

**LA HISTORIA Y LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA
BRASILEÑA: POR UN PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO
CIENTÍFICO EN LA ESCUELA**

***A HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA BRASILEIRA:
POR UM PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA
ESCOLA***

***HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE IN BRAZILIAN BASIC EDUCATION: BY
A PROCESS OF BUILDING SCIENTIFIC KNOWLEDGE IN THE SCHOOL***

Viviane Maciel Machado MAURENTE¹
Jorge Alberto MOLINA²
Arisa Araujo da LUZ³

RESUMEN: Las relaciones entre las ciencias, el contexto histórico de su producción y las concepciones filosóficas vigentes en un momento dado se hacen visibles al considerar la historia de la ciencia. Porque muestra los vínculos entre la historia en un sentido amplio, es decir, la historia política, económica, cultural y social, con las ciencias mismas y con la filosofía de la ciencia. Este artículo busca discutir la historia y la filosofía de la ciencia en la educación básica, sus límites y posibilidades. Cómo la educación básica se ha acercado a la ciencia en la escuela; cómo la formación docente está trabajando con futuros profesores de ciencias en la escuela; cómo se coloca la historia y la filosofía de la ciencia en los planes de estudio de educación docente y la educación básica; cómo las áreas hablan y comparten la historia y la filosofía de la ciencia al construir el conocimiento y el conocimiento. Proponen rescatar la historia y la filosofía de la ciencia como conocimiento histórico constituido con el tiempo, así como la evolución de la ciencia desde la perspectiva de epistemólogos como Kuhn (1971), Popper (1994), Bachelard (1996). Trae reflexiones sobre las limitaciones de la educación científica en la educación básica y termina contextualizando la importancia de la historia y la filosofía de la ciencia para estar presentes en los planes de estudio de educación docente y educación básica.

PALABRAS CLAVE: Historia. Filosofía. Ciencias. Enseñanza del aprendizaje. Educación básica.

¹ Universidad Estatal de Rio Grande do Sul (UERGS), São Luiz Gonzaga – RS – Brasil. Profesora Adjunta. Actúa en la Carrera de Pedagogía y en la Maestría Profesional en Educación. Doctorado en Educación en Ciencias: Química de la Vida y Salud (UERGS). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3976-6594>. E-mail: viviane-maurenate@uergs.edu.br

² Universidad Estatal de Rio Grande do Sul (UERGS), São Luiz Gonzaga – RS – Brasil. Profesor Adjunto. Actúa en la Carrera de Pedagogía. Investigador en el área de Historia y Filosofía de la Ciencia. Doctorado en Lógica y Filosofía de la Ciencia (UNICAMP). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0727-324X>. E-mail: jorge-molina@uergs.edu.br

³ Universidad Estatal de Rio Grande do Sul (UERGS), São Luiz Gonzaga – RS – Brasil. Profesora Adjunta. Actúa en la Carrera de Pedagogía e investigación en el área de la Pedagogía de la Diferencia. Directora del Campus Regional IV. Doctorado en Educación (UNISINOS). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2285-5339>. E-mail: arisa-luz@uergs.edu.br

RESUMO: *As relações entre as ciências, o contexto histórico de sua produção e as concepções filosóficas vigentes em uma determinada época se tornam visíveis ao considerar a história da ciência. Pois ela mostra os vínculos entre a história em sentido amplo, quer dizer, história política, econômica, cultural e social, com as próprias ciências e com a filosofia da ciência. Esse artigo busca discutir a história e filosofia da ciência na educação básica, seus limites e possibilidades. Como a educação básica vem abordando a ciência na escola; como a formação de professores está trabalhando com futuros docentes a ciência na escola; como está colocada a história e filosofia da ciência nos currículos de formação de professores e na educação básica, como as áreas conversam e compartilham da história e filosofia da ciência quando da construção do conhecimento e de saberes. Se propõe a resgatar a história e filosofia da ciência enquanto saber histórico constituído através dos tempos, bem como a evolução da ciência a partir do olhar de epistemólogos como Kuhn (1971), Popper (1994), Bachelard (1996). Traz reflexões acerca das limitações da educação em ciências na educação básica e finaliza contextualizando a importância da história e filosofia da ciência estar presente nos currículos de formação de professores e da educação básica.*

PALAVRAS-CHAVE: *História. Filosofia. Ciência. Ensino aprendizagem. Educação básica.*

ABSTRACT: *The relations between the sciences, the historical context of their production and the philosophical conceptions prevailing in a given time become visible when considering the history of science. For it shows the links between history in the broad sense, that is, political, economic, cultural and social history, with the sciences themselves and with the philosophy of science. This article seeks to discuss the history and philosophy of science in basic education, its limits and possibilities. How basic education has been addressing science in school; how teacher education is working with future teachers in science at school; how is the history and philosophy of science placed in teacher education curricula and basic education, how do the areas talk and share the history and philosophy of science in the construction of knowledge and knowledge? They propose to rescue the history and philosophy of science as historical knowledge constituted throughout the ages, as well as the evolution of science from the perspective of epistemologists such as Kuhn (1971), Popper (19), Bachelard (1996). It brings reflections on the limitations of science education in basic education and concludes by contextualizing the importance of the history and philosophy of science being present in the curricula of teacher education and basic education.*

KEYWORDS: History. Philosophy. Science. Teacher training. Basic education.

