

Watanabe, G. & Kawamura, M.R. (2016). El papel de la divulgación científica realizada por científicos en la formación de profesores. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(2), 61-73.

DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.19.2.253951>

El papel de la divulgación científica realizada por científicos en la formación de profesores

Graciella Watanabe ⁽¹⁾, Maria Regina Kawamura ⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidade de Brasília, ⁽²⁾ Universidade de São Paulo

Resumen

Este artículo presenta un estudio de caso cuyo objetivo ha consistido en comprender el papel formativo, en la opinión de futuros profesores, de las actividades de divulgación científica realizadas por científicos. Se ha analizado un evento coordinado por el CERN, en el cual se presentan los procesos de producción de la investigación en la física de partículas al público escolar. Partiendo de un análisis sociológico, se discute la comprensión de los sentidos y objetivos de estos profesores futuros al aproximarse a las actividades divulgativas, así como los aspectos formativos que, a su juicio, se adquieren en la interacción con los científicos. Como parte de una investigación más amplia, que pretende analizar el discurso de los científicos y estudiantes, se discute cómo la formación en la perspectiva cultural puede resultar relevante a la hora de hacer ver que estas actividades prácticas poseen relaciones con la cultura y, de esta forma, se trata la divulgación científica como un instrumento relevante para la adquisición del conocimiento científico y para la formación de los estudiantes de educación obligatoria.

Palabras clave

Capital cultural; divulgación científica; físicos de partículas; formación de profesores.

Contacto:

Graciella Watanabe. Universidade de Brasília, Faculdade de Educação, Campus Darcy Ribeiro, Distrito Federal, 70.910-900. gwatanabe@unb.br

Maria Regina Kawamura. Universidade de São Paulo, Instituto de Física, Cidade Universitária, São Paulo, 05.508-090. mrkawamura@usp.br

The role of scientific popularisation produced by scientists in teacher training

Abstract

This article presents a case study conducted with a view to understanding future professors' assessment of the educational role of science popularisation activities by scientists. An event coordinated by the CERN has been analysed, in which a student audience was acquainted with research production processes in particle physics. Through the prism of a sociological analysis, comprehension of the future professors' senses and objectives when approaching popularisation activities is discussed, along with the educational aspects they consider to be acquired in the interaction with scientists. This article is a part of a larger research project devoted to the analysis of the discourse by scientists and students. It studies how cultural perspective training may be relevant for understanding that these practical activities are related to culture, thus treating science popularisation as a relevant tool for acquiring scientific knowledge and training compulsory education students.

Key words

Cultural capital; science popularisation; particle physicists; teacher training.

Introducción

La divulgación científica constituye un medio importante para mantener la sociedad al día sobre los temas científicos y para promover interacciones con ambientes y agentes sociales que resultan imposibles en situaciones corrientes. Por ejemplo, en las actividades de aproximación al público lego, los científicos pueden promover un aprendizaje que vaya más allá de los conocimientos procedentes de la escuela. Sin embargo, son pocos los profesionales de la ciencia que se dedican al debate público así como a las actividades de divulgación de la ciencia y participan en actividades educativas.

En este sentido, algunos autores han criticado el distanciamiento de estos profesionales de los problemas sociales y de la necesidad de construir una comprensión del papel de la ciencia en la cultura humana y defienden, a su vez, la necesidad de que estos profesionales promuevan la adquisición de la cultura científica por la sociedad (Lévy-Leblond, 2004). Estos autores sugieren que la cultura científica conduce a la superación de una visión de la divulgación científica como adquisición de conceptos sin discutir los procesos del desarrollo de la ciencia. Esta dimensión puede reconocerse como una relación entre los saberes y los contextos sociales y culturales que forman parte de la comprensión de la ciencia (Freire, 1975).

Las posibilidades de actuación van más allá del tema de la divulgación científica y encuentran interlocutores en la investigación sobre la enseñanza de ciencias, los cuales han estudiado las percepciones de los alumnos sobre “qué es ser científico”, “qué es la actividad científica” y el papel de los medios de comunicación en este proceso (Faria, Freire, Galvão, Reis e Figueiredo, 2014; Souza e Caitité, 2010). Estas preocupaciones, en general, apuntan a dos posibles caminos a recorrer para la superación de las visiones distorsionadas de la ciencia: la participación de los científicos en las actividades educativas sobre las ciencias, la explicitación del debate sobre el trabajo científico y el papel de los museos y

centros científicos como instrumentos de superación de la alienación impuesta por los medios de comunicación (Delicado, 2008; Pechula, 2007).

