

Movimientos entre cultura escolar y cultura científica: *análisis de argumentos en diferentes contextos*

Movements between School Culture and Scientific Culture:
Analysis of Argumentation in Different Contexts

Mouvements entre la culture scolaire et la culture scientifique:
analyse d'arguments dans les différents contextes

Movimentos entre a cultura escolar e cultura científica:
análise de argumentos em diferentes contextos

Fecha de recepción: 5 DE AGOSTO DE 2011/ Fecha de aceptación: 30 DE ABRIL DE 2013

Encuentre este artículo en <http://magisinvestigacioneducacion.javeriana.edu.co/>

2027-1174(201312)6:12<87:MECECC>2.0.TX;2-R

Escrito por DANIELA LOPES-SCARPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC
SÃO PAULO, BRASIL
dlscarpa@usp.br

SILVIA LUZIA FRATESCHI-TRIVELATO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
SÃO PAULO, BRASIL
slfrive@usp.br

Resumen

Para investigar relaciones entre cultura científica y cultura escolar, se analizan las características del argumento enunciado en textos científicos y en producciones de alumnos de educación básica. Se usó el patrón del argumento de Toulmin y marcas lingüísticas. El análisis mostró que los alumnos hacen argumentos substanciales y que los argumentos científicos son analíticos. La utilización diferenciada de los tiempos verbales del discurso sugiere la transformación de la Biología Funcional en narrativa histórica. La selección lexical y el uso de calificadores evidenciaron la presencia de modalidades aléticas y epistémicas que asumieron funciones diferenciadas. Ese análisis plantea consideraciones sobre el carácter híbrido de la enseñanza de las ciencias.

Palabras clave autor

Enseñanza de ciencias, cultura científica, cultura escolar, hibridación, argumentación.

Palabras clave descriptor

Ciencia-enseñanza secundaria, ciencias básicas-educación secundaria, educación científica.

Transferencia a la práctica

Los análisis y reflexiones emprendidos en este artículo contribuyen a las discusiones sobre los objetivos de la enseñanza de las ciencias. Proponemos que el objetivo de la enseñanza de ciencias es un diálogo entre culturas, de forma que los interlocutores tomen una actitud de respuesta ante el conocimiento. Si se asumen la argumentación y la práctica de la justificación como centrales en la formación de comunidades comunicacionales y en la construcción de la subjetividad crítica, comprender las características del argumento puede contribuir a las investigaciones sobre enseñanza de las ciencias, con miras a investigar y desarrollar habilidades involucradas en la argumentación.

Para citar este artículo / To cite this article / Pour citer cet article / Para citar este artigo

Lopes-Scarpa, D. & Frateschi-Trivelato, S. L. (2013). Movimientos entre cultura escolar y cultura científica: análisis de argumentos en diferentes contextos. *magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 6 (12) Edición especial Enseñanza de las ciencias y diversidad cultural, 87-103.

Key words author

Science Education, Scientific Culture, School Culture, Hybridization, Argumentation.

Key words plus

Science-Secondary Education, Secondary Education Basic Sciences, Science Education.

Abstract

In order to study the relationship between scientific culture and school culture, we analyzed scholarly texts and work of primary school students. The Toulmin model of argument and linguistic marks were used to identify the elements of argumentation. The analysis shows that students use substantial arguments, while scholars employ analytical arguments. A differentiated use of verbal times allowed us to suggest the transformation of functional biology into historical narration. The chosen vocabulary and the use of adjectives showed the flow between values of truth and knowledge. The analysis allowed us to elaborate on the hybrid character of the science education.

Transference to practice

As they look into the connections between scientific culture and school culture, the analyses described in this paper contribute to the discussion on the objective of science education. We argue that the aim of science education should be to establish a dialogue between different cultures, so that interlocutors assume an attitude of response when facing knowledge. If we consider that argumentation and reasoning are essential for establishing communicational communities and for constructing critical subjectivity, to understand the characteristics of argument when present in scholarly texts and students' work can be valuable for research that seeks to study and develop skills related to argumentation.

Mots clés auteur

Enseignement des sciences, culture scientifique, culture scolaire, hybridation, argumentation.

Mots clés descripteur

L'enseignement des sciences, secondaire et l'enseignement des sciences de base, l'enseignement des sciences.

Résumé

Pour faire une recherche sur les rapports entre culture scientifique et culture scolaire, on a analysé les textes scientifiques et des élèves de l'éducation basique. On a utilisé le modèle de l'argument de Toulmin et les marques linguistiques pour identifier les éléments des arguments. On a vérifié que les élèves utilisent des arguments substantiels, alors que les arguments de scientifiques sont analytiques. L'utilisation différenciée des temps verbaux du discours a permis la transformation de la biologie fonctionnelle dans un narratif historique. Le choix lexical et de qualificateurs a montré le flux entre les valeurs de vérité et de connaissance. Cette analyse nous a permis de tisser les considérations sur le caractère hybride de l'enseignement des sciences.

Transfert à la pratique

Lorsqu'on a fait de la recherche sur les rapports entre culture scientifique et culture scolaire, les analyses et réflexions entreprises dans cet article ont contribué avec les débats sur les objectifs de l'enseignement des sciences. On propose que l'objectif de l'enseignement des sciences soit établir un dialogue entre les différentes cultures, et de cette manière les interlocuteurs aient une attitude de réponse en face de la connaissance. On assume ainsi l'argumentation en tant qu'un aspect central dans la formation de communautés communicationnelles et dans la construction de la subjectivité critique, pour comprendre les caractéristiques de l'argument lorsqu'un énoncé dans les textes des étudiants, peut contribuer avec les recherches qui visent étudier et développer les habilités concernés dans l'argumentation.

Palavras-chave autor

Ensino de ciências, cultura científica, cultura escolar, hibridização, argumentação.

Palavras-chave descritor

Science-ensino secundário, ensino secundário ciências básicas, educação científica.

Resumo

Para investigar as relações entre a cultura científica e a cultura escolar, analisamos textos científicos e de alunos da educação básica. Usou-se o padrão do argumento de Toulmin e marcas linguísticas para identificar elementos dos argumentos. Verificamos que os alunos utilizam argumentos substanciais, enquanto que os argumentos dos cientistas são analíticos. A utilização diferenciada dos tempos verbais do discurso permitiu sugerir a transformação da biologia funcional em narrativa histórica. A seleção lexical e de qualificadores tornou visível o deslizamento entre valores de verdade e de conhecimento. Essa análise nos permitiu tecer considerações sobre o caráter híbrido do ensino de ciências.

Transferência à prática

Ao investigar as relações entre cultura científica e cultura escolar, as análises e reflexões empreendidas neste artigo contribuem com as discussões sobre os objetivos do ensino de ciências. Propomos que o objetivo do ensino de ciências seja estabelecer um diálogo entre diferentes culturas, de forma que os interlocutores tomem uma atitude responsiva perante o conhecimento. Assumindo a argumentação como central na formação de comunidades comunicacionais e na construção da subjetividade crítica, compreender as características do argumento quando enunciado em textos científicos e em textos de estudantes pode contribuir com as pesquisas que visam investigar e desenvolver habilidades envolvidas na argumentação.

Introducción

Es frecuente que investigadores del área de enseñanza de las ciencias asuman la ciencia como una cultura, con sus formas narrativas particulares, prácticas materiales, creencias y valores (Carvalho, 2008; Roth & Lawless, 2002; Driver, Newton & Osborne, 2000). En la literatura especializada, también es común que el objetivo de la enseñanza de las ciencias sea tomado como un proceso de entrada del aprendiz a una nueva cultura, de comprensión y ensayo del uso de sus prácticas, valores y lenguajes. Para que los sujetos aprendan a utilizar la cultura científica en determinados contextos, es necesario que experimenten el lenguaje de ese dominio específico. La argumentación es considerada como uno de los géneros más característicos de la práctica científica, por lo tanto, asume un papel fundamental en el aprendizaje de las ciencias en la escuela, tanto desde el punto de vista conceptual —a partir del dominio del contenido y del lenguaje científico—, como desde el punto de vista epistemológico —desde la perspectiva de la construcción histórica y social de ese conocimiento—.

