



# TENSIONES EN LOS MODELOS EPISTEMOLÓGICOS SOBRE LA CIENCIA EN ESTUDIANTES DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES DE LA UNPA, RÍO GALLEGOS

Eje 5: Exploraciones diagnósticas sobre diversas problemáticas educativas

*Corbacho, Verónica B.; Pac, Andrea B.; Trinidad, Franco y Ortiz, Ariel F.*  
UNPA-UARG

vcorbacho@uarg.unpa.edu.ar

Palabras claves: PERCEPCIONES- CONCEPCIÓN HEREDADA- NUEVA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA- CONTRADICCIONES

## INTRODUCCIÓN

En la formación superior los supuestos de los docentes y los preconceptos sobre las ciencias que tienen los estudiantes son relevantes pues atraviesan los planes de estudio, los perfiles académicos, el abordaje de los estudios y la manera como se asume el rol social de los profesionales.

El desarrollo de la epistemología en el siglo XX se suele presentar en dos etapas definidas: el predominio de un modelo epistemológico de corte positivista que se extiende hasta fines de la década del '50, y el giro crítico marcado por hitos académicos e históricos como la publicación de *La Estructura de las Revoluciones Científicas* de Thomas Kuhn en 1962, y los programas de investigación como el Proyecto Manhattan. El giro crítico se ha dado tanto en el ámbito de los estudios sobre las ciencias como en su percepción social (Ladrière, 1997; Echeverría, 1998; Kreimer, 2009). A partir de entonces, se desarrollaron diversas tendencias que ponen el énfasis en las ciencias como actividad social, en los aspectos problemáticos de las investigaciones, y en los aspectos éticos y políticos de la producción del conocimiento. No obstante el giro en los estudios sobre las ciencias, se observa que la percepción más generalizada manifiesta dominancia de rasgos científicistas (Guyot, 2011).

Según Gorodokin (2005), las dificultades que se presentan en el aprendizaje del conocimiento científico son el resultado de los saberes transferidos en diferentes etapas del proceso educativo. Éstos se derivan también de epistemologías espontáneas que operan como



prejuicios, además de modos específicos de concebir, producir, distribuir y consumir el conocimiento científico en nuestro país.

Este trabajo se enmarca en el PI 29/A-338 “Filosofía de las ciencias: por qué y cómo incorporarla en los planes de estudio de nivel superior”.

Los objetivos fueron: conocer los supuestos sobre la ciencia que presentan los alumnos ingresantes a la UNPA previa al cursado de la asignatura Introducción al Conocimiento Científico, correspondiente al primer año; indagar el posible origen de las concepciones de los estudiantes; y relevar los cambios operados en sus ideas luego de la cursada de la asignatura y describir en qué aspectos se producen dichos cambios.

## **METODOLOGÍA**

El estudio exploró las percepciones de los alumnos sobre la ciencia mediante una encuesta cerrada aplicada a los ingresantes del departamento de Ciencias Exactas y Naturales de la UNPA. Además se administró un cuestionario de respuesta abierta a todo el alumnado para indagar sus experiencias y conocimientos adquiridos en la escolaridad obligatoria, y entrevistas personales a un grupo reducido de 15 estudiantes.

La población consistió en 134 estudiantes de primer año y se compone por: 45 estudiantes de Ingeniería Química (IQ); 38 de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables (IRNR); 34 de Licenciatura/Analista de Sistemas (L/AS); 17 de Profesorado en Matemática (PM); La composición etaria se extiende de los 18 a los 50 años. La formación secundaria es heterogénea, dada la amplia variedad de las provincias de origen de los estudiantes (algunos de los cuales, incluso, proceden de Chile). Por último, cabe señalar que hay una proporción de alumnos recurrentes variable según las carreras.

Las actitudes son definidas como constructos cognitivos, afectivos y activos que median nuestras acciones. Tienen una naturaleza multidimensional (García Ruiz y Orosco Sánchez, 2008), son complejas de describir y están poco verbalizadas; por lo tanto, resultan difíciles de relevar. Hacer preguntas directas sobre la ciencia y sus formas de producción conduce a respuestas estereotipadas de recuperación de conocimientos escolares, o a la omisión de respuestas que implicarían una exposición personal. Es por ello que para iniciar el relevamiento se administró un instrumento cerrado con afirmaciones sobre la ciencia. Este tipo de instrumentos es fácil de aplicar y permite la indagación en grupos numerosos.



