciones estructuradas por parte de los alumnos sobre la militarización de las tropas caudillares, juicios sobre la significación federal-unitaria, y ciertas valoraciones ideológicas sobre los caudillos. En el plano de lo formal, costó bastante prescindir de citas textuales -presentadas en exceso- y derivarlas a un Apéndice.

se editaron por primera vez en los 70's). Moutokias, Z., "Burocracia, contrabando y autotransformación de las élites: Bs. As. en el S. XVII". *Anuario IEHS*, 1988.

En Física II

Colocar al estudiante de Física frente a una situación problemática a partir de la cual él deba formular un problema y resolverlo, es la estrategia seleccionada para cubrir algunos aspectos ausentes en la enseñanza tradicional en Física.

Si bien puede pensarse que la Física es -como la Historia-, pluriparadigmática, no se la presenta generalmente de este modo al estudiante. Habitualmente los conocimientos no son objeto de discusión; a lo sumo son un problema de comprensión. Asimismo, el modo como estos conocimientos se elaboran no siempre es explicitado: se lo hace anecdóticamente, o bien, sólo se enuncian los procedimientos. Aún los trabajos prácticos de laboratorio pueden contribuir a proporcionar una imagen desvirtuada de la actividad científica¹⁴.

El saber construido, resultado de la investigación científica, responde a un interrogante hecho sobre un fenómeno u objeto investigado, es decir, a un *problema* formulado con relación a ese objeto. Cuando el razonamiento, en cualquiera de sus formasⁱⁱⁱ, es usado para tratar un problema, se genera un modelo idealizado del objeto o proceso real y la solución de este modelo no es en sí, la solución del problema concreto, de modo que su exactitud y utilidad como solución del mismo debe ser juzgada críticamente. Este proceso de resolución es complejo, no es único y por ende, no es fácil. Shön¹⁷ habla de un arte de definición del problema, de un arte de su puesta en práctica y de un arte de la improvisación.

En este marco se considera como hipótesis que la investigación desarrollada por el estudiante favorece la integración de contenido y método, a la vez que promueve el desarrollo de habilidades y procesos propios de la práctica profesional y de capacidades y aptitudes tales como la autoconfianza, la responsabilidad, el respeto por las ideas del otro, la cooperación y la tolerancia. Los principios en los que se funda la propuesta en Física son:

- El estudiante universitario es responsable de su aprendizaje.
- El aprendizaje debe ser relevante²¹ y activo.
- Las actividades de aprendizaje deben integrar contenido y procesos.
- Las actividades deben ser motivadoras del aprendizaje²².

La actividad investigativa es empleada como medio de enfrentar al alumno a los procesos de construcción del conocimiento propios de las ciencias fácticas, a través del recurso didáctico que denominamos *Trabajo de Investigación (TI)*, consistente en la resolución de un problema, concebido éste como un objetivo a la vez que un obstáculo²³. Los alumnos son expuestos, sin indicaciones precisas ni lecciones previas sobre los procesos de la investigación científica, a vivenciar el método científico. Teniendo en cuenta la diversidad de intereses y aptitudes personales, se ofrece la posibilidad de elegir el trabajo sobre temas diversos y con características diferentes. Se propone como un verdadero trabajo de investigación en el cual se deben seguir todos los pasos pertinentes, desde el planteamiento del problema hasta su solución o de posibles caminos para resolverlo, con el análisis de sus dificultades y posibilidades de éxito.

ⁱⁱⁱ El razonamiento más típicamente usado en la resolución de problemas es el deductivo, que permite la aplicación de leyes generales a casos específicos, si se reconoce que el caso específico cumple con las condiciones de aplicación de dichas leyes. Por otro lado, el pensamiento inductivo, que involucra la observación de casos específicos y la generalización posterior de estas observaciones es también empleado para resolver situaciones semejantes a otras ya resueltas con anterioridad. No obstante, se puede producir conocimiento procediendo "*contrainductivamente*"¹⁹. Por último, un tercer tipo de razonamiento, el causal, puede ser usado en el proceso de resolución de problemas, para formular hipótesis haciendo uso de analogías.