Sin embargo, ¿por qué hablar de cultura científica? ¿Qué permite asociar la ciencia con el concepto de cultura? ¿Cuáles son las relaciones entre cultura científica y escolar? ¿Cómo esa discusión puede contribuir al debate sobre los objetivos de la enseñanza de las ciencias?

Esas preguntas surgieron en el transcurso de una tesis de doctorado en la que investigamos las características del argumento cuando es enunciado en textos científicos y cuando es enunciado en producciones de alumnos de educación básica de una escuela brasilera, con el objetivo más general de comprender el carácter híbrido de la enseñanza de ciencias y tejer consideraciones sobre lo que es retenido, lo que es abandonado y el significado de las elecciones en la recontextualización del conocimiento científico para la cultura escolar.

Con miras a la importancia del argumento en ese contacto entre culturas, se formularon las siguientes cuestiones de investigación:

- ¿Cuáles son las características del argumento cuando es enunciado en la cultura científica?
- ¿Cuáles son las características del argumento cuando es enunciado en la cultura escolar?
- ¿Qué nos puede decir la comparación entre esas características sobre la hibridación de esas culturas?

El concepto de cultura, la cultura científica y la enseñanza de las ciencias

Al entenderse el concepto moderno de cultura en relación con las prácticas sociales y las experiencias establecidas por medio de la acción comunicativa entre los sujetos, es posible asociar ciencia con una forma de cultura. Nacida del dilema de lo dado frente a lo creado, lo innato ante lo adquirido, donde inicialmente la tendencia en las ciencias sociales de los siglos XIX y XX fue postular la supremacía de lo cultural en detrimento de lo orgánico, en el uso más amplio y reciente de la palabra cultura, ella se identifica con el “espíritu formador del hombre”, que informa el “modo de vida global” de un determinado pueblo y que se manifiesta por todo el ámbito de actividades sociales (Williams, 2000).

La cultura pasa a contener la dimensión de las prácticas culturales y de la producción cultural como elementos importantes en la constitución del orden social, al poner en consideración los sistemas de significación y

Descripción del artículo | Article description | Description de l'article | Artigo descrição

En este artículo de investigación se presentan los resultados de una tesis de doctorado en Educación, sub-área de Enseñanza de Ciencias y Matemáticas, sustentada en la Facultad de Educación de la Universidad de São Paulo bajo la orientación de la segunda autora. El título de la tesis es “Cultura escolar e cultura científica: aproximações, distanciamientos e hibridações por meio da análise de argumentos no ensino de biologia e na biologia” (Cultura escolar y cultura científica: aproximaciones, distanciamientos e hibridaciones por medio del análisis de argumentos en la enseñanza de Biología y en la Biología).

valorar la pluralidad cultural. Por lo tanto, no es proficuo remitirse a una cultura o a la oposición entre cultura erudita o popular. Certeau (1995) defiende que la sustitución de una concepción de “cultura en el singular”, que “impone siempre la ley de un poder”, por otra concepción de “cultura en el plural”, centrada en el combate y en las tensiones sociales, es más adecuada para entender la sociedad.

Ya que la ciencia es una práctica social, con sus valores, instrumentos, procedimientos, agentes y relaciones objetivas entre ellos, productos y reglas de funcionamiento, es posible entreverla como una forma de cultura.

Si al inicio de su desarrollo, la actividad científica se apoyaba en el énfasis en la lógica matemática y en el método hipotético-deductivo, en la actualidad hay un relativo consenso entre filósofos y sociólogos de la ciencia de que no hay un método universal capaz de explicar la diversidad de la actividad científica; lo que existe son métodos y patrones históricamente contingentes sujetos a cambios, cuya eficiencia es evaluada en su enfrentamiento con el mundo. Los métodos dependen de los instrumentos intelectuales y prácticos de los que disponen los científicos en determinado contexto histórico (Chalmers, 1994). La dimensión social en la que está inmersa la ciencia tiene una importancia cada vez mayor y, más allá de los experimentos que desvelan hechos del mundo natural, la noción de que la observación de la naturaleza y la recolección de datos están basadas en las teorías y en las visiones de los científicos en un proceso dialógico está presente en las explicaciones sobre el quehacer científico (Duschl & Grandy, 2008). En esa perspectiva, no tiene sentido, entonces, hablar de una cultura científica, sino de culturas científicas situadas en el tiempo y en el espacio.

Esa visión tiene implicaciones para la enseñanza de las ciencias. ¿Cómo incluir los aspectos socioculturales en la enseñanza de las ciencias, dando espacio para el diálogo entre la ciencia y otras formas de conocimiento?

De un enfoque en donde el aprendizaje de las ciencias es visto como cambio conceptual del individuo y en el que ciertas concepciones deben ser sustituidas por aquellas consideradas correctas desde el punto de vista científico (lo que implica una visión de superioridad de la cultura científica sobre otras formas de conocimiento humano), las investigaciones en enseñanza y ciencias pasaron a privilegiar las maneras por medio de las cuales las explicaciones son construidas y compartidas en el contexto del salón de clase. El papel del lenguaje en la educación científica y en las metodologías de investigación utilizadas para investigar lo oral y lo escrito en la enseñanza de las ciencias ha sido situado en un contexto sociocultural, que cuenta con valorización de las interacciones entre profesores, alumnos y diferentes discursos que circulan en el aula (Yore, Bisanz & Hand, 2003). Desarrollar habilidades de interpretar, construir y refutar argumentos que asocian evidencias y/o datos con ideas y/o teorías pasan a formar parte de los objetivos de una enseñanza de las ciencias que, más allá de la comprensión de los términos y conceptos clave de las ciencias, recoge la comprensión de las normas, los métodos y la naturaleza de la iniciativa científica y la concienciación del impacto de la ciencia y de la tecnología en la sociedad, constituyendo un proceso de “alfabetización científica” (Laugksck, 2000).

Otros autores prefieren caracterizar el aprendizaje de las ciencias por medio de la metáfora de la “enculturación”, asumida como la entrada del aprendiz en un mundo ontológico y epistemológicamente diferente del mundo cotidiano (Carvalho, 2008; Roth & Lawless, 2002; Driver, Newton & Osborne, 2000; Mortimer, 2000). A pesar de ser utilizado con el objetivo de ampliar y modificar el carácter de una enseñanza de las ciencias basada en el cambio conceptual, creemos que ese término puede generar interpretaciones equivocadas acerca de los objetivos de la educación científica.

Con origen en la Antropología, tanto enculturación como aculturación son expresiones utilizadas para explicar las modificaciones sufridas por una cultura en contacto con otra. El uso de aculturación es muy criticado por antropólogos, pues explicar las transformaciones que ocurren en grupos sociales que entran en contacto por cuenta de la expansión del capitalismo y del colonialismo presupone que uno de los grupos sea incorporado cultural y socialmente de manera pasiva por el otro, sin dar cuenta de la complejidad involucrada en esas dinámicas (Durham, 2004).

La polisemia inherente a estos términos trae riesgos a los investigadores de otras áreas interesados en ese abordaje. De todas formas, es importante que esas tensiones se hagan explícitas, para que esos conceptos puedan contribuir con programas de investigación en los que investigadores “extranjeros” pretendan utilizarlos.

