

Suplementando el currículo de ciencias

CON CONTENIDO CONTEXTUAL Y
CULTURALMENTE RELEVANTE: LECCIONES DE LA
IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO
CIENCIA BORICUA

Wilson J. González Espada

Morehead State University &
Ciencia Puerto Rico
w.gonzalez-espada@moreheadstate.edu

Yaihara Fortis Santiago

Asociación Americana para el Avance de las Ciencias &
Ciencia Puerto Rico
yfortis@cienciapr.org

Giovanna Guerrero Medina

Ciencia Puerto Rico
giovanna.guerrero@cienciapr.org

Nicole M. Ortiz Vega

Centro de Investigación y Evaluación Sociomédica
Universidad de Puerto Rico, Recinto de Ciencias Médicas
nicole.ortiz2@upr.edu

Daniel Colón Ramos

Escuela de Medicina, Universidad de Yale &
Ciencia Puerto Rico
daniel.colon-ramos@yale.edu

Mónica Feliú Mójér

Escuela de Medicina, Universidad de Harvard &
Ciencia Puerto Rico
moefeliu@cienciapr.org

RESUMEN

Ciencia Puerto Rico (CienciaPR) es una organización sin fines de lucro interesada en promover las ciencias y la educación científica en el archipiélago borinqueño. Uno de sus logros más recientes fue la publicación del libro *¡Ciencia*

CUADERNO DE INVESTIGACIÓN EN LA EDUCACIÓN

ISSN 1540-0786

NÚMERO 28 • DICIEMBRE 2013 • PP. 109-127

Boricua!: Ensayos y anécdotas del científico puertorrico, una colección de 61 ensayos cortos escritos por investigadores locales, que presentan contenido científico de una manera sencilla, contextual y culturalmente relevante. El propósito de este artículo es presentar los hallazgos de un proyecto piloto implementado en la Nueva Escuela Juan Ponce de León, en Guaynabo, Puerto Rico, durante el año 2012. Luego de integrar una serie de actividades educativas basadas en *¡Ciencia Boricua!* que complementarían el currículo escolar tradicional, se entrevistaron a los cuatro maestros que colaboraron con CienciaPR. Se identificaron áreas donde la implementación fue exitosa e importantes sugerencias para replicar el proceso a mayor escala en el futuro.

Palabras clave: aprendizaje contextual, ciencia, Ciencia Puerto Rico, currículo complementario, relevancia cultural

ABSTRACT

Ciencia Puerto Rico (CienciaPR) is a non-profit organization interested in promoting science and science education in Puerto Rico. One of its most recent achievements is the publication of *¡Ciencia Boricua!: Ensayos y anécdotas del científico puertorrico*, a collection of 61 short essays written by Puerto Rican scientists, that present science concepts in an accessible fashion by using simple language, contextualization, and cultural relevance. The purpose of this article is to share the findings of a pilot project implemented in Nueva Escuela Juan Ponce de León, in Guaynabo, Puerto Rico, during the year 2012. After integrating various educational activities based on *¡Ciencia Boricua!* that complemented the mandated science curriculum, four of the teachers that collaborated with CienciaPR were interviewed. Here we present our findings, including a number of areas where implementation was successful and suggestions for scalable replication.

Keywords: Ciencia Puerto Rico, complementary curriculum, contextualized learning, cultural relevance, science

■ Introducción

El uso de libros de texto traducidos provenientes de otros países tiene una historia larga y no necesariamente positiva (Apple, 1986). En el caso de las escuelas de Puerto Rico, se usan obras que no suelen presentar el contenido científico desde un enfoque que resulte ser interesante y motivador a nuestros estudiantes (González Espada, 2001). Una manera para que los alumnos vean la ciencia de forma cotidiana, accesible y valiosa es presentarla mediante dos estrategias tomadas de la filosofía de la educación multicultural (Banks & McGee Banks, 1995; Gay, 1995; Nieto,

1992): la contextualización del contenido y la implementación de ejemplos que sean culturalmente relevantes.

La idea de que los estudiantes aprenden contextualmente, es decir, procesando la información de lo concreto a lo abstracto y usando esquemas cognitivos familiares, no es nueva. Los andamiajes cognoscitivos se remontan al trabajo del educador Lev Vygotsky (1962, 1978). Investigadores como Bell, Matkins y Gansneder (2011), Crawford (2000), Hobson (2000), Lave y Wenger (1991), Meyer y Crawford (2011), y Smith (1988) ampliaron el concepto al indicar que no se puede separar el aprendizaje de su contexto y al concluir que los estudiantes aprenden mejor cuando existe una conexión personal entre el estos y el contenido curricular.