Según la clasificación “abierto-cerrado” para los problemas, el TI puede considerarse como un problema abierto. En la categorización hecha por Watts²⁴ de problema dado (*given*), problema de objetivo (*goal*), o problema propio (*own*), puede identificarse al TI como “problema de objetivo”, en el sentido que el alumno tiene libertad para elegir y proponer estrategias o caminos respecto a un problema propuesto por el docente, o en otros casos como “problema propio” puesto que son los mismos estudiantes quienes lo formulan.

Las etapas que el alumno debe desarrollar, recorriendo un camino de construcción de conocimiento que le permita resolver el problema, pueden describirse -no necesariamente en el orden expuesto- como sigue :

- Definición del problema. El tema propuesto por el equipo docente se presenta como una situación problemática a través de un enunciado temático abierto. Se convierte efectivamente en un problema a ser resuelto, cuando se formulan preguntas concretas al objeto de estudio^{iv}.
- Búsqueda de información. Para formular interrogantes, deben obtener información y poseer conocimientos sobre el tema. Paralelamente a la búsqueda de información y al análisis de la misma, se van reformulando interrogantes y a su vez, requiriendo nuevos conocimientos.
- Formulación de hipótesis y definición, selección y control de variables. La formulación de hipótesis conduce al recorte del objeto bajo estudio y también determina las variables que son relevantes. Las hipótesis de base así como las aproximaciones teóricas definen el marco conceptual que hace abordable el problema. El control de variables a su vez, facilita el análisis y la contrastación de las hipótesis.
- Diseño de las estrategias de resolución. Incluye la consideración de alternativas y criterios para la selección de estrategias, así como la toma de decisiones sobre procedimientos, técnicas e instrumentos a utilizar, la planificación de las tareas y la organización del grupo de trabajo.
- Ejecución del plan de trabajo elaborado. Apela a la realización de las mediciones necesarias y el tratamiento de los datos obtenidos, su organización y sistematización en tablas, gráficos y esquemas; la inferencia de relaciones a partir del cúmulo de información obtenida y la elaboración de resultados y su validación.
- Elaboración de un informe escrito del trabajo realizado según pautas preestablecidas entre las que se destacan la autoevaluación del grupo con relación a los logros alcanzados y a las dificultades sorteadas.
- Presentación pública y oral del trabajo a cargo de los integrantes del grupo de estudiantes, en una sesión especial, con asistencia de todos los alumnos y docentes del curso, con tiempo pautado acotado. La defensa del trabajo en estos términos, requiere de la organización de las propias ideas para hacerlas comprensibles a otras personas.

La estrategia diseñada está integrada a la planificación de un segundo curso cuatrimestral de Física (electricidad, magnetismo y óptica) correspondiente a las carreras de Ingeniería Química y de Licenciatura en Química. Se dicta en el segundo año de la carrera, cuando ya se han dado dos cursos de

^{iv} Como ejemplo, el tema propuesto como: “Diseño y construcción de cuerpos con superficies eléctricamente conductoras para ser usados en el estudio del campo electrostático en tres dimensiones”, fue redefinido por los alumnos como el problema de la: “Preparación y caracterización de una pintura eléctricamente conductora apta para recubrir cuerpos geométricos para ser utilizados en experiencias electrostáticas”.

Matemática. El número de alumnos oscila entre cuarenta y sesenta, y son distribuidos en dos comisiones. La estrategia fue empleada durante seis cuatrimestres.

Los TI fueron realizados por alumnos (en grupos de tres a cinco miembros), con un docente en calidad de asesor. Consistieron en varios tipos: el diseño y/o realización de dispositivos didácticos, el desarrollo de métodos de medición de magnitudes físicas, el estudio de un problema tecnológico, la optimización y/o perfeccionamiento de algún proyecto completado parcialmente en un curso anterior de Física, o la profundización teórica sobre algún tema en particular.

Para la evaluación del trabajo realizado por los alumnos se tuvo en cuenta:

- La autoevaluación del grupo.
- La creatividad a través de la iniciativa manifestada, el aporte de ideas y el ingenio para resolver situaciones.
- La responsabilidad a partir del cumplimiento de las etapas en término y de la dedicación a la realización del trabajo.
- El trabajo grupal en términos de la organización del trabajo, los roles desempeñados por los integrantes del grupo, y la solidaridad y tolerancia manifestadas.
- El aprendizaje de conocimientos con relación a la profundidad en el tratamiento del tema y en la búsqueda bibliográfica así como la claridad y precisión en el lenguaje usado en los informes oral y escrito.