En este trabajo se pretende investigar el papel que las actividades de divulgación científica producida por científicos juegan en la formación de profesores. En particular, se pretende ofrecer una reflexión sociológica que contribuya a la comprensión de las negociaciones que tienen lugar en este proceso. Así, partiendo de una acción práctica como parte integral de la reflexión teórica, se presentarán las percepciones de un grupo de participantes en un evento coordinado y presentado por científicos.

A fin de responder a esta preocupación, en las siguientes secciones se presentará parte de un proyecto de investigación desarrollado en Brasil y Suiza, que tiene el objetivo de comprender el papel de los científicos en la formación científica de la sociedad. Es necesario subrayar, por lo tanto, que la presentación de esta investigación está asociada a un trabajo más amplio, en el cual se han entrevistado los físicos europeos y brasileños que participan en la divulgación científica en el CERN así como los alumnos de educación obligatoria que han participado en el evento Masterclasses. Se ha propuesto comprender qué objetivos simbólicos y explícitos en el campo científico estaban siendo negociados en la acción divulgativa de los grandes laboratorios, como el analizado. En este proceso, los científicos han propuesto como ejemplos: la necesidad del diálogo con la escuela, presentar la ciencia actual, el afán de justificar las inversiones en las investigaciones y la división de la responsabilidad ética de la ciencia con la sociedad. Para los estudiantes de educación obligatoria, las demostraciones del papel de la formación cultural y social han resultado más significativas durante su participación en el evento. Ello incluye conocer la universidad, comprender cómo los científicos actúan, conocer a los científicos, acceder a la cultura científica como una cultura para todos (Watanabe, 2015).

En este artículo se ha intentado comprender el papel de la mediación del profesor, como interlocutor y facilitador del diálogo entre el campo escolar y el científico, con el objetivo de analizar cómo los profesionales actuales y futuros entienden el papel educacional de estas actividades. De esta forma, el artículo invita a pensar las condiciones de promoción de las reflexiones y acciones prácticas de divulgación, que pueden estar comprometidas con diferentes expectativas de los participantes en el proceso.

La cuestión principal de la que se ocupa este trabajo, por lo tanto, se puede resumir en la siguiente pregunta:

¿Qué tipo de aportación a su formación consideran que han recibido los profesores actuales y futuros después de tener contacto con divulgación producida por científicos de los centros de investigación?

Partiendo de una perspectiva sociológica, se pretende defender el papel de la adquisición cultural como un instrumento importante en el desarrollo de las actividades de divulgación científica en la formación de profesores.

Marco teórico

El marco sociológico empleado en este trabajo se basa en la teoría de Pierre Bourdieu. Entre los diversos trabajos que ha publicado, este autor ha construido una interpretación sólida del mundo social mediante una visión marxista y al mismo tiempo original de las relaciones de poder y luchas en el espacio social (Catani, 2013). Con sus conceptos de habitus, capital y campo, ha sistematizado las desigualdades establecidas en las luchas de poder y en el mantenimiento de las estructuras sociales.

El primer concepto que vamos a tratar es el de habitus y está asociado a la comprensión de una héxis corporal vinculada al contexto de aprehensión de las “maneras de ser” de los agentes en el espacio social. El autor pretende explicar que lo que determina la forma de actuar en un espacio social queda definido por los actos de estos sujetos realizados a lo largo de su trayectoria histórica. Las implicaciones de la conducta social en el espacio de luchas (campo) están asociadas a los sistemas de disposiciones construidos socialmente (Bourdieu, 2003). La estructura del espacio social estructura a los agentes y estos, a su vez, estructuran el espacio social (Almeida, 2002).

El campo, a su vez, es un concepto que ganó fuerza en la teoría del autor gracias a sus estudios etnográficos en Argelia. Para Bourdieu (2003), comprender las instituciones “dominantes” o “élites” en la sociología no era suficiente para entender el sentido de la competencia y funcionamiento del mercado (por ejemplo, el escolar) y aquellas personas que retienen sus productos (por ejemplo, los diplomas). La idea de “campo” o “campo de poder” constituye una manera de designar el papel de las élites en la estructura social y, para el autor, es una forma de comprender los sistemas de relaciones disfrazados en los estudios generales sobre las instituciones por la sociología de la década de los años 30 (BOURDIEU, 2011). En el ámbito de la metodología, la teoría de campos se configura para Bourdieu como *capaz de privilegiar las relaciones frente a los elementos directamente visibles (...)* deduciendo *las leyes de funcionamiento de estos campos, sus objetivos específicos, los principios de división según los cuales se organizan, las fuerzas y estrategias de los campos que se oponen* (Bourdieu, 2003, p. 36).