Tal vez sea más proficuo investigar la ciencia escolar como un discurso híbrido, resultado de procesos de aproximación, distanciamiento y recontextualización entre culturas escolares y culturas científicas. Eso implica reconocer, según Lopes (2005), que para más allá de la “selección, producción, distribución y reproducción del conocimiento, las políticas de currículo pasan a tener como objetivos orientar determinados desarrollos simbólicos, obtener consensos para un orden dado y alcanzar transformaciones sociales anheladas” (p. 56). En esa perspectiva, la pluralidad cultural y la variedad de voces y mensajes se favorecen, aunque en tensión permanente con las normas y la tradición.

En la Antropología, Geertz (1989, p. 8-10) cuestiona la antigua ambición de los antropólogos de que, al estudiar una cultura diferente, quieren ser los propios nativos o copiarlos y discute esa dificultad citando a Wittgenstein (2008):

Hablamos de algunas personas que son transparentes para nosotros. Sin embargo, es importante en lo relacionado a esa observación que un ser humano pueda ser un enigma completo a otro ser humano. Aprendemos eso cuando llegamos a un país extraño, con tradiciones enteramente extrañas y, lo que es más, aunque se tenga un dominio total del idioma del país. Nosotros no comprendemos el pueblo (y no por no comprender lo que ellos hablan entre sí). No nos podemos situar entre ellos (p. 289).

Situarse en lo diferente, en el otro, tener acceso al mundo conceptual en donde viven los practicantes de otra cultura, conversar con ellos y ensanchar el universo del discurso humano sería uno de los objetivos de la Antropología.

Al considerar que algunas de las funciones de la escuela son las de posibilitar el acceso de los estudiantes al conocimiento construido por la humanidad en su proceso histórico y permitir que ellos se sitúen en él y por el lenguaje ante las diversas esferas culturales responsables de la producción de ese conocimiento, podemos darnos cuenta de que gana espacio como un objetivo más la idea de ensanchamiento del universo del discurso humano.

A pesar de la convicción de que hay un punto de llegada en toda la intención educativa, creemos que el recorrido no deja de ser creativo y puede ser múltiple. El tamaño, la dirección, las curvas y los obstáculos de ese trascurso van a depender de las culturas que se hibridan en el proceso y de las múltiples voces que participan de las negociaciones.

En contraposición a la noción de que la enseñanza de las ciencias debería promover la creencia de los estudiantes en las teorías y modelos científicos como manera privilegiada de explicación del mundo, El-Hani y Mortimer (2007) defienden que el objetivo de la enseñanza de las

ciencias sería “comprender” (*understanding*) los diferentes discursos que coexisten en una determinada esfera de actividad humana. Comprender envolvería las capacidades de establecer relaciones entre ideas, atribuirles sentido, aplicarlas en los contextos adecuados y reconocer las razones que las justifican.

Al identificar la variedad de los modos de representar y tener acceso a la naturaleza, es necesario sensibilizar la educación científica para la cultura en la que los estudiantes están insertos, instaurar un diálogo entre diferentes saberes y dar espacio para las representaciones de los estudiantes en los procesos argumentativos que ocurren en el aula de ciencias (El-Hani & Mortimer, 2007).

Al profesor cabe la tarea de despertar en el educando una actitud crítica frente a la realidad en la que se encuentra insertado, preparándolo para “leer el mundo”: al principio, su mundo, pero, de ahí en adelante, y paulatinamente, todos los mundos posibles (Koch, 2000, p.160).

En el contexto bakhtiniano, la palabra “diálogo” no es entendida como consenso, sino como reacción del yo hacia el otro, como palabra en la situación compleja y heterogénea de los sujetos sociales, vinculada a situaciones concretas del presente o del pasado (Marchezan, 2006). El diálogo, en el sentido amplio de toda la comunicación verbal y no verbal (y que no se refiere solo a la situación de producción inmediata), envuelve una “actitud de respuesta” de los interlocutores, que revela sus tomas de posiciones y exige la “comprensión” de los enunciados y de la pluralidad de voces presentes en ellos (Bakhtin, 1986; 1998).

Así, por medio de la comprensión de los discursos de la ciencia (o por lo menos de algunas de sus características), el individuo tiene más oportunidades de dialogar con la cultura científica y posicionarse ante sus productos y su papel en la sociedad, para optar por creer o no en sus verdades y observar su importancia y sus límites.

El contacto entre culturas: el concepto de hibridismo y la cultura escolar

Ninguna cultura es aislada. Los sistemas culturales están en contacto uno con el otro, lo que provoca su transformación y diferenciación en sistemas híbridos. El pluralismo cultural supone la multiplicación de diferentes identidades, todas ellas en contacto entre sí (Eagleton, 2005).

Las fronteras culturales pueden ser vistas tanto como barreras, obstáculos o lugares de resistencia, como un lugar de encuentro o zona de contacto. Tanto en una como en otra concepción, las culturas contiguas sufren transformaciones y se apropian de elementos de la otra cultura. Sin embargo, en el segundo caso, las regiones de frontera muchas veces desarrollan una cultura propia, híbrida (Burke, 2004).

García Canclini (2008) propone el concepto de hibridismo para investigar las contradicciones inherentes a los fenómenos que ocurren en las fronteras culturales, por ejemplo, fusiones artísticas, literarias y comunicacionales, procesos interétnicos y de descolonización o globalización.

El hibridismo también ha sido utilizado por algunos autores en los estudios sobre currículo, para entender los matices y las variaciones locales de las políticas educativas. Se producen discursos híbridos en las dinámicas de recontextualización que ocurren en las negociaciones resultantes de las políticas de currículos (Lopes, 2005). Cuando los múltiples textos de apoyo al trabajo de enseñanza se modifican en los contextos disciplinares,

sometidos a las reglas de recontextualización del discurso pedagógico, el resultado es la creación de prácticas culturales específicas y originales que configuran la cultura escolar.

En la constitución de lo que circula en la escuela, de la elaboración de los saberes escolares e incluso en las políticas públicas dirigidas hacia la educación y enseñanza, están involucrados varios sistemas culturales en interacción, que producen una tensión que termina por crear un sistema escolar característico, nuevo y original, pero híbrido y heterogéneo. Ese sistema, entonces, es resultado de un proceso de hibridación entre la forma y la gramática escolar (relación pedagógica entre profesor y alumno, fragmentación del tiempo y espacio, constitución de las disciplinas escolares y formas de evaluación) que representan, por un lado, la tradición y la invariabilidad y, por otro, lo que se espera de una escuela que acompaña las transformaciones sociales y el devenir.

Si la escuela se constituye desde la hibridación con otros sistemas culturales, como la ciencia, la familia, el mercado, la religión y la política, entre otros, la misma surge con la cultura científica. Nuestro interés está justamente en la zona de contacto entre la cultura escolar y la cultura científica.

Lenguaje, argumentación y enseñanza de las ciencias

Geertz (1989) revoluciona el concepto de cultura de la década del setenta, definiendo su abordaje semiótico y desmonta la oposición *behaviorista* —que entrevé la cultura como una conducta preestablecida— frente a “idealista” —cultura como estado de la mente—. Investigar una cultura con éxito es conseguir que nos situemos en ella, que conversemos con el otro (y que no nos sintamos “él” o “como él”) y acceder a los valores, lenguajes, símbolos y artefactos en el flujo de la acción social en la cual ganan significado. Y los significados no están acabados ni son inmutables, no tienen fronteras fijas ni delimitadas, pero son forjados y transformados en las prácticas sociales por sujetos que intercambian actos de habla y actúan lingüísticamente en el mundo.

En esa concepción, el ser humano es un ser que actúa —y actúa sobre el mundo—; por ello, el consenso entre los individuos debe darse a partir de algo en el mundo, por el lenguaje.

