

## *Para reflexionar*

### **NATURALEZA DE LA CIENCIA EN ESTUDIANTES DE CONTEXTOS DE VULNERABILIDAD SOCIAL DE LA ZONA SUR DE LA CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES.**

Paula Magalí Leales<sup>1</sup>, César Nahuel Moya<sup>2</sup> e Ignacio J. Idoyaga<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires, Escuela Técnica, Departamento de Ciencias Naturales. Av. Coronel Roca 4801, CABA.

<sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Junín 954, CABA.

E-mail: [pleales@etec.uba.ar](mailto:pleales@etec.uba.ar)

**Resumen.** Se presenta un estudio piloto y exploratorio con el objetivo de relevar y comenzar a documentar la Naturaleza de la Ciencia que condiciona en 75 estudiantes de primer año de la Escuela Técnica de la Universidad de Buenos Aires. La metodología ensayada, enmarcada en un enfoque mixto, estuvo inspirada en la de las redes semánticas y enriquecida con observación no participante. Para el análisis de datos se recurrió al cálculo de frecuencias absolutas y a la búsqueda de contingencias. Los resultados permitieron construir seis grupos semánticos y evidenciar la percepción de ciencia como una actividad de gran demanda cognitiva y bajo carácter histórico social. Destacan la no disociación entre ciencia y tecnología y los episodios discursivos que dan cuenta de una representación plástica, contraria a la imagen rígida tradicional de ciencia. Las conclusiones destacan la adecuación de la metodología propuesta y la pertinencia de todo estudio correspondiente a esta línea en contextos de vulnerabilidad social.

**Palabras clave:** Naturaleza de la Ciencia, Educación Científica, Escuela Secundaria, contextos de vulnerabilidad social, Grupos semánticos.

### **NATURE OF SCIENCE IN STUDENTS AT SOCIAL RISK CONTEXT IN THE SOUTHERN NEIGHBORHOOD OF CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES**

**Abstract.** A pilot and exploratory study is presented with the objective of relieving and beginning to document the Nature of Science, which condition in 75 students from the first year of Escuela Técnica de la Universidad de Buenos Aires. The rehearsed methodology, framed in a qualitative-quantitative approach, was inspired in that of semantic networks as well as enriched by no-participant observation. For the analysis of data, the calculus of absolute frequencies and a search for contingencies were resorted to. The results allowed to construct six semantic groups and enabled to put in evidence the perception of science as a high cognitive demand activity under a socio historical character. The avoidance of the dissociation between science, technology and the discursive episodes

which refer to a plastic representation, contrary to the traditional rigid image of how science is conceived, is of deep importance. The conclusions highlight the adequacy of the proposed methodology and the pertinence of every study, regarding this line in social vulnerability contexts.

**Key words.** Nature of Science, Science Education, Secondary School, Social Vulnerability Contexts, Semantic Fields.

## FUNDAMENTACIÓN

### **La Naturaleza de la Ciencia**

La importancia de la educación científica como un conocimiento de la cultura general radica, en parte, en el entendimiento de asuntos trascendentales a nivel social y personal, y en la potencialidad para formar opiniones propias y tomar decisiones con fundamento (Adúriz-Bravo, 2011). Actualmente, dentro de la didáctica de las ciencias naturales existe consenso acerca de que la alfabetización científica involucra, además de los conocimientos sobre los modelos y las teorías científicas, saberes sobre lo que se ha denominado *Naturaleza de la Ciencia (NdC)* (Adúriz-Bravo, 2005). Se entiende por *NdC* al conjunto de contenidos meta-científicos con valor para la educación científica (Adúriz-Bravo, 2001). En palabras de Garritz (2006), esto implica que el estudiante se llegue a preguntar qué es la ciencia, cómo funciona internamente, cómo se desarrolla, cuál es el origen de sus modelos, cuál es el grado de fiabilidad de los mismos, para qué se utilizan comúnmente los conocimientos científicos y qué beneficios aportan a la sociedad.