A medida que los agentes van siendo reconocidos en el campo de poder, puede decirse que han adquirido los capitales necesarios para una inserción efectiva en las luchas del campo. Los capitales (cultural, social, económico, escolar, etc.) son constituidos por los recursos adquiridos a lo largo de la trayectoria en uno o varios campos por los agentes, los cuales, a su vez, los acumulan a lo largo de sus luchas. Para Bourdieu, estos capitales son los elementos fundamentales de la negociación entre los agentes y determinan sus posiciones dentro de la estructura social. Adquirido en varios contextos diferentes, el capital cultural se configura como uno de los conceptos más significativos en la obra del autor. Esto se debe a que los bienes simbólicos, para Bourdieu, claramente no se adquieren ni mantienen como los capitales económicos o sociales, pero a pesar de ello tienen una función primordial en el mantenimiento de las jerarquías sociales. Nogueira y Nogueira (2004) sostienen que existe una estructura cultural reforzada por las divisiones sociales que tienen el fin de clasificar los agentes dentro del campo. Así

Los individuos que, de alguna forma, se asocian con bienes culturales considerados superiores, ganan prestigio y poder, ya sea en el interior de un campo específico o en la escala de la sociedad como un todo. (...) Para referirse a este poder procedente de la producción, posesión, apreciación o consumo de bienes culturales socialmente dominantes, Bourdieu utiliza, por analogía al capital económico, el término “capital cultural”. (Nogueira e Nogueira, 2004, p.40)

Para Bourdieu existen diversos capitales, al igual que existen diferentes campos. De esta forma, puede ser válido utilizar los capitales obtenidos en las luchas de un campo para obtener lucro simbólico en otro campo totalmente distinto (Nogueira e Nogueira, 2004). Este reconocimiento del valor del capital puede entenderse como un aprendizaje implícito de carácter simbólico y está relacionado con la comprensión de cierto capital cultural. Para Bourdieu (2012) existen tres estados del capital cultural.

- estado incorporado: este estado está asociado al habitus, a la historia del sujeto contada en el cuerpo. Se manifiesta en los modos de comportarse, andar, actuar y hablar. Este tipo de capital se adquiere con el esfuerzo y el tiempo empleado por el sujeto y también puede aprenderse implícitamente en el seno familiar y social;
- estado objetivado: está asociado a la propiedad de bienes culturales, como son colecciones de libros, obras de arte, viajes, etc. Es importante subrayar que la adquisición del capital cultural objetivado no garantiza a sus propietarios la adquisición del capital cultural incorporado.
- estado institucionalizado: este tipo de capital se adquiere a través de la obtención de certificados por instituciones que certifican la formación cultural (diploma universitario, certificados de cursos, etc.)

En la enseñanza de ciencias el capital cultural puede entenderse por analogía con la identidad y reconocimiento social, que se adquieren cuando a lo largo de la trayectoria histórica se obtienen conocimientos vinculados al campo científico y sus bienes simbólicos, es decir, los conocimientos científicos (Gingras, 2012).

En las próximas secciones se presentarán los métodos y análisis de los datos, a fin de arrojar luz sobre dos tipos de adquisiciones, percepciones y aspectos formativos observados por los profesores actuales y futuros de ciencias en el evento Masterclasses.

Metodología

El presente trabajo adopta una perspectiva cualitativa y se propone conducir la investigación científica a la reflexión y registrar las percepciones que afloran durante el proceso (Martins, 2004). Para hacer operativos los objetivos propuestos, se han elegido herramientas metodológicas que contribuyan a la recogida de datos y, por consiguiente, a las reflexiones sobre el tema bajo estudio. Con el grupo analizado, se han utilizado cuestionarios con preguntas tanto abiertas como cerradas para reflejar las opiniones de los profesores actuales y futuros (Tuckman, 2000).

El contexto de la investigación se refiere al CERN y al evento Masterclass Hands on Physics Particles. Debido a la complejidad de este objeto de estudio, nuestra metodología será la de un estudio de caso, ya que confiere una perspectiva directiva a la investigación. Este método abarca situaciones locales o individuales a fin de contribuir a la reflexión sobre la acción o intervención estudiada. En general, un estudio de caso procura tratar de fenómenos individuales, grupos, organizaciones o comunidades de un modo más profundo y detallado (Cohen, Manion e Morrison, 2011).

La Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN) emplea a diferentes profesionales que participan en una importante red de producción de noticias y temas presentados a los medios de comunicación y a la sociedad sobre las investigaciones desarrolladas en las instalaciones del Gran Colisionador de Hadrones (GCH). Son grupos de educadores, periodistas y divulgadores que intentan, en diferentes partes de la estructura social, mantener las actividades científicas de laboratorio presentes en el día a día del público en general.