La evaluación de la potencialidad del TI para promover los aprendizajes propuestos, requirió la construcción de instrumentos para la recolección de datos y para el procesamiento de la información. Los resultados de la experiencia están basados en el análisis de observaciones directas, entrevistas grupales e individuales, registros en video y en audio, encuestas e informes escritos de los trabajos.

El docente asesor asignado a cada grupo de alumnos, comunicó sus observaciones en reuniones del equipo de investigadores.

Se registró en video el desempeño de los alumnos durante el desarrollo del trabajo y durante el informe oral, y en audio las dos entrevistas grupales realizadas en cada período, a la mitad y al final del mismo, respectivamente. Estudiantes considerados informantes clave, fueron entrevistados personalmente.

La recolección de datos descripta fue realizada por observadores participantes y no participantes; estos últimos, docentes de la asignatura que no integran el equipo de investigadores.

Del análisis global de la información obtenida puede inferirse que la estrategia empleada promovió en los alumnos una actitud de autocrítica respecto de sus concepciones simplistas acerca de la naturaleza del conocimiento científico. Esto se evidenció principalmente a través de las entrevistas.

A medida que los TI se fueron desarrollando pudo registrarse como característica común la puesta en práctica de las distintas etapas de la investigación científica y la toma de conciencia por parte de los alumnos acerca de dicho proceso. Los grupos fueron pasando progresivamente desde una actitud de desconcierto, la de desafío que implicaba abordar un problema real y la de entusiasmo creativo y satisfacción personal por los logros obtenidos.

Como resultado de la evaluación de la profundidad alcanzada tanto en el tratamiento de los temas involucrados en cada TI, como en la búsqueda de información, así como de la precisión en el lenguaje usado en los informes oral y escrito, puede afirmarse que la comprensión significativa de los

conocimientos obtenida fue adecuada al nivel del curso. Un alto porcentaje de los alumnos consideró conveniente la continuación y/o profundización de los conocimientos relativos al TI, y así lo hicieron.

Los estudiantes identificaron como aspectos motivadores: el tema elegido, la adquisición de nuevos conocimientos, el trabajar en equipo, la construcción de equipamiento y dispositivos, y el desafío mismo. La incidencia de estos distintos aspectos de la estrategia sobre la motivación, no es sorprendente, teniendo en cuenta el carácter idiosincrático de la misma²².

Al docente asesor le cupo un rol que, en general, estuvo regulado por el mismo grupo supervisado. Ciertos grupos demandaron mayor orientación y apoyo, mientras que otros se desarrollaron con más autonomía.

EVALUACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS Y ALGUNAS REFLEXIONES

Dando preferencia a la descripción frente a la medición, se presentan más elementos cualitativos que cuantitativos en la apreciación de resultados. Se consideró como dato fundamental para la evaluación comparativa de ambas experiencias, la propia percepción de los alumnos de los respectivos cursos, manifestadas a través de encuestas solicitadas al efecto. Las mismas abarcaron cuestiones específicas de cada asignatura y aspectos comunes a ambas. La codificación de resultados arrojó como elementos más importantes^v, los siguientes:

Respecto de la estrategia

Se apuntó que la deconstrucción fue fundamental para revisar la historiografía tradicional desde los nuevos enfoques. Entre los principales méritos con que se evaluó la metodología, se mencionó el rigor conceptual, el modo de abordar el texto, la necesidad de considerar el marco histórico en que el historiador escribió, y la práctica de observar el tratamiento del tiempo. La tarea considerada más ardua fue el trabajo escrito. La dificultad fue explicada en que sólo mediante un profundo análisis de la bibliografía se conseguía estructurar sobre ejes, aunque se expresó que a través de ese mecanismo la asimilación de contenido se lograba con seguridad.

