

1 Enseñanza y divulgación de la ciencia en la integración 2 universidad-escuela: una experiencia en el Brasil

3 Nombre Autor Uno ^{1,a}, Escritora Segunda ^{2,b}

4 ¹Dirección completa: Departamento de Ciencias Científicas, Centro de Investigación en Enseñanza No
5 Formal. Ciudad. País.

6 ²Dirección completa de la autora segunda

7 ^acorreoautoruno@jejemail.com, ^bmailescritora@arrobamail.com

8 [Recibido en marzo de 2013, aceptado en enero de 2014]

9 A partir de la idea de que la Ciencia y la Tecnología desempeñan un papel central en nuestra lectura y
10 entendimiento del mundo, identificamos la centralidad y urgencia de la educación científica en la formación del
11 ciudadano contemporáneo, defendiendo la necesidad de la integración universidad-escuela en acciones orientadas
12 hacia el entendimiento público de la ciencia por los diferentes sectores de la sociedad. Algunas experiencias que
13 vienen siendo desarrolladas en el Brasil por el Instituto de Física de la Universidad de XXXXX, a través de su
14 Núcleo de Investigación en Enseñanza de la Física (NPEF), en asociación con algunas escuelas públicas de la
15 capital federal y el Museo de la Ciencia y Tecnología de YYYYY (en implantación), se presentan aquí.

16 **Palabras clave:** Enseñanza de la ciencia; divulgación de la ciencia; integración universidad-escuela; museo de ciencia.

17 **Teaching and science divulgation in university-school integration: an experience in Brazil**

18 Based on the idea that science and technology play a central role in our reading and understanding of the world,
19 we identify the centrality and urgency of scientific education in the formation of the contemporary citizen,
20 defending the need for university-school integration in actions oriented towards the public understanding of
21 science by the different sectors of society. Some of the experiences that have been developed in Brazil by the
22 Institute of Physics of the University of XXXXX, through its Physics Education Research Group, in association
23 with some public schools of the federal capital and the Museum of Science and Technology of YYYYY (in
24 implementation), are presented here.

25 **Keywords:** Science education; science divulgation; university-school integration, science museum.

26 **Para citar este artículo:** Apellidos e iniciales del nombre de los autores (20XX) Título del artículo. Revista Eureka
27 sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias xx (x), xxxx. <http://hdl.handle.net/10498/XXXXX>

28 Introducción

29 Las realizaciones y conquistas del mundo contemporáneo, traducidas entre otros aspectos en
30 la modernización de los medios de producción y en la utilización cotidiana de bienes y
31 servicios basados en estándares científicos y tecnológicos cada vez más perfeccionados, han
32 aumentado el nivel de exigencia de conocimientos de los ciudadanos con relación a la ciencia y
33 la tecnología. Recordando aquí el astrónomo americano y gran divulgador de la ciencia Carl
34 Sagan: “Hemos organizado una civilización global en la que los elementos más cruciales (...)
35 dependen profundamente de la Ciencia y de la Tecnología” (Sagan 1996).

36 Esta realidad viene planteando inmensos retos a la educación científica (formal y no formal),
37 que se ve ante la necesidad de proporcionar, sobre todo a los más desfavorecidos económica y
38 socialmente, un conjunto de conocimientos básicos necesarios para su inclusión social. En
39 esta dirección, los programas de educación, divulgación y popularización de la ciencia y de la
40 tecnología asumen un relevante papel, promoviendo la cultura científica y tecnológica a la
41 condición de partes integrantes esenciales a la formación del ciudadano contemporáneo. Así,

1 el concepto de *alfabetización científica* (McConney, Oliver, Woods-McConney, Schibeci y Maor
2 2014) se ha convertido en un objetivo internacional clave en el enfrentamiento de los actuales
3 desafíos de la humanidad (OCDE 2016).