En la actualidad, la *NdC* constituye un importante programa de investigación en didáctica de las ciencias naturales. Los avances en este campo, incluyen, por ejemplo, investigaciones sobre la imagen del científico y el estudio de concepciones u obstáculos epistemológicos. Las metodologías desplegadas, generalmente recurren a tareas de lápiz y papel, cuestionarios, escalas Likert y entrevistas, entre otros (Guisasola y Morentin, 2007).

En esta línea, Fernández y otros (2002) describen siete concepciones sobre la actividad científica, a las que denominan *visiones deformadas de la ciencia*, que se encuentran muy presentes tanto en científicos como en profesores y estudiantes de ciencias:

1. Concepción empiro-inductivista y ateórica. Se otorga un rol central a la observación y la experimentación en la construcción de conocimientos científicos y se remarca la neutralidad de las mismas, las cuales, según esta visión, serían previas a toda teoría.
2. Concepción rígida, algorítmica, exacta. Se presenta la idea de que existe un único *método científico*, el cual se caracteriza como un conjunto de etapas a seguir de forma secuencial y mecánica. Ade-

más, se resalta la importancia de los análisis cuantitativos por sobre los descriptivos.

3. Concepción a-problemática y a-histórica. Se presenta a los conocimientos científicos como productos acabados, cerrados, sin mostrar los complejos procesos y los problemas que generaron su construcción.
4. Concepción exclusivamente analítica. Se resalta la necesidad inicial de dividir el conocimiento científico en unidades acotadas, simplificadas, desconociendo los esfuerzos realizados posteriormente para lograr la unificación y construcción de cuerpos coherentes de conocimientos cada vez más amplios.
5. Concepción meramente acumulativa del desarrollo científico. Se presenta la evolución de los conocimientos científicos como producto de un proceso lineal, acumulativo, ignorando las crisis y los cambios profundos ocurridos en la historia de las ciencias.
6. Concepción individualista y elitista. Se presenta a los conocimientos científicos como obras realizadas por genios y se desconoce el papel del trabajo colectivo. Generalmente, se infiere que los resultados obtenidos por un sólo científico o un único equipo son suficientes para la construcción de una teoría.
7. Concepción descontextualizada, socialmente neutra. Se ignoran, o se tratan de manera muy superficial, las complejas relaciones entre las ciencias, las tecnologías y las sociedades, dejando de lado las cuestiones vinculadas al campo de la ética de las ciencias.

Conocer estas u otras visiones de ciencia que condicionan a los estudiantes resulta fundamental para diseñar la enseñanza, siempre en el entendimiento que la *NdC* es un conjunto de saberes que constituyen contenidos irrenunciables de la educación científica.

Más allá de la vasta bibliografía que puede encontrarse, todavía quedan muchas cuestiones por resolver (Adúriz Bravo, 2005). Una de ellas es el estudio de la *NdC* en contextos de alta vulnerabilidad social.

### **Educación científica en contextos de vulnerabilidad social**

Desde la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, realizada en Budapest en 1999, se considera a la alfabetización científica y tecnológica como un imperativo estratégico para alcanzar el desarrollo y bienestar la población. Así, una educación científica de calidad que abarque todos los niveles y modalidades es considerada como requisito esencial para la vida en democracia (Meinardi, 2016). En este contexto, cobra fuerza la idea de una *ciencia para todos* como objetivo sociopolítico y como camino hacia la justicia educativa (Tedesco, 2006).

Sin embargo, aún hoy es habitual encontrar situaciones de aula donde se insiste explícitamente en que el trabajo científico es un dominio reservado a minorías especialmente dotadas, transmitiendo expectativas negativas hacia la mayoría de los alumnos, con claras discriminaciones de naturaleza social y de género (la ciencia es presentada como una actividad eminentemente masculina). Se contribuye, además, a este elitismo escondiendo la significación de los conocimientos tras presentaciones exclusivamente operativistas. Se realizan escasos esfuerzos por hacer la ciencia accesible (comenzando con tratamientos cualitativos, significativos), y por mostrar su carácter de construcción humana, en la que no faltan confusiones ni errores, como los de los propios alumnos.