Se consideró valiosa la experiencia de la resolución de un problema presentado como investigación -en cuanto a que ejercita en la confrontación con un problema "*real*"- en contraste con la realización de trabajos prácticos de laboratorio en otras asignaturas cursadas previamente, en los que se reproducen mediciones propuestas en una guía escrita. Se consideró al TI interesante y provechoso; aunque "*difícil*", se reconoció en esa dificultad el estímulo para vencerla como medio para avanzar y también la satisfacción posterior por haber podido zanjarla.

Respecto de las relaciones humanas

Las relaciones interpersonales entre docentes y alumnos y de estos alumnos entre sí, en ambas asignaturas, fueron entendidas como abiertas y con respeto. El rol del docente fue caracterizado como orientador, constructivo, inculcador de sentido de responsabilidad, sobre todo en el modo de corregir los trabajos prácticos de Historia y los TI de Física. La orientación y asistencia proporcionada por el docente fue considerada adecuada; no obstante, en opinión de algunos alumnos de Física, ésta resultó escasa, requiriendo mayor control del docente asesor, en tanto que para otros fue considerada excesiva, reclamando mayor independencia. Los estudiantes de Física valoraron la experiencia como positiva en relación al valor afectivo de los intercambios producidos y destacaron la posibilidad de confrontación académica a través de sus aportes personales y discusiones grupales.

^v La importancia está determinada en la repetición de la respuesta de los encuestados, tanto para ponderar aspectos positivos como para expresar dificultades, pero también en juicios agudos aunque fueran minoritariamente expresados.

La práctica cotidiana en ambas experiencias contribuyó a: generar un clima de trabajo conducente a verificar los propios progresos y corregir pasos equivocados o inconvenientes; aumentar la autoestima, especialmente de los alumnos aparentemente tímidos; efectuar la vinculación micro-macro; apreciar valorativamente las construcciones historiográficas y de las teorías y modelos de la Física, respectivamente.

Respecto de los aprendizajes

Entre los aprendizajes promovidos con el cursado de Historia, e identificados como necesarias aptitudes a desarrollar como historiador, se nombraron: el confrontar hipótesis, argumentos, ideas y jerarquizarlas; la interrogación crítica al autor en lugar de una rápida aceptación de sus explicaciones; la fundamentación de afirmaciones; la integración del bagaje previo disponible respecto a un tema; la identificación de lo anecdótico; la necesidad de ser exigente con la explicación historiográfica; el reconocimiento de la incidencia de la memoria histórica tanto en el historiador como en el alumno; el abandono de la simplificación.

Los estudiantes de Física reconocieron como aspectos a los que la realización del TI había contribuido: el aprendizaje e integración de conocimientos teóricos; el manejo bibliográfico; el entrenamiento en prácticas experimentales; el aprender a investigar; la autoafirmación del sentido crítico.

Respecto de las dificultades

Las dificultades reconocidas por los alumnos de Historia fueron en gran medida coincidentes. Las más repetidas entre las superadas fueron: la lectura pormenorizada que llevara a descubrir el marco teórico y a cuestionar los planteos; la identificación y explicitación de los conceptos de la disciplina; el reconocimiento de las fuentes en la argumentación. Entre las dificultades que persisten o costaron más superar: formalizar una explicación escrita, respetar las consignas dadas por la cátedra, participar oralmente en forma asidua, interpretar una lectura fuera de las asignadas.

En Física, las limitaciones de tiempo disponible para la realización del TI se constituyeron en el mayor obstáculo. El contexto institucional aparece como un factor fuertemente condicionante de la real dedicación del alumno a las actividades de aprendizaje, tales como fueron implementadas. La abultada carga horaria semanal y los sistemas de evaluación que se establecen en otras asignaturas, a las que los alumnos les asignan mayor importancia en relación a su carrera, contribuyen a que la dedicación efectiva al aprendizaje de Física no sea prioritario para la gran mayoría. Más aún, esta propuesta es vista por algunos estudiantes como una experiencia aislada, sin continuidad en la carrera, lo cual desde una visión eficientista de resultados podría inducirlos a adecuarse a los requerimientos de la cátedra, cumpliendo con la ejecución del trabajo por obligación^{vi}.