4 Conscientes de esta realidad, el Instituto de Física de la Universidad de XXXXX, a través de
5 su Núcleo de Investigación en Enseñanza de la Física (NPEF), en asociación con algunas
6 escuelas públicas de la capital federal y el Museo de Ciencia y Tecnología de YYYYY, vienen
7 buscando desarrollar acciones integradas en el campo de la educación, divulgación y
8 popularización de la ciencia de y de la tecnología.

9 Además de una breve contextualización histórica de la enseñanza y la divulgación de la ciencia
10 en Brasil, se presentan en las siguientes secciones un relato de la experiencia que viene siendo
11 desarrollada.

12 **Contextualización y desafíos de la enseñanza y la divulgación de la** 13 **ciencia en el Brasil**

14 Aunque la enseñanza y la divulgación de la ciencia en el Brasil tenga al menos dos siglos de
15 historia, iniciada con la transferencia de la Corte portuguesa a Brasil en 1808 [Massarani y
16 Moreira, 2002], esta actividad continúa desafiándonos de manera intensa y compleja.

17 Según Massarani y Moreira (2002) “la primera manifestación más consistente de actividades
18 divulgativas en el Brasil vendría a ocurrir a principios del siglo XIX. Se derivó de una razón
19 política imperativa: con la llegada de la Corte portuguesa en el país, se abrieron los puertos y la
20 prohibición de imprimir fue suspendida. Poco después, surgieron las primeras instituciones de
21 enseñanza superior o con algún interés ligado a la ciencia y las técnicas como la Academia Real
22 Militar (1810) y el Museo Nacional (1818)” (p. 44-45).

23 En aquella época, importantes transformaciones políticas, culturales y económicas, que Brasil
24 pasó a protagonizar, promovieron, además de la creación de las primeras instituciones ligadas
25 a la ciencia, la publicación de libros y el acceso a las novedades del viejo continente. Datan de
26 ese período las primeras publicaciones de textos y manuales - traducciones francesas en su casi
27 totalidad - dedicados a la educación científica, con destaque para las áreas de medicina e
28 ingeniería. Posteriormente - ya en la segunda mitad del siglo XIX, como fruto de una
29 intensificación de la divulgación de la ciencia en el mundo y del interés por la ciencia
30 demostrada por d. Pedro II, emperador de Brasil en la época - algunas acciones favorecieron la
31 divulgación de la ciencia en el Brasil, sobre todo con la publicación de diferentes revistas
32 dedicadas al público general (Massarani y Moreira 2015).

33 Las primeras décadas del siglo XX fueron marcadas por un movimiento en favor de la ciencia
34 pura, con la creación de importantes instituciones científicas, con destaque para el papel
35 desempeñado por la Academia Brasileña de Ciencias (1921), que prontamente inició acciones
36 en el campo de la divulgación y popularización de la ciencia [Massarani y Moreira, 2015, p. 5].

37 Aunque muchas cosas han ocurrido desde aquella época, acciones significativas buscando
38 consolidar políticas públicas en el área, en consonancia con procesos sistemáticos de
39 educación científica, surgieron solamente en las últimas dos décadas: creación de centros y
40 museos de ciencias, edición de revistas científicas dirigidas al público que incluye el público
41 infantil, eventos locales, regionales y nacionales orientados a la divulgación de la ciencia,
42 creación de planetarios, olimpiadas científicas, proyectos itinerantes de ciencia, etc.

43 Si, por un lado, no hay duda de que éstas son acciones fundamentales, por otro, se hace
44 necesario planificarlas cuidadosamente para que su ampliación, multiplicación y
45 potencialización puedan de hecho atender las reales demandas de un país de dimensiones

continentales, como es el caso de Brasil, que reúne 26 estados federados aún bastante desiguales económico y socialmente. La preocupación se justifica también desde el punto de vista pedagógico. Y aquí es importante mucho cuidado para evitar acciones donde el conocimiento científico sea reducido a un instrumento de "espectacularización", del mero entretenimiento, del simple mecanismo de consumo, que más adormecen de lo que promueven la conciencia, eliminando así la significancia de tan importante proceso educativo.