Para Habermas (2004), el lenguaje tendría dos funciones: una es representativa, cuando el hablante desea comunicar algo con el objetivo de que el oyente comparta sus concepciones y opiniones y eso solo es posible cuando el destinatario acepta como verdadera la aserción. La otra es comunicativa; comprendemos una proposición cuando sabemos cuál es el caso en

el que ella es verdadera. Para eso, el interlocutor debe reconocer las condiciones que le permiten interpretar si una proposición es verdadera o falsa; para que una proposición sea considerada como verdadera, debe ser justificada racionalmente. Eso significa que solo podemos comprender una afirmación en relación con las condiciones de su empleo en enunciados racionalmente aceptables. La objetividad del conocimiento no proviene de una certeza privada de un sujeto, sino de la práctica pública de la justificación, encarnada en la praxis de la argumentación.

De allí se deriva el concepto del actuar comunicativo a partir de la acción comunicativa, en contraposición al actuar estratégico. En el actuar comunicativo, los involucrados entran en un acuerdo, pues aceptan las pretensiones de validez de aquel enunciado por las mismas razones. Esa pretensión de validez está relacionada de modo directo con los hechos del mundo. Una proposición puede estar bien fundamentada según mecanismos argumentativos racionales y aun así ser falsa, al no obtener éxito respecto a los resultados prácticos de la experiencia. La referencia dada por el mundo objetivo puede problematizar pretensiones de validez en el ámbito discursivo, que deben ser retraducidas en verdades que orientan la acción. Por medio de la acción comunicativa, las verdades son compartidas por individuos que se reúnen en grupos con fronteras identificables y forman comunidades comunicacionales.

En el actuar estratégico, el acto del habla está orientado al éxito y a la intervención eficaz en el mundo empírico. No genera el acuerdo o comprensión mutua, la fuerza argumentativa y consensual del lenguaje no es utilizada y no se aducen razones; vale la influencia de unos actores sobre los otros.

Habermas (2012) sugiere que pueden distinguirse tres tipos de mundos: el mundo objetivo, el mundo social y el mundo subjetivo. El primero se refiere a los aspectos del mundo físico, donde el éxito de las actividades involucradas depende de representaciones pertinentes de los parámetros del ambiente. El segundo consiste en los signos involucrados en la organización de la actividad, en las modalidades convencionales de cooperación interindividual. El tercero tiene que ver con los conocimientos colectivos acumulados sobre las características particulares de cada uno de los individuos involucrados en una actividad.

Como los conocimientos derivados de cada uno de esos mundos representados surgen a partir de una actividad, son construcciones sociales y como una actividad solo se organiza desde la cooperación y negociación entre individuos, el mundo social regula las modalidades del acceso a los objetos del medio, con lo que condiciona la estructuración del mundo objetivo y subjetivo, por medio de la acción comunicativa.

Al extender el raciocinio mencionado, sobre la relación entre culturas diferentes podemos imaginar que el mundo social de la cultura de la cual el individuo forma parte, además de regular los mundos objetivo y subjetivo de su propia cultura, también regula el acceso a los mundos de otra cultura. Un individuo mira hacia otro individuo de cultura diferente con las gafas construidas por las representaciones de la esfera en la que participa.

En la especificidad de las hibridaciones entre cultura escolar y cultura científica, levantamos la siguiente hipótesis de trabajo: la cultura escolar regula las modalidades de acceso de los individuos a los objetos de la cultura científica.¹ El alumno es parte integrante de la cultura escolar, por lo tanto, está sujeto a las reglas, los lenguajes y las representaciones de ese campo (que fueron construidas históricamente y transformadas en la hibridación con otras culturas). Él solo puede ver las otras formas de organización de la sociedad desde ese lugar que ocupa y eso tendrá una fuerte influencia en el aprendizaje de los contenidos específicos de las disciplinas escolares.

El papel de la argumentación en ese proceso de regulación y contacto entre esas dos esferas es muy importante. Además de la práctica de la argumentación para constituir comunidades comunicacionales, el compromiso con el debate de afirmaciones contradictorias u opuestas (argumento como proceso) o la justificación de una afirmación por medio de la construcción de una línea de raciocinio (argumento como producto) forman parte de todas las esferas de actividad humana y son capacidades básicas para el cultivo del pensamiento crítico (Kuhn, 1993).

En la constitución de la cultura científica, la argumentación se convirtió en una actividad céntrica, presente en varias de sus etapas y en diferentes grados de complejidad: en la mente del científico, al elaborar un dibujo experimental o interpretar datos; en el interior de grupos de investigación, cuando se consideran direcciones alternativas para programas de investigación; en la comunidad científica más amplia, a partir de las interacciones entre posiciones diferentes expuestas en conferencias o publicaciones y, por último, en el dominio público, en donde los científicos de un campo en litigio explicitan sus teorías rivales en los medios masivos de comunicación (Driver, Newton & Osborne, 2000).

En ese sentido, investigar cuáles son las características del argumento cuando es enunciado en la cultura científica y cuando es enunciado en la cultura escolar se vuelve relevante para que comprendamos

las relaciones entre esas diferentes culturas y sus procesos de hibridación.

Metodología

Para la investigación de las características de los argumentos en textos científicos, se tomaron como objetos de análisis dos textos originales: Hershey y Chase (1952) y Avery, MacLeod y McCarty (1944). Una de las razones para la elección de esos textos es la importancia de esos artículos en el establecimiento de uno de los paradigmas fundamentales de las ciencias biológicas: el ADN es la molécula portadora de las informaciones hereditarias de los seres vivos. La otra razón está relacionada con la presencia del tema “herencia” en los cursos de Biología de los currículos de educación básica en Brasil.

Para la investigación de las características de los argumentos cuando son enunciados en la cultura escolar, se analizaron las respuestas de alumnos de una escuela pública de São Paulo a la pregunta: “¿Por qué las conclusiones de los experimentos 1 y 2 (que el ADN es el principio transformante en bacterias y que el ADN de virus penetra en bacterias) permiten afirmar que el ADN es el portador de las informaciones hereditarias?”. La cuestión fue propuesta después de una secuencia de clases en las que se trabajó la identificación del ADN como el material portador de las informaciones hereditarias a partir de la discusión de aspectos históricos: el experimento de la transformación bacteriana de Griffith (1928), que Avery y otros autores consiguieron realizar *in vitro* (1944) y el experimento de Hershey y Chase (1952) sobre la acción del virus bacteriófago al infectar bacterias.

De un universo de sesenta estudiantes de 11º grado divididos en dos grupos de treinta alumnos, se escogió de manera aleatoria una muestra de diez personas, designadas con los números del 1 al 10.

Se usó el patrón del argumento de Toulmin (2006) y las marcas lingüísticas de Koch (2000) para identificar elementos de los argumentos y sus relaciones.

Para Toulmin (2006), el conjunto entre afirmación y los datos que la apoyan constituye un argumento. El paso que autoriza el establecimiento de una “afirmación” a partir de los “datos” es llamado “garantía”. La garantía es la información a partir de la cual argumentamos y solo será válida en virtud de ciertos hechos, observaciones, experimentos, leyes y conocimientos mediante los cuales fue establecida. Las garantías tienen avales que permiten su formulación, “apoyos” que las hacen aceptables. Las garantías poseen “calificadores modales” que prestan fuerza a las conclusiones —términos como ciertamente, presumiblemente, probablemente, necesariamente—,

¹ Está claro que la cultura escolar no es la única forma de regular el acceso a la cultura científica, sino que es una forma privilegiada y actúa por medio de la enseñanza de las disciplinas científicas.

además de circunstancias excepcionales que, en casos específicos, pueden ser “refutadas”.

Cuando la conclusión no presenta ganancia significativa de información respecto a la garantía, el argumento es considerado “analítico”. En ellos, la conclusión es resultado obvio de los datos y de la garantía, como si solo la mezcla de las premisas fuera suficiente para llegar a la conclusión. Toulmin afirma que ese tipo de argumento es poco frecuente en la práctica cotidiana y los diferencia de argumentos “substanciales”. En estos, el argumento nunca es tautológico y las informaciones que permiten pasar de los datos a la conclusión son relevantes.