Otra idea esencial es el concepto de la relevancia cultural (Banks, 1994; Ladson-Billings, 1995a, 1995b; Laughter & Adams, 2012). Investigadores como Johnson (2011), Miltner (2011), Osborne (1996), así como Sampson y Garrison-Wade (2011) argumentan que los estudiantes aprenden cuando los conceptos científicos se presentan de una manera que sea congruente con sus experiencias culturales. Este tipo de pedagogía adopta el concepto de empoderamiento para que los alumnos hagan suya la ciencia mediante el pensamiento crítico, el aprendizaje activo, el uso del lenguaje original de los estudiantes y el establecimiento de una conexión explícita entre la ciencia y la comunidad.

En enero de 2012, se inició el proyecto piloto “Ciencia Boricua: Contextualizando la ciencia mediante la investigación y la tecnología”, abreviado como “Proyecto Ciencia Boricua” (Ciencia Puerto Rico, 2013), bajo el auspicio de la Fundación Banco Popular. El proyecto tuvo como propósito principal estudiar y refinar el diseño de un programa para aumentar, en los estudiantes de escuela pública, el interés por las ciencias y la motivación por continuar carreras relacionadas. La contextualización del currículo científico y la presentación de modelos de científicos culturalmente similares fue la estrategia a seguir.

La principal herramienta de contextualización científica utilizada fue el libro *¡Ciencia Boricua!: Ensayos y anécdotas del científico puertorriqueño* (González Espada, Colón Ramos & Feliú Mójér, 2011), una compilación de ensayos sobre las ciencias y Puerto Rico, escritos por científicos del país en un lenguaje sencillo y fácil de entender,

desarrollada por la organización sin fines de lucro Ciencia Puerto Rico. El proyecto también incluyó interacciones entre estudiantes y científicos puertorriqueños. Como parte de dicho programa, los alumnos debían desarrollar resúmenes breves o actividades creativas, redactar y grabar una radiocápsula sobre uno de los escritos y presentar un afiche sobre su radiocápsula en la actividad de clausura. En este artículo, específicamente, nos enfocaremos en la evaluación de la implementación del proyecto en general y de cada uno de los componentes y actividades utilizadas.

Existen varias razones que justifican la importancia de este estudio. En primer lugar, muy pocas investigaciones se han enfocado en el desarrollo de programas que ofrezcan un currículo complementario, que enfatice la contextualización y la relevancia cultural, sobre todo con estudiantes latinos (Menchaca, 2001; Patchen & Cox-Petersen, 2008). En segundo lugar, esta es una colaboración entre científicos puertorriqueños en la diáspora y maestros de la Isla, lo cual es innovador. En tercer lugar, las recomendaciones de los maestros sobre el contenido pedagógico y los retos logísticos de implementación son lo suficientemente interdisciplinarios como para que apliquen a una variedad de proyectos de colaboración similares, principalmente a una escala mayor.

■ Método

En el proyecto participaron un total de cuatro maestros y 53 estudiantes de nivel intermedio y elemental de la Nueva Escuela Juan Ponce de León del Barrio Juan Domingo en Guaynabo, Puerto Rico. Esta es una escuela pública, pero utiliza el modelo educativo Montessori y atiende estudiantes de bajo nivel socioeconómico. Los alumnos gozan de una proficiencia académica por encima del promedio puertorriqueño en todas las materias (Departamento de Educación, 2013). Se escogió esta escuela para implementar el Proyecto Ciencia Boricua basado en una relación de colaboración previa con esa misma institución. Además, la naturaleza colaborativa entre estudiantes, padres y maestros proveyó las condiciones ideales para refinar las actividades y los instrumentos desarrollados a partir del insumo de los participantes antes de implementar el proyecto a mayor escala en un escenario escolar más tradicional.

El proyecto se llevó a la práctica durante el segundo semestre académico del año escolar 2011-2012. En este participaron estudiantes de 9 a 12 años de edad que integraban el club de ciencias de la escuela elemental (con una matrícula de 12 estudiantes) y con jóvenes de 12 a 15 años de dos grupos de ciencia (con una matrícula aproximada de 20 estudiantes en cada grupo).

Por ser un proyecto piloto, parte de los objetivos incluían evaluar el proceso de implementación para identificar cuáles aspectos fueron mejor implementados y cuáles habría que revisar o rediseñar para el futuro. Como parte de las actividades de evaluación se realizaron varias entrevistas a los maestros durante el transcurso (entrevistas de seguimiento) y al final del proyecto (entrevista de cierre). Además, se diseñaron dos instrumentos para guiar dichas entrevistas, de modo que éstas fueran semiestructuradas. Las actividades que los maestros implementaron y que se evaluaron mediante entrevistas fueron las siguientes:

