

La adquisición de procedimientos de naturaleza científica de alumnos brasileños de enseñanza media

Andreia de Freitas Zompero, Tiago Henrique dos Santos Garbim, Cinthia Hoch

Batista de Souza, Diliane Barichello

Universidade Norte do Paraná

Brasil

Citación: De Freitas Zompero, A., Dos Santos Garbim, T. H., Hoch Batista de Souza, C. y Barichello, D. (2018). La adquisición de procedimientos de naturaleza científica de alumnos brasileños de enseñanza media. *Investigación en la Escuela*, 94, 31-46. Recuperado de: <http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/R94/R94-3>

Resumen: El estudio tuvo como objetivo identificar la comprensión por parte de los estudiantes, que han participado de un proyecto de Iniciación Científica Junior, sobre aspectos referentes a los procedimientos en Ciencias como la identificación del problema a ser investigado, elaboración de un plan de trabajo para resolución de un problema, obtención y organización de los datos. El proyecto de iniciación Científica Junior fue realizado entre la escuela y una universidad. Los resultados señalaron que dichos alumnos presentaron más dificultades en elaborar un plan de trabajo para resolver el problema e identificar evidencias; por otra parte, presentaron mejor comprensión en la manera de registrar los datos. Esas informaciones contribuyeron para orientar las actividades de Iniciación Científica proporcionando a los alumnos mejor entendimiento de los procedimientos utilizados en Ciencia.

Palabras clave: “Educación en ciencias”; “procedimientos en ciencia”; “habilidades cognitivas”; “enseñanza media”.

The acquisition of scientific procedures from Brazilian middle school students

Abstract: The objective of this study was to identify the understanding of students who participated in a Jr Initiative Project, in relation to aspects related to the procedures in Sciences, such as identification of the problem to be investigated, elaboration of a work plan for problem solving, organization of the data. The Jr Scientific initiation project was conducted between the school and a university. The results indicated that these students had more difficulties in developing a work plan to solve the problem and to identify evidence, on the other hand, they presented a better understanding of how to record the data. This information provided elements to guide the activities of Scientific Initiation to provide students with a better understanding of the procedures used to establish scientific knowledge.

Key words: “Science education”; “procedures in science”; “cognitive habilyties”; “high school”.

L'acquisition de procédures scientifiques auprès de lycéens brésiliens

Resumè: L'objectif de cette étude était d'identifier la compréhension des étudiants qui ont participé à un projet d'initiative Jr, en relation avec des aspects liés aux procédures en sciences, comme l'identification du problème à étudier, l'élaboration d'un plan de travail pour la résolution de problèmes, organisation des données. Le projet d'initiation Jr Scientific a été mené entre l'école et une université. Les résultats indiquaient que ces étudiants avaient plus de difficultés à élaborer un plan de travail pour résoudre le problème et identifier les preuves, d'autre part, ils ont présenté une meilleure compréhension de la façon d'enregistrer les données. Cette information a fourni des éléments pour guider les activités de l'Initiation Scientifique afin de fournir aux élèves une meilleure compréhension des procédures utilisées pour établir les connaissances scientifiques.

Mots-clés: “Éducation scientifique”; “procédures en science”; “compétences cognitives”; “lycée”.

Introducción

Los avances de la ciencia y de la tecnología han provocado profundas modificaciones en la sociedad. La disponibilidad de recursos producidos a partir del desarrollo científico y tecnológico se refleja en la vida de las personas y en la manera de comprender el mundo. Esos aspectos demandan cambios en la enseñanza de las disciplinas científicas referentes al aprendizaje de los alumnos, así como en la capacidad de llevarlos a la reflexión sobre los impactos de esos conocimientos para la humanidad.

Considerando esos aspectos, hay necesidad de que la enseñanza de Ciencias busque no solamente la comprensión de conceptos por parte de los estudiantes, sino el aprendizaje de procedimientos de la ciencia que, según la UNESCO (2003), se hizo una exigencia en la formación de los ciudadanos en la sociedad del conocimiento. De ese modo, los avances científicos requieren del ciudadano otra manera de pensar, o sea, una manera que incorpore las características y peculiaridades inherentes a la propia ciencia (Santos y Oliosi, 2013). Coincidimos con Pozo y Crespo (2008) que la enseñanza de ciencias en la actualidad necesita adoptar como uno de sus objetivos la práctica de ayudar a los alumnos a aprender cómo la ciencia es construida, lo que los autores consideran cómo enseñar a los alumnos procedimientos para el aprendizaje de ciencias. Sin embargo, aprender procedimientos de la ciencia es una práctica que necesita recibir mayor atención de los profesores de las áreas que involucran las Ciencias de la Naturaleza.

Prácticas de esa naturaleza han sido incentivadas en la estructura de los currículos escolares por países como Estados Unidos (NRC, 2000, 2011), Australia (ACER, 2007) y países de Europa (European Comission, 2011).

En tal sentido, se espera que la enseñanza proporcione a los estudiantes la participación en actividades para que aprendan a identificar problemas, formular hipótesis, planificar investigaciones, argumentar y comunicar conclusiones. Esas son algunas de las competencias y habilidades que han sido evaluadas en la prueba PISA (Programme for International Student Assessment), como, por ejemplo, explicar fenómenos científicamente, evaluar y planificar experimentos científicos, identificar datos y evidencias científicamente.

De ese modo, la cuestión que se plantea en este estudio es cuáles son los conocimientos por parte de los estudiantes sobre esos procedimientos antes de iniciar las actividades del proyecto. Considerando la relevancia de la comprensión de los alumnos acerca de los procedimientos desarrollados por la ciencia en la adquisición del conocimiento, este estudio tiene por objeto identificar la comprensión de estudiantes de la Enseñanza Media sobre aspectos referentes a los procedimientos realizados en ciencia tales como la identificación del problema a ser investigado, elaboración de un plan de trabajo para la resolución de un problema, obtención y organización de los datos. Los estudiantes participantes de la investigación estaban comenzando, por primera vez, un proyecto de iniciación científica junior. Se espera que al participar del proyecto los alumnos puedan desarrollar la comprensión sobre esos procedimientos de la ciencia.