Lo anterior implica repensar las prácticas de manera que se logre, tal y como propone Torres Santomé (1991), una mayor participación del alumnado generando un ambiente más flexible; seleccionando contenidos más conectados con los intereses de los estudiantes, teniendo en cuenta las experiencias de los mismos, de manera que sirvan para interpretar y comprender los procesos históricos y sociales que dan origen a los modelos científicos; e implementando metodologías que permitan la toma de decisiones, el pensamiento crítico, la argumentación, la colaboración y la cooperación. Pero esta reflexión no puede más que iniciarse en la indagación de la *NdC* que condiciona al estudiantado, y es particularmente segregadora en contextos de alta vulnerabilidad.

### **Escuela Técnica de la Universidad de Buenos Aires en Villa Lugano**

La Universidad de Buenos Aires (UBA), desde su estatuto, invita a pensarla como una entidad que tiene como fines la promoción, la difusión y la preservación de la cultura. Sostiene las misiones surgidas del proceso reformista de 1918: la enseñanza, la generación de conocimiento científico a partir de la investigación y la acción social directa mediante la extensión universitaria.

Además de las unidades académicas dedicadas a estudios de grado y posgrado, la Universidad sostiene establecimientos educativos de enseñanza secundaria. Estos ajustan sus planes y métodos de enseñanza humanista y científica a principios pedagógicos de vanguardia, especialmente aplicables al medio social de influencia de la Institución. En estos establecimientos la enseñanza, además de promover conocimientos y procurar la formación de los estudiantes, reviste carácter experimental y de comprobación pedagógica, y sus resultados deben ser rápidamente transferidos a nivel local y nacional.

Atendiendo a sus principios, la Universidad dispone la creación de la Escuela Técnica en Villa Lugano. La misma se ubica en la Comuna 8 (cordón sur) de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), locación donde según los datos de la Dirección General de Estadísticas y Cen-

sos de Ciudad de Buenos Aires (2018), persiste la desigualdad social y donde se registran los mayores índices de deserción escolar y los peores indicadores educativos de la Ciudad. Por lo tanto, para alcanzar la justicia educativa urge garantizar las mejores condiciones pedagógicas, didácticas y materiales a los jóvenes de la zona.

Se trata una propuesta de escuela técnica que, tanto desde lo organizacional y lo pedagógico como en su forma de inserción en la comunidad es decididamente inclusiva. Se presenta una propuesta pedagógica significativa que dialoga en forma permanente con la innovación tecnológica y su democratización, permitiendo la ampliación e incorporación de los jóvenes al sistema educativo y brindando las condiciones materiales y culturales para que todos los estudiantes logren aprendizajes comunes de calidad independientemente de su origen social, radicación geográfica, género o identidad cultural. Se busca garantizar el ingreso, el re-ingreso, la permanencia y la finalización de los estudios de jóvenes que viven en los barrios más postergados, desafiando el supuesto destino de exclusión educativa y social.

El ingreso a la Escuela se realiza mediante un sorteo, garantizando así las mismas posibilidades a todos los estudiantes. Existen cupos protegidos para estudiantes con discapacidad y para estudiantes con sobrepeso o escolaridad interrumpida.

La mayoría de las trayectorias educativas de las familias de los estudiantes de la Escuela Técnica llegan hasta el nivel primario y en menor medida hasta el nivel secundario, siendo muy bajo el porcentaje de estudios superiores completos o incompletos. Los estudiantes provienen de distintos barrios de la Ciudad de Buenos Aires y el Conurbano. Muchos estudiantes son inmigrantes o sus padres nacieron en otros países de la región. La situación socioeconómica de las familias en su mayoría es precaria.

