

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Despertar de las vocaciones científicas, desafíos y oportunidades

Awakening of the scientific vocations, challenges and opportunities

Norma Edith López Rolandi¹

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue realizar la revisión bibliográfica de los modelos tradicionales de enseñanza de las ciencias naturales. La mejora de logros de aprendizajes en ciencias naturales es una materia pendiente en Latinoamérica. Más del 80 % de los estudiantes de 15 países investigados no han superado las pruebas de ciencias naturales en los cinco ejes temáticos analizados; salud, seres vivos, ambiente, tierra y el sistema solar, materia y energía, así como tampoco, se aplica el pensamiento crítico como un mecanismo para resolver problemas de contextos cotidianos.

Dadas las dificultades de los docentes en entender cómo aplicar eficientemente la didáctica en la enseñanza de las ciencias, con esta revisión se ha organizado la información empírica, con el objeto de contrastar y encontrar convergencias entre los diversos modelos, que permita trazar un recorrido de oportunidades para la mejora del modelo de formación y la práctica docente en Paraguay donde se evidencian brechas importantes en pedagogía y contenidos de ciencias naturales. La crisis de la educación es sin duda, estructural, sin embargo, en lo que atañe específicamente a la enseñanza de las ciencias es absolutamente necesario plantear nuevos caminos pedagógicos, comprendiendo que un saber disciplinario no solo comprende un cúmulo de contenidos, sino que por sobre todo existen unos procedimientos didácticos propios, para enseñarlos. Procedimientos que, se definen y redefinen a la luz de las necesidades del siglo XXI. Lo anterior nos interpela a repensar la enseñanza de las ciencias, con un nuevo objetivo, la alfabetización científica universal y nos orienta a la necesaria pero impostergable mirada hacia implementación de un ajuste en el curriculum de la formación docente de ciencias naturales.

Palabras clave: alfabetización científica, constructivismo, didáctica, enseñanza de las ciencias basadas en la indagación, formación docente inicial en ciencias.

ABSTRACT

The objective of this investigation was the bibliographical revision on the traditional models of teaching of the natural sciences. The improvement of

1. Juntos por la Educación, Paraguay.

Correspondencia: Norma Edith López Rolandi. E-mail: nodith@gmail.com

Recibido: 15/06/2017. Aceptado: 11/08/2016.

DOI: 10.26885/rcei.6.1.64

learning achievements in natural sciences is an outstanding subject in Latin America. More than 80% of the students in 15 countries surveyed have not passed the natural science tests in the five thematic axes analyzed; Health, living beings, environment, and earth and the solar system, matter and energy, nor does critical thinking apply as a mechanism to solve problems in everyday contexts.

Given the difficulties of teachers in understanding how to effectively apply didactics in science education, this review has organized the empirical information, with the objective of contrast and find convergence between the various models, which allow to draw a path of opportunities for the improvement of the model of training and teaching practice in Paraguay where there are important gaps in pedagogy and contents of natural sciences.

The crisis of education is undoubtedly structural, however, in what concerns specifically the teaching of science is absolutely necessary to propose new pedagogical paths, understanding that a disciplinary knowledge not only comprises a set of contents, but above everything there are didactic procedures to teach them. Procedures that is defined and redefined in the light of the needs of the 21st century. The foregoing challenges us to rethink the teaching of sciences, with a new objective, universal scientific literacy and not to guide the necessary but important look towards the implementation of an adjustment in the curriculum of teacher training in natural sciences.

Keywords: scientific literacy, constructivism, didactics, inquiry-based science education, initial teacher training in science.

1. INTRODUCCIÓN

En esta investigación se sistematiza e integran resultados de investigaciones publicadas sobre los retos de cara a los magros logros de aprendizajes obtenidos en ciencias, por los estudiantes de la región y específicamente los de Paraguay.

En una investigación de Marchesi, Coll y Tedesco (2009) se plantea las grandes diferencias en los resultados de los estudiantes latinoamericanos en contraste con los logros de aprendizajes obtenidos por jóvenes de países desarrollados, conforme se reportan en evaluaciones de rendimiento como el TERCE (UNESCO OREALC) y PISA (OCDE), argumentando como factores condicionantes la falta de competitividad docente y curricular.

2. EL RENDIMIENTO DE LOS ESTUDIANTES

La Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) ha establecido como un objetivo prioritario despertar el interés de los estudiantes por las vocaciones científicas (Hung, 2014). A más de una década del establecimiento de las Metas 2021 es muy poco lo que se ha avanzado en Paraguay, dado que evaluaciones nacionales e internacionales muestran resultados preocupantes respecto del nivel de conocimiento y habilidades científicas de los estudiantes.