- Actividad de orientación a maestros, una reunión inicial para presentarles el Proyecto Ciencia Boricua.
- Redacción de resúmenes de ensayos del libro *¡Ciencia Boricua!* (escuela intermedia) y desarrollo de actividades creativas basadas en ensayos de ese mismo libro (escuela elemental).
- Redacción de un ensayo creativo original basado en el libro *¡Ciencia Boricua!*
- Grabación de una radiocápsula (texto del ensayo creativo) para ser subida y diseminada a través de la página electrónica de CienciaPR.
- Visita a científicos, que incluía una gira al laboratorio científico del Dr. Gregory Quirk y sus estudiantes graduados en la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Ciencias Médicas, y dos científicos que dieron charlas en la Nueva Escuela Juan Ponce de León: el Dr. Carlos Muñiz Osorio (escuela elemental) y la Dra. Ana Rita Mayol (escuela intermedia).
- Noche de Logros, en la cual los estudiantes presentaron afiches basados en el ensayo creativo y escucharon una motivadora charla sobre el trabajo científico de la Dra. Lilliam Casillas, de la Universidad de Puerto Rico, Humacao, y los microorganismos del sector Las Salinas, en Cabo Rojo.

El equipo de trabajo de Ciencia Puerto Rico proveyó todos los materiales previstos para el proyecto (libros, copias de rúbricas, evaluaciones, e instrucciones, micrófonos para computadoras, entre otros) y cubrió todos los gastos (entre ellos, transportación para excursiones a laboratorios, costo de noche de logros)

■ Hallazgos del proyecto

Aunque el proyecto y sus resultados se detallan en una publicación separada (en preparación), es importante resumir cómo las diferentes actividades contextuales y culturalmente relevantes incidieron en la percepción de los estudiantes sobre la ciencia, específicamente sobre sus aspectos locales.

El resultado de la prueba Wilcoxon utilizada para comparar pre- y post- resultados de un instrumento de evaluación que usa la escala Likert reveló que los participantes mejoraron significativamente su actitud hacia la ciencia en dos áreas específicas. En primer lugar, que el trabajo de los científicos en general ($p = 0.018$) y de los científicos puertorriqueños en particular (0.016) no son aburridos o tediosos, sino de gran interés. En segundo lugar, comparado con el primer semestre, de agosto a diciembre, durante el semestre de enero a mayo (donde se implementó el Proyecto Ciencia Boricua) los estudiantes aprendieron significativamente más sobre la ciencia puertorriqueña ($p = 0.001$). Se observó en los resultados de una prueba T que las féminas mejoraron su percepción hacia la ciencia significativamente, incluso más que los varones ($p < 0.05$).

Una evaluación escrita de cada una de las actividades del proyecto reveló que los estudiantes prefirieron la visita al laboratorio científico (91.1% de ellos respondió “les gustó mucho” y 6.7% respondió “les gustó”) y el programa de la Noche de Logros (90.7% de los estudiantes contestó que “les gustó mucho” y 9.3% que “les gustó”). La creación y grabación de radiocápsulas, así como el uso del libro *¡Ciencia Boricua!* para leer y discutir temas de la ciencia local, fueron recibidos positivamente. El 61.2% y 59.6%, respectivamente, de los participantes indicaron que “les gustó mucho” el libro y las radiocápsulas. Las actividades que recibieron las evaluaciones más bajas, relativamente hablando, fueron las charlas y las lecciones interactivas de los científicos que visitaron la escuela.

A 55.6% de los participantes “les gustó mucho” y a 28.9% de ellos “les gustó” esta visita.

En la siguiente sección se describe la retroalimentación de los maestros acerca del proceso de implementación del Proyecto Ciencia Boricua. Un tema recurrente y común en sus comentarios, y que posiblemente impidió que la percepción de los estudiantes hacia la ciencia local y la ciencia puertorriqueña mejorara aún más, fue lo condensado de la implementación. Aunque la intención de incluir una variedad de actividades complementarias fue activar contextualización y relevancia cultural mediante diferentes estilos de aprendizaje, en términos prácticos tomaron demasiado tiempo y esfuerzo. Esto, según los maestros, redujo el interés y la motivación de los alumnos.

■ Hallazgos del proceso de implementación

Actividad de orientación a maestros

En general, los maestros coincidieron en que fue una buena actividad. Su impresión al presentarles el proyecto es que era una propuesta organizada y no improvisada. El recibir guías académicas y rúbricas les reafirmó que se trataba de un proyecto formal. Por otro lado, algunos recomendaron proveer el manual con las guías y rúbricas previo a la reunión de orientación. Brindar los materiales con anticipación les permitiría revisar los documentos, traer sus dudas y preguntas a dicha actividad.

Por otro lado, los educadores comentaron que la presentación del proyecto les brindó cierto “alivio” por su flexibilidad, a diferencia de otros a los que han sido invitados a participar, que, por lo general, son bien rigurosos. Para los maestros fue bien importante que el equipo de Ciencia Puerto Rico fuera flexible y permitiera sugerir actividades alternas para los estudiantes de escuela elemental. Otro ejemplo de flexibilidad fue permitir implementar el proyecto en otros escenarios que no fueran la clase regular de ciencia (como, por ejemplo, el Club de Ciencias). También resaltaron, como un aspecto positivo, incluir en la reunión a los directores escolares.