La Escuela ofrece desayuno, almuerzo y merienda. Se provee a los estudiantes de todo el material didáctico necesario. Los estudiantes se realizan controles médicos y tratamientos odontológicos. Se les provee lentes a quienes los necesitan.

Estudiar, entonces, cuestiones referentes a la *NdC* en estos jóvenes resulta un aporte fundamental para pensar la enseñanza en estos contextos. Adicionalmente, la *NdC* imperante podría ser entendida como un factor determinante en la posibilidad de reconocer vocaciones científicas tempranas que pudieran operar como mecanismo de ascenso social en estas poblaciones.

## **OBJETIVO**

Este trabajo busca comenzar a documentar las concepciones acerca de

la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico en estudiantes de primer año de la Escuela Técnica de la Universidad de Buenos Aires, ensayando una nueva metodología.

## **METODOLOGÍA**

La metodología propuesta está inspirada en la de redes semánticas (Noriega y otros, 2005) y en dinámicas clásicas para el trabajo en el aula. Se trata de una investigación de carácter exploratorio que propone un acercamiento desde un enfoque mixto que recurre a episodios cuantitativos y cualitativos.

Participaron 72 estudiantes de primer año (13 años en promedio, 35 mujeres y 37 varones) divididos en tres grupos (comisiones de clase).

Siguiendo lo presentado Farré y Lorenzo (2018) se preguntó a cada estudiante: "Si la ciencia fuera un animal, ¿Qué animal sería y por qué?". Se pidió a los alumnos responder por escrito en una tarjeta. Luego se invitó a los participantes a poner en común su respuesta y ampliar su justificación oralmente. La actividad fue desarrollada en contexto de clase durante 50 minutos. Se realizó observación no participante por tres investigadores de manera independiente y se registró el audio.

El análisis de datos consistió en identificar los adjetivos de valoración usados en las respuestas (en algunos casos, más de uno por respuesta) y reconocer grupos semánticos como categorías emergentes o elementos que compartían rasgos semánticos. Cada grupo semántico da cuenta de un aspecto de la ciencia considerado por los estudiantes. Se cuantificó la frecuencia de cada grupo y se analizaron las contingencias. Se complementó lo anterior con la observación para revelar vínculos entre los grupos e identificar las características más representativas de cada uno.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se propusieron 6 grupos semánticos según lo que se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1:** Grupos semánticos

Grupo	Descripción	Ejemplo de adjetivos
1(FA)	Vinculados a la forma y aspecto	Grande, largo, bonito.
2(SS)	Vinculado a la observación, sentidos y supervivencia	Buena vista, Buen olfato, agudo
3(PE)	Vinculado a la mente y pensamiento	Inteligente, memorioso, astuto
4(CC)	Vinculado a la tecnología, creatividad y curiosidad	Creativo, aplicable, útil,
5(PL)	Vinculado a la plasticidad	Cambiante, adaptado, variado
6(E)	Vinculado a la ética	Bueno, peligroso, desinteresado

Como ya se mencionó, estos grupos representan aspectos considerados por los estudiantes a partir de la evocación del concepto de ciencia; aquí aparece claramente el punto de contacto con las redes semánticas. La invitación lúdica a pensar la ciencia como un animal reemplaza el clásico estímulo de las redes semánticas basado en asociación libre y permite a los estudiantes manifestar ideas sobre la ciencia y el quehacer científico que son difíciles de verbalizar directamente.