En el conjunto de actividades dedicadas a la educación obligatoria se enmarca el evento International Masterclasses Hands On Physics Particles. El objetivo de los organizadores de esta actividad de divulgación científica consiste en publicitar algunos aspectos de la producción científica de los grandes laboratorios, intentando no solo introducir la física de

partículas contemporánea en el contexto escolar, sino también ofrecer a los estudiantes una opción de actuación profesional (Bilow e Kobel, 2014).

En el Instituto de Física de la Universidad de São Paulo y en el Centro de Ciencias Naturales y Humanas de la Universidad Federal del ABC, este evento tiene lugar durante dos días y lo organizan físicos de partículas e investigadores de la enseñanza de ciencias. En el caso de Brasil, los participantes son estudiantes de educación secundaria, superior y profesores (véase la Figura 1). Las actividades se dividen en general entre los grupos de educación secundaria por un lado y de educación superior (profesores y profesores en formación) por el otro. En el segundo grupo, los participantes asisten a charlas ofrecidas por los investigadores de la universidad (sobre temas como la historia de la física de partículas y los aceleradores, el modelo estándar y el bosón de Higgs), visitan los aceleradores de partículas y los laboratorios de las instituciones, analizan los datos reales del GCP con software y asisten a una videoconferencia con investigadores de Suiza.



Figura 1. Evento Masterclasses en la Universidad de São Paulo

En lo tocante al cuestionario, el contexto de su distribución en el evento Masterclasses fue el momento de interacción de los investigadores con el público del evento. El diseño del cuestionario se ha basado en el trabajo de Partiff (2005), según el cual el objetivo de la recogida de datos es doble: obtener datos que reflejen las conductas de las personas y obtener datos que reflejen las actitudes, opiniones y creencias de los entrevistados. Aunque se clasifiquen por separado, tales objetivos pueden realizarse al mismo tiempo, como es el caso de cuestionarios que pretenden recoger la mayor cantidad posible de datos sobre un tema determinado. Para analizar los datos hemos organizado los discursos por repertorios atribuidos a los campos de la teoría de Pierre Bourdieu (Jackson, 2001) y la elaboración de las fases de análisis del Análisis de Contenido (Mundina, 2005; Bardin, 2006).

El grupo de educación superior entrevistado incluye a profesores y profesores en formación que de algún modo han pasado o están pasando por experiencias asociadas al campo científico (actuando en grupos de investigación, laboratorios o como estudiantes de la universidad). La distribución de los participantes fue de 4 profesores de la escuela pública (3 físicos y 1 matemático) y 22 profesores en formación (5 alumnos del curso de formación de profesores de matemática y 17 del curso de formación de profesores de física) del estado de São Paulo.

Para que los entrevistados entendiesen la pregunta de la investigación, propusimos una pregunta de escala de opinión y tres preguntas abiertas. Todas estas preguntas están relacionadas con los discursos de los científicos y estudiantes sobre sus percepciones y objetivos al organizar y participar en el evento. Se trata, por lo tanto, de instrumentos de análisis que reflejan el propósito de analizar los discursos como representativos de un campo.

Con la pregunta inicial procuramos averiguar cuáles fueron los conocimientos adquiridos por los entrevistados en el evento. Las preguntas abiertas fueron las siguientes:

1. ¿Cómo el evento contribuye (o no) a la formación de sus alumnos (o futuros alumnos)?
2. ¿Qué es lo que le ha motivado a participar en este evento?
3. ¿Podría describir su impresión general del evento? ¿Qué más le ha resultado significativo? ¿Qué es lo que le gustaría que mejorase?

Para las preguntas abiertas, las respuestas se han clasificado sobre la base de las percepciones de los entrevistados que reflejaban dimensiones asociadas a los campos social, escolar y científico.

Análisis de los datos

La primera pregunta analizada tenía el cometido de identificar los conocimientos adquiridos por los entrevistados durante el evento de Masterclasses. Aunque se espere en gran parte que este grupo haya tenido contacto con el tema durante su formación en la educación superior, los resultados indican que el conocimiento obtenido en el ámbito de los cursos de grado todavía es insuficiente (Tabla 1). Inferimos, por lo tanto, que el evento puede constituir un momento de formación continua importante para los profesores actuales y futuros. Véase abajo:

Tabla 1.