Una preocupación que expresaron los maestros fue que, dado su contenido, el proyecto requeriría muchas actividades de redacción, lo que podría ser un reto para los estudiantes. Además, notaron

que el calendario académico del Departamento de Educación podría afectar la implementación de las actividades (días feriados, recesos académicos, fechas de las Pruebas Puertorriqueñas, graduaciones, entre otras razones).

Resúmenes y actividades creativas

Como parte de las actividades del proyecto, los estudiantes debían leer varios de los ensayos del libro *¡Ciencia Boricua!* y preparar cinco resúmenes. Los maestros tenían la flexibilidad de sustituir o combinar los resúmenes con actividades creativas (por ejemplo, dibujos, seminarios socráticos, experimentos o demostraciones), especialmente para los alumnos de escuela elemental, que aún estaban desarrollando su escritura.

Todos los educadores coincidieron que fue un proceso “agotador” debido a la cantidad de resúmenes a corregir. En cuanto a la implementación de la actividad, dos de los cuatro entrevistados consideraron que esta transcurrió o fue implementada “con facilidad”.

Los maestros sí notaron que algunos estudiantes demostraron más dificultad que otros con este ejercicio, particularmente para resumir los ensayos en sus propias palabras y organizarlos a modo de párrafo, una destreza que algunos alumnos aún no tenían desarrollada. Los maestros identificaron la necesidad de proveer una estructura (“ficha” o ejemplo concreto) a los estudiantes luego del primer resumen que prepararon de manera grupal.

Varios de los educadores comentaron que las dificultades al redactar los resúmenes se exacerbaban ya que algunos de los ensayos eran de carácter anecdótico o personal, y los conceptos científicos no estaban expuestos de manera literal, sino que tendrían que inferirlos del texto. Muchos estudiantes se percibían frustrados al tener que re-escribir los resúmenes basados en las recomendaciones de los profesores.

Todos los maestros coincidieron que, al momento de asignar el tercer o cuarto resumen, el entusiasmo en los estudiantes fue disminuyendo. En ese momento, tuvieron la flexibilidad de asignar actividades creativas y alternarlas con los resúmenes, aunque reconocieron que las primeras requerían una mayor preparación por parte de maestros y estudiantes.

Los educadores mencionaron que tuvieron dificultad con las rúbricas para corregir los resúmenes. Algunos de los entrevistados consideran que fue un reto evaluar los ensayos con un mismo instrumento. En su mayoría, los estudiantes no fueron consistentes, lo que dificultó el proceso de evaluación. Como estrategia para atender este reto, varios de los maestros asignaron y evaluaron más de un trabajo para poder calcular la evaluación por ítem. Los entrevistados, por ende, sugieren una evaluación o rúbrica por cada resumen.

Otro aspecto en el que coincidieron los maestros fue en la necesidad de darles más tiempo a los estudiantes para desarrollar los resúmenes. Según varios de los entrevistados, cada alumno requería de un tiempo individual para insumo porque cada uno escogía ensayos diferentes y tenía necesidades particulares. Los maestros opinaron que fue retante poder brindar retroalimentación individual sobre los resúmenes.

Ensayo creativo

Luego de preparar los resúmenes y completar las actividades creativas, los estudiantes seleccionaron uno de los ensayos previamente resumidos y desarrollaron un ensayo creativo.

Los maestros consideran que esta actividad transcurrió con dificultades ya que conllevaba mucho tiempo para editar y corregir. Varios de ellos comentaron que el desarrollo del ensayo creativo requirió de tres a cuatro ediciones por parte de los estudiantes, lo que generó frustración. Un elemento importante para completar la actividad fue la integración de otros maestros, como por ejemplo los de la clase de lenguaje, quienes ayudaron a los estudiantes a refinar los ensayos.

Otro reto confrontado según los maestros fue el tiempo para completar el ensayo. Según explicaron, el ensayo creativo es una actividad que requiere destrezas de alto pensamiento y análisis, así como un mayor tiempo de preparación de parte del maestro y de discusión con los estudiantes, especialmente con aquellos que no tenían las destrezas para desarrollar un buen escrito. De hecho, algunos alumnos integraron versiones preliminares del trabajo en el afiche, lo que limitó que pudieran darles más insumo a los alumnos.

Radiocápsula

Los estudiantes grabaron una radiocápsula utilizando como libreto el ensayo creativo que habían desarrollado previamente. En general, los maestros calificaron la actividad como “intensa” debido a la cantidad de repeticiones que tuvieron que realizar de la grabación para obtener el mejor producto. Varios de ellos comentaron que gran parte de los estudiantes realizaron entre cinco y seis intentos, tardándose un promedio de 30-45 minutos.