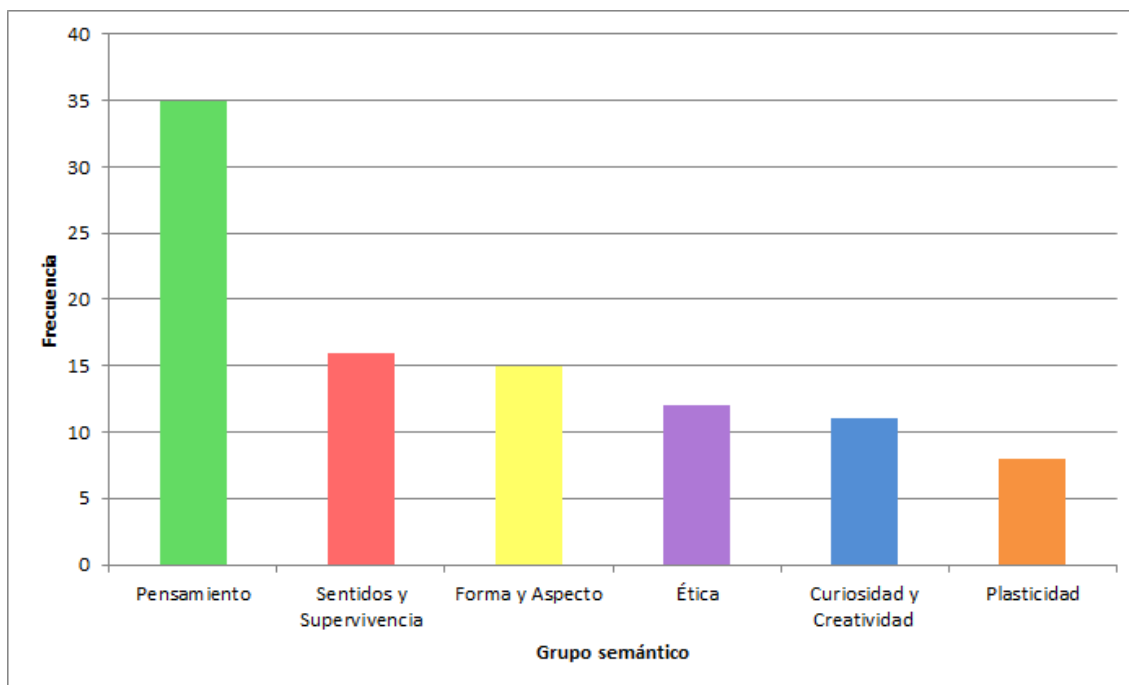
La tabla 2 muestra la frecuencia absoluta de cada grupo semántico. Es menester aclarar que en una respuesta pueden identificarse más de un adjetivo correspondiente a distintos grupos. La tabla 3 muestra las contingencias entre grupos en los casos que se identifica más de un adjetivo. La Figura 1 presenta gráficamente las frecuencias absolutas de los grupos y la Figura 2, reúne toda esta información y representa gráficamente el tamaño de los grupos y la cuantía de las contingencias.

**Tabla 2:** frecuencia absoluta por grupo semántico

<b>Grupo</b>	<b>Frecuencia</b>
G1	15
G2	16
G3	35
G4	12
G5	11
G6	8

**Tabla 3:** análisis de contingencia

<b>Grupo</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>	<b>G5</b>	<b>G6</b>
<b>G1</b>	-	-	-	-	-	-
<b>G2</b>	0	-	-	-	-	-
<b>G3</b>	6	5	-	-	-	-
<b>G4</b>	3	2	4	-	-	-
<b>G5</b>	1	1	0	0	-	-
<b>G6</b>	4	1	6	1	0	-