En esa dirección, la asociación entre las universidades - cuyos objetivos involucran actividades de enseñanza, investigación y extensión - y las escuelas de la red pública de enseñanza de educación básica puede ser de gran valor.

A continuación se presentan algunas experiencias que vienen siendo desarrolladas por el Instituto de Física de la Universidad de XXXXX, a través de su Núcleo de Investigación en Enseñanza de la Física (NPEF), en asociación con algunas escuelas públicas de la capital federal y el Museo de la Ciencia y Tecnología de XXXXX y que nos han ayudado a construir una perspectiva de educación científica donde la integración Universidad-Escuela se ha mostrado prometedora.

16 Educación científica en acción

Uno de nuestros frentes de acción consiste en llevar actividades científico-culturales dialógicas e investigativas como parte de Ferias de Ciencias y/o Muestras Científico-Culturales realizadas en escuelas de la red pública de enseñanza de la educación básica. Para ello utilizamos dos unidades móviles (como se muestra en la figura 1) - que nos permiten transportar un conjunto de objetos pedagógicos denominados Objetos Científicos Interactivos (OCI) y un Planetario Inflable.



Figura 1. Experimentoteca Móvil (izquierda) y Planetario Itinerante (derecha).

Las actividades cuentan siempre con la participación de estudiantes de graduación y/o postgrado del curso de Física, estudiantes del curso de Ingeniería y de alumnos de la enseñanza media. Estos estudiantes actúan como Mediadores del proceso educativo, que busca siempre la interacción con los proyectos desarrollados en el ámbito de las escuelas de educación básica asociadas en la acción.

A lo largo de una década de acciones continuas hemos identificado un interés cada vez mayor, sobre todo del público laico, por actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología, lo que viene planteando fuertes desafíos en el campo de la comunicación pública de la ciencia e indicando la necesidad urgente de profesionalización de las acciones de mediación en este campo. En este contexto, buscamos desarrollar materiales pedagógicos que pudieran potenciar

1 el proceso comunicativo con el público laico, preservando al mismo tiempo características
2 esenciales de la investigación científica. Así nacieron los llamados Objetos Científicos
3 Interactivos (OCI).

4 Los objetos científicos interactivos (OCI) en la enseñanza y divulgación 5 de la ciencia

6 Los Objetos Científicos Interactivos (OCI) son objetos manipulables que incorporan
7 intencionalidades didáctico-pedagógicas en su construcción y utilización. Se caracterizan por la
8 integración de tres dimensiones fundamentales a la enseñanza formal de la ciencia y también
9 esenciales para su proceso de comunicación pública: *Dialogicidad*, *Ludicidad* e *Interactividad*. Por
10 esas características los OCI son capaces de movilizar al público en general, despertando en
11 ellos la curiosidad y el espíritu de investigación. En la figura 2, presentamos algunos ejemplos
12 de OCI desarrollados por nosotros y utilizados en nuestras actividades.
13

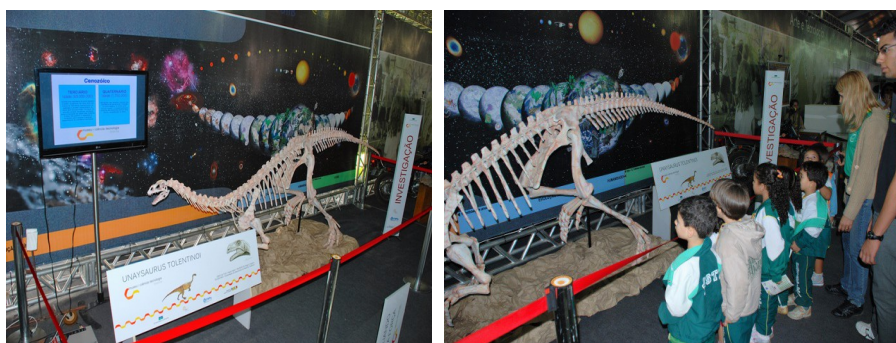


14
15 **Figura 2.** Alguns exemplos de Objetos Científicos Interativos (OCI), utilizados em nossas atividades.

