

## LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN CIENCIAS EXPERIMENTALES: UN COMPLEJO CAMPO DE ACCIÓN INTERDISCIPLINAR

A PESQUISA EDUCACIONAL EM CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS: UM CAMPO  
COMPLEXO DE AÇÃO INTERDISCIPLINAR

**Silvia Porro**

Universidad Nacional de Quilmes, Argentina  
Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (GIECIEN)  
sorro@unq.edu.ar

### Resumen

En este artículo se reflexiona acerca de los diferentes aspectos de la investigación educativa en ciencias experimentales: su finalidad, su característica interdisciplinaria y aplicada, los actores e instituciones involucrados, sus resultados y sus desafíos. Se recorren las diferentes temáticas investigadas por la autora: competencias, conocimiento didáctico del contenido, temas CTS, naturaleza de la ciencia, pensamiento crítico. Se describen las actividades realizadas para interactuar con docentes de otros niveles educativos y los aprendizajes mutuos alcanzados. Se destacan la formación de recursos humanos y las colaboraciones entre grupos de investigación nacionales e internacionales como recursos multiplicadores de los resultados obtenidos.

**Palabras clave:** Investigación educativa. Ciencias experimentales. Acción interdisciplinaria.

**Resumo**

Este artigo reflete sobre os diferentes aspectos da pesquisa educacional em ciências experimentais: seu propósito, sua característica interdisciplinar e aplicada, os atores e instituições envolvidos, seus resultados e seus desafios. Recorre aos diferentes temas investigados pela autora: competências, conhecimento pedagógico do conteúdo, temas CTS, natureza da ciência, pensamento crítico. Descreve as atividades desenvolvidas para interagir com professores de outros níveis de ensino e de aprendizagem mútua. Destacam-se a formação de recursos humanos e as colaborações entre grupos de investigação nacional e internacional como recursos multiplicadores dos resultados obtidos.

**Palavras-chave:** Pesquisa educacional. Ciências experimentais. Ação interdisciplinar.

**1. Introducción**

¿Por qué investigamos? Porque tenemos preguntas sin responder, porque tenemos dudas. Antes de iniciar cualquier investigación tenemos que hacer un diagnóstico, esto incluye un estado del arte y, en las cuestiones educativas, la detección certera del problema.

En el año 2004, cuando decidí dedicarme de lleno a la investigación en educación en ciencias experimentales, el primer proyecto que dirigí se llamó “La autoevaluación en las áreas de química y física como recurso para la búsqueda de la calidad en la enseñanza y el aprendizaje”. Nos preocupaba fundamentalmente saber si quienes se habían formado en la universidad estaban conformes con la educación recibida; también queríamos saber qué opinaban al respecto quienes empleaban a estas personas (del sistema académico y productivo) y, porque no, qué pensaba el profesorado involucrado en su formación. Para ello, buscamos identificar debilidades y fortalezas en las competencias adquiridas por las personas egresadas de nuestro Departamento de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ). Los resultados de la investigación quedaron plasmados en varios artículos (WAINMAIER et. al., 2006; REMBADO, Roncaglia y PORRO, 2007; RONCAGLIA, REMBADO y PORRO, 2008; PORRO y RONCAGLIA, 2008), en los cuales, entre otras conclusiones, arribamos a que las debilidades muestran que es necesario modificar la enseñanza universitaria, incluyendo estrategias que permitan el desarrollo de competencias relacionadas con actitudes sociales y gestión de la información. En las competencias para

gestionar la información Prieto et. al., (2012) incluyen: pensamiento crítico, selección de información, análisis y síntesis, comunicación; etc.

Han pasado varios años desde nuestras primeras investigaciones y, sin embargo, el tema de las competencias sigue estando vigente, tal es así que actualmente formamos parte de un proyecto de investigación iberoamericano denominado “Educación de las competencias científica, tecnológica y pensamiento crítico mediante la enseñanza de temas de naturaleza de ciencia y tecnología” (Proyecto CYTEPENCRI), al que me referiré más adelante.

A continuación, iré presentando los diversos temas que he desarrollado en estos años y porqué considero que siguen teniendo vigencia.

## **2. Articulación universidad-escuela**

En el año 2004, mientras estábamos desarrollando nuestro primer proyecto de investigación en estos temas, consideramos que era indispensable acercarnos al profesorado de la escuela media, que es quien realmente está en las aulas en contacto con el alumnado de ese nivel, que incluye a quienes continuarán sus estudios en la universidad (nuestro futuro estudiantado) y a quienes, en cambio, se incorporarán de inmediato al mercado laboral. Toda esa población forma parte de la ciudadanía que necesita tener formación científica.