Introducción: Las ciencias y su relación con la historia y la filosofía

Las relaciones entre las ciencias, el contexto histórico de su producción y las concepciones filosóficas vigentes en un momento dado se hacen visibles al considerar la historia de la ciencia. Porque muestra los vínculos entre la historia en sentido amplio, es decir, la historia política, económica, cultural y social, con las propias ciencias y con la filosofía de

la ciencia. Hoy sabemos, gracias a los trabajos clásicos de Koyré (2001) y Kuhn (1957), que la práctica del científico está determinada por las concepciones del mundo dominantes en la época en que vive y por la situación histórica de ese momento, aunque no sea completamente consciente de ellas. Entendemos que los supuestos filosóficos establecen los objetos de estudio de las ciencias, los métodos admisibles en la práctica científica, los criterios para la formación de hipótesis, la forma de verificarlas, la forma de exponer la ciencia en los libros de texto y de enseñarla.

Incluso en disciplinas tan abstractas como las ciencias matemáticas y aparentemente tan poco determinadas por su entorno cultural, esas influencias pueden verificarse. De hecho, los criterios para reconocer un conjunto de argumentos como una prueba matemática han variado con el tiempo. Durante mucho tiempo se pensó, según el principio aristotélico de incomunicabilidad de los géneros, que una prueba geométrica no podía utilizar consideraciones aritméticas y algebraicas (ARISTOTELES, 1979, p. 44-45). Muchos siglos después, en su Geometría, Descartes utilizó herramientas algebraicas en sus demostraciones. La justificación de su procedimiento fue dada en la primera de sus Reglas para la dirección del espíritu, cuando estableció la unidad de todas las ciencias (OLASO; ZWANCK, 1995)

Otro ejemplo bien conocido por los historiadores de la ciencia es el de la determinación de la estructura del sistema solar en los siglos XVI y XVII. Sabemos que Ptolomeo, Copérnico, Kepler, Galileo y Tycho Brahe formularon diferentes hipótesis astronómicas. Ptolomeo y Copérnico consideraron que el movimiento de los planetas debía explicarse en términos de la composición de los movimientos circulares porque ambos dependían de la antigua idea filosófica de que el movimiento circular es el movimiento perfecto, porque no tiene ni principio ni fin, siendo entonces, el que corresponde a los seres perfectos como se consideraban los planetas (ANDRÉ, 1996; ANDREY *et al.*, 2007).

Kepler tuvo la audacia de romper esta concepción, pero no estuvo libre de influencias filosóficas. De hecho, la estructura del sistema solar que propuso muestra que Kepler se guiaba por la hipótesis, dependiente de la filosofía pitagórica, de que debía existir una correspondencia entre el número de poliedros regulares y el número de planetas. Si Copérnico situó el sol como centro del sistema solar se debió a la influencia de las ideas neoplatónicas imperantes en el Renacimiento, representadas, entre otros autores, por Marsilio Ficino (KUHN, 1957, p. 154). Los elementos neoplatónicos y pitagóricos se encuentran también en la Astronomía de Kepler.

Es posible determinar con detalle la influencia de la situación histórica en la que viven o vivieron los científicos en su trabajo. Según Andrey *et al.* (2007), la medicina de la Edad

Medicina vio limitado su progreso por la prohibición de diseccionar cadáveres humanos, vigente desde la antigüedad clásica. Así, el conocimiento de los médicos sobre la anatomía humana se limitaba a lo que se podía aprender mediante la disección de animales. El autor también explica que, en aquella época, las cirugías no las realizaba el médico, sino el barbero, un hombre práctico. El médico, basándose en sus lecturas de los antiguos maestros de la antigüedad clásica, Hipócrates y Galeno, prescribía qué tratamientos debían realizarse, incluyendo entre ellos la cirugía (ANDREY et al., 2007).

El gran avance del conocimiento médico se produjo cuando, en el siglo XVII, como consecuencia de la concepción mecanicista de la Naturaleza y del dualismo cartesiano, el cuerpo humano dejó de ser visto como algo sagrado y pasó a ser considerado como una simple máquina. Según André (1996), encontramos todo un entorno cultural que posibilitó esta nueva concepción: los constructores de máquinas (mecánicos) ganaron en aquella época prestigio social y dinero, el arte comenzó a representar el cuerpo humano desnudo, el pensamiento filosófico y teológico encontró las huellas de la acción divina principalmente en el alma humana y no en la Naturaleza, siendo el alma concebida por Descartes como una realidad completamente diferente del cuerpo. De hecho, Descartes demostró la existencia de Dios a partir de la presencia de la idea de Dios en el alma humana, a diferencia de Santo Tomás de Aquino, el mayor representante de la Escolástica medieval, que pretendía demostrar la existencia de Dios a partir de la realidad del movimiento en la Naturaleza.