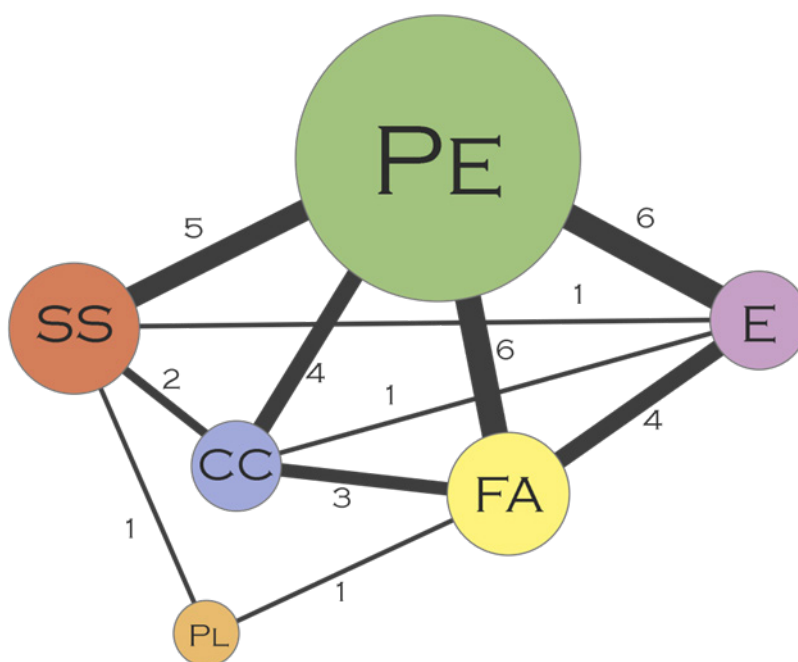


**Figura 1:** Frecuencia absoluta por grupo semántico.

En primer lugar, llama la atención que ninguno de los grupos refleja características del trabajo, aspectos históricos y culturales ni de la duración de los procesos. Esto puede entenderse como evidencia de la persistencia de una concepción a-problemática y a-histórica de la ciencia donde los modelos científicos aparecen cerrados y terminados. Más aún, también da cuenta de una concepción de ciencia descontextualizada.

El grupo 3, relacionado con las actividades mentales es el que aparece más representado (Tabla 2) y se encuentran contingencias importantes con los grupos 1 y 2 (Tabla 3) relacionados con la forma y aspecto y a los sentidos respectivamente. Esto sumado a la observación, sugeriría la percepción de la ciencia como una actividad humana de gran demanda cognitiva dada la dimensión de su corpus de conocimiento y la necesidad de recurrir constantemente a minucioso análisis. Se recurre a adjetivos vinculados con la forma y los sentidos para enfatizar la demanda cognitiva.





**Figura 2:** Tamaño y Contingencia de los grupos semánticos.

Episodios discursivos como: “La ciencia sería un elefante porque tiene mucha memoria y entonces puede acordarse de todas las cosas”, “Sería un elefante por lo grande que es, todo lo que incluye” o “Sería una lechuga porque es muy sabia y sabe mucho, y ve a la noche cuando otros no pueden”, dan cuenta de esto.

Lo anterior permite sostener que en estos participantes son fuertes las concepciones individualistas y elitistas de la ciencia. Solo personas con características y capacidades excepcionales podrían ser autores de la ciencia. Cuestión que cobra especial relevancia en poblaciones cuyo capital cultural es escaso y en las que la competencia debe ir abriendo camino al cooperativismo para lograr soluciones creativas que resuelvan injusticias, entre ellas la educativa.

El grupo 2 en sí mismo podría ser analizado en relación a la concepción empiro-inductivista y ateorica, donde la observación ocupa un rol central. La aparición de adjetivos de valoración que hacen referencia a agudos sentidos podría estar mostrando la presencia relativa de esta concepción.

Con menor frecuencia aparecen cuestiones vinculadas a la ética (grupo 6), y esto junto con episodios discursivos como: “Sería el águila, que mira desde arriba sin meterse” o “El cóndor que vuela en círculos desde lejos” indicaría una visión de ciencia ajena a las cuestiones sociales

y políticas. Aportaría una visión de ciencia socialmente neutra, que no contempla las complejas relaciones entre las ciencias, las tecnologías y las sociedades.

Aunque aparece con menor frecuencia, el análisis del grupo 4 muestra la dificultad para discriminar ciencia y tecnología. Un estudiante expresó: "Sería el caballo, ya que nos ayuda en nuestras actividades"; otro dijo: "Es como el perro que es nuestro mejor amigo y nos hace la vida más fácil". Los límites de lo que se considera ciencia y tecnología podrían estar poco definidos en los estudiantes participantes.