El cuestionario cerrado se elaboró a partir del cuestionario “Mi imagen sobre la ciencia” de Adúriz-Bravo y Espinet (1999, citado en Corbacho 2013) y consistió en 34 afirmaciones sobre la ciencia, organizadas de una manera aleatoria con el fin de evitar, que la valoración de una expresión se vea influenciada por otra. Éstas se distribuyeron en 20 afirmaciones que, a los efectos del análisis llamamos ‘tradicionales’ y 14 que consideramos ‘de corte actual’.

Las afirmaciones consideradas de tipo tradicional presentan una concepción de las ciencias acorde con lo que se ha denominado Concepción Heredada (Suppe 1979) y que coincide con una postura positivista o empirista lógica. Estas afirmaciones enfatizan la idea de que el conocimiento científico es un producto y que el interés principal de la epistemología radica en el análisis lógico-metodológico de las teorías. Asimismo, relega a un segundo plano el contexto social de la producción del conocimiento y lo deslinda del sistema económico y político, así como de toda responsabilidad ética. Las afirmaciones consideradas de corte actual, retoman la concepción de la ciencia que a partir de Kuhn se impone como ‘nueva filosofía de las ciencias’ (Pérez Ransanz, 1999). Ésta presenta a las ciencias como una actividad social (Echeverría, 2013) y enfatiza su implicación con el sistema total de actividades sociales, públicas y privadas (política, economía, producción, educación, comunicación). A su vez, pone en cuestión supuestos tradicionales en torno al conocimiento científico como la ‘objetividad’, o la imagen ingenua de la ‘prueba empírica’; la tradicional jerarquización de los saberes, y la demarcación rígida entre las ciencias y las no-ciencias.

Las afirmaciones de corte tradicional son más en cantidad que las afirmaciones críticas. Hemos supuesto, en base a estudios previos (Guyot, 2011; Corbacho, 2013) que las primeras serían más familiares para los estudiantes que las segundas porque responden mejor a la imagen del conocimiento científico que prevalece en la sociedad.

Las afirmaciones se distribuyen en tres categorías: afirmaciones relativas al método, afirmaciones relativas a la naturaleza del conocimiento y afirmaciones relativas a la relación entre las ciencias y la sociedad.

La primera categoría explora las concepciones de los estudiantes con respecto al método. El contenido de los ítems de corte tradicional denota rasgos característicos de la Concepción Heredada, en la que se da prioridad al método en la definición del conocimiento, como propiedad que lo distingue de otras formas de conocimiento y como índice de su superioridad. Asimismo, esta prioridad le atribuye un carácter normativo a la metodología. Además hemos



querido subrayar en estas afirmaciones la relevancia de la observación y la actitud con respecto a las problematizaciones alrededor de la observación.

Las afirmaciones agrupadas bajo la categoría método son:

<b>VISIÓN TRADICIONAL</b>	<b>VISIÓN ACTUAL</b>
1. Los científicos deben usar un método para descubrir y confirmar teorías.	13. Un científico interpreta los resultados de la investigación basándose en su conocimiento previo.
3. Las teorías están basadas directamente en la observación sistemática.	15. Antes de aceptar una teoría es tan necesario compararla con los datos experimentales como discutirla con otros científicos.
7. Los científicos abandonan una teoría si encuentran un hecho que la contradiga.	19. Los científicos aceptan o rechazan las teorías teniendo en cuenta factores sociales, como la opinión que otros científicos tienen de esas teorías.
23. La metodología científica es un conjunto de pasos que un científico tiene que seguir.	20. Existen diferentes metodologías científicas que los científicos adoptan de acuerdo a las circunstancias.
24. El diseño de una investigación científica debe ser planificado antes de comenzar.	27. La experimentación es sólo una posible forma de investigar.
26. Las hipótesis después de ser confirmadas en muchos casos, se convierten en leyes.	34. Un científico, cuando observa, está fuertemente influenciado por sus teorías.
28. A través de experimentos el investigador comprueba si su hipótesis es verdadera o falsa.	