Conocimientos adquiridos en el evento

En relación con los conocimientos adquiridos en el evento Masterclass, ¿usted considera que:			
	En desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo
a) todos los contenidos fueron nuevos?	2	21	3
b) ha podido profundizar los conocimientos que ya poseía sobre la Física de Partículas?	1	5	19
c) ha comprendido cómo se trabaja con los datos en el ordenador?		11	14
d) ha podido entender cómo trabajan los científicos?	1	12	11

Además de la adquisición de contenidos nuevos, para estos agentes existe una relación de inserción en el campo científico (trabajar con el software y comprender el trabajo de los científicos) que está asociado a la naturaleza de la ciencia. Cuando los entrevistados

participan en el evento, pueden acceder al campo científico y entablar interacciones con los físicos en sus ámbitos de producción del conocimiento. De esta forma, el evento adquiere un nuevo sentido, pues hace referencia al conocimiento de cómo los científicos se relacionan con el saber y los instrumentos computacionales que forman parte del proceso de desarrollo de la física de partículas.

Para complementar este punto, el análisis de las preguntas abiertas traza un panorama de las impresiones del grupo analizado. En el primero análisis se encuentra el grupo de respuestas que pueden clasificarse en el ámbito del campo social (Tabla 2). Las respuestas analizadas han introducido la dimensión de las interacciones con los participantes en el evento. Otro aspecto que parece de interés se refiere al valor atribuido al dominio de la lengua extranjera. Los futuros profesores también han citado la necesidad de aproximación entre ellos y los alumnos a fin de adquirir nuevos capitales sociales con los jóvenes de primaria.

Tabla 2.

El campo social y el evento

¿Cómo contribuye (o no) el evento a la formación de sus alumnos? ¿Qué es lo que le ha motivado a participar en este evento? ¿Podría describir sus impresiones generales del evento? ¿Qué más le ha resultado significativo? ¿Qué es lo que le gustaría que mejorase?	
Profesor 1	Aproximar a los alumnos al ambiente universitario, ampliar la formación (suya y mía), nuevas experiencias proporcionadas por un ambiente universitario, mayor valoración por parte de los alumnos de la Física y la Lengua Inglesa.
Profesor 3	Mucho de lo que se ha presentado ya lo había leído en libros de divulgación, pero el evento me ha dado una nueva percepción de estos asuntos, que antes conocía de una manera extremadamente simplificada. Me han gustado mucho las charlas del primer día, han aclarado muchos puntos de los que tenía dudas desde mi primer contacto con el tema. Creo que sería interesante aproximar los alumnos de secundaria a los profesores en formación.
Profesor 4	Aclarar dudas sobre la física de partículas, ya que la divulgación (en mi opinión), normalmente es bastante superficial, y también el querer entender cómo funciona la investigación.

Entre os resultados, sin embargo, llama la atención un elemento que aflora en relación con las percepciones de este grupo sobre la divulgación científica. Los entrevistados han mostrado una visión negativa de los materiales vinculados a la divulgación científica, tildándolos de “simplificados” o “superficiales”. Se perciben ciertas distinciones entre el evento Masterclasses y las actividades divulgativas. Este discernimiento es relevante, porque puede sostener la percepción de este trabajo de que las actividades divulgativas como la que hemos analizado en esta investigación están rompiendo el patrón establecido de lo que los entrevistados consideran divulgación (libros, revistas, exposiciones). Ello puede indicar que la participación de los científicos y la relación de estos sujetos con la divulgación no se enmarcan en la perspectiva tradicional del acto de divulgar reconocido como tal por la sociedad.

En la próxima tabla se presentan las dimensiones asociadas al campo escolar (Tabla 3). Los entrevistados sugieren que los temas actuales pueden llegar a ocupar un lugar más eminente en el espacio escolar. En particular, surgen respuestas que reflejan la percepción de los entrevistados de que el evento puede fomentar la inserción de las temáticas de la física de partículas en el aula.

Tabla 3.

El campo escolar y el evento

Cómo el evento contribuye (o no) a la formación de sus alumnos o futuros alumnos? ¿Qué es lo que le ha motivado a participar en este evento?	
Profesor 3	Experimentar los contenidos actuales de la física con un enfoque adecuado para estudiantes de secundaria.
Profesor 4	Participar en un evento como este muestra a los alumnos la posibilidad de enfrentarse a temas complejos de una forma didáctica y dentro del alcance de alumnos de educación obligatoria y grado.
Profesor en formación 6	Todo conocimiento es importante en la formación, pero el conocimiento divulgado en estas charlas resuelve muchas dudas fundamentales (en el sentido fundamental de los conceptos) que surgen (o surgirán) en las clases, tanto al alumno como en la posición de profesor.
Profesor en formación 9	Con el contenido aprendido durante el curso podemos promover discusiones sobre el tema en las clases de educación obligatoria.
Profesor en formación 14	Lo que me ha motivado a participar en el evento ha sido su tema: la física de partículas. Y, también, la posibilidad de traer mis futuros alumnos al evento.
Profesor en formación 19	Las charlas y la parte práctica han traído informaciones nuevas e importantes para mi formación como profesora. A través de ellas he podido mejorar mis conocimientos y formular ideas para trabajar con este contenido en el aula.
Profesor en formación 21	Como futuro profesor de ciencias y física, es un conocimiento que puedo compartir con mis alumnos, generando debates entre ellos.