Según Ferreira (2010), hay pocos trabajos sobre la inserción de los jóvenes en ambientes de iniciación científica, como programas volcados a la Enseñanza Media. De ese modo, los resultados obtenidos en ese estudio presentan indicativos futuros para orientarlos mejor en el desarrollo de las actividades del proyecto, en el intento de que obtengan la comprensión en ciencia en cuanto a los aspectos aquí investigados. En este estudio presentamos solamente los resultados de una actividad inicial realizada con los estudiantes que fue planificada para analizar sus conocimientos sobre los procedimientos en Ciencias.

Marco teórico

Los cambios en la sociedad, frente al desarrollo científico y tecnológico, exigen la formación de estudiantes provistos de conocimientos declarativos y procedimentales para resolver problemas y tomar decisiones. De esa forma, las propuestas curriculares que contemplan la educación científica son estructuradas señalando competencias y habilidades necesarias para esa formación y que deben ser desarrolladas en la Educación Básica.

En tal sentido, Sasseron y Carvalho (2011) defienden la relevancia del entendimiento por parte de los alumnos de la naturaleza de la Ciencia y de sus procesos, y también del desarrollo de actividades cognitivas para la investigación en Ciencias, proporcionando a los estudiantes la comprensión de cómo se construye el conocimiento científico como, por ejemplo, entender la importancia de la duda; del problema; de la elaboración de hipótesis; de las estrategias para la resolución del problema; de la toma de datos y de su divulgación. A ese respecto, Tytler (2007) argumenta que la alfabetización en ciencias tiene como objetivo la comprensión de los alumnos sobre cómo funciona la ciencia, su naturaleza y sus procesos.

Sin embargo, de acuerdo con Pozo y Crespo (2008), investigaciones recientes sobre enseñanza y aprendizaje de ciencias demuestran las dificultades y limitaciones de los alumnos en el dominio de los procedimientos científicos y en su propio aprendizaje, colocando a partir de una perspectiva didáctica la necesidad de incluir ese tema como un contenido esencial de los currículos de ciencia en la Educación Básica.

Estudios de Sadler, Chambers y Zeidler (2004) realizados con alumnos de secundaria, indican que la mitad de los alumnos participantes en dichos estudios no fueron capaz de identificar y describir datos de forma precisa, y algunos confundieron datos con expectativas y opiniones. Los

autores afirman que, en la interpretación de los datos, que estaban siendo analizados en dicho estudio, estos alumnos confundieron sus opiniones personales con la interpretación científica. Según los autores, esto sugiere que los alumnos pueden no incorporar informaciones científicas en el análisis de datos ni separar sus creencias personales de la evidencia científica.

Una investigación realizada por Abel y George (2001) con alumnos universitarios que asistían a la asignatura de introducción a la educación en ciencias señaló que los alumnos no identifican la observación, la previsión y la propuesta de explicaciones con procesos de la ciencia. Lederman y Zeidler (1987) afirman que, para mejorar su enseñanza sobre naturaleza de la ciencia, los profesores también tienen que estar preparados con estrategias proyectadas específicamente para enseñar la naturaleza y procesos de la ciencia. Esa afirmación sobre la necesidad de que los profesores promuevan situaciones que puedan ayudar a los alumnos para que entiendan los procedimientos realizados en ciencia también es corroborada por Moss (2001).

Osborne, Ratcliffe, Collins, Millar y Duschl (2003) afirman que los currículos de ciencias necesitan direccionarse a proporcionarles a los estudiantes el entendimiento de métodos científicos para que aprendan cómo la ciencia es construida, involucrando el establecimiento de evidencias para probar hipótesis; enfatizar la necesidad de enseñar explícitamente el cuestionamiento como base para la conducción de la ciencia, el testeo continuo y evolución de los entendimientos; analizar datos, enfatizando que los datos deben ser interpretados para alcanzar los resultados del estudio y que diferentes científicos pueden llegar a conclusiones diferentes con los mismos datos.

El conocimiento de la diversidad de métodos y prácticas utilizadas para el establecimiento del conocimiento científico y de los procedimientos estandarizados, que los científicos usan para producir datos fiables, es destacado en la matriz de evaluación del Informe PISA (OCDE, 2015).

En Brasil el incentivo a las prácticas investigativas también aparece en las Orientaciones Curriculares para la Enseñanza Media. En ese documento hay un énfasis en las actividades de experimentación en la enseñanza de Ciencias y Biología. Se destaca que los experimentos deben de partir de un problema, de una cuestión que debe ser respondida. Es función del profesor orientar a los alumnos en la búsqueda de respuestas. Las cuestiones propuestas deben propiciar oportunidad para que los alumnos elaboren hipótesis, hagan los testeos, organicen los resultados obtenidos, reflexionen sobre el significado de resultados esperados, y principalmente sobre los inesperados, y usen las conclusiones para la construcción del concepto pretendido (Brasil, 2006).

El mismo documento resalta que las clases pueden ser planificadas contemplando ejercicios de problematización de fenómenos y procesos, elaboración de hipótesis, sistematización de datos, análisis y generalizaciones para contribuir a ampliar los conocimientos de los alumnos y, de ese modo, desarrollar habilidades pertinentes para la educación científica.

De acuerdo con el texto de la Base Nacional Curricular Común de Brasil divulgada en diciembre de 2017, el currículo debe involucrar prácticas que permitan a los estudiantes identificar e investigar problemas, proponer y probar hipótesis, elaborar argumentos y explicaciones, planificar y realizar actividades experimentales y trabajos de campo, relatar y comunicar conclusiones a partir de datos e informaciones, y buscar la resolución de problemas prácticos que involucren conocimientos de las Ciencias de la Naturaleza (Ministério da Educação, 2017).

La comprensión de los procedimientos de la ciencia también es evaluada en el examen internacional PISA. Entre las habilidades evaluadas están: identificar la cuestión explorada en un determinado estudio científico, esto es, si el alumno es capaz de reconocer el problema a ser investigado en una determinada situación; ofrecer hipótesis explicativas; analizar e interpretar datos y sacar conclusiones apropiadas y la competencia de evaluar y planificar experimentos científicos (OCDE, 2015).