La segunda categoría explora las ideas acerca de la naturaleza del conocimiento. Quisimos relevar si los encuestados identifican el sentido de las ciencias con el progreso de la humanidad, entendiendo el progreso como la acumulación y perfeccionamiento del conocimiento en un sentido lineal. Además incluimos afirmaciones que expresan la objetividad y la racionalidad como rasgos tradicionalmente atribuidos al conocimiento científico.

Las afirmaciones agrupadas bajo la categoría Naturaleza del conocimiento son:

<b>VISIÓN TRADICIONAL</b>	<b>VISIÓN ACTUAL</b>
2. El conocimiento científico aumenta por la acumulación de investigaciones.	4. Las afirmaciones de un científico están influenciadas por la comunidad científica y por investigaciones anteriores.
8. El científico es imparcial al dar a conocer los datos de sus investigaciones.	6. La opinión acerca de qué es y qué no es científico cambia a lo largo del tiempo.



12. El conocimiento científico es un reflejo fiel de la realidad.	17. Las teorías son invenciones de los científicos.
14. Las leyes científicas expresan regularidades que están en la naturaleza.	21. Las artes aportan conocimientos sobre el mundo y la humanidad.
18. La metodología científica garantiza totalmente la objetividad en el estudio de la naturaleza.	25. El conocimiento científico es creado y aceptado por los científicos en comunidad.
22. El progreso científico consiste en descubrir teorías que se aproximen cada vez más a la verdad sobre el mundo.	
30. Gracias a las teorías, los científicos pueden describir y explicar los fenómenos del mundo.	
31. A medida que la ciencia avanza, los científicos se acercan más a la verdad sobre el mundo.	
33. Para que una teoría sea verdadera debe ser un reflejo fiel de la realidad.	

Por último, las afirmaciones orientadas a la problemática de la relación ciencias-sociedad exploran las concepciones previas de los estudiantes con respecto a la responsabilidad ética de los científicos, la función social de las ciencias, la jerarquización social de los saberes y las actividades culturales y la valoración de la tecnología. Es la categoría más amplia y más ‘filosófica’ de las tres y trata de preguntarse por el *sentido* que las ciencias imprimen en la sociedad o, mejor, el sentido que las sociedades actuales construyen para sí mismas a partir de las relaciones y los efectos que la producción del conocimiento y el conocimiento científico mismo generan en la sociedad. La distribución de las afirmaciones de la categoría Relación ciencias-sociedad es la siguiente:

<b>VISIÓN TRADICIONAL</b>	<b>VISIÓN ACTUAL</b>
5. Los científicos no son responsables por la manera en que se utilizan sus descubrimientos.	9. Se debe incluir en las universidades disciplinas no tradicionales como la homeopatía.
10. La ciencia es un conocimiento que está por encima de cualquier crítica.	16. La humanidad avanza gracias al desarrollo de las artes y las humanidades.
11. La humanidad avanza gracias al progreso científico.	29. La sociedad debe anteponer sus valores al desarrollo de las ciencias.
32. La tecnología es un instrumento al servicio de la humanidad.	

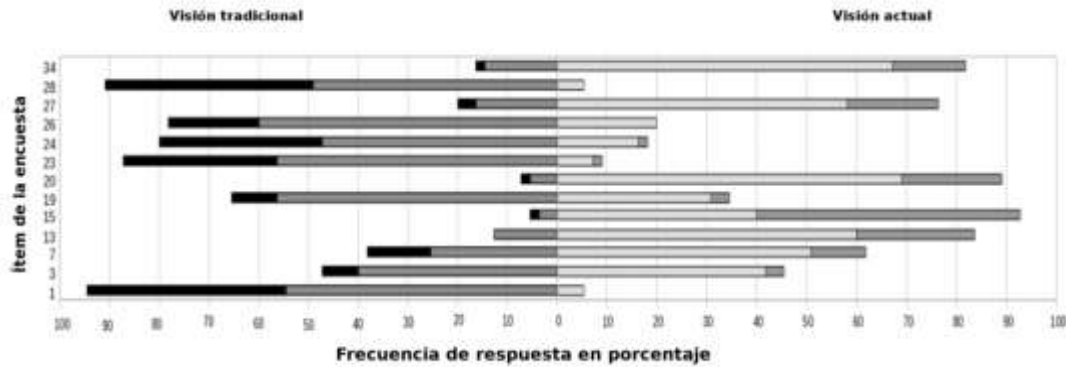
En la encuesta las afirmaciones se presentaron en una primera columna y luego, en las cuatro columnas restantes, las opciones a seleccionar. Cada sujeto expresó su grado de acuerdo o de