Complementamos el análisis considerando las marcas lingüísticas de Koch (2000), que sirven como pistas importantes de la significación del texto para producir su comprensión y, por lo tanto, la comunicación. Identificarlas y comprenderlas forma parte del desarrollo de una cualificación textual y comunicativa del individuo. En nuestro trabajo, las siguientes marcas lingüísticas servirán para hacer evidentes las características del argumento: los “tiempos verbales” del discurso, que pueden ser del grupo I —referente al presente y/o futuro y que indica la implicación directa de los interlocutores en la situación comunicativa— o del grupo II —relativo al pasado y que indica eventos distantes de los interlocutores; las “modalidades del discurso”, que revelan las actitudes de los locutores ante lo que dicen. Pueden ser aléticas (valor de verdad), epistémicas (valor de conocimiento) o cuantificadoras; los “operadores argumentativos”, que tienen la función de orientar al interlocutor hacia determinada conclusión (y, o, si... entonces, pero); las “relaciones interfrásticas”, de conjunción (y), de disyunción (o) y de condicionalidad (si... entonces) y la “selección lexical” o elección del vocabulario y uso del plural o del singular.

Aproximaciones y distanciamientos entre los textos de los científicos y los de los alumnos

En los textos científicos analizados predominan tiempos verbales del grupo I (presente), utilizados cuando los autores se refieren al propio trabajo para explicar algún resultado y/o realizar alguna inferencia o generalización. Los tiempos verbales del grupo II (pasado) son utilizados para referirse a otros experimentos o a resultados específicos. A pesar de que la profesora hace uso del presente del indicativo para elaborar la cuestión, los tiempos verbales del pasado predominan en los textos de los alumnos: no fueron ellos quienes realizaron los experimentos, pero los alumnos reelaboran una historia que oyeron y tuvieron la oportunidad de discutir en el aula.

Debido a que los experimentos de Avery y otros autores (1944) y Hershey y Chase (1952) identifican la molécula responsable de determinados procesos, forman parte de un cuerpo de conocimientos en la Biología que son resultado de respuestas a preguntas del tipo “¿cómo?” y, por eso, están situados en el campo de la Biología Funcional (Mayr, 2008, p. 226). Los científicos no están preocupados, en ese momento, por responder por qué la transformación bacteriana sucede o cuál es el papel del ADN en la replicación del virus. El objetivo es identificar la naturaleza de la molécula que es transportada de bacteria en bacteria en un experimento y de virus para bacteria en otro.

Aun así, ese contenido es transformado en una narrativa histórica por la profesora como estrategia pedagógica para que los alumnos alcancen los objetivos de comprender que el ADN es la molécula responsable de las informaciones hereditarias y que esa es una noción relativamente reciente en la historia de la Biología y que, para llegar a ella, el recorrido incluyó varias etapas y varios personajes. La inserción de la perspectiva histórica es una manera de hacer percibir al estudiante por qué la ciencia sigue un determinado paradigma. ¿Por qué actualmente se cree que el ADN es el portador de las informaciones hereditarias? Al responder preguntas del tipo “¿por qué?”, la actividad científica adquiere un carácter de narrativa histórica (Mayr, 2008).

La elección de los tiempos verbales por parte de los autores de los textos (científicos y alumnos) evidencia la recontextualización de la Biología Funcional para una narrativa histórica e indica las transformaciones que la primera sufre al entrar en el dominio de la cultura escolar.²

Si el tiempo pasado es indicativo de la transformación de la Biología Funcional en narrativa histórica, la utilización del tiempo presente por parte de los alumnos muestra el intento de hacer la generalización solicitada. Solo el alumno 2 construye todo su texto en el pasado. Los otros alumnos usan el pasado en las conclusiones que afirman los resultados de los experimentos de los científicos, mientras las conclusiones más generales son enunciadas en el presente. La generalización también forma parte del discurso de los científicos; sin embargo, en su texto usan el presente para afirmar aquellas conclusiones que son elaboradas en el pasado por los alumnos. Al establecer la garantía para la conclusión más general de que el ADN es el portador de las informaciones hereditarias, los alumnos utilizan el pasado.

2 Lo que queremos decir aquí es que la Biología Funcional, en la cultura escolar, se convierte en una narrativa histórica, pero nunca se convertirá en Biología histórica, parte de la cultura científica con sus objetos y metodologías propios. Tomamos prestado el concepto de narrativa histórica como se expuso en Mayr (2008).

Para nosotros, eso indica la hibridación entre el mundo narrado de la cultura científica y el mundo comentado de la clase de Biología. Aunque el tiempo pasado revela un mundo distante de los alumnos —de experimentos complejos realizados hace décadas atrás, parte de una cultura de la cual el estudiante no participa—, sus resultados y su contenido son importantes para la realización de la generalización propuesta por la actividad y son importantes para la exigencia inmediata que los involucra de manera directa.

Además, creemos que el hecho de que los alumnos transiten por los tiempos verbales de esa manera puede ser un indicador de que comprendieron aquello que la profesora pretendía enseñar. Ellos dieron un sentido a los relatos de la historia de la ciencia, no solo relacionándolos con la afirmación categórica de la profesora, sino presentando justificaciones y garantías.

La narrativa histórica construida por los alumnos presentó como sujeto, principalmente, el ADN, el reactivo, el fósforo radiactivo y las bacterias, o sea, el sujeto de las frases construidas por los alumnos son las sustancias utilizadas en los experimentos. Por otra parte, en el texto de los científicos, excepto en las conclusiones más generales, ese tipo de construcción textual aparece en menor grado; es más frecuente la referencia nominal a otros autores y el uso impersonal del propio trabajo del autor como sujeto. La impersonalidad en los dos tipos de texto es común, a pesar de la marcada forma diferenciada, lo que evidencia una hibridación más. Parece que esa muestra de alumnos está aplicando lentamente una de las características utilizadas en el texto científico —en este caso, la impersonalidad— a un contexto específico.

Por otro lado, designar el ADN o las sustancias como sujetos de las frases significa tomar un dato construido en el laboratorio como una verdad. Solo el alumno 8 dice que “el ADN del virus fue visto dentro de una bacteria” o que “los científicos vieron”, lo cual es diferente a afirmar que “el ADN entró”. Usar voz pasiva y ubicar a los científicos como sujetos de la oración indica la contextualización de la narrativa y que el alumno circunscribió los datos a un sujeto humano y real que consigue ver el ADN.

En las secciones de los artículos científicos destinadas al análisis de los resultados y a la discusión, los autores modelan sus resultados por medio de calificadores cuantitativos (por ejemplo, cuando Hershey y Chase afirman que un residuo de por lo menos un 80% de la proteína con contenido de azufre permanece en la superficie de la célula) y muestran que lo que están buscando son sustancias radiactivas que utilizaron para marcar el azufre de la proteína y el fósforo del ADN.

A pesar de la relativización de los resultados en la sección discusión, la conclusión es categórica en la elaboración de un enunciado en tiempo presente del

indicativo, nuevo bajo el punto de vista del contenido científico, pero analítico bajo el punto de vista de la construcción lingüística. Lo que fue elaborado en la relación de condicionalidad en la sección discusión, en la conclusión es reelaborado en la forma de conjunción —en la discusión es necesario ponderar sobre la posibilidad de la comunidad científica de aceptar las evidencias como verdaderas, mientras la conclusión trata las evidencias como aceptadas—.

Hay un deslizamiento de una modalidad a otra en los textos científicos: del discurso tolerante o polémico al discurso autoritario; entre la dimensión del creer y la dimensión del saber. A pesar de la visión de lo provisional en ciencia, algunos aspectos son tomados como verdad para poder avanzar, lo que es compatible con la idea de Latour (2000) de que no hay racionalidad pura en los textos científicos y que ellos son impregnados de retórica, de intención de persuasión a sus lectores, representantes de la comunidad científica.