Respecto de las propuestas

Las propuestas sugeridas por los estudiantes de Historia coincidieron en adecuar los materiales bibliográficos al tiempo disponible, e incorporar más frecuentemente actividades de dinámica grupal. Se juzgó necesario continuar con la práctica de comparar diversos tratamientos del pasado, sobre todo reconocer las fuentes que sostienen las interpretaciones.

^{vi} Para el 41 % de los alumnos, el cumplimiento fue una de las razones reconocidas para la realización del TI.

En Física, los estudiantes en su gran mayoría propusieron que actividades similares al TI sean realizadas en otras asignaturas de la carrera, como así también en proyectos institucionales, ya sea tanto en planta piloto, como en áreas de investigación y de servicios.

Reflexiones finales

Los resultados de las experiencias realizadas permitieron poner en caución ciertos presupuestos. Con la experiencia realizada en Historia, queda por verificar si el factor que más influye en la asimilación de nuevo conocimiento es la posesión de conceptos previos -adecuados o indeseables para el aprendizaje-, o lo es el ámbito áulico, rol docente mediante. En general, la mayor dificultad que se observó es la dificultad del alumno para expresar un pensamiento crítico autónomo. Esta actitud cambiaba visiblemente cuando aparecía el estímulo del docente.

En lo que respecta a Física, el trabajo permitió la reflexión acerca de la “prescindibilidad” del docente con relación al aumento de autonomía y responsabilidad del alumno en su propio aprendizaje. Si bien uno de los criterios de diseño del TI fue que éste se constituyera en generador de posibilidades para el aprendizaje autónomo, a esta altura de la investigación se piensa que, aún en la universidad, las intervenciones de los docentes deben sistematizarse a los efectos de promover mayores niveles de reflexión y organización, como así también mayores niveles de problematización. En este sentido, puede observarse que la sola formulación de un problema no implica la apropiación de éste y por ende, de los desafíos que el mismo presenta para su resolución. Es cuando los alumnos toman como propios esos desafíos, cuando se generan las ideas, las estrategias, y las situaciones necesarias para la resolución del problema.

Respecto a la implementación de las estrategias, la formulación de las consignas debió ser precisada conforme al resultado obtenido en las primeras evaluaciones; no hay hábito en los alumnos a responder a consignas, su trabajo muestra una gran informalidad y asistematicidad, y hay predominio de razonamiento intuitivo más que analítico. En este sentido, la investigación disciplinar se presenta como un medio para que los alumnos vean el carácter relativo de las explicaciones científicas, pero también para que comprendan que para sentar una posición es necesario seguir con rigor determinados caminos, para dimensionar las dificultades que entraña la resolución de un problema real, y además para posibilitar el ordenamiento de las etapas de pensamiento y la formalización de las presentaciones escritas y orales.

Respecto a las habilidades de investigador que se pudieron o se podrían lograr, hay que convenir que se trata de un proceso. Algunas ya se pueden identificar, porque se logran con tareas sistematizadas, otras no pues para desarrollarse requieren de un período mayor al correspondiente a un año como es el caso de Historia o de sólo 14 semanas de cursado, como en Física.

Se ha mostrado que puede integrarse la actividad investigativa a la práctica de la enseñanza, con dos modalidades diferentes, en sendas áreas disciplinares muy disímiles, con logros comunes alentadores con relación al aprendizaje conceptual, actitudinal y procedimental. Los resultados permiten avisorar que se puede crear un campo propicio para el alumno investigador al mismo tiempo que se atacan problemas relacionados con el aprendizaje. En este sentido, la actividad investigativa puede y debería aplicarse también en otros espacios educativos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dr. María Teresa Sirvent por su crítica concienzuda y sus sugerencias, al Prof. Solidario Romero por su permanente aliento y a todos los integrantes de los equipos de investigación.

Este trabajo ha sido producto de los proyectos de investigación: 1.- “El trabajo de investigación como método formativo en el aprendizaje de la Historia” y 2.- “Aplicación y evaluación del trabajo de investigación como recurso didáctico en la enseñanza de la Ingeniería Química”, del Programa CAI+D 92-93, de la Universidad Nacional del Litoral, quien los subsidió. El proyecto 2 ha recibido también subsidio del CONICET (3749/92).