desacuerdo, a partir de la selección de una de entre cuatro opciones: (MD) muy en desacuerdo, (D) en desacuerdo, (A) de acuerdo, (MA) muy de acuerdo. Luego se armaron matrices en las que se organizaron las respuestas según su valoración. El valor se asignó teniendo en cuenta las cuatro opciones de acuerdo a dos parámetros, la dirección y la intensidad. En función de la intensidad otorgamos valor [2] a MD y MA y valor [1] a las opciones A y D. El sentido de la respuesta se le asigna si el encuestado se muestra de acuerdo con una afirmación tradicional (valor -) o actual (valor+) o en desacuerdo con una afirmación tradicional (valor +) o avanzada (valor -). Los valores obtenidos en las distintas opciones de cada de las 34 variables, se suman teniendo en cuenta su intensidad y dirección. Este valor suma (VS) permite obtener la frecuencia de valores para toda la población, que daría la tendencia general que se presenta en las 134 encuestas. Para cada ítem se construye una tabla de frecuencias de los valores obtenidos (-2, -1,+1 y +2). Los resultados se representan en gráficos de barras.

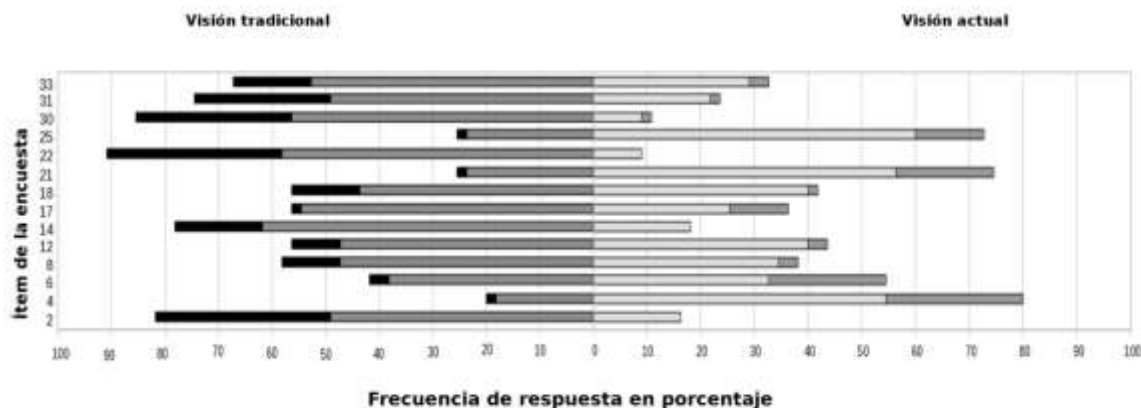
## RESULTADOS

En el caso de la dimensión que incluye afirmaciones relacionadas con la metodología científica (Figura 1) la selección de ítems está polarizada. La visión tradicional se infiere en la selección de afirmaciones: 1, 23, 24, 26 y 28 y de la actual en: 13, 15, 20, 27 y 34. La visión tradicional se expresa en afirmaciones relacionadas con el monismo metodológico, el seguimiento de pasos preestablecidos, el diseño de experimentos previo a la investigación, la formulación de leyes como meta de la producción científica y por último la experimentación como uno de los mecanismos para la investigación. La visión actual se expresa en la selección de afirmaciones que sostienen que un científico está influenciado por sus conocimientos previos y la cosmovisión a la hora de interpretar los resultados y que la comunidad científica cobra importancia al momento de validar los resultados. En la selección de la afirmación 20 (con un 89 % de adhesión) se evidencia la idea de existen diferentes metodologías que los científicos adoptan de acuerdo a las circunstancias. Además sostienen que la experimentación es sólo una posible forma de investigar.