En la última aplicación de la prueba del Programa Internacional de

Evaluación de Estudiantes (PISA), los países de América Latina y el Caribe se posicionaron entre el tercio más bajo del ránking internacional en la sección de ciencias naturales, ocupando República Dominicana el puesto más bajo de todos los países participantes.

Por otro lado, las pruebas estandarizadas aplicadas como parte de los estudios SERCE y TERCE resultan importantes para entender el panorama del aprendizaje de ciencias naturales en Paraguay. En ambos casos, el contenido de ciencias naturales fue aplicado a estudiantes de 6° grado en el 2006 y el 2013 respectivamente.

Tabla 1
Características SERCE y TERCE

	SERCE	TERCE
Periodicidad	Implementación 2006	Implementación 2013
Muestra	Más de 95.288 estudiantes de sexto grado de 3.065 escuelas, involucrando 4.227 aulas de sexto grado.	Más de 67 mil estudiantes. Poco más de 3.600 aulas de sexto grado
Enfoque	Contenidos comunes en los currículos oficiales, más habilidades para la vida	Contenidos comunes en los currículos oficiales, más habilidades para la vida
Países participantes	Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Estado de Nuevo León	Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Estado de Nuevo León (México)

Nota. Primera Entrega del TERCE: Resultados Comparados SERCE-TERCE.

La prueba de ciencias naturales evaluó cinco ejes temáticos: salud, seres vivos, ambiente, tierra y el sistema solar, materia y energía. Los logros de aprendizajes medidos incluyen: capacidad de interpretar información simple y cercana para establecer relaciones y reconocer conclusiones; clasificación de los seres vivos, y el cuidado de la salud en contextos cotidianos. Los desafíos incorporados han sido, entre otros: capacidad de formular preguntas, distinguir variables, seleccionar información pertinente y utilizar el conocimiento científico para comprender el entorno.

Los resultados del TERCE, muestran que cerca del 80% de los estudiantes de la región logra niveles de aprendizajes muy bajos. El puntaje promedio obtenido por los estudiantes de Paraguay ha sido de 646 puntos

Vocaciones científicas, desafíos y oportunidades. López Rolandi

que lo ubica junto con Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana con los países cuyo promedio están por debajo del promedio de todos los países evaluados.

Tabla 2
Resultados TERCE

Niveles de aprendizajes	Porcentaje promedio de estudiantes de Paraguay
Nivel 1- hasta 668 puntos	646 puntos
Nivel 2- entre 669 y 781 puntos	
Nivel 3- entre 782 y 861 puntos	
Nivel 4- más de 862 puntos	

Nota. Primera Entrega del TERCE: Resultados Comparados SERCE-TERCE.

Investigadores como Rodrigo y Arnay (1997); Bartolomé et al. (1999); Gómez Crespo, Pozo y Gutiérrez (2004); Gómez (2006); Moltó y Altshuler (2013); y en la psicología y la pedagogía por Maturana y Valera (1998); Castellanos, Castellanos, Jorge, Llivina y García (2000); Rodríguez, Moltó y Bermúdez (1999) revelan que los estudiantes, con frecuencia no logran establecer relaciones entre lo que saben y lo que necesitan saber para explicar nuevos fenómenos de su realidad y aplicar sus conocimientos teóricos en la práctica. Por otra parte, tienden a asumir prejuicios, esperan las respuestas en lugar de formularlas y asumen el conocimiento desligado de su impacto en la sociedad.

3. LA PRÁCTICA DOCENTE

El estilo de enseñanza que tiene cada docente es un rasgo individual que lo caracteriza de forma estable y general. Tomando esta premisa, se puede afirmar que la enseñanza de las ciencias en el sistema escolar se desarrolla bajo un modelo tradicional.