Es interesante apuntar que en este conjunto de datos analizados no aparece ninguna perspectiva de aproximación con los científicos como una actividad significativa para la escuela. En general, nos encontramos con la visión de que las interacciones en el evento no implican diálogo con el campo escolar que, a su vez, no dialoga con la universidad. Este aspecto debe, sin embargo, tenerse en cuenta para construir situaciones de cooperación y aprendizaje mutuo. Este tipo de aproximación ya se puede reconocer en los discursos de los científicos cuando se les pregunta sobre el papel de la divulgación (Watanabe e Kawamura, 2015). En este sentido, en lo tocante a los profesores y los futuros profesores, los campos científico y escolar parecen estar distanciados para estos agentes, incluso cuando el evento proporciona tal aproximación (Watanabe, 2015).

En lo tocante al campo científico (Tabla 4), al espacio de actuación de los investigadores de la física de partículas, los entrevistados creen que el evento puede proporcionar una experiencia que promueva una profundización del conocimiento sobre los aspectos tecnológicos y los tipos de saberes perseguidos por los científicos del CERN. Otro elemento posibilitado por el evento, a juicio de los entrevistados, es observar cómo la ciencia se hace actualmente, en colaboraciones internacionales y los procesos de producción colectiva.

Tabla 4.

El evento y el campo científico

¿Cómo el evento contribuye (o no) a la formación de sus alumnos? ¿Qué es lo que le ha motivado a participar en este evento? ¿Podría describir sus impresiones generales del evento? ¿Qué es lo que ha sido más importante, a su parecer? ¿Qué es lo que le gustaría que mejorase?	
Profesor en formación 10	Saber cómo realmente funciona y no solo las derivadas etc.
Profesor en formación 11	Entender mejor los fenómenos en sí. Tengo la impresión de que en los cursos normales solo vemos cuentas, derivadas, integrales, etc. Pero no los aspectos físicos y el significado de los eventos. El curso ha sido estupendo y ha resultado muy significativo poder entrar en contacto con personas del CERN a través de la videoconferencia.
Profesor en formación 13	La discusión de esta temática que tenemos en el curso de formación es muy poco profunda (principalmente por el exceso de contenidos de física moderna en el currículum).
Profesor en formación 18	He podido profundizar mi percepción del trabajo y de cómo es el desarrollo de las investigaciones realizadas en el GCH, así como comprender mejor el universo de las partículas subatómicas y tener ideas para enseñar física moderna en la educación obligatoria.
Profesor en formación 23	El evento ha proporcionado una nueva visión de la física de partículas y de cómo los investigadores analizan los datos en el CERN.

Varios temas que han aflorado en este discurso conciernen los cursos a los que han asistido los profesores en formación. Uno de ellos está vinculado al uso excesivo del lenguaje matemático en los cursos de grado, distanciado del entendimiento de los procesos de producción y análisis cualitativo de la física de partículas. Otro tema se refiere al programa de los cursos, cuyo exceso de contenidos imposibilita una mayor aproximación a la temática estudiada.

Otros aspectos percibidos por los estudiantes están asociados a las dificultades del evento. Problemas estructurales, de tiempo y organización, fueron algunos de los asuntos traídos a colación en respuesta a la pregunta por las cosas que les habían causado mayores inconvenientes a los participantes en Masterclasses. Sin embargo, algunas preguntas han llamado la atención por su relevancia en el ámbito de la formación científica de los entrevistados. En los pasajes transcritos abajo los profesores en formación apuntan hacia algunas actividades del evento que han resultado más mecánicas que reflexivas.

Lo que revelan estos discursos es que aunque el evento posibilite una perspectiva de la producción de la ciencia, según los entrevistados todavía son necesarias adaptaciones y mayores profundizaciones. Los capitales científicos, tratados en el evento, todavía se abordan de un modo demasiado sistemático, camuflando en algunos casos importantes elementos de la recogida y análisis de datos de estas colaboraciones científicas.