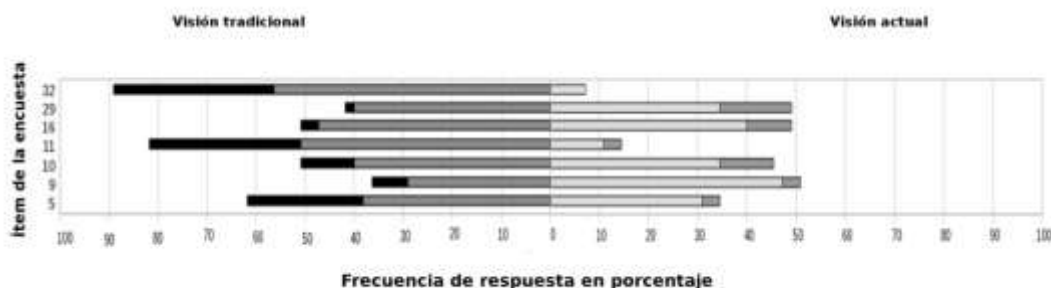
**Figura 1. Frecuencia de valoración de actitud en porcentajes ponderada por sentido e intensidad para los ítems de la categoría Método en las 134 encuestas.**

En la categoría Naturaleza del Conocimiento Científico (Figura 2), es en la que se observa mayor influencia de la concepción tradicional, con gran aceptación de los ítems: 2, 14, 22, 30, 31, 33; la avanzada, sólo en los ítems 4, 21 y 25. Además se evidencia, para el caso de la visión tradicional, mucho ‘convencimiento en las respuestas’ pues en la selección de los ítems se expresa que están ‘muy de acuerdo’ con las afirmaciones. Por otro lado, en la selección de ítems de la visión actual, en el caso de 3 afirmaciones la opción muy de acuerdo fue omitida y en 6 de las afirmaciones se presentaron bajos porcentajes de acuerdo. Los ítems que sostienen la visión actual son aquellos en relación con la influencia de la comunidad científica y de investigaciones anteriores. También se observó mucho peso otorgado a las artes como extensión de la categoría de conocimiento válido para entender el mundo. La visión tradicional se evidencia en el carácter acumulativo otorgado al conocimiento y en la percepción de que las leyes expresan las regularidades que están en la naturaleza. También en la definición de progreso como el descubrimiento de teorías que se aproximan a “la verdad sobre el mundo”, y la validación de las teorías como “reflejo la realidad”.



**Figura 2. Frecuencia en porcentajes de la valoración de actitud ponderada por sentido e intensidad para los ítems de la categoría Naturaleza del Conocimiento en las 134 encuestas.**

En cuanto a la categoría Relación Ciencia Sociedad (Figura 3) prevalece la visión tradicional marcada por las ideas de las afirmaciones 5, 11 y 32, con porcentajes superiores al 60 %. Estas expresan la neutralidad valorativa de la ciencia, donde los científicos no son responsables de los efectos de sus descubrimientos y la idea de que la ciencia avanza y eso es símbolo de progreso. El ‘avance’ es considerado como positivo y excluye las consecuencias negativas, en coincidencia con la idea que los científicos no son responsables de la manera en que se utilizan sus descubrimientos. Además se vincula con la idea de que la tecnología es un instrumento al servicio de la humanidad. El acuerdo con las afirmaciones de la visión actual se expresa en bajos porcentajes (todos menores al 50 %). La que mayor adhesión recibe es la que sostiene que sería necesaria la inclusión de disciplinas no tradicionales (ítem9).



**Figura 3. Frecuencia de la valoración de actitud ponderada por sentido e intensidad para los ítems de la categoría Relación ciencias-sociedad en las 134 encuestas.**





En cuanto al cuestionario abierto, las respuestas muestran que los alumnos han recibido conocimientos de epistemología de las ciencias en la enseñanza obligatoria, en espacios curriculares relacionados con el conocimiento científico y sus formas de producción, tanto en materias específicas relacionadas con el conocimiento científico como en espacios disciplinares no específicos. La mención de los contenidos es fragmentada y en general expresan que recuerdan poco de dichos contenidos.