16 En su Estructura Conceptual, un OCI es concebido como una articulación de tres elementos
17 básicos: *objeto*, *fenómeno* y *contexto*. El *objeto* se constituye en el elemento sobre el cual, o partir del
18 cual, los fenómenos ocurren, corporificándose por medio de una base material, que se
19 presenta en forma de equipos, prototipos, instalaciones artísticas, minerales, fósiles, vegetales,
20 animales y otros, o una asociación de éstos. El *fenómeno* a su vez, más que simple base material,
21 incorpora y reivindica una "lectura" que explicita diferentes conexiones de un determinado
22 evento en el tiempo. Sin embargo, la relación objeto-fenómeno no ocurre en el vacío, lo que
23 hace que sea necesario explicitar un *contexto*, capaz de albergar y al mismo tiempo traducir la
24 relación objeto-fenómeno, confiriéndole un sentido. A raíz de esta perspectiva de
25 contextualización, se encuentra un entendimiento acerca de la naturaleza de la ciencia, en sus
26 diferentes dimensiones constitutivas.

27

1

2 **Figura 3.** Réplica de un fósil de un dinosaurio (*Unaysaurus tolentinoi*) en una exposición científica.

3 En la figura 3 tenemos un ejemplo de utilización de una réplica de un fósil como un OCI,
 4 articulando *objeto*, *fenómeno* y *contexto* en una acción educativa desarrollada en una exposición
 5 científica. Se trata de un *Unaysaurus tolentinoi*, un fósil de una especie de dinosaurio herbívoro
 6 que vivió hace aproximadamente entre 225 y 200 millones de años atrás al final del período
 7 Triásico y encontrado en el estado de Río Grande del Sur, Brasil.

8 El punto de partida es siempre una *cuestión* o un *problema*, a partir del cual la ciencia es, en
 9 cuanto conocimiento, movilizadora con miras a la búsqueda de solución, traduciendo de esta
 10 manera el espíritu científico, en la perspectiva de Gastón Bachelard, para el cual "todo
 11 conocimiento es una respuesta a una pregunta" (Bachelard 1986).

12 Tomamos también como fundamento la perspectiva pedagógica y epistemológica del educador
 13 brasileño Paulo Freire, de que "todo conocimiento es una co-operación" (Freire 1973). En este
 14 sentido, el diálogo encuentra su lugar (privilegiado) en el proceso de movilización intelectual
 15 de los interlocutores, lugar como elemento constitutivo de la promoción de la conciencia en la
 16 relación con el conocimiento¹.

17 La asociación universidad-escuela en acción

18 En las figuras 4 y 5, como ejemplos de la participación activa de los estudiantes en situaciones
 19 de aprendizaje - mediadas por OCI - se ven estudiantes de la enseñanza fundamental y
 20 también algunos adultos, dialogando en torno a situaciones desafiantes.

21



22 **Figura 4.** Alumnos de la educación básica (izquierda) y algunos adultos (derecha) en situaciones de aprendizaje
 23 investigativo.

2 ¹ Esta perspectiva de la conciencia en la relación con el conocimiento, que hace el intento de comprensión del
 3 mundo una actitud crítica y reflexiva, traduciendo, por lo tanto, la construcción de lo que se podría denominar de
 4 madurez intelectual, es algo que parece perderse, o al menos si diluir, al utilizar la estrategia de la
 5 "espectacularización", del mero entretenimiento, que más adormece que promueve la conciencia.