En los textos de los alumnos es más común el uso de la relación de conjunción, lo que es coherente con el hecho de que la secuencia didáctica discute solo resultados de los experimentos de los científicos y la cuestión elaborada por la profesora hace uso de esa relación.

La modalidad epistémica también aparece solamente en la discusión de los resultados en los textos de los científicos. Al analizar el contenido, percibimos que lo que está en juego en la discusión es algo que necesita ser reiteradamente probado, que solicita el diálogo con otros científicos y, por lo tanto, nada más puede ser comprendido y verificado por quienes hacen ciencia.

En el artículo de Avery y otros autores (1944), por ejemplo, la proporción entre nitrógeno y fósforo presentes en varias muestras de principio transformante es calculada y comparada con el esperado para la partícula de sal desoxirribonucleica. A partir de eso, el equipo trabajó con la creencia de que el principio transformante era el ADN, aun afirmando que no era posible establecer que la sustancia aislada era una entidad química pura. Fue en 1952 que su grupo consiguió muestras más purificadas y pudo rehacer sus experimentos, con resultados semejantes. En la página 153, los autores admiten que “muchas fases del problema de la transformación requieren posterior estudio y muchas cuestiones permanecen sin respuesta principalmente por cuenta de dificultades técnicas”. Y ¿quién resolverá o minimizará esas dificultades técnicas, sino la propia comunidad científica? Para repetir, contestar o reafirmar los resultados de esos experimentos, es necesario que exista todo el aparato tecnológico que posibilita su ejecución. Por lo tanto, la modalización epistémica es direccionada a los propios practicantes de la cultura científica.

Cuando nos recontextualizamos en la cultura escolar, incluso en un ámbito donde la historia y la filosofía de la ciencia están insertadas en la enseñanza de las disciplinas científicas, los problemas generados en las discusiones de los experimentos de los casos analizados no son traspuestos al aula de Biología. Las partes de esos textos científicos que fueron seleccionadas son, justamente, las que usan la modalidad alética y se refieren a la conclusión elaborada por los científicos a partir de los resultados de sus experimentos.

Los científicos también utilizan la modalidad alética por medio de términos como “descubrimiento” y “probar”. Parece que, en la cultura escolar, las elecciones de qué enseñar y la comprensión del alumno están más relacionadas con la aplicación de esas palabras que con las palabras asociadas con el eje epistémico.

De otra parte, dos alumnos utilizaron el calificador “probablemente”, que clasificamos como parte del eje epistémico. Eso puede indicar que es posible la modalización epistémica por parte de los alumnos, pero en un grado diferente del practicado por los científicos. Aquí, los alumnos presentan una visión de ciencia más amplia, más conectada con la interpretación de los científicos (los alumnos dicen que el resultado del experimento “llevó a los científicos a que piensen...”), en vez de modalizar el resultado específico de un experimento debido a cuestiones de orden técnico.

En la zona de hibridación entre cultura científica y escolar están presentes las modalidades epistémicas y aléticas en un grado y carácter diferentes de las mismas modalidades que no están en esa zona de frontera, pero sí restringidas a los practicantes de cada cultura, es decir, está circunscrita a la esfera de la ciencia una modalidad epistémica, que no es accesible para quien no pertenece a ese mundo, pero la visión de ciencia como provisional, capaz de errores, como actividad humana y social, permite el diálogo y la comprensión entre los discursos de un científico y un no científico. De manera análoga, hay significados que pueden ser comparados entre los individuos científicos y los no científicos sobre los términos “descubrimiento, prueba y hecho”, aunque ellos no signifiquen siempre la misma cosa cuando son utilizados en cada esfera.

Es significativo el hecho de que, en la mayor parte de los textos de los alumnos, encontremos tanto el singular como el plural para referirse a los seres vivos, cuando en el texto de los científicos solo se utiliza el plural porque los experimentos son todos realizados con muestras de seres vivos.

La transformación de la idea de muestra para un individuo es muy frecuente en las representaciones de los experimentos científicos. En libros didácticos (ver, por ejemplo, Amabis & Martho, 2004, p. 136), el experimento de la transformación bacteriana de Griffith es representado con ilustraciones de cuatro ratones que recibieron una inyección de bacterias. En el libro, la palabra bacteria es utilizada con frecuencia en singular. La profesora hizo la misma representación en el tablero (únicamente con un ratón para cada muestra de bacterias) y también hizo uso del singular para referirse a las bacterias y a los virus. Las acciones de la profesora y el material didáctico no contribuyeron para que los alumnos pudieran entender la importancia de ese concepto.

Tal vez eso no comprometa la comprensión del tópico específico estudiado (ADN como portador de las informaciones hereditarias), pero, pensando en un currículo integrado y dada la centralidad de esa idea en Biología (Mayr, 2008), es necesario que los materiales didácticos y los profesores de Biología estén más atentos a la utilización del singular, para promover una mejor comprensión tanto de los procedimientos experimentales de la Biología Funcional —que en la mayoría de los casos trabajan por

muestreo—, como del concepto de biopoblación y de su importancia en la Biología histórica.

Los científicos establecen garantías a partir de resultados parciales y serán utilizadas en el argumento más general que quieren demostrar. Los textos de los alumnos también presentan esa dinámica; el contenido de las garantías establecidas, de una manera general, es relativo a los resultados finales de los experimentos de los científicos, es decir, los alumnos establecen garantías con base en los argumentos de los científicos que usan garantías.

De la misma manera, tanto científicos como alumnos elaboran argumentos analíticos y argumentos substanciales. Ese dato es interesante, ya que, para Toulmin (2006), los argumentos analíticos deberían estar más restringidos al ámbito de la lógica y no ser comunes en el lenguaje ordinario.

Discusión

El análisis del contexto de producción de los artículos científicos sugirió la idea de que hay grados diferentes de producción científica con características específicas. En un primer momento, se tiene la producción de artículos científicos que, como los analizados aquí, demuestran resultados para cuestiones específicas. En el caso del presente trabajo, el artículo de Avery y otros autores demostró que la sustancia responsable de la transformación bacteriana era el ADN y el experimento de Hershey y Chase concluyó que el ADN tiene alguna función en la reproducción de virus bacteriófagos T2. En un segundo momento, la comunidad científica relaciona esos resultados y hace una generalización para la función del ADN como portador de las informaciones hereditarias de los seres vivos.

¿Cuál de esas etapas es accesible a los individuos que circulan por la cultura escolar? A pesar de que nuestra búsqueda no tuvo la profundización de un estudio histórico, no encontramos la afirmación general de que el ADN es el portador de las informaciones hereditarias en ningún artículo científico; sin embargo, fue enunciada en vehículos de divulgación científica, por ejemplo, por los investigadores de la Oregon State University, quienes sostienen la página en Internet Linus Pauling and the Race for DNA³ y en el libro *DNA: The Secret of Life*, de uno de los creadores del modelo aceptado de la molécula de ADN, James D. Watson (2005). Este relata que, después de la presentación de los resultados de Hershey y Chase en un congreso, hubo un cambio de foco de las investigaciones en proteínas como responsables de la herencia del ADN.

Así, para que el público laico tuviera acceso a esa afirmación general, fue necesaria su elaboración y revisión en el ámbito de la ciencia. Después de que los científicos asumieron esa hipótesis como una verdad, pudo escapar de las fronteras de la cultura científica y sufrir recontextualizaciones en otras esferas —como la escolar— y producir discursos híbridos.