En el estudio realizado por Muñoz y Charro (2007), las habilidades citadas arriba han sido evaluadas desde la edición del Informe PISA del año 2000. De acuerdo con los Marcos teóricos del

Informe PISA de 2015, el conocimiento procedimental se refiere a conocer prácticas utilizadas para establecer el conocimiento científico, señalado como necesario para la Alfabetización Científica (OCDE, 2015).

Una propuesta que puede mejorar el entendimiento de los estudiantes sobre las prácticas científicas, y también la comprensión de los procedimientos científicos, es fomentar la participación de los alumnos en proyectos de Iniciación Científica Junior (ICJ). En Brasil, esta práctica ha sido adoptada por algunos Estados del país. En esos programas, los alumnos de la Enseñanza Media desarrollan estudios orientados por investigadores de Instituciones de Enseñanza Superior o por centros de investigación. Uno de los programas de Iniciación Científica Junior en Brasil es el Programa de iniciación científica ProvoC de la Fundación Osvaldo Cruz. Conceição (2012) resalta que la producción del conocimiento científico significa la inserción del estudiante de Enseñanza Media en el ambiente de investigación que el investigador vivencia en los congresos científicos y laboratorios de investigación de centros institucionales y/o universidades.

En tal sentido, Conceição (2012) argumenta que participar de proyectos de Iniciación Científica Junior podrá contribuir a motivar a los alumnos para que sigan carreras científicas y que la participación de los alumnos en esos proyectos también contribuye a mejorar su desempeño como alumno en la Enseñanza Secundaria. Costa y Zompero (2017) argumentan que, en el caso de optar por la Enseñanza Superior en el futuro, las informaciones adquiridas en la iniciación científica le pueden ser útil al alumno para favorecer su desarrollo en alguna modalidad de investigación universitaria sistematizada. Además de los beneficios para la formación del alumno, Bonelli (2010) defiende que anticipar el contacto del joven con la producción científica en la Enseñanza Media podrá traer también beneficios al país, ya que despierta en los jóvenes un interés por las carreras científicas.

Tal y como señala Heck (2012), la ICJ presenta la aproximación de las universidades y escuelas para la constitución de la educación científica en la Educación Básica.

Procedimientos metodológicos

El estudio fue realizado con trece alumnos de la Enseñanza Media de un colegio particular en la ciudad de Londrina, Brasil, que participaban por primera vez en un proyecto de Iniciación Científica. Las actividades del proyecto ocurren normalmente una vez por semana en el período extraescolar entre los meses de marzo de 2017 a julio de 2018. Los estudiantes tienen entre quince y dieciséis años y cursan el primer año de la Enseñanza Media. El principal objetivo del proyecto es proporcionarles a los alumnos el contacto con la metodología científica, pues la escuela no les ofrece esa condición. De esa manera, antes de empezar a participar de este proyecto los estudiantes no habían tenido la oportunidad de realizar actividades direccionadas a la investigación en la escuela.

Para la realización de este proyecto fue establecida una colaboración con los profesores de Biología de la escuela seleccionada y el curso de Postgrado Stricto Sensu (Máster) en Ciencia y Tecnología de Leche y Derivados. El proyecto involucra una serie de actividades, englobando análisis sobre leche y sus derivados. Las actividades desarrolladas en el proyecto se refieren a las características de conservación, consumo, procesamiento, así como de los niveles de pH de la leche. Todas las actividades son conducidas por el equipo de profesores y de laboratorio, que acompañaba a los alumnos en la universidad auxiliándolos en la toma, organización y análisis de los datos. Los alumnos son llevados al laboratorio de la escuela una vez por semana. Algunas de las actividades de experimentación demandan más de una visita para que los estudiantes puedan hacer observaciones y registrar datos.

Para constatar los conocimientos de los estudiantes sobre procedimientos en cuanto a las prácticas científicas antes del inicio de las actividades del proyecto, les pedimos que respondieran a cuatro preguntas de un cuestionario (adaptadas de Vieira, Vieira e Martins, 2011). Estas preguntas fueron formuladas en el intento de averiguar su comprensión en cuanto a los aspectos relativos a los procedimientos realizados en ciencia, tales como la identificación del problema a investigar, planificación y realización de actividades experimentales, apuntar datos e identificar evidencias. Esas capacidades son indicadas en los documentos de enseñanzas nacionales como Parámetros Curriculares Nacionales de Ciencias de la Naturaleza, Matemáticas y Tecnologías de Brasil y también en estudios internacionales como los Marcos Teóricos del Programme for International Student Assessment (PISA) de 2012 y 2015.

En este estudio presentamos solamente los resultados de esa actividad realizada antes de dar inicio a las etapas del proyecto, para averiguar los conocimientos iniciales de los estudiantes. Al final, tras concluir todos los trabajos previstos durante el proyecto de iniciación científica Jr, será realizada nueva toma de datos para averiguar la evolución de los conocimientos procesuales de los estudiantes, así como la manifestación de habilidades cognitivas volcadas a la investigación.

Este estudio es una investigación cualitativa descriptiva, con el objetivo de identificar la comprensión de los alumnos sobre algunos de los procedimientos realizados en Ciencias. El estudio cualitativo también presenta como característica un número pequeño de unidades de muestra, compuesta de descripciones detalladas de situaciones relativas a los datos recopilados (Leininger, 1994).

El instrumento utilizado para adquisición de los datos fue un cuestionario con cuatro preguntas abiertas que los alumnos debían responder individualmente. Las preguntas respondidas por los alumnos, con sus respectivos objetivos, fueron elaboradas a partir de una actividad investigativa sobre osmosis citada en el libro de Zompero y Laburú (2016). Abajo presentamos las preguntas elaboradas.

1) Supón que necesites deshidratar hojas de lechuga. Para realizar este proceso tienes algunos materiales a tu disposición como palanganas con agua, sal, vinagre, aceite, pimienta y las hojas de lechuga. Sin embargo, necesitas saber con seguridad cuál de los ingredientes arriba es responsable de este proceso. ¿Cómo harías para solucionar este problema?

Describe detalladamente cómo puedes realizar este procedimiento.

Esta pregunta tuvo por objetivo averiguar la comprensión de los estudiantes en cuanto a la planificación de una actividad experimental. En este caso se consigue proponer un grupo control para solucionar el problema indicando posibles variables.