Según explicaron los entrevistados, al inicio muchos de los estudiantes no querían participar de la actividad y mostraron resistencia. Los maestros explicaron qué era una radiocápsula, presentaron varios ejemplos que se encontraban en la página electrónica de Ciencia Puerto Rico, e indicaron que las grabaciones estarían en Internet cuando los estudiantes fueran más “viejitos”. Estas estrategias ayudaron a generar interés entre los estudiantes y a cambiar su percepción de la actividad. Al final, a pesar del nerviosismo inicial y las dificultades para leer el libreto, casi todos lograron grabar la radiocápsula y expresaron que les gustó la experiencia.

Los maestros consideran que esta actividad contribuyó a aumentar el interés por la ciencia en algunos de los estudiantes. En específico, entienden que fue de mucha utilidad para aquellos que han mostrado un interés genuino en la ciencia. Por otro lado, varios de los educadores observaron que los alumnos se mostraron menos motivados porque sentían que el proyecto requería “leer mucho”.

Las guías y las rúbricas preparadas para los educadores contenían información útil para la actividad, pero el formato no estaba desarrollado para una clase con una base en la filosofía Montessori. Los maestros adaptaron esta guía al formato de su espacio y sugirieron cambios a algunos de los ítems de la rúbrica para que midiera más efectivamente las destrezas. Por ejemplo, se sugirió que añadieran los siguientes ítems: (a) el niño/niña se expresa claramente, (b) el tono de la voz del niño/niña es adecuado, (c) el niño/niña hace las pausas requeridas, y (d) la radiocápsula está conforme al escrito del ensayo creativo.

La tecnología, que se supone que facilitara el proceso, creó dificultades adicionales. Varios de los maestros señalaron que no

podieron utilizar los micrófonos provistos por CienciaPR porque no lograron ajustar el tiempo de grabación establecido en la computadora de la biblioteca (60 segundos). En cambio, usaron sus celulares para realizar las grabaciones. Sin embargo, plantearon que, en un futuro, el proyecto no debe depender de esa opción, ya que podrían encontrarse con maestros que no tengan celulares con estas herramientas o aplicaciones.

Los educadores destacaron el lugar para grabar como uno de los más grandes retos de esta actividad debido a que en la escuela no había un espacio con poco o ningún ruido para realizar las grabaciones. Algunos identificaron otros espacios fuera de la biblioteca (salón de arte, oficina de la directora). Aun así, hubo varias grabaciones con ruidos de fondo.

De nuevo, el factor tiempo fue un factor que influyó en esta actividad. La disponibilidad de un lugar con “poco” ruido para grabar y el tiempo para que los estudiantes completaran el ensayo creativo fueron dos grandes retos que identificaron los maestros. La prisa puede también haber contribuido a que los estudiantes tuvieran más dificultad con la pronunciación de las palabras, la entonación y seguir el libreto.

Cartel o afiche

Los estudiantes prepararon un afiche (cartel) que incluía el contenido del ensayo creativo, así como ilustraciones relacionadas, para ser exhibido y defendido oralmente durante la Noche de Logros. La idea del equipo de CienciaPR fue recrear una conferencia científica para que los participantes se familiarizaran y expusieran en un ambiente similar.

En general, los maestros coincidieron en que la actividad fue muy buena ya que les permitió a los estudiantes desarrollar otras habilidades y destrezas. Además, era la primera vez que muchos de ellos preparaban un cartel. Los profesores consideran que la mayoría de los alumnos hicieron un buen trabajo y se sentían satisfechos. Según los entrevistados el cartel les proveyó a los estudiantes la oportunidad de seleccionar un tema con el que se identificaban, lo que ayudó a fomentar el interés por las ciencias.

Como parte de aumentar el interés de los estudiantes por las ciencias, algunos de los carteles fueron exhibidos en la escuela

previo a la noche de logros. La reacción de los alumnos a esta iniciativa fue muy buena. Los maestros percibieron mucho entusiasmo entre ellos y orgullo por el trabajo realizado.

Los educadores coincidieron en que fue muy buena la explicación ofrecida por miembros del equipo de Ciencia Puerto Rico sobre cómo preparar el cartel. Sin embargo, algunos mencionaron que, para una futura replicación del proyecto, se debe considerar que se presente un ejemplo a los estudiantes y maestros que sea lo más similar al que se espera que ellos produzcan.

Por otro lado, los maestros destacaron cuán importante fue, para esta actividad, la flexibilidad del equipo de Ciencia Puerto Rico para diseñar el cartel, decorarlo, e integrar otros aspectos creativos. Igualmente, enfatizaron lo significativo que fue el que se les proveyera el cartel (tri-fold) a los estudiantes.