6

1 En la figura 4 (izquierda y centro) estudiantes de la enseñanza primaria trabajan
2 conjuntamente en el montaje de un modelo de arco romano², identificando los principios
3 subyacentes al equilibrio de la estructura en cuestión. En la misma figura 4 (derecha), algunos
4 adultos discuten el mismo problema durante una exposición científica, donde la comunicación
5 pública de la ciencia era la tónica. Aunque en un primer momento la tarea puede parecer
6 simplista, asemejándose al mero montaje de un rompecabezas, ella demanda importantes
7 raciocinios que, en un momento dado de la historia desafió a importantes personajes de la
8 historia, como Leonardo da Vinci (1452-1519), el primero a esbozar una teoría acerca de su
9 funcionamiento, y Robert Hooke (1635-1703), que formuló el problema en términos
10 científicos más específicos.

11 En la figura 5 (izquierda), un grupo de alumnos, también de la enseñanza fundamental,
12 dialogan (con la presencia de un mediador) en torno a un modelo dinámico del sistema solar
13 (OCI) en una actividad escolar.



15 **Figura 5.** Alumnos de la educación básica (izquierda) y algunos adultos (derecha) en situaciones de aprendizaje
16 investigativo.

17 Los detalles del modelo se pueden ver en la figura 5 (centro). En la misma figura (derecha),
18 adultos, se inclinan sobre el mismo objeto, en visita a una exposición científica interactiva. Es
19 importante observar que importantes cuestiones relacionadas con la Teoría de la Gravitación
20 Newtoniana fueron aquí objeto de reflexión y diálogo, movilizando la inteligibilidad y
21 comprensión de esos diferentes públicos.

22 Destacamos, que la interacción con los diferentes materiales y la oportunidad de plantear
23 cuestiones y discutir las hipótesis planteadas, proporcionan al público elementos esenciales de
24 la educación científica.

25 Jerome Seymour Bruner (1915-2016), psicólogo estadounidense que se notó en el mundo de la
26 educación por la defensa del aprendizaje como un proceso activo, fundado en bases cognitivas
27 y eminentemente contextuales, desarrolló un conjunto de teorías sobre el aprendizaje, el
28 lenguaje, el currículo, la pedagogía y la antropología que tuvieron una enorme influencia en los
29 Estados Unidos y en Europa durante las décadas de 60, 70 y 80. Sus ideas inspiraron reformas
30 curriculares que tuvieron gran impacto en el área de enseñanza de ciencias y matemáticas.
31 Bruner enfatiza la necesidad de que los alumnos entiendan el propio proceso de
32 descubrimiento científico, familiarizándose con las metodologías de las ciencias, asimilando
33 sus principios y estructuras.

3 ² Se trata de una estructura (en forma de arco) formada por un semicírculo entero apoyado en dos extremos y
4 cerrado por una sola pieza en forma de cuña. Este tipo de estructura comenzó a ser utilizada en la arquitectura
5 Mesopotamia en el tercer milenio A.C.
6

1 Bruner se mostró un gran crítico de las llamadas metodologías expositivas y preconizó lo que
2 posteriormente se conoció como "Método del Descubrimiento". Su defensa era que "al
3 principio, el alumno debe poder resolver problemas, conjeturar, discutir de la misma manera
4 que se hace en el campo científico de la disciplina" (Bruner 1965). En esta perspectiva, el
5 alumno es colocado en situaciones de aprendizaje basándose en su propia experiencia y
6 conocimiento anterior e interactuando con su ambiente, explorando y manipulando objetos,
7 levantando cuestiones, insertándose en controversias y/o realizando experimentos. Segundo
8 Bruner, "a prática em descobrir por si mesmo ensina a adquirir informação em um caminho
9 tal que a torna mais prontamente viável na solução de problemas" [Bruner, 1961].

10 El gran desafío aquí es movilizar a los estudiantes en su voluntad de descubrir y aprender. La
11 figura 6 registra algunas situaciones como la mencionada anteriormente por Bruner.