Especialmente en Escuelas de bajos recursos de la región, el aprendizaje de las Ciencias Naturales se basa en la realización de tareas repetitivas de baja demanda cognitiva (Näslund-Hadley, Martínez, Loera Varela & Hernández Agramonte, 2012; Näslund-Hadley, Thompson y Norsworthy, 2010). Igualmente, un estudio de Valverde y Näslund-Hadley (2010) que analiza distintos programas de educación en Ciencias Naturales en América Latina y el Caribe, describe que las clases se desarrollan bajo un enfoque enciclopedista y se caracterizan por la reproducción mecánica de los conceptos y que los docentes dan información escasa o incluso errónea en su retroalimentación a los alumnos. El estudio describe, también, que con frecuencia los docentes no logran asociar esta debilidad con los bajos niveles en los logros de sus estudiantes, a pesar de sus importantes carencias en los conocimientos básicos de Ciencias Naturales. El sistema de formación docente en

su conjunto debe garantizar que los futuros docentes alcancen una formación que les permita una sana reflexión sobre los efectos de su práctica profesional.

Tabla 3
Docente con título habilitante por nivel educativo

Nivel educativo	Total Docentes	Docentes con habilitación para el nivel	
		Cantidad	Porcentaje
Nivel Inicial	8.450	4.141	49%
1° y 2° Ciclo E.E.B.	35.513	32.672	92%
3° Ciclo E.E.B.	30.390	19.146	63%

Nota. Fuente propocionada por el Ministerio de Educación y Cultura (MEC, 2012).

En Paraguay, según datos del Ministerio de Educación y Cultura (MEC, 2012) existen aún grandes brechas en la formación de docentes, dado el limitado número de docentes que cuentan con la habilitación correspondiente para el nivel en el que enseñan.

4. LOS DESAFÍOS DE LA FORMACIÓN DOCENTE

Los resultados obtenidos por Márquez y Bonil (2013) muestran la baja formación científica del futuro profesorado de educación inicial, lo que coincide con Lyons (2006) respecto los resultados exiguos de los estudiantes.

Investigaciones de Moreno y Ferreyra (2004) señalan que la enseñanza de las ciencias durante la formación docente se ejecuta en un formato expositivo, reeditando esta práctica en la construcción de una visión reducida y superficial tanto del contenido, como de la didáctica de las ciencias naturales, lo que resulta en el establecimiento de concepciones simplistas y deformadas de la ciencias y de sus formas de enseñar y aprender (Waissmann, 1997; Cañal & Perales, 2000).

Los modelos tradicionales de formación docente se encuentran en una profunda crisis de paradigmas a causa de nuevas formas de interpretar los procesos de conocimiento y sus repercusiones en el desarrollo multidimensional de los países (Oliva et al., 2010) condición que denota una necesaria revisión y análisis de la calidad de la formación de los futuros docentes.

Como afirman Scribner y Cole (1982), el aprendizaje escolar, generalmente, se desarrolla al margen de donde tienen lugar los hechos que se pretenden aprender. Los contenidos del aprendizaje no resultan como efecto de las exigencias de la vida en comunidad escolar, sino por un curriculum establecido. A pesar de ser importante ejecutar el curriculum queda pendiente lograr que el conocimiento científico sea duradero, importante y útil para los estudiantes, no solo en la escuela sino también para explicar científicamente los hechos y fenómenos que ocurren en su vida cotidiana.

5. FINES DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

5.1. CIUDADANOS PARA EL SIGLO XXI

Filósofos y científicos de todos los tiempos han analizado el gran poder transformador que posee el conocimiento científico. Hallazgos científicos han reconfigurado determinados principios filosóficos y sistemas filosóficos han sido fundamentales para el desarrollo de ciertas disciplinas.

La sociedad del siglo XXI depende en gran medida del desarrollo científico y tecnológico. Las nuevas generaciones de alumnos necesitan comprender adecuadamente los desafíos del siglo XXI y estar preparados para desenvolverse adecuadamente en un mundo altamente competitivo, globalizado y cambiante. Estos desafíos suponen un aprendizaje activo que formula sus propias hipótesis, las contrasta con otras ideas y con ayuda del docente explora el uso de procedimientos prácticos que lo forman para seguir aprendiendo a lo largo de toda su vida, desarrollando capacidades mentales de orden superior como: análisis; síntesis, conceptualización; manejo de información, pensamiento sistémico; pensamiento crítico e investigaciones (Pedrinaci et al., 2013).

La ciencia dejó de ser patrimonio de científicos. En nuestros días es casi ineludible desarrollar un proceso de alfabetización científica universal. Se entiende la alfabetización científica como un componente esencial de la educación que puede favorecer la participación ciudadana en la toma de decisiones acerca de los problemas relacionados con el desarrollo tecnocientífico (Gil, Sifredo, Valdés & Vilches, 2005).