Los maestros coincidieron que el mayor reto confrontado fue el poco tiempo para completar esta actividad. La mitad de ellos mencionó que no tuvieron tiempo para trabajar el cartel en la escuela, lo cual habrían preferido para así darles insumo a los estudiantes y participar del proceso. Otra limitación fue la disponibilidad de materiales y recursos para imprimir en la escuela y el acceso a la biblioteca para buscar información. Algunos compraron materiales para que sus alumnos pudieran completar la actividad.

Visita al laboratorio científico y visita del científico a la escuela

En general, los educadores opinaron que fue muy buena la experiencia de visitar un laboratorio científico. Según los entrevistados, los estudiantes disfrutaron mucho de esta actividad, y fue muy buena la conexión que se estableció con los científicos jóvenes que los recibieron en el laboratorio. Los maestros resaltaron que estuvieron muy satisfechos con la organización de la actividad y la logística de dividir a los grupos grandes en subgrupos para visitar las estaciones que se crearon dentro del lugar. Los estudiantes también recibieron la visita de dos científicos en la escuela.

Noche de logros

Los maestros y estudiantes participaron de una noche de logros durante la cual se reconocieron los trabajos realizados por los alumnos y se exhibieron sus carteles. Todos los participantes coincidieron en que les gustó mucho la actividad. Según explicaron los

maestros, esta fue la primera actividad formal a la que habían asistido gran parte de sus estudiantes.

Los maestros también elogiaron la organización y calidad de la actividad, la invitación, la formalidad del evento, la buena ubicación, la distribución del tiempo y los refrigerios ofrecidos. Además, opinaron que les gustó mucho esta actividad porque los protagonistas del evento fueron los estudiantes y los trabajos que estos prepararon con tanto esfuerzo. También mencionaron que apreciaron la emoción de los alumnos y sus padres, quienes se expresaron de manera positiva y llenos de orgullo incluso a través de las páginas sociales en línea.

Evaluación final

A pesar de los retos enfrentados con el diseño y la implementación del proyecto, las evaluaciones finales, tanto de los maestros como de los estudiantes, fueron extremadamente positivas. Esto sugiere que, con varias modificaciones, el proyecto puede ser de valor para la contextualización de la enseñanza científica en Puerto Rico.

■ Recomendaciones

A continuación se presentan varias recomendaciones para mejorar el Proyecto Ciencia Boricua en futuras implementaciones, en otras escuelas o proyectos similares a mayor escala.

Actividad de orientación. Tener una reunión inicial con los participantes de un proyecto de investigación es esencial para establecer un clima de confianza y colaboración mutua. En la actividad de orientación, varios de los miembros del equipo de CienciaPR se conectaron a través de teleconferencia, pero la tecnología presentó dificultades. En el futuro, hay que verificar con anticipación que el medio tecnológico funcione apropiadamente; de lo contrario, es preferible que estén en persona todos los miembros del equipo de CienciaPR. Asimismo, se recomienda que los maestros tengan acceso a los documentos a discutirse en la reunión con antelación.

Resúmenes y actividades creativas. Implementar esta actividad fue uno de los mayores retos del Proyecto Ciencia Boricua. Los maestros sugirieron: (a) aumentar la cantidad de actividades creativas y alternarse con la actividad de redactar los resúmenes, así

como integrar más experimentos o demostraciones como parte de la discusión de los ensayos, a modo de facilitar la comprensión y enriquecer la redacción de los resúmenes; (b) incluir un bosquejo de cómo preparar el resumen, una “ficha” o ejemplo concreto desde el inicio, con fragmentos de oraciones o palabras clave que guíen al estudiante en la redacción; (c) enriquecer los ensayos con actividades “llamativas”, que atraigan la atención de los estudiantes y los motive a aprender más sobre el tema, un punto consistente con la recomendación de autores como Crawford (2000), Mayer y Crawford (2011), y Hobson (2000). Por ejemplo, antes de leer el ensayo sobre el *gongolí* (un tipo de milpiés), se sugiere que los estudiantes puedan observar ejemplares reales. Una guía de temas para la segunda edición del libro (que está en preparación) puede que también facilite la identificación de ensayos que contengan conceptos científicos que complementen la enseñanza de ciencias, así como la redacción y evaluación de los ensayos.

Ensayo creativo. Si redactar resúmenes cortos fue retante para los estudiantes, escribir un ensayo original lo fue más aún. Los maestros participantes sugirieron integrar a los profesores del área de lenguaje desde el inicio del proyecto. La asistencia de estos últimos es fundamental ya que servirían de apoyo con el desarrollo o fortalecimiento de las destrezas de redacción, que son esenciales para esta actividad. Además, se debe incluir actividades de transición entre los resúmenes y el ensayo creativo para que los educadores trabajen con las destrezas que los alumnos necesitaran aplicar y así facilitar el proceso de aprendizaje. El maestros de otras materias a la actividad puede presentar problemas para escuelas más tradicionales; por ello, otra posibilidad es diseñar ejercicios o preguntas que ayuden a los estudiantes a desarrollar los ensayos. También sería conveniente asignar más tiempo a esta actividad.