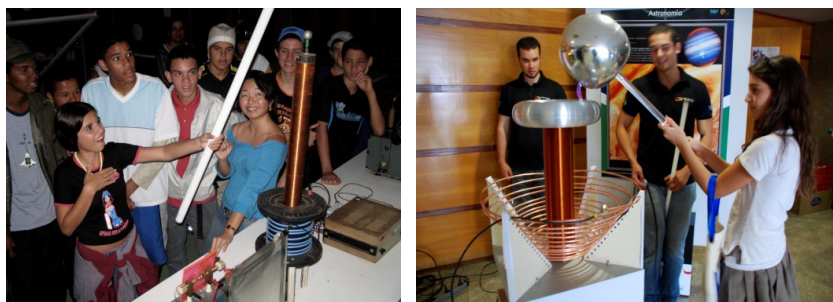
12



13 **Figura 6.** Esfera de icopor que flota, sostenida por la presión hidrodinámica.

14 En estas situaciones, estudiantes de enseñanza primaria y secundaria levantan y discuten
15 hipótesis para explicar cómo una esfera de icopor puede flotar sostenida por presión
16 hidrodinámica producida por el flujo de aire en su superficie. El cuestionamiento, aliado a la
17 observación y al trabajo investigativo y cooperativo, moviliza la comprensión de los alumnos
18 acerca del fenómeno estudiado. Al protagonizar el proceso investigativo, se ven movilizados
19 en su inteligibilidad y comprensión del mundo que los rodea.

20



21 **Figura 7.** Alumnos de la escuela secundaria exploran los efectos de una bobina de Tesla en una exposición interactiva.

22 En la figura 7, los efectos de la acumulación de altas tensiones en una bobina de Tesla son
23 explotados de forma lúdica e interactiva por alumnos de secundaria. Es importante enfatizar el
24 hecho de que no se trata pura y simplemente de la realización de actividades prácticas de
25 carácter demostrativo o ilustrativo, sino de un trabajo donde los estudiantes planifiquen su
26 investigación, haciendo registros sistemáticos de sus observaciones, seleccionando variables

1 relevantes en el proceso estudiado, controlando los valores de esas variables, operando
2 equipos, etc.

3 Otro frente de acción es el proyecto “Planetario en la Escuela”. Vemos en la figura 9 el
4 planetario montado en patios internos de Escuelas de la red de enseñanza.

5



6 **Figura 8.** Planetario inflable en operación en la escuela.

7 Con un domo inflable (que comporta entre 25-30 personas) y un proyector multimedia digital,
8 asociado a un software específico, el cielo se proyecta en diferentes latitudes y husos horarios,
9 permitiendo un diálogo rico, lúdico e interactivo con los visitantes sobre diferentes Los
10 fenómenos astronómicos.

11 Nuestro trabajo se desarrolla con visitas sistemáticas a las escuelas de educación básica y
12 comunidades de las diferentes regiones del Distrito Federal y entorno. Esto incluye, además de
13 alumnos y profesores de la enseñanza fundamental y media, la población en general. Son
14 cientos de escuelas y miles de estudiantes de educación básica que ya han tenido acceso a las
15 sesiones del planetario.

16



17 **Figura 9.** Interior del domo inflable del planetario.

18 En la figura 9, el interior del domo inflable es mostrado, con el equipo de mediadores
19 (izquierda) ajustando el aparato, y un grupo de alumnos de la enseñanza fundamental de la red
20 pública (derecha) demostrando su satisfacción y alegría en participar de la sesión.

21 La experiencia ha demostrado que después de las sesiones en el planetario los estudiantes
22 demuestran mayor disposición y motivación en aprender astronomía (contenido generalmente
23 ausente del currículo de la educación básica) y, según testimonios de sus profesores, asumen
24 un papel más activo en las clases de ciencias. Así, “Planetario en la Escuela” ha logrado

3

1 diseminar conocimientos en el campo de la astronomía, promoviendo el espíritu investigativo
2 de alumnos y profesores de la educación básica.

3 De manera integrada y complementaria a las actividades del “Planetario en la Escuela”,
4 exposiciones científicas itinerantes también han sido utilizadas con gran éxito, como se
5 muestra en las figuras 10 y 11.

6



7 **Figura 10.** Centro de Enseñanza Media en XXXX, recibe la exposición “Paisajes Cósmicos”, con ocasión de su
8 Encuentro de Arte, Ciencia y Cultura.