Para terminar, el grupo 5, aunque no aparece con alta frecuencia, indica la presencia de algunas ideas que sería contrarias a lo reportado fuertemente en la bibliografía. Las ideas vinculadas a la plasticidad aparecen representadas. De la observación surgen expresiones como: "Sería el camaleón, que se adapta a lo que hay alrededor" o "Como muchos animales que cambian". Esto, en alguna medida podría entenderse en contraposición a la concepción exclusivamente analítica, que resalta la necesidad inicial de dividir el conocimiento científico, o a la concepción rígida que presenta un único método científico que reduciría la plasticidad de la actividad. No obstante, para profundizar en esto último se requeriría realizar una mayor cantidad de estudios y, posiblemente, recurrir a otras metodologías, como la entrevista.

## **CONCLUSIONES**

Este estudio constituye una primera aproximación para describir la NdC y las ideas acerca del trabajo del científico que condicionan a estudiantes en contexto de alta vulnerabilidad social. En primer lugar, los resultados de este estudio piloto y exploratorio dan cuenta de ciertas visiones de ciencia deformadas descritas en la bibliografía (Fernández y otros, 2002). Por otro lado, aporta información sobre cómo se distribuyen esas concepciones en el grupo de estudiantes analizado, revelando algunos hallazgos que ameritarían futuras indagaciones, como las ideas vinculadas a la "plasticidad" del trabajo y de los conocimientos científicos.

Tener en cuenta la NdC y revisar la enseñanza en función de esta, resulta fundamental en la educación científica, en general, y en la educación en química, en particular, dada la abstracción de los modelos que se manejan y la gran carga simbólica de la disciplina. Que los estudiantes logren conocer cómo se construyen las teorías en química, cómo se validan y como entran en juego para interpretar la realidad hace más significativos sus aprendizajes.

En cuanto a la metodología ensayada, parecería resultar adecuada para indagar la NdC de los participantes, teniendo en cuenta sus características etarias y sociales. Sin embargo, es importante destacar que, si

bien la metodología aplicada permite una primera aproximación, resulta necesario complementarla con otras que permitan ampliar la indagación de las concepciones del estudiantado en cuestión.

Para finalizar, es menester destacar la pertinencia de todo esfuerzo dirigido a conocer la NdC imperante en esta población, que merece ajustar las estrategias de enseñanza para recibir la mejor educación científica posible, garantizando justicia educativa para maximizar sus posibilidades de participación ciudadana y evitar la exclusión social y educativa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adúriz Bravo, A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias* (tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, España. Recuperado el 28 de septiembre de 2018 de: <https://tesisenred.net/handle/10803/4695>

Adúriz Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias?: Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, Número extraordinario, 23-33.

Adúriz-Bravo, A. (2011). *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI*. Cuauhtémoc: México, D.F.

Dirección General de Censos y Estadísticas (2018). Recuperado de <http://www.estadisticaciudad.gob.ar>.

Farré, A. y Lorenzo, G. (2018). ¿Cómo elegir un libro de texto para nuestras clases teniendo en cuenta la naturaleza de la ciencia? En G. Lorenzo, H. Odetti H. y A. Ortolani (Eds.). En *Comunicando la ciencia* (pp. 81-106). Santa Fe: Ediciones UNL.

Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.

Garritz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 127-152.

Guisasola, J. y Morentin, M. (2007). ¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria? *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 6(2), 246-262.

Meinardi, E. (2016). Comunidades de práctica profesional del profesorado para una educación en ciencias en escuelas inclusivas. *Educação em Foco*, 21(1), 65-77.

Noriega, J., Pimentel, C. y Batista, F. (2005) Redes semánticas: aspectos teóricos, técnicos, metodológicos y analíticos. *Ra Ximhai*, 1(3), 439-451.