2) ¿Cuál es el problema que está siendo investigado arriba?

El objetivo de esta pregunta fue averiguar si los estudiantes consiguen identificar el problema a investigar en una determinada situación.

3) ¿Qué “pruebas” o evidencias observarías para decir si la hoja fue o no deshidratada?

Percibir evidencias es una de las competencias que se espera que los alumnos desarrollen en la educación científica, por ello, esa pregunta presenta esa finalidad.

4) ¿Cómo harías para registrar los resultados obtenidos en el procedimiento?

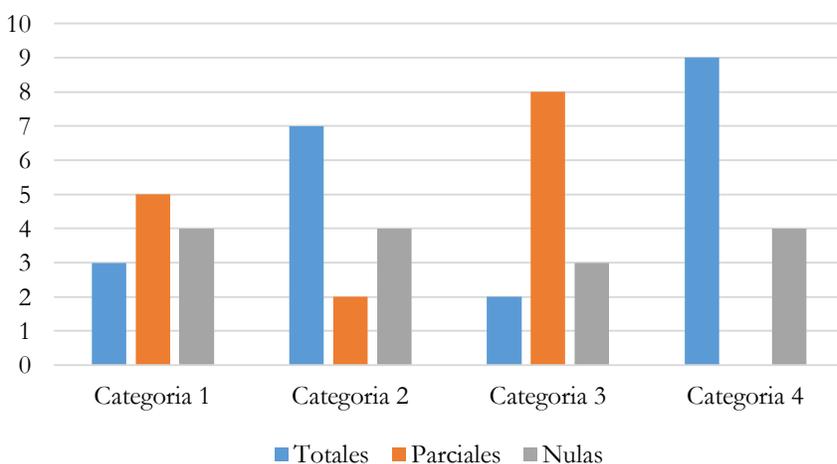
A través de esta pregunta se buscó investigar si los estudiantes presentaban comprensión para registrar datos en un experimento. Esa es una habilidad que se espera que el estudiante desarrolle en la asignatura de Ciencias Naturales.

Análisis de los datos

Para el análisis de los datos se tomaron como base los criterios establecidos para correcciones del Programme for International Student Assessment (2006). De acuerdo con este programa internacional de evaluación, los criterios para el análisis de las respuestas de los estudiantes

en cada cuestión son clasificados en: Totales, Parciales o Nulo. Para clasificar las respuestas de los alumnos en esas categorías, se tomaron por base los objetivos de cada una de las cuatro preguntas contenidas en el cuestionario de dichos alumnos. A continuación, se presentaron los criterios evaluados en cada una de las cuestiones como “respuestas Totales, Parciales y Nulas”, de acuerdo con la propuesta del Informe PISA (OECD, 2006). Las respuestas de los alumnos fueron inicialmente transcritas y analizadas por tres profesores e investigadores del área de Enseñanza de Ciencias Naturales, autores de este estudio y posteriormente clasificadas en los patrones Totales, Parciales y Nulos, según la matriz del Informe PISA de 2006. Consideramos que estas categorías de respuestas, propuestas en dicha matriz, son adecuadas porque permiten una clasificación más precisa e inclusiva de las respuestas. Para cada categoría establecida indicamos dos de las respuestas dadas por los alumnos referentes a la pregunta realizada.

En gráfica 1 se puede observar el número de respuestas de los alumnos en sus respectivas categorías.



Gráfica 1. Desempeño de los alumnos por pregunta

En la pregunta 1, “Supón que necesites deshidratar hojas de lechuga. Para realizar este proceso tienes algunos materiales a tu disposición como palanganas con agua, sal, vinagre, aceite, pimienta y las hojas de lechuga. Sin embargo, necesitas saber con seguridad cuál de los ingredientes arriba es responsable por este proceso. ¿Cómo harías para solucionar este problema?” Los criterios establecidos fueron los siguientes:

Total: el alumno propone probar todas las sustancias, individualmente, en un experimento para identificar cuál de ellas causa la deshidratación de la hoja, estableciendo grupo control y repitiendo el experimento.

Parcial: el alumno propone probar algunas sustancias en solución, pero no individualmente en un experimento.

Nulo: el alumno no propone un experimento para probar las sustancias.

De los participantes del estudio solamente tres emitieron respuestas consideradas totales. En este caso, los alumnos manifestaron la competencia de planificar investigaciones científicas y las habilidades de proponer formas de explorar una cuestión científicamente (OCDE, 2015). Se consideró aquí la comprensión del alumno para planificar una manera de solucionar el problema con base en el experimento, proponer grupo control y probar separadamente las sustancias para

averiguar cuál de ellas sería la responsable de la deshidratación de la hoja. Así, los estudiantes propusieron medios para responder científicamente a la cuestión.

A continuación, indicamos dos de las respuestas dadas por los alumnos a esta cuestión:

“yo haría experimentos/pruebas con cada uno de los ingredientes separados para ver lo que cada ingrediente provoca en la hoja de lechuga y de ese modo concluir cuál es el mejor ingrediente para usar y deshidratar la hoja de lechuga”.

“Yo particularmente probaría la reacción de cada material al contacto con la hoja de lechuga y cuando el resultado deseado ocurriera, apuntaría mi experiencia. También probaría el procedimiento varias veces para tener certeza de cómo funciona y cuánto tiempo lleva”.

Los alumnos cuyas respuestas se clasificaron como parciales presentaron comprensión de que los materiales deberían ser probados en las hojas de lechuga, pero no remiten al grupo control y tampoco al hecho de que cada sustancia podría ser inicialmente probada aisladamente para obtener certeza del resultado. Hubo cinco respuestas clasificadas en esta categoría. A continuación, presentamos dos de las respuestas.

“Primero, yo cogería una palangana con agua, sal y vinagre; colocaría las hojas de lechuga dentro y las dejaría 24 horas. Después colocaría en la palangana con la sal, pero antes tiraría el agua fuera.”

“En este caso, yo investigaría cómo realizar el proceso con los materiales que tengo, pero solamente sugiriendo que no tuviera la posibilidad de investigar, yo probaría el siguiente método: yo exprimiría levemente las hojas, después colocaría sal en ellas, pues la sal absorbe el agua; después dejaría el aceite bañando la lechuga, pues el aceite separa la grasa, y rompería la hidratación de la lechuga.”