9 Nuestra asociación con las escuelas de educación básica, lejos de constituirse en interferencia
10 en su rutina, acciones y actividades, busca siempre el establecimiento de una integración
11 colaborativa en el campo pedagógico.

12



13 **Figura 11.** Presentación de un grupo de hip-hop durante un encuentro de arte, ciencia y cultura en un Centro de
14 Enseñanza Media en XXXX, XX, teniendo como escenario la Exposición "Paisajes Cósmicos".

15 Nuestra experiencia ha demostrado cada vez más que el profesor de ciencias debe entender
16 como siendo su responsabilidad la tarea de creación y coordinación de ambientes y situaciones
17 de aprendizaje que potencien la interacción dialógica entre los alumnos en torno a objetos de
18 conocimiento. En esta dirección, actividades basadas en situaciones que reivindican la
19 exploración, la observación, la formulación y resolución de problemas, la previsión, el
20 pensamiento crítico, la toma de decisiones y el diálogo deben formar parte del cotidiano de las
21 clases de ciencias.

22 Conclusiones

23 A lo largo de este artículo, enfatizando la centralidad de la educación científica en la formación
24 del ciudadano contemporáneo y defendiendo la necesidad de integración Universidad-Escuela
25 en acciones de educación, divulgación y comunicación de la ciencia y de la tecnología,
26 buscamos presentar brevemente lo que viene siendo desarrollado por el Instituto de Física de

1 la Universidad de XXXXX , en asociación con algunas escuelas públicas de la capital federal y
2 el Museo de la Ciencia y Tecnología de XXXX. La idea-fuerza de las actividades aquí relatadas
3 está básicamente en el estímulo a la curiosidad y al espíritu de investigación de los
4 participantes. Nuestra experiencia señala la necesidad de ampliación de las acciones de
5 integración Universidad-Escuela, con el objetivo de potenciar la educación científica en la
6 educación básica y la población en general.

7 Agradecimientos

8 Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI) y al Consejo Nacional de
9 Investigación (CNPq) el apoyo al desarrollo de ese proyecto. El agradecimiento especial se dirige a los
10 estudiantes que actuaron como mediadores en estas acciones. A los alumnos y profesores de la Educación Básica
11 dejamos aquí también nuestro sincero agradecimiento por las alianzas y diálogos enriquecedores.

12 Referencias

- 13 Bachelard, G. (1986). *La Formation de l'esprit scientifique*. Librairie Philosophique J. Vrin,
14 Paris, 13^{ème} edition.
- 15 Bruner, J. (1961). The Act of Discovery. *Harvard Education Review*, 30 (1):21–327.
- 16 Bruner, J. (1965). The Growth of Mind. *American Psychologist*. 20:1007–1017.
- 17 Freire, P. (1973). *¿Extensión o Comunicación?* Siglo Veintiuno Editores, Madrid.
- 18 Massarani, L., Moreira, Ildeu de Castro (2002). Aspectos Históricos da Divulgação Científica
19 no Brasil. In: Luisa Massarani; Ildeu de Castro Moreira; Maria de Fátima Brito. (Org.).
20 *Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil*. 1ed. Rio de Janeiro:
21 Casa da Ciência, v. 43, pp. 43-64.
- 22 Massarani, L., Moreira, Ildeu de Castro (2015). Science communication in Brazil: A historical
23 review and considerations about the current situation. *Anais da Academia Brasileira de*
24 *Ciências*, v. 88, pp. 1577-1595. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201620150338>.
- 25 McConney A., Oliver M.C., Woods-McConney A., Schibeci R., Maor D. (2014) Inquiry,
26 Engagement, and Literacy in Science: A Retrospective, Cross-National Analysis Using
27 PISA 2006. *Science Education* 98(6), 963-980.
- 28 OCDE, (2016) PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and
29 Financial Literacy. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- 30 Sagan, C. (1997). *The Demon-Haunted World*. Ballantine Books, New York.