Radiocápsula. Que los ensayos creativos fueran la base del libreto para la radiocápsula debió hacer de esta actividad algo sencillo; sin embargo, retos con la tecnología causaron dificultades. Por ello, se recomienda: (a) identificar y coordinar, previo a la actividad, el o los lugares apropiados para grabar las radiocápsulas, por ejemplo reservando la biblioteca con antelación; (b) proveer instrucciones más detalladas o un breve taller para aprender a

usar el sistema de grabación de audio de las computadoras, y (c) no dejar de proveer micrófonos a los maestros.

Cartel o afiche. Fue evidente que los estudiantes disfrutaron significativamente la preparación del cartel. Algunos maestros indicaron que no estaban enterados sobre la actividad del cartel, por lo que sugirieron que durante la reunión inicial se detallen claramente cuáles son todas las actividades. Otras sugerencias incluyen: (a) que los estudiantes trabajen el afiche en la escuela y no en la casa para que el maestro pueda proveerles retroalimentación, y (b) expandir el impacto del Proyecto Ciencia Boricua mediante la exhibición de los carteles en actividades de feria científica en el municipio.

Visita al laboratorio científico y visita del científico a la escuela. Los entrevistados ofrecieron las siguientes recomendaciones: (a) proveer información del nivel de formalidad de la actividad, ya que los participantes esperaban algo más informal (estas actividades fueron un poco más formales y los estudiantes no estaban preparados para esto, mostrándose cansados durante el evento); (b) uno de los retos confrontados fue la gran cantidad de estudiantes que se unió para recibir la visita de uno de los científicos, así que se recomienda dividirlos en grupos más pequeños para facilitar la interacción con el visitante; (c) identificar con anticipación un lugar en la escuela con el espacio y recursos necesarios para esta actividad; (d) incluir más experimentos y demostraciones (las que presentaron los científicos fueron uno de los aspectos más prácticos y de mayor disfrute para los estudiantes), y (e) aumentar el número de laboratorios a visitar.

Noche de logros. Aunque la actividad corrió sin dificultades, algunos aspectos de logística deben mejorarse.; por ejemplo, los maestros sugirieron mejorar la comunicación durante el proceso de planificación de esta actividad, ya que varios de los niños no pudieron utilizar la transportación por la falta de información sobre la logística de recogido en la escuela. Además, recomendaron tener dos personas contacto durante la coordinación y explorar opciones de fechas para la actividad con los maestros para mejorar asistencia de los estudiantes al evento. Los educadores comentaron que varios de los alumnos no pudieron participar de esta actividad por el poco tiempo con el que se informó la fecha

del evento. Según explicaron los maestros, para los padres es vital conocer los detalles de la duración de la actividad y cuál será su contenido. Como estrategia, proponen se les facilite el programa semanas antes para brindar la información a los estudiantes y sus familiares.

■ Conclusión

El Proyecto Ciencia Boricua (Ciencia Puerto Rico, 2013) tenía como objetivo contextualizar las ciencias a la realidad puertorriqueña, a fin de aumentar el interés de los estudiantes participantes por esta materia, un imperativo claramente expresado en la literatura (Menchaca, 2011; Patchen & Cox-Petersen, 2008). Se realizaron distintos esfuerzos dirigidos al alcanzar esta meta, entre ellos la aplicación del libro *¡Ciencia Boricua!* en la clase de ciencia, visitas a laboratorios y visitas de científicos a la escuela. Además, los estudiantes grabaron una radiocápsula y participaron de una noche de logros en donde presentaron sus trabajos. Todas estas actividades fueron guiadas por la filosofía de la educación multicultural (Banks & McGee Banks, 1995; Gay, 1995; Nieto, 1992). Los datos de los instrumentos usados para evaluar el éxito del proyecto revelaron que la mayoría de los estudiantes expresaron su alta satisfacción con las actividades del proyecto.

En general, los maestros expresaron que están satisfechos con el proyecto y cada una de sus actividades. La principal recomendación ofrecida es que, por la naturaleza de las actividades, es vital que se extienda a un período de un año académico. Más aún, enfatizaron que el proyecto se integre a la escuela desde la etapa de planificación escolar que realizan en el mes de mayo para así incorporar a todo el equipo de trabajo, identificar los materiales necesarios y los recursos disponibles.

Otra recomendación general fue aumentar la comunicación a todos los niveles. Esto incluye más reuniones para discutir el currículo complementario, asuntos de logística, adiestramiento en el manejo del equipo de grabación, así como reuniones de seguimiento luego de finalizado el proyecto. Además, se observó un interés genuino por parte de los estudiantes en conocer a un científico que fuera parte del libro *¡Ciencia Boricua!*, por lo que se

recomendó que al menos uno de los científicos que visite la escuela sea autor del libro.