En la categoría indicada como nula, los alumnos dieron respuestas incoherentes relativas los procedimientos que realizarían con miras a la planificación de un experimento para obtener resultados al problema propuesto. Dos ejemplos de las cuatro respuestas clasificadas en esa categoría son:

“Sal para impedir el paso del oxígeno y el aceite para dejar el proceso más pesado (pues el aceite es más denso)”.

“Seguiría el sentido común, evitaría el aceite y el agua, mezclaría la sal y el vinagre”.

Planificar una investigación para solucionar un problema es un procedimiento relevante para el aprendizaje de los alumnos, según señala Carvalho (2006). La planificación de la investigación y la propuesta de un experimento también es una de las fases relevantes del proceso investigativo y una habilidad resaltada por Pedaste et al. (2015). Planificar y conducir investigaciones son habilidades necesarias para promover una investigación científica. Según lo indicado por el National Research Council (2000), los estudiantes pueden desarrollar esas habilidades desde etapas tempranas en la escuela, en los cursos 5-8 y 9-12, que en Brasil se corresponden con la Enseñanza Fundamental y la Enseñanza Media.

En el documento brasileño de enseñanza titulado Pacto Nacional para el fortalecimiento de la Enseñanza Media, cuaderno II, hay mención explícita a que los estudiantes deben ser involucrados en prácticas investigativas que conlleven directamente a la resolución de un problema. Esa actitud exige la participación del alumno en las etapas de planificación previa de la acción experimental en sí (elaboración de hipótesis y planificación del procedimiento experimental), además, de en la ejecución del experimento y el análisis y discusión de los datos. Esa necesidad existe por el motivo de que las Ciencias de la Naturaleza están caracterizadas por tener un fuerte carácter experimental. El mismo documento señala la necesidad de que los estudiantes aprendan sobre investigación científica y resolución de problemas, esto es, los procedimientos científicos por medio del experimento y control de variables.

En la pregunta 2: “¿Cuál es el problema que está siendo investigado en la actividad arriba?” Se establecieron los siguientes criterios:

Total: El alumno indica que el problema es saber cuál de los componentes es responsable de deshidratar la hoja de lechuga.

Parcial: No relaciona con claridad la deshidratación de la hoja con el producto investigado.

Nula: Demuestra no comprender el problema investigado.

En esta pregunta percibimos que un número mayor de alumnos consiguió demostrar la habilidad de identificar la cuestión explorada en un determinado estudio científico (Ministério de Educação, 2017; OCDE, 2015). Identificar el problema a ser investigado es una capacidad que se pretende que el alumno desarrolle. El conocimiento científico es siempre una respuesta a una cuestión y se desarrolla a partir de cuestionamientos, de un problema (Bachelard, 1996). Por ello, es necesario que el estudiante entienda qué es un problema y lo identifique en una determinada situación.

En un estudio realizado por Pedaste et al. (2015), los autores destacaron la importancia de que los estudiantes consiguiesen identificar la cuestión a ser investigada en una actividad de indagación.

Consideramos que los alumnos participantes presentaron un desempeño satisfactorio, ya que las respuestas de 7 de los 13 alumnos participantes fueron clasificadas en la categoría “total”. A continuación, reproducimos dos de las respuestas clasificadas en esta categoría:

“Cuál es el ingrediente necesario para deshidratar hojas de lechuga”.

“El problema está en saber cuál de los ingredientes disponibles ayudaría en el proceso”.

En las respuestas clasificadas como parciales, señalamos respuestas de alumnos que no establecieron con claridad el problema a investigar. Dos de las respuestas clasificadas en esta categoría son:

“Las reacciones que la solución con vinagre puede ocasionar en la planta, que haría que se deshidratara”.

“El proceso de deshidratación de hojas de lechuga sin información de modo o ingredientes correctos”.

Las respuestas clasificadas en la categoría Nula demuestran nítidamente que los estudiantes no identifican correctamente el problema presentado. En esta categoría hubo cuatro respuestas de las cuales indicamos dos a continuación:

“La comprobación de una tesis, imagino.”

“Si acaso quitar la lechuga de la cosecha, por ejemplo, y dejarla en otro lugar para que vaya deshidratándose sola.”

Para la pregunta 3, “¿Qué “pruebas” o evidencias observarías para decir que la hoja fue o no deshidratada?”, entendemos que hubiese sido mejor comprobar empíricamente, a través de un experimento, las repuestas de los estudiantes, sin embargo, dadas nuestras limitaciones, con esa cuestión pretendimos averiguar qué indicaciones señalaban los alumnos para buscar esas evidencias en la hoja de lechuga. Los criterios establecidos para la clasificación de las respuestas fueron:

Total: Cuando el alumno señaló correctamente una evidencia (hoja marchita).

Parcial: Cuando los alumnos indican evidencias no compatibles con lo que debe ser observado.

Nulo: Los alumnos no señalan ninguna evidencia.

Solamente dos de las respuestas fueron incluidas en la categoría total. A pesar de que en las cuestiones anteriores algunos estudiantes demostraron comprensión sobre cómo desarrollar el experimento de modo coherente para solucionar el problema y también en la pregunta dos presentaron respuestas identificando claramente la cuestión a ser investigada, no llegaron a determinar que lo que debían observar eran hojas marchitas. La percepción de evidencias es una habilidad que los estudiantes no manifiestan con frecuencia. A continuación, reproducimos las respuestas para esta categoría:

“La hoja estaría “marchita” y se rompería fácilmente”.

“La apariencia debe ser más arrugada (lechuga), el color probablemente”.

Sin embargo, en la categoría indicada como parcial incluimos ocho respuestas. A continuación, reproducimos dos de las respuestas de los alumnos.

“El nivel del agua en su composición, su facilidad en romper, color, olor, textura”.

“Pigmentación, olor, color de la verdura, entre otras”.

En esas respuestas es posible percibir que los estudiantes tienen nociones de que hay “pistas” que se deben observar, sin embargo, no son indicadas correctamente. Tal hecho puede ocurrir también porque estos estudiantes no tienen ideas sobre los procesos referentes a la osmosis.