Se asume que la alfabetización científica es un proceso imprescindible en la formación de todo ciudadano, que impacta de forma irreversible en las decisiones que toma día a día y que impactan en el mejoramiento de su calidad de vida y de su entorno.

5.2. DOCENTES PARA EL SIGLO XXI

Lindahl (2007) en un estudio realizado en Suecia, plantea que el interés por seguir estudios de ciencias se da incluso antes de los 12 años, señalando la importancia potencial que tiene el contexto escolar en la vinculación que el alumnado establece con las ciencias.

La adquisición de conceptos científicos fundamentales, el desarrollo de formas de pensamiento y las metodologías de trabajo propias de las ciencias, depende de los aprendizajes que se hayan logrado en los primeros años de escolaridad.

A decir de Quintanilla (2006) “resulta imprescindible que el profesorado de ciencias comprenda y asuma las nuevas categorías teóricas derivadas de una concepción de ciencia y de enseñanza de las ciencias” (p. 71) para un nuevo tiempo y una nueva sociedad, la sociedad del conocimiento.

Una nueva cultura docente de la educación científica requiere que la transferencia de conocimiento en el aula supere el modelo reduccionista y dogmático de formación del profesorado para pasar a promover el desarrollo de

competencias y habilidades cognitivo-lingüísticas en los estudiantes, facilitando el aprendizaje de las Ciencias Naturales para, el desarrollo del pensamiento crítico y creativo, la integración cultural de ciudadanos comprometidos con el desarrollo social y ambiental, así como la promoción y consolidación de los valores democráticos.

5.3. PRÁCTICAS PARA EL SIGLO XXI

Las teorías psicológicas del aprendizaje han dado origen a un amplio conjunto de enfoques didácticos que se utilizan en la formación de los conocimientos científicos en las escuelas.

Muchos historiadores de principios del siglo XX consideraron a John B. Watson (1879-1958) como el fundador del conductismo. Pero, ¿qué significado real tiene un modelo llamado conductista? Su convencimiento de que casi todo puede ser aprendido, y de que todo lo que somos depende del ambiente solo puede ser reflejado en una de sus citas más polémicas:

Dadme una docena de niños sanos y con mi ambiente específico para educarlos en él, garantizo poder tomar cualquiera de ellos al azar y entrenarlo para que sea especialista en lo que yo seleccione —médico, abogado, artista, mercader, e incluso pedigrüño o ladrón— sin importar sus talentos, inclinaciones, tendencias, habilidades, vocación o quiénes fueron sus antepasados. (Watson, 1924/1955, p. 82)

No hay ninguna intención, de hacer aquí una revisión exhaustiva al modelo conductista de Watson, sin embargo, dado que sus efectos filosóficos, políticos y sociales siguen tan vigentes, no podríamos dejar de mencionarlo.

En la actualidad nos encontramos en un campo enfrentado a la tradición pedagógica que concibe la profesión docente como mera transmisora de conocimientos. Conocimientos que están predeterminados en los textos, contenidos simplistas y fragmentados que poco ayudan a entender el complejo mundo en el que vivimos y, por lo tanto, tampoco ayudan a entender las problemáticas sociales, ambientales, culturales, que se están dando en él y que debido a las demandas de este nuevo tiempo cambian a un ritmo frenético.

El constructivismo nos permite como docentes alejarnos de las metodologías tradicionales de salas de clase para comprender que existe una enorme variedad de ambientes efectivos que estimulan el acercamiento significativo y útil.

Según Ordóñez (2006) el constructivismo nos permite concebir el aprendizaje por medio de nuestras experiencias y nuestra propia reflexión sobre ellas; incluso, por medio de nuestras experiencias fallidas y llenas de errores. El constructivismo nos permite observar el conocimiento que poseemos como resultado de nuestros procesos de aprendizaje y notar que somos capaces de lograr cosas por nosotros mismos y de influir en las acciones de otros.

Numerosos programas de formación inicial de maestros en didáctica de las ciencias (Glaserfeld, 1989; American Association for the Advancement

Vocaciones científicas, desafíos y oportunidades. López Rolandi

of Science, 1993; National Research Council, 1996) e innovadores proyectos de educación científica han adoptado el constructivismo como modelo didáctico (Tobin, 1993; Garm & Karlsen, 2004; Kang, 2010).

6. DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

La didáctica de las ciencias es considerada una rama dentro de la ciencia natural respectiva (Adúriz Bravo & Izquierdo-Aymerich, 2009). Se trata de un ámbito netamente interdisciplinario, de convivencia entre especialistas de las ciencias naturales y sociales. Según (Albaceta, Moscato & Schnersh, 2013) bajo este modelo, el estudiante asume su propia comprensión del mundo de forma protagónica y el docente favorece el desarrollo de competencias cognitivas del pensamiento complejo y crítico a partir de su propuesta de enseñanza.

Según Burner (1961) esta metodología -responde al movimiento de aprendizaje por descubrimiento- surge en respuesta a la percepción de un fracaso de las formas más tradicionales de enseñanza, donde los alumnos tenían que simplemente memorizar hechos cargados de materiales de instrucción.

Lo que se llama aprendizaje por medio de descubrimiento, en algunos contextos adquiere el nombre de enseñanza de ciencias basada en la indagación. La Enseñanza de Ciencias Basada en la Indagación (ECBI), es una estrategia apta para ser aplicada a cualquier nivel educativo (Fernández & Ruiz, 2007) y busca conseguir que los alumnos, desarrollen gradualmente sus habilidades y actitudes asociadas al quehacer científico, sintiéndose cercanos a los fenómenos que se observan en la vida cotidiana, construyendo su propio conocimiento y aprendiendo de forma significativa. Durante el proceso por el cual los estudiantes argumentan, formulan preguntas, manipulan objetos, plantean hipótesis, analizan resultados y sacan conclusiones, el docente desarrolla una nueva relación con el niño al orientar la indagación para que éste construya conocimiento (Rivas, 2013).

La Enseñanza de las ciencias basada en la indagación facilita al alumno las herramientas que le permite crear su propio mecanismo para resolver una situación problemática, con autonomía, construyendo y perfeccionando con el tiempo sus propios procedimientos. El aprendizaje por indagación es una forma de aprendizaje activo, donde el progreso de los alumnos es evaluado por desarrollar habilidades experimentales y analíticas en lugar de ser medidos por la cantidad de conocimientos que poseen.

Un aspecto importante del aprendizaje de la ciencia a través de la indagación es el uso de un aprendizaje abierto, donde se deja a los alumnos descubrir por sí mismos cuál es el resultado. En las clases abiertas no hay resultados erróneos, y los alumnos tienen por tarea evaluar las fortalezas y debilidades de los resultados que obtienen y decidir su valor. Según Rivas (2013) dos pilares fundamentales de la enseñanza de la ciencias basada en la indagación constituyen el trabajo cooperativo, en el cual se le asigna un rol específico a cada niño lo que ayuda a fortalecer su autoestima y la segunda fortaleza es

que se promueve que cada estudiante registre con sus propias palabras lo sucedido durante la práctica. Realizar esta actividad de manera regular, ayuda a los estudiantes a reforzar las competencias de comunicación escrita, en una sociedad como la nuestra que tiene una fuerte cultura sostenida en la oralidad.

Este tipo de enseñanza no acepta ciegamente lo establecido, sino que desafía y alienta el deseo de saber. Invitar a los alumnos a interrogar las evidencias que tienen ante los ojos. Busca convertir el aprendizaje en un proceso de resolver enigmas. Con la indagación se pretende transformar el aprendizaje pasivo en una aventura dinámica que se llega a disfrutar.

7. LAS OPORTUNIDADES DE FORMACIÓN DOCENTES

Para asegurar la presencia de docentes de ciencias competentes en las escuelas, debemos trabajar en aumentar el número de interesados en cursar el itinerario de formación docente de ciencias. La capacitación a docente que busque promover una educación en ciencias significativa y de calidad, supone la incorporación de los siguientes ejes:

- En el eje ideológico se incluyen aspectos históricos, sociológicos y de valores, aquellos aspectos relacionados con el rol que ocupa la ciencia en la sociedad, y la función de la educación científica en la formación de la ciudadanía.
- El eje actitudinal se promueven las actitudes científicas y las actitudes y creencias hacia la ciencia, y sobre todo, hacia su enseñanza.
- El eje conceptual se refiere a aquellos conocimientos relacionados con el contenido: conocimiento del contenido, conocimiento pedagógico, conocimiento pedagógico del contenido, habilidades y capacidades que constituyen un componente fundamental de la capacidad de los docentes.

Es fundamental abordar, no solo el conocimiento pedagógico del contenido propuesto por Shulman (1986) sino que también, el eje ideológico para potenciar la función social de la educación en ciencias así como, el eje actitudinal para reflexionar respecto a las implicancias que tendrá en sus estudiantes su actitud profesional hacia las ciencias.