En las entrevistas, los resultados parciales, expresan que tenían pocos conocimientos sobre la ciencia y sus formas de producción, al iniciar la cursada y que esos saberes no les permitían caracterizar el conocimiento científico más allá del método o la propuesta de las epistemologías tradicionales. Por otra parte, sostienen que la aprobación de la materia les permitió modificar su perspectiva sobre el método, que las lecturas les hicieron posible replantearse algunas ideas y adquirir una visión de ciencias más dinámica y más integrada con la sociedad y que creen haber adquirido una forma “diferente” de entender el conocimiento científico.

## CONCLUSIONES

El análisis de estos resultados permite llegar a las siguientes conclusiones provisorias. En primer lugar, en la relación ciencias-sociedad más que en otras categorías es donde hay menor polarización y es la más inclinada a la mirada tradicional y manifiestan una fuerte tendencia a considerar la ciencia en estrecha relación con el progreso y la búsqueda de la verdad. En segundo lugar, los resultados tradicionales polarizados en la categoría Método coinciden con la tendencia en la categoría Naturaleza del Conocimiento, y coinciden con las tesis centrales de la Concepción Heredada. Los planes y los manuales en los que se apoya el dictado de la asignatura de Introducción al Conocimiento Científico y en otras asignaturas de ciencias naturales en la Educación Secundaria parecen ser la fuente formal más inmediata de las concepciones de los estudiantes al iniciar el cursado de las asignaturas de IFC en el Nivel Superior. También la concepción social que re-producen los medios de comunicación o la publicidad comparten esta tendencia.

En tercer lugar, se manifiestan algunos matices en las tensiones señaladas en la categoría Relación Ciencias-Sociedad. Es posible que la profundización de estos temas en los



programas de las asignaturas sea una puerta de entrada a una problematización que repercuta sobre las concepciones de las otras categorías al cabo de las cursadas.

Por último, sería necesario indagar con mayor profundidad en cómo conciben los encuestados el trabajo interno de la comunidad científica y en la relación entre progreso de las ciencias y progreso de la humanidad, sobre todo si en aquél no se anteponen las necesidades y los valores sociales.

Estos resultados aportan un insumo relevante para la planificación de las asignaturas. En efecto, entre nuestros objetivos se cuenta tanto la sistematización de las transformaciones que las concepciones epistemológicas han sufrido en su desarrollo a partir de las primeras décadas del siglo XX, como el énfasis en la construcción de una mirada crítica sobre el lugar de las ciencias en las sociedades actuales y sobre la propia formación de los estudiantes como científicos, docentes, profesionales. El carácter de esta mirada crítica trata de estimular la reflexión sobre la ciencia como actividad social actual con el fin de evitar el extremo contrario: el cientificismo ingenuo que, no obstante el desarrollo de las epistemologías críticas predomina en la educación secundaria y en ciertas formas de comunicación de las ciencias como la publicidad y difusión periodística del conocimiento.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Corbacho, V. (2013) *Concepciones acerca de la ciencia que prevalecen en los profesores de educación primaria de la provincia de Santa Cruz*. Tesis de Maestría, UNCoMa.

Echeverría, Javier (1998). *Filosofía de la ciencia*. Madrid: Akal.

Gorodokin, I. (2005). La formación docente y su relación con la epistemología. *Revista iberoamericana de educación*, 37(5), 1-9.

Guyot, V. (2011). *Las prácticas del conocimiento. Un abordaje epistemológico*. Educación-Investigación-Subjetividad. Buenos Aires: Lugar Editorial.

Kreimer, P. (2009). *El científico también es un ser humano. La ciencia bajo la lupa*. Buenos Aires: Siglo XXI-UNQui.

Ladrière, J. (1997). *El reto de la racionalidad*. Madrid: Sígueme/UNESCO.

Suppe, F. (1979). *La estructura de las teorías científicas*. Madrid: Editora Nacional.