En la categoría Nula aparecen tres respuestas, de las cuales indicamos dos.

“Yo probaría cada una de las opciones y después finalizaría esta etapa. Analizaría el material resultante”.

“Compararía con una foto para investigar si el resultado adquirido es el correcto”.

En las respuestas es posible notar que los estudiantes no se refieren a las evidencias, pero las confunden con la planificación de un experimento, como en el primer caso, o con el registro de datos, como en el segundo caso. No demostraron qué aspectos podrían ser observados en la hoja. Se espera que los alumnos desarrollen la habilidad de percepción de evidencias, de acuerdo con el National Research Council (2011), OCDE (2012, 2015), pero hay estudios, como, por ejemplo, Zompero, Figueiredo y Vieira (2016) que muestran la dificultad que los alumnos de Educación Básica presentan para solucionar cuestiones que evalúan la percepción de evidencias. Ese tipo de cuestión fue bastante utilizada en las pruebas del Informe PISA de las ediciones de 2012 y de 2015.

Watson (2004) y Newman, Abel, Hubbard y Mc Donald (2004) enfatizan que los estudiantes deben percibir evidencias y que esos conceptos necesitan ser desarrollados, pues los procedimientos científicos están basados en ellas. Al involucrar a los alumnos en investigaciones que toman en consideración que las evidencias confiables son válidas y cómo esas evidencias son usadas para establecer conocimiento, desarrollarán habilidades importantes en una variedad de maneras de pensar y de hacer juicios sobre evidencias con argumentos científicos (Tytler, 2007).

En relación con la pregunta 4 “¿Cómo harías para registrar los resultados obtenidos en el procedimiento?”, se presentaron las siguientes categorías con sus respectivos criterios.

De las respuestas de los alumnos, 9 fueron clasificadas en la categoría Total. De ese modo, es posible percibir que los estudiantes demostraron comprensión en cómo registrar los datos en una investigación. Los alumnos citaron como procedimientos para el registro de datos grabaciones en vídeo, fotos y diario de anotaciones. Los registros a través de fotos y apuntes en diario fueron los más nombrados. A continuación, citamos dos respuestas clasificadas en esa categoría.

“A través de fotos, algunas antes de dejar en solución de vinagre, evidenciando las estructuras de la hoja, y fotos después evidenciando las alteraciones de la misma estructura”.

“Yo apuntaría mis observaciones para cada hoja analizada, cuál fue la sustancia utilizada, cuál el tema de las experiencias y también cada conclusión”.

Para esta pregunta no se clasificaron respuestas en la categoría Parcial. En la categoría Nulas, clasificamos 4 respuestas donde los estudiantes no demostraron comprensión de cómo hacer registro de datos. A continuación, citamos dos respuestas clasificadas en esta categoría.

“Analizaría los aspectos de la hoja de lechuga: los cambios en el tiempo de procedimiento de cada sustancia en contacto con la hoja de lechuga”.

“Identificaría las hojas de lechuga con sus respectivas soluciones comparando sus cantidades de agua y observaría el material responsable de la deshidratación”.

En la primera respuesta el alumno indicó lo que observaría en la hoja, por eso, se entiende que el estudiante confundió el procedimiento de registrar datos con la observación de evidencias. En la segunda respuesta el alumno indicó cómo haría el experimento y las variables que deberían ser observadas cuando cita que “observaría el material responsable de la deshidratación.”

Según Caldeira (2005), recopilar datos es una habilidad necesaria para que los alumnos busquen informaciones en situaciones de su realidad. Elaborar tablas, gráficos y esquemas son habilidades que propician más agilidad en la búsqueda de informaciones. Interpretar datos es una habilidad necesaria para la emisión de hipótesis, clasificación, coparticipación y discusión de ideas. El registro de datos es un procedimiento que debe ser estimulado en la educación científica, tal y como resaltan autores como Pedaste et al. (2015), Tytler (2007), Osborne et al. (2003). Según estos autores, los niños, aunque sean pequeños, pueden aprender a registrar datos en un experimento, por ejemplo, a través de dibujos. Esos procedimientos avanzan para alumnos en edades comprendidas entre los 5-8 y los 9-12.

En la pregunta 4 se clasificaron el mayor número de respuestas para la categoría Total. Se puede inferir que, de los conocimientos relativos a los procedimientos en Ciencia analizados en este estudio, el registro de datos fue en el que los alumnos demostraron tener mayor comprensión.

Consideraciones finales

Entender los procedimientos realizados en la ciencia es una propuesta que contempla los currículos escolares de muchos países desarrollados y también una de las habilidades evaluadas en el Programme for International Student Assessment (PISA) realizado por alumnos de la Enseñanza Media en varios países del mundo, también en Brasil. De ese modo, se verifica que, en el área de las Ciencias de la Naturaleza, enseñar y dar oportunidad a los jóvenes a tener contacto con prácticas investigativas es una tendencia mundial defendida por autores como Osborne et al. (2003), Bybee et al. (2006), Tytler (2007), Pedaste et al. (2015), además de diversas propuestas curriculares de países desarrollados.

Nuestro estudio señaló las dificultades que los alumnos brasileños presentan para la comprensión del conocimiento procedimental, esto es, de procedimientos y estrategias utilizados en la investigación científica (OCDE, 2015). Tal hecho implica la necesidad de ofrecer a los jóvenes situaciones de aprendizaje en las que puedan desarrollar esos conocimientos, considerando que, en Brasil, las prácticas investigativas no son todavía muy difundidas en las escuelas, a pesar de ser una propuesta curricular recogida en los Parámetros Curriculares Nacionales de Ciencias de la Naturaleza, Matemáticas y Tecnologías, en la Base Nacional Curricular Común y en el Pacto Nacional para el Fortalecimiento de la Enseñanza Media. La escuela aun prioriza en la enseñanza el aprendizaje conceptual. Por otra parte, ha habido un crecimiento en las Muestras y Ferias de Ciencias en todo el país con presentación de trabajos resultantes de investigaciones, además de un discreto incentivo de los programas de Iniciación Científica Junior por parte de algunos Estados brasileños. Se considera que el incentivo a esos proyectos es de extrema relevancia para permitir a los jóvenes el contacto y la vivencia de experiencias de naturaleza científica y, por consecuencia, favorecer el desarrollo de habilidades cognitivas orientadas a la investigación.