En este caso, lo que está en la zona de frontera entre cultura escolar y científica son las verdades científicas. El camino para que el individuo visite esas verdades, en caso de que él forme parte de la ciencia, es diferente al camino recorrido por los individuos participantes de la cultura escolar. Para elaborar la afirmación que focalizamos en este trabajo, los científicos hicieron experimentos científicos y los comunicaron por medio de textos en los que predominan los argumentos analíticos en los cuales la obtención de los datos es valorada y en los que los procedimientos experimentales se hallaron garantías y conocimientos básicos compartidos por la comunidad

3 Puede verse en <http://osulibrary.orst.edu/specialcollections/coll/pauling/dna/>

científica. El conjunto de esos datos es transformado en hechos que proporcionan el establecimiento de deducciones.

Esos textos funcionan, entonces, mucho más como una “demostración” y no como una “argumentación”, en la acepción de Perelman y Olbrechts-Tyteca (2005, p. 15-17). En la demostración, es instaurado un distanciamiento de la influencia del tiempo y del auditorio, lo que confiere objetividad al discurso e impone verdades universalmente válidas. Eso es reflejado en las marcas lingüísticas utilizadas por los locutores. En el caso de los textos científicos analizados aquí, el recurso del tiempo verbal presente, sobre todo en aserciones generales, así como el uso predominante de la tercera persona como sujeto de las oraciones, es indicativo de esa tentativa de transformar resultados en hechos. El recurso de la modalidad alética también cumple esa función.

En la cultura escolar, en la situación de enseñanza analizada en esta investigación, la profesora partió de las afirmaciones generales y solicitó a los alumnos que justificaran las relaciones, o sea, que explicitaran las garantías que justifican las relaciones entre dato y conclusión. En otras palabras, que elaboraran argumentos substanciales. Los argumentos analíticos elaborados por los alumnos se refieren a las afirmaciones más generales, que responden de modo directo a la cuestión de la profesora, en los cuales todos los argumentos ya establecidos funcionan como datos y garantías.

Cuando se forma parte de una comunidad comunicacional, algunos pasos entre los datos y las conclusiones no necesitan ser probados y/o explicitados. No obstante, en la escuela los alumnos son evaluados por su comprensión de esos pasos, por eso su explicitación de manera adecuada es exigida.

No estamos sugiriendo que hay una simple oposición entre el tipo de argumento que se produce en ciencia y lo que se produce en la escuela. Nuestros datos nos permiten afirmar que encontramos el predominio de argumentos analíticos en dos artículos científicos fundamentales para la instauración de una verdad científica. Es probable, creemos, que exista una diversidad de tipos de textos científicos y, tal vez, en ciertas áreas sean más comunes los argumentos sustantivos.

La literatura sobre la investigación en la enseñanza de las ciencias valora la elaboración de argumentos sustantivos por parte de los alumnos. Jiménez-Aleixandre y Díaz de Bustamante (2003), por ejemplo, hacen su análisis exclusivamente con aquellos argumentos considerados substanciales, o sea, que requieren un conocimiento del contenido y que responden el problema propuesto en el aula. Fue lo que hicimos en este trabajo: para que el texto del alumno sea considerado una muestra de investigación, había que presentar por lo menos un argumento sustantivo. Los alumnos transitaron entre argumentos sustantivos y analíticos y, en varios de ellos, el argumento que respondía a la cuestión propuesta por la profesora era analítico.

Además, la distinción entre argumento que usa garantía y argumento que establece garantía también nos permite tejer consideraciones acerca de las hibridaciones entre las culturas escolar y científica. El hecho de que los alumnos establezcan garantías con base en los argumentos de los científicos que usan garantías revela transformaciones que los argumentos sufren cuando son enunciados por individuos que circulan por esferas diferentes. El mismo contenido, la misma frase, puede presentar una función diferenciada en el argumento, de acuerdo con el locutor y con la situación de enunciación. Lo que es dato para el científico, se hace conclusión para el alumno; lo que es conclusión para el científico, es tomado como garantía para el alumno.

Las “verdades” científicas de la zona de hibridación pueden convivir con visiones de ciencia que consideran el proceso de construcción de esas verdades y la noción de que ellas pueden ser provisionales y sensibles de pruebas, es decir, hay un carácter humano y falible del conocimiento científico evaluado en relación con su meta y con el grado de éxito obtenido en las explicaciones que se propone. Mientras las verdades son expresadas por medio de la modalidad alética, la visión de ciencia puede ser expresada por la modalidad epistémica. Verificamos en el análisis de nuestros datos que, en la zona de frontera entre esas dos esferas, están presentes los dos tipos de modalidades, pero hay aspectos de ellas que son restringidos a los practicantes de cada cultura.

Sugerimos que la modalidad alética estará presente en el punto de llegada de las verdades científicas. Por otro lado, en el proceso de construcción de los argumentos sustantivos, el alumno podrá usar como recurso la modalidad epistémica, por ejemplo, en discusiones en pequeños grupos, en donde negocia el significado de cada término o, incluso, expresa una determinada visión de ciencia.

La práctica y el lenguaje científicos están impregnados de la modalidad alética. Encontramos en los artículos de los científicos las palabras “hecho, descubrimiento y probar”, términos que revelan una concepción de ciencia universal, espejo de la realidad. Los científicos tienen que usar su habilidad retórica para convencer a la comunidad científica de sus resultados, además de considerar ciertos resultados como verdades para poder avanzar. Tal vez esas palabras no tengan el mismo significado cuando son enunciadas en otra esfera, pero, en la escuela, su uso permite que ellas adquieran tonos híbridos y que, en la negociación, los significados sean compartidos entre profesores y alumnos de manera que sea posible para esos actores dialogar con los científicos.

Esas consideraciones muestran un distanciamiento y, al mismo tiempo, una aproximación entre cultura escolar y científica. Los contenidos enseñados en la escuela constituyen un saber desplazado de su origen. Ese hecho puede generar un vacío de sentido de los contenidos. Un tratamiento didáctico apropiado es la utilización de la historia y de la filosofía de la ciencia para contextualizar los problemas, los temas y contenidos, sus orígenes y las tentativas de solución que llevaron a la proposición de modelos teóricos, con el fin de que el alumno tenga noción de que hubo un camino recorrido para llegar a ese saber. Hay, entonces, una contextualización, que es propia del proceso de enseñanza de la escuela. En nuestro análisis pudimos verificar la complejidad, las mezclas entre las modalidades y las idiosincrasias de ese recorrido.

Al insertar la historia de la ciencia en el currículo, la profesora suministra a los estudiantes los datos y las conclusiones en la forma de una narrativa histórica, que tiene ciertos personajes, escenarios y objetos que generan pasiones (en el caso, proteínas y ADN) y muertes (de ratones y bacterias). El uso del tiempo verbal pasado por los alumnos en sus textos revela la transformación de la Biología Funcional en narrativa histórica. La ciencia es comprendida por el estudiante con el filtro impuesto por las reglas, los objetivos y los lenguajes de la cultura escolar. Se espera que esa recontextualización produzca efectos en el modo como los alumnos perciben la ciencia o la comprenden. Desde nuestro punto de vista, se debería esperar que la comprensión del lenguaje y del contenido enseñado permitiera al individuo dialogar con los científicos, independientemente de haber concordancia entre ellos, pero que fuera posible para el alumno compartir algunos significados. Para eso, él debe ser autor de sus palabras y de sus relaciones.

Cuando un alumno dice que determinado resultado “llevó a los científicos a pensar”, muestra que comprendió una parte de la narrativa, la relativa al proceso que llevó a los científicos a que crearan aquella afirmación. Otro alumno, que no usó esa modalidad epistémica (casi todos de nuestra pequeña muestra), dice que a partir de tal resultado “se concluye”, comprendió otra parte de la narrativa, la relativa a las conexiones necesarias para enunciarse una verdad ya aceptada por la comunidad científica.