Afortunadamente, la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) nos concedió un subsidio para el llevar a cabo el proyecto “Articulación Universidad – Escuela Media en el Aprendizaje – Enseñanza de la Química”, que fue el precursor de otro denominado "Optimización en el acceso a saberes y en el desarrollo de competencias para la prosecución de estudios superiores" y de la Red Galileo, donde participaron docentes de escuela media y de la universidad (BAUMANN et. al., 2006), los detalles de esas actividades se pueden encontrar en un artículo de esta revista (Porro, 2013). Después de esas primeras experiencias siguieron muchas más, mediante proyectos de extensión universitaria, que también incluyeron a escuelas primarias (Arango y col., 2013).

La enseñanza en la escuela media también fue abordada por nuestro grupo de investigación mediante el desarrollo de tesis doctorales. La primera de ellas fue la de Bruno Ferreira Dos Santos, quien durante varios años analizó el desempeño de varias profesoras de química del conurbano bonaerense; los resultados de este trabajo pueden encontrarse en un

libro (Dos Santos y Porro, 2011). Luego, le siguió la de Mirian Almirón, quien investigó el uso de las tecnologías de la comunicación (TIC) en la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela media; el desarrollo de esta tesis doctoral nos permitió, además, redactar algunos artículos (Almirón y Porro, 2013, 2014a, 2014b). Siguiendo con la investigación de lo que sucede en las aulas de la escuela secundaria, Alejandro Pujalte desarrolló su tesis doctoral sobre las imágenes que tiene el profesorado acerca de la ciencia, de los científicos y de las científicas, lo cual nos permitió mostrar cómo estas imágenes influyen en el logro de una educación científica de calidad para la ciudadanía (Pujalte y col. 2011), cómo no siempre el discurso del profesorado coincide con lo que se hace en las aulas (Pujalte y col, 2014a) y cómo las imágenes inadecuadas están vinculadas con la enseñanza (Pujalte y col., 2014b).

Y si bien la mayoría de nuestras investigaciones se centraron en la escuela media, también en nuestro grupo se desarrolló una tesis doctoral basada en lo que sucede en las aulas de la escuela primaria, con respecto a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, y su relación con las concepciones de ciencia que tienen docentes y estudiantes (Acevedo y col., 2013).

### **3. Formación de docentes**

Además de la formación de recursos humanos en investigación, para quienes trabajamos en educación en ciencias es imprescindible realizar actividades que involucren a docentes de diversos niveles educativos. Estas actividades pueden desarrollarse en ámbitos diferentes y usando múltiples caminos.

Una estrategia de excelentes resultados es la investigación-acción, ésta permite que el profesorado pueda, simultáneamente, investigar y reflexionar sobre lo que hace en las aulas, aprovechando el tiempo que pasa en ellas y el contacto directo con el estudiantado (Porro y col. 2008).

Otra actividad fundamental, que ya he mencionado en el inciso anterior, son los proyectos de extensión, que en nuestro caso fueron financiados por la Universidad Nacional de Quilmes y la Secretaría de Políticas Universitarias. En el transcurso de los mismos se trabajó tanto con escuelas primarias como con escuelas secundarias, participando en organización de ferias de ciencias, llevadas a cabo en las escuelas y en la misma universidad; colaborando con estudiantes y docentes en el desarrollo de trabajos prácticos de laboratorio

utilizando materiales de la vida cotidiana. Así se logró, por ejemplo, llamar la atención sobre temas de contaminación ambiental, como qué hacer con las botellas de plástico (ALMIRÓN y col. 2011).

Para interaccionar con las maestras de escuela primaria (y permítanme, en este caso, utilizar exclusivamente el femenino, porque en todos estos años de trabajo con docentes de escuela primaria solo lo he hecho con ellas) también han sido muy fructíferos los cursos. Como ejemplo, voy a nombrar el último en el que me involucré el año pasado, denominado “La Enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela primaria: una perspectiva interdisciplinar”, y del que estaba a cargo junto con mi ex – tesista la Dra. Mirian Almirón, y que fue financiado por el Programa Nacional de Formación Permanente Nuestra Escuela, del Ministerio de Educación. Este curso se llevó a cabo todos los sábados a la mañana, entre octubre y diciembre de 2015. Para las maestras fue un esfuerzo adicional concurrir fuera de su horario laboral, y utilizando horas de su fin de semana, pero fue realmente ejemplar el entusiasmo con el que se involucraron en el mismo. La perspectiva interdisciplinar consistió, además de la diferente formación de nosotras las responsables (una Dra. en Ciencias Bioquímicas y la otra Dra. en Ciencias Sociales), en que la primer parte de cada encuentro estuvo dedicada a desarrollar algunos conocimientos disciplinares necesarios para explicar temas seleccionados por las maestras (cambios de estado, composición de la sangre, contaminación del aire, etc.), y la segunda parte estuvo destinada a la reflexión sobre distintos aspectos de la educación científica, basándonos en diversos artículos de revistas especializadas que eran entregados a las maestras con anticipación, y luego discutidos en clase.