En relación a esas habilidades, este estudio tuvo como objetivo identificar la comprensión de estudiantes de la Enseñanza Media sobre aspectos referentes a los procedimientos realizados en Ciencias tales como, la identificación del problema a ser investigado, elaboración de un plan de

trabajo para resolución de problemas, obtención y organización de los datos. Esos procedimientos corresponden a habilidades cognitivas propias de la investigación científica. Se espera que los alumnos desarrollen dichas habilidades participando en proyectos de Iniciación Científica, sin embargo, Mustafá y Trubel (2013) sostienen que proponer cuestiones para que sean investigadas, planificar una investigación, identificar variables e interpretar datos son habilidades de mayor dificultad.

Se consideró que la participación de los alumnos de la Enseñanza Media en actividades de Iniciación Científica Junior dentro de la Universidad es enriquecedora, ya que tales actividades permiten que los alumnos entren en contacto con lenguajes, metodologías e infraestructuras diferentes de aquellas que ellos ya conocen. Además de eso, se ven en situaciones que demandan atención y sentido común de responsabilidad, una vez que, a pesar de que estén bajo supervisión, son ellos los responsables de la ejecución del experimento. Destacamos que los datos aquí presentados son referentes al inicio de las actividades. Tal hecho sugiere que la comprensión por parte de los estudiantes de los aspectos evaluados podrá enriquecerse a medida que el proyecto avance.

Se espera que la participación en proyectos de Iniciación Científica Junior pueda contribuir efectivamente para que los estudiantes puedan comprender procedimientos característicos de la Ciencia y, también, incentivar talentos potenciales entre los estudiantes de la Educación Básica.

Referencias

- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Bybee, R., Taylor, J., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS.
- Ministério da Educação. (2017). *Base nacional comum curricular: Educação é a base*. Brasília: MEC. Disponible en: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>
- Bonelli, M. (2010). Os desafios que a juventude e o gênero colocam para as profissões e o conhecimento científico. En C. A. Ferreira, (Org.) *Juventude e iniciação científica: políticas públicas para o ensino médio*. Rio de Janeiro: EPSJV, UFRJ.
- Caldeira, A. (2005). *Análise Semiótica do Processo de Ensino e Aprendizagem*. Tese de Livre-docência. Brasil: Unesp, Bauru.
- Carvalho, A. (2006). Las practicas experimentales en el proceso de enculturación científica. En M.Q. Gatica y A. Adúriz-Bravo (Eds.), *Enseñar ciencias en el Nuevo milenio: retos e propuestas* (pp. -). Santiago: Universidade católica de Chile.
- Conceição, A. J. (2012). Contribuições do programa de iniciação científica júnior na Universidade Estadual de Londrina (UEL): A formação de um habitus adequado ao campo científico. 124 f. Dissertação (Mestrado em Política Públicas) – Universidade Estadual de Maringá. Paraná, Brasil.
- Costa W. L. da. & Zompero A. de F. (2017). A iniciação científica no Brasil e sua propagação no ensino médio. *Revista de ensino de ciências e matemática*, 8 (1). Disponible en: <http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/988>
- European Commission (2011). *Towards Responsible Research and Innovation in the Information and Communication Technologies and Security Technologies Fields*. Disponible en: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2436399

- Ferreira, M. S. (2010). Iniciação Científica no Ensino Médio: reflexões a partir do campo do currículo. In: C. A. Ferreira (Org.), *Juventude e iniciação científica: políticas públicas para o ensino médio*. Rio de Janeiro, EPSJV. UFRJ.
- Heck, T. G. (2012). Iniciação Científica no Ensino Médio: um modelo de aproximação da escola com a universidade por meio do método científico. *RPG, Brasilia*, 8, 447-465.
- Lederman, N.G. & Zeidler, D.L. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teacher behavior. *Science Education*, 71 (5), 721-734.
- Leininger, M. (1994). Evaluation criteria and critique of qualitative research studies. In J. Morse (Org.), *Critical issues in qualitative research methods* (pp. 95-115). London: Sage.
- Moss, D.M. (2001). Examining student conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 23 (8), 771-790.
- Mustafá, M. & Trubel, L. (2013.) The Impact of Cognitive Tools on the Development of the Inquiry Skills of High School Students in Physics. (*IJACSA*) *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 4 (9). Disponível em:
https://thesai.org/Downloads/Volume4No9/Paper_20_The_Impact_of_Cognitive_Tools_on_the_Development.pdf
- National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning*. New York: National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2011). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Newman Jr. W. J., Abel. S. K., Hubbard. P. D. & Mc Donald. J. (2004) Dilemmas of teaching inquiry in elementary science methods. *Journal of Science teacher education*, 15 (4).
- OECD (2006). *Released items – science*. Disponível em:
http://pisa.nutn.edu.tw/download/sample_papers/PISA_RelItems_Sc_en.pdf
- OECD (2012). *Assessment and analytical framework: mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>.
- OECD (2015). *Draft Science Framework*. Paris, 2013. Paris. Disponível em:
<http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>
- Osborne, J. F., Ratcliffe, M., Collins, S., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What 'ideas-about-science' should be taught in school science? A Delphi Study of the 'Expert' Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (7), 692–720.
- Pedaste M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., A. N. van Riesen, S., T. Kamp, E., C. Manoli, C., C. Zacharia, Z. Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. Disponível em:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X15000068>
- Pozo, J. I. & Crespo, M.A.G. (2008). *A Aprendizagem e o Ensino de Ciências. Do conhecimento cotidiano ao científico*. Porto Alegre: Artmed.
- Sadler, T.D., Chambers F.W. & Zeidler, D. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26 (4), 387-409.
- Santos A. F. dos. & Oliosi. E. C. (2013). A importância do ensino de ciências da natureza integrado à história da ciência e à filosofia da ciência: uma abordagem contextual. *FAEEBA – Educação e Contemporaneidade*, 22 (39), 195-204.
- Sasseron, L. H. & Carvalho. A. M. P. de. (2011). Alfabetização científica: uma revisão. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16 (1), 59-77.
- Australian Council for Educational Research (ACER). (2007). 19 Prospect Hill Road. Camberwell, Victoria, 3124.