Y, sin embargo, los científicos innovadores no están totalmente subordinados a una tradición, a una situación histórica y cultural determinada, de manera que su libertad de pensar esté totalmente restringida. Por el contrario, pueden enriquecer y modificar esa tradición. Pero para apreciar sus innovaciones debemos tener en cuenta el marco histórico en el que desarrollaron su trabajo. Como nos dice Stengers (2002, p. 12):

La historia de la ciencia no se ocupa de seres humanos "al servicio de la verdad", si esta verdad debe definirse según criterios ajenos a la historia, sino de seres humanos "al servicio de la historia", cuyo problema es transformar la historia y transformarla de tal manera que sus colegas, pero también quienes escriban la historia después de ellos, se vean obligados a hablar de su invención como un "descubrimiento" que otros podrían haber hecho.

Ciencias y humanidades de la ciencia en la educación básica brasileña

La Educación Básica brasileña comprende a los niños y jóvenes de 6 a 18 años, con un total de 12 años de estudio. El sistema de educación pública brasileño se creó a finales del

siglo XIX, en una época en la que el positivismo de Comte estaba fuertemente vigente en el país, que fue adoptado por la élite política como ideología modernizadora. En ese momento, el país se había convertido en una República, dejando atrás el régimen monárquico vinculado a los agricultores esclavistas. Como es sabido, el positivismo tenía una concepción lineal de la evolución intelectual de la humanidad. El estadio superior de esta evolución corresponde, según Comte, a la Ciencia, que superaría a la Filosofía y a la Religión. La época de Comte corresponde a un período de gran desarrollo de las ciencias exactas y naturales. Es también la época de la industrialización de Europa, una época en la que los positivistas pensaban que los métodos utilizados en las ciencias naturales podían servir para construir una ciencia del hombre y de la sociedad. Fue en esta época cuando surgieron las ciencias humanas (ANDREY *et al.*, 2007).

Para nuestro tema, es interesante reflexionar sobre la influencia de la ideología positivista en la formación de los profesionales de la educación brasileños, así como su influencia en los programas escolares. Los positivistas introdujeron en Brasil las ciencias físicas y naturales en la escuela primaria y secundaria. El positivismo en Brasil representó una ruptura con la llamada cultura del bachiller, representada por los licenciados en derecho. Se trataba de una cultura retórica y literaria, basada en el latín jurídico y en el estudio de los códigos y de las diversas teorías sobre el Derecho y el Estado. Por otro lado, el positivismo brasileño también se oponía a la cultura eclesiástica, basada en la teología católica y la filosofía escolástica. Así, el positivismo brasileño se colocó en nombre de la ciencia, y del progreso, frente a las dos ramas de la educación humanística, en la forma en que estaban representadas en Brasil en ese momento, a saber, la tradición retórica-literaria y la filosófica (CHALMERS, 1993).

Como la dirección de la educación en la naciente república estaba en manos de personas influidas por la ideología positivista, se produjo un divorcio en el ámbito escolar entre la cultura científica y la cultura humanística, dentro de la cual se encuentra la enseñanza de la historia. Este divorcio perdura hasta hoy y se puede observar en los libros de texto utilizados para la enseñanza de las ciencias tanto en el nivel primario como en el secundario. Estos textos apenas mencionan los vínculos entre ciencia, historia y filosofía. Y cuando los mencionan, lo hacen de forma simplificada.

Una consecuencia de la concepción positivista en la educación brasileña fue que reforzó la idea de que las materias escolares están aisladas unas de otras y deben ser trabajadas así. Incluso más de 120 años después de la introducción de esta concepción positivista en Brasil, se pueden encontrar rastros de ella en el entorno escolar. Incluso con la

división por 4 áreas de conocimiento (lengua, matemáticas, ciencias humanas y ciencias naturales), seguimos encontrando poco diálogo en las áreas y entre las áreas, quedando distante la discusión de la ciencia en la construcción del conocimiento científico para desarrollar la ciudadanía de los estudiantes.

La Historia de la ciencia y el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación básica

Las concepciones educativas ligadas al positivismo tienen, entre otros, estos defectos: no poder entender de forma adecuada el fracaso escolar en el aprendizaje de las materias científicas y no contribuir a que ese aprendizaje sea significativo. Incluso hoy en día es habitual atribuir el fracaso en las asignaturas científicas al alumno. No tendría talento para las matemáticas o su capacidad de atención y observación sería limitada, o no relacionaría conceptos y situaciones, ni percibiría similitudes y analogías. Sin embargo, si el profesor va más allá, se dará cuenta de que muchas veces las dificultades que presentan los alumnos provienen del hecho de que están atados a concepciones que provienen del sentido común.