Tabla 5.

Las dificultades del evento

¿Qué es lo que le ha resultado más difícil de comprender en este Masterclasses?	
Profesor en formación 5	No consigo ver la importancia de la identificación del plasma de cuarks y gluones y, por lo tanto, lo que ocurre después de esta identificación.
Profesor en formación 20	Comprender cómo los lectores y mediadores del CERN nos proporcionan los datos que analizamos y las relaciones gráficas que hemos obtenido.
Profesor en formación 21	Cómo los científicos trabajan para conseguir los datos para determinar que ciertas partículas son hijas de otras partículas elementales.

La naturaleza de la ciencia parece ser uno de los factores que los entrevistados han identificado como deficitarios. La mayoría de estos factores están relacionados con los tipos y modos de recogida de datos, los cuales están, en cierto modo, distanciados de la realidad de los cursos de educación superior. La física de altas energías, como la que se desarrolla en el CERN, constituye un tipo de saber experimental que no se imparte en los cursos y, por lo tanto, resulta ser un obstáculo para una plena comprensión por los profesores.

Discusión y conclusiones

Al principio de este trabajo se ha procurado defender una divulgación científica que pueda promover la aproximación entre los científicos y la sociedad y, en particular, la escuela. Se ha sugerido que esta aproximación puede ser significativa para los dos actores de esta relación, construyendo un tipo de aprendizaje capaz de superar las perspectivas de un discurso estrictamente institucional y basado en el contenido (Cascais, 2003; Freire, 1975). En las investigaciones anteriores, se ha observado que los aspectos en su mayor parte conceptuales han sido relegados a una posición marginal en los discursos de los científicos y alumnos de la educación obligatoria, los cuales entienden estos aspectos como partes de la estructura del proceso y no como el objetivo final de la divulgación científica. Ello ha dado lugar al pensamiento sobre un tipo de perspectiva que puede tratarse como fruto de un modo de pensar y hacer divulgación constituida en la aproximación entre campos (Watanabe, 2015). Este pensamiento puede generar un diálogo capaz de reconocer la relevancia de las interacciones y superar los discursos de imposición de poder del campo científico (Bourdieu, 2010) y de superación de las diferencias sociales y culturales (Freire, 1975), que propone proporcionar subvenciones a los agentes sociales para superar las relaciones de jerarquía en los campos de poder (Bourdieu, 2011).

Sin embargo, al encontrarse con las principales preocupaciones de los profesores o profesores en formación, este debate se centra, en gran parte, en la adquisición de conocimientos conceptuales. Si bien las preocupaciones relacionadas con el conocimiento científico son relevantes, elementos de naturaleza de la ciencia son imprescindibles para la comprensión de la ciencia como instrumento de poder y desigualdad social (Tilly, 2006). Por lo tanto, se proponen reflexiones que deben tratarse mejor en el ámbito de las acciones de los científicos a fin de promover acciones prácticas que expliciten el carácter de la divulgación como actividad comprometida con el debate ético de la investigación y los procesos de construcción del conocimiento. Esta dimensión invita a pensar en objetivos y modos posibles de empleo de actividades divulgativas para la adquisición del capital cultural.

En resumen, se sugiere que el evento puede hacer algunas aportaciones que hagan frente, ante la complejidad de la sociedad actual, a problemas que conciernen cuestiones políticas, culturales, sociales y educativas. Al mismo tiempo, el evento posibilita un diálogo sobre cuestiones éticas y axiológicas asociadas al proceso de construcción de la ciencia en estos grandes laboratorios.

Se espera de este debate que la divulgación producida por científicos adquiera aspectos educativos orientados hacia la acción crítica, con lo cual, incluso sin pretenderlo, puede llegar a complementar el espacio formal de educación (Trilla, 2008). Este reconocimiento puede ser tratado, por ejemplo, en los cursos de formación inicial y continuada, fomentando reflexiones de los profesores actuales y futuros sobre su papel en este proceso. De esta forma, los apoya en el reconocimiento de la relevancia del conocimiento específico de la ciencia, pero también ayuda a estos educadores en la elaboración de prácticas que permitan el reconocimiento de la divulgación científica y aproximación a los científicos como oportunidades de promover el debate crítico y hacer posibles adquisiciones de capital cultural para sus estudiantes.