REFERENCIAS

- ¹ KLIMOVSKY, G.: *Las desventuras del conocimiento científico*. A-Z Editora, Bs. As., 1994.
- ² POINCARÉ, H.: *La ciencia y la hipótesis*. Espasa-Calpe, Madrid.
- ³ SAUSSURE, F. & BOURDEAU, P.: *El oficio del sociólogo: Siglo XXI Edit., Buenos Aires, 1975*.
- ⁴ CHALMERS, A.: *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*. Siglo XXI Edit., Madrid, 5^{ta} ed., 1987.
- ⁵ AUSUBEL, D., NOVAK, J. & HANESIAN, H.: *Psicología Educativa. Un punto de vista cognitivo*. Trillas, México, 1990.
- ⁶ NOVAK, J.D. y GOWIN, D.B.: *Aprendiendo a aprender*. Martínez Roca, Barcelona, 1988.
- ⁷ DRIVER, R., GUESNE, E. & TIBERGHIE, A.: *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. MEC-Morata, Madrid, 1989.
- ⁸ ENGEL CLOUGH, E. & DRIVER, R.: “A study of consistency in the use of students’ conceptual frameworks across different task contexts.” *Science Education*, 70 (4) (1986) pp. 473-496.
- ⁹ GIL PÉREZ, D.: “Los errores conceptuales como origen de un modelo didáctico: de la búsqueda a la investigación.” *Investigación en la Escuela*, 1 (1987) pp. 35-41.
- ¹⁰ OSBORNE, R. & FREYBERG, P.: *El aprendizaje de las ciencias. Implicancia de la ciencia de los alumnos*. Narcea, Madrid, 1991.
- ¹¹ POZO, J. I. & CARRETERO, M.: “Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas. ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia?” *Infancia y Aprendizaje*, 38 (1987) pp. 35-52.
- ¹² STRIKE, K. A. & POSNER, G.J.: A revisionist theory of conceptual change en Duschl y Hamilton (Eds.) *Philosophy of Science, Cognitive Science and Educational Theory and Practice*. Suny Press, Albany, N.Y., 1991.
- ¹³ DOMÍNGUEZ, J.: El lugar de la Historia en el Currículum 11-16: Un marco general de referencia, en *La enseñanza de las Ciencias Sociales*, comp. por Carretero, Pozo y Asensio, 33.
- ¹⁴ POZO, J. I.: *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Visor, Madrid., 1987.
- ¹⁵ TIBERGHIE, A.: “Dificultad en el aprendizaje de la física. La estructura del mundo material en física y en la vida cotidiana”. *Revista de enseñanza de la Física*, 5 (2) (1992) pp. 45-52.
- ¹⁶ DRIVER, R.: *The pupil as scientist?* Milton Keynes, Open University Press, 1983. Cap. 7.
- ¹⁷ SHÖN, D. A.: *La formación de profesionales reflexivos*. Paidós-MEC, Barcelona, 1992.
- ¹⁸ TOUGER, J.S.: Analysing the linguistic structure of physical concepts: possible implications for educational research and for physics pedagogy. *International Summer Workshop: Research on Physics Education*. La Londe les Maures, Francia, 1983.
- ¹⁹ FEYERABEND, P.: *Tratado contra el método*. Tecnos S.A., Madrid, 1992.
- ²⁰ GIL PÉREZ, D. y GONZALEZ, E.: Las prácticas de laboratorio de Física en la formación del profesorado. (1) Un análisis crítico. *Revista de Enseñanza de la Física*. 6 (1) (1993) pp. 47-61.
- ²¹ PÉREZ GÓMEZ: *Cultura, currículum y aprendizaje relevante*, Mimeo, pág. 3.
- ²² ALZUGARAY, G. Y CONCARI, S.: “La motivación en la enseñanza de la Ingeniería”. *Actas del Ier. Congreso Nacional Problemática de la enseñanza de la Física en Carreras de Ingeniería*, Paraná, 1993.
- ²³ WATTS, M.: *The science of problem solving*. Cassell, Londres, 1991.
- ²⁴ WATTS, M.: *Problem solving in science and technology*. David Fulton Publishers, Londres, 1994.