Este sentido común no sólo es producto de ideologías o doctrinas científicas anticuadas, sino que también se basa en la forma en que nuestros sentidos perciben el mundo y en el funcionamiento de nuestra mente. El sentido común es un producto psíquico, social y cultural. Hay que tener en cuenta que si la humanidad tardó tanto en saber que la Tierra se mueve, es porque no hemos percibido su movimiento, a diferencia de lo que ocurre cuando estamos dentro de un coche en movimiento.

La persona que nunca ha tomado una clase de física elemental tenderá a creer que el cuerpo más pesado cae más rápido que el más ligero. Ciertamente, la mayoría de la gente cree que una figura tridimensional cuyos lados son infinitos tiene necesariamente un volumen infinito, aunque Torricelli demostró hace unos cuatrocientos años que no siempre es así. Muchos piensan que una ballena es un pez, y no ven en un fósil más que una piedra. Para el profano una mesa es algo sólido y compacto, mientras que para el físico y para la persona que domina los rudimentos de esta ciencia cualquier mesa es un compuesto de átomos y éstos no son algo compacto, no son un espacio completo, sino que incluyen en gran medida el vacío.

El sentido común, basado en nuestra percepción sensorial, nos hace creer que el Sol es dos o tres veces más grande que la Luna. Y, sin embargo, la ciencia nos dice que el diámetro de la primera estrella es de 1.391.000 km y el de la segunda de sólo 3.474,2 km. Estas creencias, que se imponen sobre los conocimientos científicos enseñados por el sistema

escolar, las llamamos errores, ya que están arraigadas en nuestra lengua y nuestra cultura. Si el estudiante tiene dificultades para dominar ciertos conceptos y teorías científicas es porque la humanidad ha tenido las mismas dificultades y así lo demuestra la historia de la ciencia (ANDREY *et al.*, 2007).

En el siglo XX, el epistemólogo Gaston Bachelard denominó obstáculos epistemológicos a estos obstáculos individuales y colectivos para la construcción del conocimiento científico. Aportó a la discusión la noción de obstáculos epistemológicos como las etapas que hay que superar para la adquisición del conocimiento científico, es decir, para pasar de un conocimiento ya conocido a un nuevo conocimiento hay que superar obstáculos. Podemos afirmar que estos son los obstáculos que el niño en su desarrollo cognitivo y la Humanidad en la construcción de la ciencia tuvieron que superar. Si el alumno tarda en comprender un principio como la ley de la inercia o los conceptos de números imaginarios y negativos, o las leyes de Kepler o los vínculos evolutivos entre las distintas especies, es porque la propia Humanidad tardó mucho tiempo en alcanzar ese conocimiento

A evolução das ciências é dificultada por obstáculos epistemológicos entre os quais o senso comum, os dados perceptíveis [...]. Para conseguir superá-los, são necessários atos epistemológicos: ruptura com os conhecimentos anteriores, seguidos por sua reestruturação (BACHELARD, 1996, p. 62).

Bachelard salienta a necessidade de romper com o conhecimento baseado no senso comum. Esse conhecimento é concreto, baseado na percepção sensorial, ao passo que o conhecimento científico tende à abstração. Segundo Bachelard (1996, p. 49),

[...] el acto de conocer se produce contra un conocimiento previo, superando lo que, en el propio espíritu, es un obstáculo para la espiritualización [...]. Esto significa que las sucesivas contradicciones del pasado, que aparecen como auténticas rupturas epistemológicas, serían los resortes impulsores del desarrollo del conocimiento científico. En este sentido, la historia de la ciencia avanzaría sobre la base de sucesivas rupturas epistemológicas.

La historia de la ciencia para Bachelard muestra la superación sucesiva de los obstáculos epistemológicos. En este proceso, el conocimiento es visto como un avance progresivo, acercándose a la verdad a través de un largo trabajo de construcción y rectificación, rompiendo con el conocimiento anterior (SAITO, 2013). Así es como debería presentarse la historia de la ciencia en las escuelas, mostrando los procesos que llevaron a superar los obstáculos epistemológicos que surgieron en el intento de comprender la naturaleza. Así, el proceso de construcción del conocimiento científico se hace más accesible y claro no sólo para el alumno, sino también para el profesor.

Los conocimientos previos de los alumnos sobre la vida cotidiana no deben considerarse simplemente como errores individuales, sino como formas de aproximación a la naturaleza por parte de nuestra especie. Ya a principios de la Edad Moderna, Francis Bacon, en su *Novum Organum*, hablaba de los obstáculos que dificultan nuestra concepción del mundo. Los llamó ídolos. Los ídolos de la tribu surgen de la estructura de nuestro intelecto, los ídolos del foro surgen de nuestro lenguaje, los del teatro de doctrinas filosóficas y científicas erróneas, finalmente los ídolos de la caverna son errores estrictamente individuales, originados en nuestra educación y crianza.