El hecho de que este fue un estudio piloto presenta una serie de limitaciones que deben considerarse a la hora de interpretarse los hallazgos. Por ejemplo, la selección de la Nueva Escuela Juan Ponce de León no fue al azar, sino una muestra por conveniencia. Además, es necesario incluir, en el futuro, un grupo de comparación con características similares. Esto permitiría establecer causalidad entre la intervención (actividades del proyecto) y los cambios observados en los participantes.

Dado que ninguno de los que conceptualizaron el Proyecto Ciencia Boricua eran maestros de escuela elemental o intermedia, las entrevistas con los maestros ofrecieron una información valiosísima para implementar actividades que complementen el currículo de ciencia con actividades contextuales y culturalmente relevantes. Este artículo presenta, tanto ejemplos a seguir, como errores a evitar, y definitivamente es un recurso importante para aquellos investigadores y educadores que colaboran con las escuelas públicas de Puerto Rico.

REFERENCIAS

- Apple, M. (1986). *Teachers and texts: A political economy of class and gender relations in education*. New York, NY: Routledge & Kegan Paul.
- Banks, J. A. (1994). *An introduction to multicultural education: Theory and practice*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Banks, J. A., & McGee Banks, C. A. (1995). *Handbook of research on multicultural education*. New York, NY: Macmillan Publishers.
- Bell, R. L., Matkins, J. J., & Gansneder, B. M. (2011). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 414-436.
- Ciencia Puerto Rico. (2013). *Proyecto Ciencia Boricua*. Recuperado de <http://www.cienciapr.org/en/proyecto-ciencia-boricua>
- Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 916-937.

- Departamento de Educación (2013). *Perfil del Departamento de Educación de Puerto Rico, año académico 2009-2010, version 2.0*. Recuperado de http://www.de.gobierno.pr/sites/de.gobierno.pr/files/PR_State_Report_Card_2009-2010.pdf
- Gay, G. (1995). Bridging multicultural theory and practice. *Multicultural Education*, 3(1), 4-9.
- González Espada, W. (2001). *High school physics teaching in Puerto Rico: A quantitative and qualitative analysis of context and cultural relevance*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Georgia, Athens.
- González Espada, W. J., Colón Ramos, D. & Feliú Mójer, M. I. (Eds.). (2011). *¡Ciencia Boricua!: Ensayos y anécdotas del científico puertorrico*. San Juan, PR: Editorial Callejón.
- Hobson, A. (2000). Teaching relevant science for scientific literacy. Recuperado de <http://physics.uark.edu/Hobson/pubs/00.12.JCST.pdf>
- Johnson, C. C. (2011). The road to culturally relevant science: Exploring how teachers navigate change in pedagogy. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 170-198.
- Ladson-Billings, G. (1995a). But that's just good teaching! The case for culturally relevant pedagogy. *Theory into Practice*, 34(3), 159-165.
- Ladson-Billings, G. (1995b). Toward a theory of culturally relevant pedagogy. *American Educational Research Journal*, 32(3), 465-491.
- Lave, J. & Wenger, E., (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Laughter, J. C. & Adams, A. D. (2012). Culturally relevant science teaching in middle school. *Urban Education*, 47(6), 1106-1134.
- Menchaca, V. D. (2001). Providing a culturally relevant curriculum for Hispanic children. *Multicultural Education*, 8(3), 18-20.
- Meyer, X. & Crawford, B. A. (2011). Teaching science as a cultural way of knowing: Merging authentic inquiry, nature of science, and multicultural strategies. *Cultural Studies of Science Education*, 6(3), 525-547.
- Milner IV, H. R. (2011). Culturally relevant pedagogy in a diverse urban classroom. *Urban Review*, 43(1), 66-89.
- Nieto, S. (1992). *Affirming diversity: the sociopolitical context of multicultural education*. New York, NY: Longman.

- Osborne, A. B. (1996). Practice into theory into practice: Culturally relevant pedagogy for students we have marginalized and normalized. *Anthropology & Education Quarterly*, 27(3), 285-314.
- Patchen, T. & Cox-Petersen, A. (2008). Constructing cultural relevance in science: A case study of two elementary teachers. *Science Education*, 92(6), 994-1014.
- Sampson, D. & Garrison-Wade, D. F. (2011). Cultural vibrancy: Exploring the preferences of African-American children toward culturally relevant and non-culturally relevant lessons. *Urban Review*, 43(2), 279-309.
- Smith, N. (1988). In support of an applications-first chemistry course: Some reflections on the Salter's GCSE scheme. *School Science Review*, 70(250), 108-114.
- Vygotsky, L. (1962). *Thought and language* (E. Hanfmann & G. Vakar, Eds.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Soubberman, Eds.). Cambridge, MA: Harvard University Press.