El docente debe estimular la participación de sus estudiantes, facilitándoles que establezcan conexiones entre los ejes ideológico, actitudinal y conceptual tomando como punto de partida aquel que les resulte más significativo.

Los elementos sobre los que los contenidos adquieren significado son: el modelo didáctico, el contexto, las actividades y las actitudes, lo que coincide con las afirmaciones de Osborne, Simon y Collins (2003) y de Maltese y Tai (2010) respecto a los elementos que valora el alumnado en los profesores de ciencias.

Desde el modelo constructivista, esta evidencia aporta las siguientes ventajas: 1) permite que el docente pueda modular el desarrollo de contenidos tomando como referencia las concepciones de sus estudiantes y, a su vez; 2)

Vocaciones científicas, desafíos y oportunidades. López Rolandi

convierte a su estudiante en constructor de su propio conocimiento, enlazando su historia personal como alumno con el proceso formativo que le convertirá en profesional de la educación científica.

8. CONCLUSIONES

Aguerrondo y Vezub (2011) argumenta que es necesario desarrollar una educación en ciencias de calidad, relevante y sustantiva. La pregunta sería entonces ¿cuál sería una educación científica relevante para las complejidades del mundo actual y que a su vez sea suficientemente atractiva como para despertar vocaciones científicas?

Fensham (2004) dice que el objetivo prioritario de la enseñanza y del aprendizaje de las ciencias debe ser promover una actitud positiva en los alumnos hacia la ciencia, procurando que incluso con el tiempo, mantenga la curiosidad y mejore la motivación, no sólo durante la época escolar, sino, también, a lo largo de toda la vida. Para ello es necesario llevar al estudiante a la indagación de los fenómenos, tomando los acontecimientos y los hechos cercanos a su realidad. Esta práctica le va a permitir realizar observaciones, hacer preguntas, analizar diferentes fuentes de información, contrastar lo que ya sabe, analizar e interpretar datos, formular respuestas, dar explicaciones y llegar a conclusiones.

La magnitud y el carácter que asumen los grandes problemas sociales, ponen en primer plano la necesidad de desarrollar actitudes y valores que orienten un comportamiento consciente acerca de las consecuencias de nuestros actos, de una actitud aceptación y de respeto hacia los demás. Entre las razones para plantear como principio la necesidad de abordar educación en valores y ciudadanía como parte fundamental de la enseñanza de las ciencias se sostiene en que esta involucra a los estudiantes en una experiencia de aprendizaje vivencial, protagónica, comprometida y consciente de su aporte a la sociedad. La formación de actitudes y valores es parte importante de la iniciación de las ciencias.

Según Carbajal (2009) la didáctica es la ciencia de la educación que estudia e interviene en el proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de conseguir la formación intelectual del educando. Para Rivas (2013) los docentes deberían mantenerse abiertos a renovar sus propios procesos y estrategias de enseñanza. Sin embargo, solamente reflexionar sobre la práctica docente no es suficiente, será necesario por sobre todo un replanteamiento de la política de formación docente, desde una mirada a la mecánica a la didáctica de las ciencias y por supuesto desde una profunda mirada al modelo curricular abordado hasta la actualidad. El principio de promover la reflexión docente sobre su práctica de enseñanza incluye una mirada sistémica hacia la incorporación de mecanismos de monitoreo, supervisión y evaluación de dicha práctica a partir de la incorporación del enfoque de enseñanza de las Ciencias Naturales por indagación.

En este sentido, la investigación realizada nos plantea nuevas preguntas, ya que nos dibuja un escenario preocupante, dados los resultados

de las evaluaciones internacionales en logros de aprendizajes en ciencias, ante un inmovilismo del sistema de formación docente que posiciona como obstáculos la propia metodología, el currículo, e incluso, el modelo de gestión de los centros de formación docente. Concluimos que el modelo de enseñanza-aprendizaje en ciencias naturales, está aún lejos de formar ciudadanos y ciudadanas competentes para el presente siglo, salvo que inicie un proceso de revisión sobre su modelo de formación y práctica docente.