Según Nascimento y Carvalho (2004), conocer el pasado histórico y el origen del conocimiento científico puede ser un factor de motivación para los estudiantes, puede hacer que los estudiantes se den cuenta de que la duda encontrada por ellos para el aprendizaje de un concepto científico fue la misma que encontró, en otro momento histórico, un científico reconocido en la actualidad, es decir, darse cuenta de que sus dudas estuvieron presentes en algún momento del proceso de construcción de ese concepto científico.

La historia de la ciencia, según Solbes y Traver (2001, p. 158), puede hacer que los estudiantes:

- i Conozcan mejor los aspectos de la historia de la ciencia, antes generalmente ignorados y, consecuentemente, mostrar una imagen de la ciencia más completa y contextualizada;
- ii Valoren adecuadamente procesos internos del trabajo científico como: los problemas abordados, el papel de la descubierta, la importancia de los experimentos, el formalismo matemático y la evolución de los conocimientos (crisis, controversias y cambios internos);
- iii Valoren adecuadamente aspectos externos como: el carácter colectivo del trabajo científico, las implicaciones sociales de la ciencia. Y aún afirman que ella misma puede:
- iv Presentar una imagen menos tópica de la ciencia y de los científicos;
- v Mejorar el clima de la clase y la participación en el proceso de enseñanza aprendizaje.

La propuesta de una enseñanza más histórica se opone a la enseñanza mecánica, acumulativa y socialmente neutral. La inclusión de la historia de la ciencia y la filosofía de la ciencia en los contenidos escolares puede contribuir a la propuesta de metodologías de aula más desafiantes y creativas. El conocimiento científico y tecnológico forma ya parte de la vida cotidiana de los seres humanos, lo que anima a los profesores a adaptar sus prácticas educativas a esta nueva realidad, con estrategias que hagan el proceso de enseñanza y aprendizaje atractivo y estimulante para los alumnos. Poner el conocimiento al alcance de

todos, independientemente de la clase social, la cultura, las creencias y los valores es una tarea de la escuela en el siglo XXI.

La permanencia de los currículos escolares con metodologías tradicionales, según Loguercio y Del Pino (2006, p. 68), proporcionan "*a los alumnos una imagen deformada de cómo se constituyen y evolucionan los conceptos científicos*". También, según estos autores, los profesores, por las características de su formación, en relación con la construcción del conocimiento científico, el trabajo de los científicos, los métodos de la ciencia y la imagen de la ciencia, construyen malentendidos (LOGUERCIO; DEL PINO, 2006; MATHEWS, 1994; SOLBES; TRAVER, 2001).

Nascimento y Carvalho (2004) se apoyan en Abd-El-Khalick y Lederman (2000) para explicar que la opción de utilizar la historia es una forma de abordar la epistemología de la ciencia en el aula, apareciendo en gran medida como una alternativa a la enseñanza tradicional de las ciencias:

Los programas deben continuar con los intentos (para mejorar las concepciones de los estudiantes). Los elementos de historia y filosofía de la ciencia y/o la instrucción directa sobre la naturaleza de la ciencia son más eficaces para lograr este fin que los que utilizan procesos de actividades cerradas o no reflexivas (p. 667).

Pensar en la ciencia como un producto acabado es negar las diferentes posibilidades de transformación y construcción del conocimiento. Es disminuir la capacidad de creación y creatividad de los alumnos en la escuela; es enmascarar una ciencia que se dice verdadera. No permite nuevos descubrimientos y creaciones. La escuela, como institución encargada de transmitir el conocimiento científico, está en condiciones de crear innumerables posibilidades de hablar de ciencia en la escuela, fomentando la investigación desde la infancia.

Una disciplina de historia de la ciencia, o una aproximación histórica al conocimiento científico tiene un extraordinario valor pedagógico, una gran significación cultural que, asociada a la Filosofía de la Ciencia, tiene una relevante contribución a la comprensión epistemológica de la construcción de este conocimiento. La Historia y la Filosofía de la Ciencia pueden tener un papel facilitador en la alfabetización científica del ciudadano (LOGUERCIO; DEL PINO, 2006, p. 68).

Si los planes de estudio de formación del profesorado intentaran incorporar en sus programas componentes de Filosofía e Historia de la Ciencia, los profesores podrían debatir sobre la ciencia y sus diferentes concepciones, así como sobre el conocimiento científico y su enseñanza. Estas concepciones también serían construidas por los alumnos, en la escuela, desde sus primeros años. En esta lógica, los conocimientos previos serían los indicadores para

la introducción de nuevos conocimientos, donde la ciencia se construiría a partir de la realidad vivida, los contextos culturales, sociales y políticos.