- Tytler, R. (2007). *Re-imagining Science education*. Australian Council for Education Research – ACER.
- UNESCO. (2003). *A ciência para o século XXI: uma nova visão e uma base de ação*. Brasília DF. UNESCO. ABIPTI.
- Vieira, R. M, Vieira, C.T. & Martins, I.P. (2011). *A Educação em Ciências com orientação CTS: atividades para o ensino básico*. Areal editors.
- Watson, F. R. (2004). Student's discussions in practical scientific inquiries. *International Journal Science education*, 26 (1), 25-45.
- Zompero, A.F., Figueiredo, H.R.S., & Vieira, K.A. (2016). O desempenho de alunos brasileiros e a avaliação pisa: alguns aspectos para discussão. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc.*, 11 (1), 86-99.
- Zompero, A.F. & Laburu, C.E. (2016). *Atividades investigativas para as aulas de Ciências: um diálogo com a Teoria da Aprendizagem Significativa*. Curitiba: Apriss.

Información sobre los autores

Autor: Andreia de Freitas Zompero

Institución: Universidade Norte do Paraná

Email: andzomp@yahoo.com.br

Información biográfica: Docente do programa de pós-graduação stricto sensu Ensino de linguagens e tecnologias. Rua Tomás Antônio Gonzaga nº105. Londrina PR. Cep: 86-015-320

Autor: Tiago Henrique dos Santos Garbim

Institución: Universidade Norte do Paraná

Información biográfica: Docente do curso de Ciências Biológicas

Autor: Cintha Hoch Batista de Souza

Información biográfica: Docente Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados

Autor: Diliane Barichello

Institución: Universidade Norte do Paraná

Información biográfica: Aluna de Iniciação Científica do curso de Ciências Biológicas



Revista académica evaluada por pares y de acceso abierto

Número 94

30 de abril de 2018

ISSN 2443-9991



Los/as lectores/as pueden copiar, mostrar, y distribuir este artículo, siempre y cuando se de crédito y atribución al autor/es y a Investigación en la Escuela, se distribuya con propósitos no-comerciales, no se altere o transforme el trabajo original. Más detalles de la licencia de CreativeCommons se encuentran en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0> Cualquier otro uso debe ser aprobado en conjunto por el autor/es, o Investigación en la Escuela.



Revista Editada por la Universidad de Sevilla. <https://editorial.us.es/es/revista-investigacion-en-la-escuela>

Contribuya con comentarios y sugerencias en la [web de la revista](#). Por errores y sugerencias contacte a secretaria@investigacionenlaescuela.es

Investigación en la escuela

Consejo de dirección: **Ana Rivero García** (Universidad de Sevilla), **Nicolás de Alba Fernández** (Universidad de Sevilla), **Pedro Cañal de León** (Universidad de Sevilla), **Francisco F. García Pérez** (Universidad de Sevilla), **Gabriel Travé González** (Universidad de Huelva), **Francisco F. Pozuelos Estrada** (Universidad de Huelva)

Dirección: **Ana Rivero García** y **Nicolás de Alba Fernández**
Secretaría de edición: **Elisa Navarro Medina**

Consejo editorial

José Félix Angulo Rasco. Universidad de Cádiz
Rosa M^a Ávila Ruiz. Universidad de Sevilla
Pilar AzcárateGoded. Universidad de Cádiz
Juan Bautista Martínez Rodríguez. Universidad de Granada
Nieves Blanco García. Universidad de Málaga
Fernando Barragán Medero. Universidad de La Laguna
José Carrillo Yáñez. Universidad de Huelva
José Contreras Domingo. Universidad de Barcelona.
Luis C. Contreras González. Universidad de Huelva
Ana M^a Criado García-Legaz. Universidad de Sevilla
Rosario Cubero Pérez. Universidad de Sevilla
José M^a Cuenca López. Universidad de Huelva
Jesús Estepa Giménez. Universidad de Huelva
Rafael Feito Alonso. Universidad Complutense (Madrid)
Francisco José García Gallardo. Universidad de Huelva
Soledad García Gómez. Universidad de Sevilla
J. Eduardo García Díaz. Universidad de Sevilla

Fernando Hernández Hernández. Universidad de Barcelona
Salvador Llinares Ciscar. Universidad de Alicante
Alfonso Luque Lozano. Universidad de Sevilla
Rosa Martín del Pozo. Universidad Complutense (Madrid)
José Martín Toscano. IES Fernando Herrera (Sevilla)
Jaume Martínez Bonafé. Universidad de Valencia
F. Javier Merchán Iglesias. Universidad de Sevilla
Emilia Moreno Sánchez. Universidad de Huelva.
Rosario Ortega Ruiz. Universidad de Córdoba
Antonio de Pro Bueno. Universidad de Murcia
Fco. de Paula Rodríguez Miranda. Universidad de Huelva
Pedro Sáenz-López Buñuel. Universidad de Huelva
Antoni Santisteban Fernández. Universidad Autónoma (Barcelona)
Emilio Solís Ramírez. Catedrático de IES.
M^a Victoria Sánchez García. Universidad de Sevilla.
Magdalena Suárez Ortega. Universidad de Sevilla

Consejo asesor

Manuel Área Moreira. Universidad de La Laguna
Jaume Carbonell. Director Cuadernos de Pedagogía. Barcelona
César Coll. Universidad de Barcelona
Christopher Day. Universidad de Nottingham. U.K.
Juan Delval. Universidad Nacional de Educación a Distancia
John Elliott. Universidad de East Anglia. Norwich. U.K.
José Gimeno Sacristán. Universidad de Valencia
André Giordan. Universidad de Paris VII y Ginebra
Francisco Imbernón. Universidad de Barcelona
Ángel Pérez Gómez. Universidad de Málaga
Rafael Porlán Ariza. Universidad de Sevilla
Francesco Tonucci. Instituto de Pedagogía del C.N.R. Roma
Jurjo Torres Santomé. Universidad de A Coruña