REFERENCIAS

- Adúriz Bravo, A. & Izquierdo-Aymerich, M. (2009) Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*. Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/reiec/nesp/nespa04.pdf>
- Aguerrondo, I. & Vezub, L. (2011). Las instituciones terciarias de formación docente en Argentina. Condiciones institucionales para el liderazgo pedagógico. *Educar 2011*, 47(2), 211-235. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/226456525/Aguerrondo-Vezub-2011>
- Albaceta, G., Moscato, M. & Schnersh, A. (2013). La construcción metodológica en la enseñanza de las ciencias naturales. *Papeles: Revista de la Facultad de Educación Universidad Antonio Nariño*, 5, 42-52. Recuperado de <http://csifsvr.uan.edu.co/index.php/papeles/article/viewFile/368/267>
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Proyecto 2061*. Recuperado de <http://www.project2061.org/esp/about/default.htm>
- Bartolomé, L. I., Sacristán, J. G., Macedo, D., Giménez, I. T., Rigal, L., Popkewitz, T. S., ... & Giroux, H. A. (1999). *La educación en el siglo XXI: los retos del futuro inmediato* (Vol 136). sl.: Graó.
- Bruner, J. S. (1961). *The process of education*. Cambridge: Harvard University Press.
- Cañal, P. & Perales, F. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales, teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.
- Carbajal, M. (2009). *La didáctica en la educación*. Recuperado de <http://eduteka.icesi.edu.co/gestorp/recUp/58fa5a9e8c27a98b58bcc88d86e1873c.pdf>
- Castellanos, D., Castellanos, B., Jorge, I., Llivina, M., & García, C. (2000). *Caracterización de los procesos de aprendizaje en estudiantes de las secundarias básicas de Ciudad Escolar Libertad. Proyecto "El cambio educativo en la secundaria básica: realidad y perspectiva"*. La Habana, Cuba: Centro de Estudios Educativos, Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona.
- Fensham, P. J. (2004). *Defining an identity: The evolution of science education as a field of research*. Springer Science & Business Media, 20.

Vocaciones científicas, desafíos y oportunidades. López Rolandi

- Fernández, N. G. & Ruiz, M. R. G. (2007). El Aprendizaje Cooperativo como estrategia de Enseñanza-Aprendizaje en Psicopedagogía (UC): repercusiones y valoraciones de los estudiantes. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(6), 1-13.
- Garm, N. & Karlsen, G. E. (2004). Teacher education reform in Europe: the case of Norway; trends and tensions in a global perspective. *Teaching and teacher education*, 20(7), 731-744.
- Gil, D., Sifredo, C., Valdés, P. & Vilches A. (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* Santiago de Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe OREALC/UNESCO.
- Glaserfeld, E. (1989). *Knowing without metaphysics: aspects of the radical constructivist position*. Recuperado de <http://www.univie.ac.at/constructivism/EvG/papers/132.pdf>
- Gómez Crespo, M. Á., Pozo, J. I., & Gutiérrez Julián, M. S. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. *Educación química*, 15(3), 198-209.
- Gómez, M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. sl.: Editorial Brujas.
- Hung, E. S. (Ed.). (2014). *Modelo de orientación vocacional para instituciones educativas en Colombia*. sl.: Universidad del Norte.
- Kang, N. (2010). Learning to teach science: Personal epistemologies, teaching goals, and practices of teaching. *Teaching and Teacher Education*, (24), p. 478-498
- Lindahl, B. (2007, April). A longitudinal study of students' attitudes towards science and choice of career. Paper presented at the *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, New Orleans, LA.
- Lyons, T. (2006). Different Countries, Same Science Classes: Students' experience of school science classes in their own words. *International Journal of Science Education*, 28(6), 591-613.
- Maltese, A. V. & Tai, R. H. (2010). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, 32(5), 669-685.
- Marchesi, A., Coll, C. & Tedesco, J. (2009). *Calidad, equidad y reformas en la enseñanza*. Madrid: OEI.
- Márquez, C. & Bonil, J. (2013). Las concepciones de maestros en formación inicial respecto a la educación científica recibida. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 9(1), 107-133. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134129372006>
- Maturana, H., & Valera, F. (1998). *De máquinas a seres vivos*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.