Teniendo en cuenta los conocimientos previos como requisito para el aprendizaje de nuevos conocimientos, Stengers (2002) afirma que la ciencia debe, como cualquier otra práctica humana, insertarse en la historia y que, desde este punto de vista, no puede haber malestar, ni término medio. Sin embargo, este ideal legítimo permite eludir cuestiones problemáticas que nos llevan a preguntarnos: ¿por qué esta inserción de la historia y la filosofía de la ciencia en la formación del profesorado no es tan fluida? ¿Por qué los programas escolares no son capaces de dialogar con la historia del conocimiento científico en sus cuatro áreas de conocimiento? ¿La contextualización histórica de las materias escolares paralela al conocimiento de los contenidos a aprender puede ayudar a la escuela en la formación de la ciudadanía de sus alumnos? Y, ¿cómo hacer que los alumnos vean la ciencia y sus relaciones con la sociedad, la tecnología, la cultura y la política, es decir, con el mundo?

La Historia de la ciencia y la construcción de la ciudadanía en la escuela

Partiendo de las cuestiones problemáticas, queremos que la escuela ofrezca una educación consciente y crítica, estimulando a los alumnos en su vida diaria para que tomen decisiones y tengan opciones adecuadas a la realidad vivida. Este es un ideal de educación en muchos países. Según Paixão y Cachapuz (2003, p. 31) [...], la "educación en ciencias debe contribuir a formar ciudadanos más cultos, más informados y más críticos", donde el conocimiento científico se enfrentará a los conocimientos previos del alumno, que puede tener o no resistencia al nuevo conocimiento.

El profesor, como poseedor de este conocimiento, debe buscar estrategias para transformar el sentido común en conocimiento científico. Una posibilidad es mostrar la ciencia como una construcción humana, sujeta a la influencia de factores sociales, económicos y culturales de su tiempo (DEL PINO; STRACK, 2012). Acercar la historia de la ciencia a la escuela y al acto de enseñar es un reto que debe dirigirse desde propuestas pedagógicas desafiantes, teniendo en cuenta los conocimientos previos que los alumnos traen de sus experiencias vitales.

Pero, ¿en qué sentido la educación científica puede hacer a los ciudadanos más cultos, más informados y más críticos? Uno de los primeros teóricos que se preguntó por el valor educativo de la ciencia fue Jean Jacques Rousseau. El sociólogo portugués Boaventura de Sousa Santos se refiere a este autor, su famoso *Discours sur les Sciences et Les Arts*, segunda

parte, una disertación escrita para un concurso organizado por la Academia de Dijon, en la que Rousseau formula varias preguntas. Estas cuestiones pusieron en duda la confianza de la Ilustración en la Razón. Boaventura de Souza Santos parafrasea las preguntas de Rousseau de la siguiente manera:

¿Existe una relación entre la ciencia y la virtud? ¿Hay alguna razón para sustituir el conocimiento ordinario que tenemos de la naturaleza y de la vida y que compartimos con los hombres y mujeres de nuestra sociedad por el conocimiento científico producido por unos pocos e inaccesible para la mayoría? ¿Contribuirá la ciencia a reducir la brecha creciente en nuestra sociedad entre lo que se es y lo que se aparenta ser, entre el saber decir y el saber hacer, entre la teoría y la práctica? Preguntas sencillas que Rousseau responde de forma igualmente sencilla, con un no rotundo (SANTOS, 1987, p. 17).

Lo que Rousseau entendía por "virtud" es lo que hoy llamaríamos excelencia moral y conciencia ciudadana. Se preguntaba si la ciencia podía contribuir al progreso moral de la humanidad. Rousseau buscó respuestas a estas preguntas en una época en la que el paradigma científico dominante era el mecanicista, un paradigma que se constituyó a partir de la revolución científica del siglo XVII y que tuvo su expresión más completa en la Física de Newton. Conviene recordar aquí cuáles eran las imágenes de la ciencia y la Naturaleza asociadas a este paradigma. A diferencia de la ciencia aristotélica, que concebía la Naturaleza como un gran ser vivo, el mecanismo newtoniano la representaba como una máquina.

En la época de Rousseau, según Santos (1987), la ciencia no era vista como una herramienta de emancipación social. Se reconoció su valor emancipador individual para los miembros de las clases acomodadas en el sentido de liberarlos de la superstición religiosa. Por otro lado, se admitía que la ciencia podía ser útil para el dominio y control de la Naturaleza, pero, como el proceso de industrialización de Europa aún no había comenzado, estos avances tecnológicos y sus aplicaciones no eran reconocidos.

Hoy daríamos una respuesta diferente a la dada por Rousseau. Consideramos que la ciencia y la tecnología son esenciales para la sociedad, ya que producen diferentes vacunas para diversas enfermedades, permiten la construcción de puentes y carreteras y nos proporcionan aparatos que nos dan comodidad, como los frigoríficos y los coches. Pero también, la ciencia tiene un papel en la construcción de valores en los ciudadanos. Si para Rousseau la opresión provenía principalmente de las instituciones religiosas, hoy en día proviene más del poder político y económico, y se manifiesta de forma mucho más sutil, hasta el punto de que no se ve como tal.