Aunque el alumno tome como verdad ciertos aspectos del conocimiento científico, la autoría de su discurso muestra que la comprensión de aquel contenido sucedió y eso es condición para que se establezca el diálogo entre una esfera de actividad humana y otra.

Sin embargo, consideramos deseable que la modalidad epistémica esté más presente en la producción de textos de los alumnos, lo que nuestros datos demuestran que no es frecuente. Puede ser difícil articular la intención de comprensión de “verdades” científicas con una visión de ciencia que discuta la producción de esas verdades.

En este trabajo buscamos tejer consideraciones sobre las aproximaciones y distanciamientos entre cultura escolar y científica, lo que evidencia procesos de hibridación entre esas dos esferas de actividad humana y define el foco en el modo en que la cultura escolar regula los accesos de los estudiantes a los objetos de la cultura científica.

Las verdades científicas son las afirmaciones transformadas en conceptos y modelos teóricos aceptados por la comunidad científica y que, con frecuencia, son tomadas como hechos o verdades por los propios científicos. Algunas de ellas sirven como punto de llegada para el proceso de enseñanza que puede servirse de incontables instrumentos y estrategias para proporcionar a los estudiantes formas de alcanzar ese punto. Permitir el enfrentamiento entre varias visiones de la ciencia y conocer la limitación del poder explicativo de esas verdades científicas es una manera de enriquecer el recorrido de los alumnos en su proceso de comprensión de dichas verdades y colaborar para que el alumno construya su propia visión de mundo y tome sus decisiones.

La comprensión de esos aspectos es importante para que el individuo entienda por qué esa es una construcción humana valorada en la sociedad, al mismo tiempo que percibe sus límites.

Así, en relación con los objetivos de la enseñanza de las ciencias presentados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2000), evaluamos que los “procesos científicos o habilidades, conceptos y contenidos” del dominio de la ciencia son regulados por el funcionamiento de la disciplina escolar y sus objetivos, que sufren influencias de lo que en aquel momento es considerado como verdad por la comunidad científica. Respecto a “la comprensión de las relaciones existentes entre ciencia, tecnología, sociedad y medioambiente”, o sea, al contexto en donde es producida la ciencia, está en juego la comprensión de lo que está en el borde de la cultura científica en su interacción con otras esferas.

Por todo esto, la enseñanza de las ciencias debe ser vista como un proceso de construcción de una visión idiosincrásica de ciencia que involucre la comprensión de los conceptos y del lenguaje de un “otro” para que se pueda dialogar con él.

Sobre las autoras

Daniela Lopes-Scarpa es docente do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, orientadora dos Programas de Pós-Graduação em Ecologia e Interunidades em Ensino de Ciências. Atua

nas seguintes linhas de investigação: Alfabetização Científica, Ensino de Biologia por Investigação, Argumentação no Ensino de Ciências e Formação de Professores.

Silvia Luzia Frateschi-Trivelato es docente da Universidade de São Paulo nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas e Pedagogia, na área de Metodologia do Ensino; orientadora dos Programas de Pós-Graduação em Educação e Interinstituições em Ensino de Ciências, na área de Ensino de Biologia. Atua nas seguintes linhas de investigação: Alfabetização Científica, Ensino de Biologia por Investigação, Argumentação no Ensino de Ciências e Formação de Professores.

Referencias

- Amabis, J. M. & Martho, G. R. (2004). *Biologia*. Vol. 3. São Paulo: Editora Moderna.
- Avery, O. T., MacLeod, C. M. & McCarty, M. (1944). Studies on the Chemical Nature of the Substance Inducing Transformation of Pneumococcal Types: Induction of Transformation by a Desoxyribonucleic Acid Fraction Isolated from *Pneumococcus* Type III. *Journal of Experimental Medicine*, 79 (2), 137-158. Recuperado de <http://osulibrary.oregonstate.edu/specialcollections/coll/pauling/dna/papers/avery.html>
- Bakhtin, M. (1986). *Marxismo e filosofia da linguagem*. 3a ed. São Paulo: Editora Hucitec.
- Bakhtin, M. (1998). *Questões de literatura e de estética: a teoria do romance*. 4a ed. São Paulo: Unesp, Hucitec.
- Burke, P. (2004). *O que é história cultural?* Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed.
- Pessoa de Carvalho, A. M. P. (2008). Enculturação científica: uma meta do ensino de ciências. En Traversini, C. Egbert, E., Peres, E. & Bonin, I. (orgs.). *Trajatória e processos de ensinar e aprender: práticas e didáticas: livro 2*. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- De Certeau, M. (1995). *A cultura no plural*. Campinas: Papirus.
- Chalmers, A. F. (1994). *A fabricação da ciência*. São Paulo: Unesp.
- Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*, 84 (3), 287-312.
- Durham, E. R. (2004). *A dinâmica da cultura: ensaios de Antropologia*. São Paulo: Cosac Naify Edições.
- Duschl, R. A. & Grandy, R. E. (eds.). (2008). *Teaching Scientific Inquiry*. Rotterdam: Sense publishers.
- Eagleton, T. (2005). *A idéia de cultura*. São Paulo: Unesp.
- El-Hani, C. N. & Mortimer, E. F. (2007). Multicultural Education, Pragmatism, and the Goals of Science Teaching. *Cultural Studies of Science Education*, 2 (3), 657-687.
- Geertz, C. (1989). *A interpretação das culturas*. Rio de Janeiro: LTC.
- Griffith, F. (1928). *The Significance of Pneumococcal Types*. *The Journal of Hygiene*, 27 (2), 113-159.
- Habermas, J. (2004). *Verdade e justificação. Ensaios filosóficos*. São Paulo: Loyola.
- Habermas, J. (2012). *Teoria do agir comunicativo*. São Paulo: Martins Fontes.
- Hershey, A. D. & Chase, M. (1952). Independent Functions of Viral Protein and Nucleic Acid in Growth of Bacteriophage. *The Journal of General Physiology*, 36 (1), 39-56. Recuperado de <http://www.jgp.org/cgi/reprint/36/1/39>
- Jiménez-Aleixandre, M. P. & Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (3), 359-370.

- Koch, I. G. V. (2000). *Argumentação e linguagem*. São Paulo: Cortez.
- Kuhn, D. (1993). Science as Argumentation: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking. *Science Education*, 7 (3), 319-337.
- Latour, B. (2000). *Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*. São Paulo: Unesp.
- Laugksch, R. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 84 (3), 71-94.
- Lopes, A. C. (2005) Política de currículo: recontextualização e hibridismo. *Currículo sem fronteiras*, 5 (2), 50-64.
- Marchezan, R. C. (2006). Diálogo. En Brait, B. (ed.) *Bakhtin: outros conceitos-chave*. São Paulo: Contexto.
- Mayr, E. (2008). *Isto é biologia: a ciência do mundo vivo*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Mortimer, E. F. (2000). *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: UFMG.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2000). *Measuring Students' Knowledge and Skills: The PISA Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. París: OCDE.
- Perelman, C. & Olbrechts-Tyteca, L. (2005). *Tratado da argumentação: a nova retórica*. 6a ed. São Paulo: Martins Fontes.
- Roth, W-M. & Lawless, D. (2002). Science, Culture and the Emergence of Language. *Science Education*, 86 (3), 368-385.
- Toulmin, S. E. (2006). *Os usos do argumento*. 2a ed. São Paulo: Martins Fontes.
- Watson, J. D. (2005). *DNA: o segredo da vida*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Williams, R. (2000). *Cultura*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Wittgenstein, L. (2008). *Investigações filosóficas*. Petrópolis: Vozes.
- Yore, L. D., Bisanz, G. L. & Hand, B. M. (2003). Examining the Literacy Component of Science Literacy: 25 Years of Language Arts and Science Research. *Internacional Journal of Science Education*, 25 (6), 689-725.