Referencias

- Almeida, A. M. (2002). Notas sobre a sociologia do poder: a linguagem e o sistema de ensino. *Horizontes*, 20, 15-30.
- Bardin, L. (2006). *Análise do Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bilow, U., Kobel, M. (2014). International Masterclass - Bringing LHC data to school children. *EPJ Web of Conference*, 71(17), 1-9.
- Bourdieu, P. (2003). Trabalhos e projetos. En R. Ortiz (dir.). *A sociologia de Pierre Bourdieu*. São Paulo: Olho d'Água.
- Bourdieu, P. (2010). *O poder simbólico*. Rio de Janeiro: Bertrand.
- Bourdieu, P. (2011). *O senso prático*. Petrópolis: Vozes.
- Catani, A. M. (2013). *Origem e destino: pensando a sociologia reflexiva de Bourdieu*. Campinas: Mercados das Letras.
- Cohen, L.; Manion, L.; Morrison, K. (2011). Planning educational research. En L. Cohen; L. Manion; K. Morrison (dir.). *Research methods in education*. New York: Routledge Editors.
- Delicado, A. (2008). Microscópios, batas brancas e tubos de ensaio: representações da ciência nas exposições científicas. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 83, 79-98.

- Faria, C.; Freire, S.; Galvão C.; Reis, P.; Figueiredo, O. (2014). "Como trabalham os cientistas?" Potencialidades de uma atividade de escrita para discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de ciências. *Ciência & Educação*, 20(1), 1-22.
- Freire, P. (1975). *Extensão ou comunicação?* Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Gingras, Y. (2012). Le champ scientifique. En F. Lebaron; G.; Mauger, (dir.). *Lectures de Bourdieu*. Paris: Ellipses.
- Jackson, P. (2001). Making sense of qualitative data. En M. Limb; C. Dwyer (eds.). *Qualitative Methodologies for the Geographer: Issues and Debates*. London: Arnold.
- Lévy-Leblond, J. M. (2004). *La science en mal de culture*. Paris: Futuribles.
- Martins, H. H. (2004). Metodologia Qualitativa de Pesquisa. *Educação e Pesquisa*, 30(2), 289-300.
- Mundina, J. B. (2005). Análisis de contenido. Posibilidades de aplicación en la investigación educativa. *Revista Interuniversitaria de formación de profesorado*, 19(2), 157-174.
- Nogueira, M. A., Nogueira, C. M. (2004). *Bourdieu & a Educação*. São Paulo: Autêntica.
- Partiff, J. (2005). Questionnaire design and sampling. En R. Flowerdew, D.; Martin, R.(eds.). *Methods in Human Geography: A guide for students doing a research Project*. New York: Pearson.
- Pechula, M. R. (2007). A Ciência nos Meios de Comunicação de Massa: Divulgação de Conhecimento ou Reformço do Imaginário Social. *Ciência & Educação*, 13(2), 211-222..
- Souza, I. M.; Caitité, A. M. (2010). A Incrível História da Fraude dos Embriões Clonados e o que ela nos diz sobre Ciência, Tecnologia e Mídia. *História, Ciências, Saúde, Manguinhos*, 17(2), 471-493.
- Tilly, C. (2006). O acesso desigual ao conhecimento científico. *Tempo Social - Revista de Sociologia da USP*, 18(2), 47-63.
- Trilla, J. (2008). A educação não formal. En V. A. Arantes (dir.). *Educação formal e não formal*. São Paulo: Summus.
- Tuckman, B. (2000). Elaboração de questionários. En B. Tuckman (dir.). *Manual de investigação em educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Watanabe, G. (2015). A divulgação científica produzida por cientistas: contribuições para o capital cultural (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Watanabe, G.; Kawamura, M. R. (2015). Um sentido social para a divulgação científica: perspectivas educacionais em visitas a laboratórios científicos. *Alexandria. Revista de educação em ciência e tecnologia*, 8(1), 209-235.

Autoras

Graciella Watanabe

Licenciada en Física y doctora en Enseñanza de las Ciencias. Docente y investigadora del área de Enseñanza de las Ciencias en el Facultad de Educación de la Universidad de Brasilia. Línea de investigación actual: sociología de la ciencia, la divulgación científica y temas socio científicos en la formación inicial de los profesores de ciencias. En los últimos años ha publicado en las siguientes revistas: Cultural Studies of Science Education, Alexandria – Revista de Educação Científica e Tecnológica, Revista Brasileira de Ensino de Física e Latin American Journal of Physics Education.

Maria Regina Kawamura

Docente y investigadora del área de Enseñanza de las Ciencias en el Programa de Posgrado Interunidades em Ensino de Ciências de la Universidad de São Paulo. Línea de investigación actual: la divulgación científica, le complejidad y temas ambientales en la educación científica. En los últimos años ha publicado en las siguientes revistas: Alexandria – Revista de Educação Científica e Tecnológica e Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.