La escuela puede contribuir a una reflexión crítica sobre estas trampas impuestas por el poder político y económico, transmitiendo los conocimientos científicos necesarios para que el alumno pueda formarse un juicio crítico. Aquí los educadores deberían recordar a Descartes (2012), en el libro *Reglas para la guía del espíritu*, cuando puso como primera regla lo siguiente: "el propósito de los estudios debe ser guiar al espíritu para que pueda formar juicios sólidos y verdaderos sobre todas las cosas que se presentan".

En esta visión, se entiende que el desafío de los docentes, en la actualidad, según Bizzo (2002), es reconocer la posibilidad real de comprender el conocimiento científico y su importancia en la formación de nuestros alumnos, ya que contribuye efectivamente a la ampliación de la capacidad de comprensión y actuación en el mundo en que vivimos. Para Chassot (2003, p. 94), "[...] ya no es posible concebir propuestas de enseñanza de las ciencias, sin incluir en los planes de estudio componentes orientados a la búsqueda de aspectos sociales y personales de los alumnos. La "ciencia puede ser tomada como una forma de dar sentido al mundo natural y tecnológico, al mismo tiempo tiene en mente la construcción de una ciudadanía responsable" (PAIXÃO; CACHAPUZ, 2003, p. 31).

¿Cuál sería el papel de la Historia de la Ciencia dentro de esta educación científica? Induce a quienes la conocen a una sana prudencia en el sentido de ser precavidos y no aceptar nada que se presente bajo el ropaje de la ciencia como si fuera ciencia exacta, verificada y comprobada. Por otro lado, nos muestra las diferentes caras engañosas de la pseudociencia. Un caso típico de pseudociencia es la Astrología, en la que se tiene una idea errónea de lo que era, hasta el siglo XVII, ya que la identificamos como los horóscopos que hoy leemos en periódicos y revistas. Pero según Andrey et al. (2007), esta ciencia es algo mucho más sofisticado y complejo. Y explica que la Astrología mezclaba complejas herramientas matemáticas con concepciones filosóficas y mágicas. Era un fraude, pero difícil de reconocer como tal. Fue apoyada por gobernantes ansiosos de predecir el futuro de los acontecimientos políticos. Fue cultivada por personas que hoy reconocemos como grandes científicos, entre ellos Ptolomeo y Kepler. Aunque fue duramente criticada por destacados intelectuales como San Agustín y Pico de la Mirandola, sobrevivió. Sólo decayó, y se redujo a lo que es hoy, cuando la concepción aristotélica del universo fue sustituida por la concepción newtoniana (ANDREY *et al.*, 2007).

Otro caso de pseudociencia, a finales del siglo XIX, es el de las teorías sobre las razas humanas y sobre la superioridad de unas razas sobre otras. Estas teorías mezclaban las preconcepciones raciales con las doctrinas evolucionistas basadas en la obra de Darwin y la

filosofía de Spencer, y se consideraban políticas de Estado como hacer que la población brasileña fuera blanca mediante la inmigración europea.

En adelante, la historia de la ciencia nos muestra el carácter provisional de las teorías científicas. Son las mejores conjeturas de que dispone la humanidad en un momento dado de su evolución. Conjeturas bien elaboradas, pero que en el futuro pueden considerarse parcial o totalmente inadecuadas. Para el siglo XVIII, la física newtoniana era la encarnación de la verdad, y hoy somos, sin embargo, conscientes de sus limitaciones. Corresponde a los cursos de formación del profesorado discutir en sus planes de estudio el papel de la historia de la ciencia en la sociedad, en la educación de los ciudadanos, llevando a los bancos escolares reflexiones críticas sobre la evolución de la ciencia en la actualidad y cómo ésta está presente en la vida de los seres humanos.

Conclusiones: un ideal por alcanzar

Hemos defendido aquí la necesidad de introducir la historia de la ciencia tanto en los planes de estudio de la formación de profesores para la Educación Básica como en las clases de las asignaturas escolares, basándonos en las siguientes razones: a) permite al profesor entender varias de las razones que hacen que el alumno no entienda sus clases; b) facilita el diálogo entre profesores de diferentes áreas de conocimiento, especialmente, entre profesores procedentes del área de las ciencias humanas y los que tienen formación en ciencias naturales, matemáticas y lenguas; c) ayuda a introducir valores necesarios para la formación de una conciencia de ciudadanía; d) hace que el aprendizaje de las materias científicas sea significativo para el alumno.

Valorar los conocimientos previos de los alumnos, relacionar las prácticas educativas de los profesores con la sociedad y la tecnología son retos emergentes en el siglo XXI. Los planes de estudio de la formación del profesorado deben prestar atención a estas demandas, dotando al futuro profesional de la educación de los conocimientos que constituyen la realidad de las escuelas y, en consecuencia, de los niños y jóvenes.

Para entendernos como ciudadanos que pertenecen a una sociedad, que pasan la mayor parte de su vida en los bancos de la escuela, es necesario rescatar la historia de esta sociedad, de esta educación, de los hechos científicos que le pertenecen. Y la Educación Básica es uno de los espacios nobles para su contextualización, y corresponde a los profesores mediar la construcción del conocimiento. Otro espacio es la formación del profesorado, al prepararlo para la enseñanza en la Educación Básica.