- Ministerio de Educación y Cultura. Dirección General de Planificación Educativa (2012). *Capacitación de los educadores para mejoramiento de los aprendizajes de niños, niñas, jóvenes y adultos a nivel nacional*. Asunción: MEC. Recuperado de http://www.stp.gov.py/v1/?wpfb_dl=53
- Moltó, E. & E. Altshuler. (2013). La Física en la enseñanza media cubana: aprendiendo a andar de nuevo. *Revista Cubana de Física*, 30(2), 132.
- Moreno, M. A. & Ferreyra, A. (2004). La relevancia de las visiones de sentido común de los maestros en el desarrollo de propuestas innovadoras de enseñanza de las ciencias en primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 287-300.
- Näslund-Hadley, E., Martínez, E., Loera Varela, A., & Hernández Agramonte, J. M. (2012). *El camino hacia el éxito en matemáticas y ciencias: Desafíos y triunfos en Paraguay: Nuevos hallazgos del Banco Interamericano de Desarrollo sobre el pensamiento crítico en la educación pre-primaria y primaria*. Washington: BID.
- Näslund-Hadley, E., Thompson, J. & Norsworthy, M. (2010). Building a Future of Inquisitive Scientists in Peru. *IDB Briefly Noted*, (7), 1-4.
- National Research Council. (1996). *Summary Report 1993: Doctorate Recipients from United States Universities*. Washington: The National Academies Press. doi: 10.17226/9033
- Oliva, A., Ríos, M., Antolín, L., Parra, Á., Hernando, Á. & Pertegal, M. Á. (2010). Más allá del déficit: *Construyendo un modelo de desarrollo positivo adolescente*. *Infancia y aprendizaje*, 33(2), 223-234.
- Ordoñez, C. (2006). Pensar pedagógicamente, de nuevo, desde el constructivismo. *Revista Ciencias de la Salud*, 4(2). Recuperado de <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/revsalud/article/view/780>
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal in Science Education*, 2(11), 1049-1079.
- Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro, P., Almodóvar, G. R., Barrera, J. L., Belmonte, Á.,... & Feixas, J. C. (2013). Tema del día: Alfabetización en ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2), 117-129.
- Quintanilla, M. (2006). Didactología y formación docente. El caso de la educación científica frente a los desafíos de una nueva cultura docente y ciudadana. *Revista de Investigación en Educación*, (3), 71-94. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2386050>
- Rivas, M. (1 de mayo 2013). *Enseñanza de las ciencias, basada en indagación búsquedas en la reconfiguración de la educación*. Recuperado de <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/indagacion>
- Rodrigo, M. J. & Arnary, J. (1997). *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Paidós.

Vocaciones científicas, desafíos y oportunidades. López Rolandi

- Rodríguez, M., Moltó, E. & Bermúdez, R. (1999). *PROMET. Formación de los conocimientos científicos en los estudiantes*. La Habana: Academia.
- Scribner, S. & Cole, M. (1982). Consecuencias cognitivas de la educación formal e informal: (La necesidad de nuevas acomodaciones entre el aprendizaje basado en la escuela y las experiencias de aprendizaje de la vida diaria). *Infancia y aprendizaje*, 5(17), 3-18.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14.
- Tobin, K. G. (1993). *The practice of constructivism in science education*. sl.: Psychology Press.
- Valverde, G. & Näslund-Hadley, E. (2011). *La condición de la educación en matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe*. sl.: BID.
- Waissmann, H. (1997). *Didáctica de las ciencias naturales. Aportes y reflexiones*. Buenos Aires: Paidós Educador.
- Watson, J. B. (1955). *El conductismo*. Buenos Aires: Paidós. (Trabajo original publicado en 1924).

SOBRE LA AUTORA

Norma Edith López Rolandi se licenció en la Universidad Nacional de Asunción en el 2005. En el 2007 obtuvo su Maestría en Planificación y Conducción Estratégica Nacional y en el 2008 obtuvo su título como Magister en Gestión y Políticas Públicas. Ha realizado cursos de especialización en gestión de servicios públicos en procesos de cambio en Suecia y Perú en el 2007, en desarrollo territorial en el 2009 con la Universidad Alberto Hurtado de Chile, en Asociaciones Público-privadas en Colombia a través del Banco Interamericano de Desarrollo. Ha coordinado equipos de trabajo en proyectos financiados por organismos internacionales (GIZ, BID, PNUD, OEA). Ejerce la docencia desde el 2015 en módulos de planificación estratégica de maestrías en educación, resolución de conflictos y cultura de paz, respectivamente. Se incorporó como docente investigador de la Universidad Iberoamericana desde 2017. Sus áreas de interés se sitúan en el campo de la educación técnico profesional, las habilidades blandas y la enseñanza de las ciencias.

COMO CITAR

López Rolandi, N. E. (2017). Despertar de las vocaciones científicas, desafíos y oportunidades. *Rev. cient. estud. investig.*, 6(1), 64-77. doi: 10.26885/rcei.6.1.64