Abogamos por un diálogo permanente entre las áreas de conocimiento, un proceso educativo colaborativo con la mirada puesta en la formación de la ciudadanía de niños y jóvenes, donde el aprendizaje de las materias escolares las haga significativas y aplicables en la realidad vivida. En esta perspectiva, se proponen metodologías que estimulan la problematización, proyectos de investigación basados en un contexto real, una revisión histórica de la ciencia, así como su recorrido hasta hoy.

Por otro lado, los planes de estudio de la formación de profesores necesitan retomar la ciencia como un conocimiento necesario para su formación, aportando aspectos de su historia, así como de la sociedad, la naturaleza y la tecnología, rescatando y valorando el conocimiento de los profesores que se compromete a discutir la realidad, las experiencias y el conocimiento de sentido común. La historia de la ciencia permite conocer los hechos, los períodos, las rupturas de paradigmas, las rupturas y las incertidumbres ante los acontecimientos de la naturaleza. Los profesores en formación tienen que hablar de estos aspectos para trasladar estos conocimientos a su práctica docente.

Consideramos la historia de la ciencia como un ideal a alcanzar por todos los que trabajan en la educación y creemos que a través de ella podemos cambiar la realidad, haciendo de nuestros niños y jóvenes ciudadanos de su sociedad.

REFERENCIAS

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving science teachers conceptions of nature of science: a critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000. DOI: 10.1080/09500690050044044

ANDRÉ, J. M. Da história das ciências à filosofia da ciência. **Revista Filosófica de Coimbra**, v. 5, n. 10, 1996.

ANDREY, M. A. *et al.* **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2007.

ARISTÓTELES. **Les seconds analytiques**. Trad. Tricot J. Paris: Vrin., 1979.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BACON, F. **Novum organum ou verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza**. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil? Palavras do professor**. 2. ed. São Paulo: Editora Ática, 2002.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Editora brasiliense, 1993.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Campinas, n. 22, 2003. DOI: 10.1590/S1413-24782003000100009

DEL PINO, J.; STRACK, R. O desafio da cientificidade na sala de aula. **Revista Pátio, Conhecimento Científico no Ensino Médio**, n. 12, ano IV, mar./maio 2012.

DESCARTES, R. **Regras para a orientação do espírito**. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2012.

KOYRÉ, A. **Do mundo fechado ao universo infinito**. 4. ed. Rio de Janeiro: Forense universitária, 2001.

KUNH, T. **A revolução copernicana**. Trad. Marília Costa Fontes. Lisboa: Edições 70, 1957.

KUNH, T. **La estructura de las revoluciones científicas**. Trad. Agustín Contin. México: Fondo de cultura económica, 1971.

LOGUERCIO, R.; DEL PINO, J. C. Contribuições da história e da filosofia da ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 8, n.1, p. 67-77, jan./jun. 2006. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/143201>. Acesso em: 10 ago. 2020.

MATHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1994. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084>. Acesso em: 10 ago. 2020.

NASCIMENTO, V. B.; CARVALHO, A. M. P. **A Natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências**. 2015. Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p452.pdf>. Acesso em: 1 jan. 2019.

PAIXÃO, F; CACHAPUZ, A. Mudanças na prática de ensino da química pela formação dos professores em história e filosofia das ciências. **Química nova na Escola: pesquisa no Ensino de Química**, São Paulo, n. 18, p. 31-36, nov. 2003. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/quimica/mud_prat_ens_form_profe_hist_qnesc_out_2003.pdf. Acesso em: 10 ago. 2020.

SAITO, F. “Continuidade” e “Descontinuidade”: o processo da construção do conhecimento científico na história da ciência. **Revista da Faebe – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 39, p. 183-194, jan./jun. 2013. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/faeaba/article/view/338>. Acesso em: 10 ago. 2020.

SANTOS, B. S. **Um discurso sobre as ciências**. Edições Afrontamentos. Porto Coleção. Portugal: Histórias e Ideias, 1987.

SOLBES, J. E TRAVER, M. Resultados obtenidos introduciendo historia de la ciencia em las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes

positivas. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 19, n. 1, p. 151-162, 2001.

STENGERS, I. **A invenção das ciências modernas**. Trad. Max Altman. São Paulo: Editora 34, 2002.

Cómo referenciar este artículo

MAURENTE, V. M. M.; MOLINA, J. A.; LUZ, A. A. La historia y la filosofía de la ciencia en la educación básica brasileña: por un proceso de construcción del conocimiento científico en la escuela. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 16, n. 4, p. 2380-2395, out./dez. 2021. e-ISSN: 1982-5587. DOI: <https://doi.org/10.21723/riaee.v16i4.14072>

Enviado el: 20/07/2021

Revisiones necesarias: 17/08/2021

Aprobado: 19/09/2021

Publicado: 21/10/2021