#### **4. Perspectiva de género**

Lamentablemente, todos los días nos enfrentamos con noticias que nos muestran que, a pesar de que se han hecho muchos progresos, la desigualdad de género aún persiste. El documento Científicas en Cifras 2013, elaborado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España (SANCHÉZ DE MADARIAGA, 2014) da a conocer la situación de las mujeres en la carrera investigadora en ese país y su evolución en los últimos años. Se trata de una fotografía de la situación a través de las cifras. En la presentación del mismo, Carmen Vera Olmo afirma “a pesar de los progresos realizados en estos años, la

infrarrepresentación de las mujeres continúa siendo un tema que requiere de acciones y medidas. La segregación horizontal persiste, con pocas mujeres que estudian en los campos tecnológicos y en algunas ciencias experimentales, y pocos hombres que eligen las carreras en las ciencias de la vida. La presencia de mujeres en los escalones superiores de la carrera, y en los puestos de decisión, tampoco ha avanzado en estos últimos años a una velocidad proporcional al número de mujeres capacitadas para acceder a estos puestos”.

En ese mismo informe se menciona que el hecho de “no iniciar” la carrera investigadora sigue siendo el primer punto clave en que las mujeres empiezan a desaparecer en números importantes de las carreras científicas. Pero, a su vez, que las mujeres estén infrarrepresentadas en lo que en inglés se denomina STEM (Science, Technology Engineering and Mathematics), se puede rastrear hasta sus años escolares, donde están en juego una serie de influencias de la sociedad y la cultura, la educación y el mercado de trabajo (UNESCO, 2016). En un estudio realizado sobre estudiantes de 15 años, Shin y col. (2015) encontraron que las mujeres tienen niveles más bajos de motivaciones intrínsecas e instrumentales hacia la ciencia, menor autoestima y menos intención de inscribirse en carreras científicas que sus pares varones. Los padres y las madres de las mujeres valoran menos la ciencia, perciben a la ciencia como menos importante para sus hijas, y esperan que éstas tengan un trabajo relacionado con la ciencia en menor medida que la que tienen los padres y las madres de los varones. Desafortunadamente para las mujeres, la visión de sus progenitores (padres y madres) sobre STEM afecta negativamente sus propias motivaciones hacia STEM (SIMPKINS et. al., 2012).

Beede y col. (2011), en un documento producido por el Departamento de Comercio de los Estados Unidos, destacan que también en ese país las mujeres están vastamente infrarrepresentadas en los trabajos STEM. Aunque las mujeres ocupan el 48% de los puestos de trabajos en la economía estadounidense, solo se las encuentra en el 24% de los trabajos STEM. Esta infrarrepresentación se ha mantenido constante en la última década, aun cuando ha aumentado la participación de las mujeres con estudios universitarios en la fuerza de trabajo. Si además tenemos en cuenta que los puestos de trabajo STEM tienen un sueldo mucho mayor que los no-STEM, se llega a la conclusión que las mujeres ganan considerablemente menos que los hombres, incluso considerando un amplio conjunto de características tales como la educación y la edad. Aún dentro de los trabajos STEM, las mujeres ganan un 14% menos que los hombres. Según Beede y col. (2011), los posibles

factores que contribuyen a la desigualdad entre mujeres y hombres en los trabajos STEM son: la falta de modelos femeninos en los mismos, estereotipos de género, y menos flexibilidad para las obligaciones familiares. Las trayectorias de carrera de STEM pueden ser menos complacientes para las personas que tienen que cumplir contemporáneamente con las exigencias del trabajo y el esfuerzo necesario para crear una familia (embarazos, crianza, etc.).

Si se relaciona lo que sucede en el mundo del trabajo con el sector educativo, particularmente con los títulos universitarios obtenidos por las mujeres, se observa que hay una diferencia muy grande en las carreras STEM, especialmente en las ingenierías. En EEUU únicamente una de cada 7 personas con un título en ingeniería es mujer, las mujeres que reciben títulos de STEM se concentran en ciencias físicas y de la vida, en contraste con los hombres, que se concentran principalmente en la ingeniería. Esto se observa también en Canadá, donde las mujeres representan la mayoría de la juventud universitaria graduada, pero aún están infrarrepresentadas en los campos STEM. Las mujeres entre 25 y 34 años que obtuvieron su título universitario en 2011, fueron el 39% del total en STEM, mientras que alcanzaron el 66% de los títulos no-STEM (HANGO, 2013). Esta autora afirma que en Canadá alentar al estudiantado universitario a elegir una carrera STEM viene siendo desde hace tiempo un objetivo de las estrategias nacionales de innovación. El foco en las carreras STEM se relaciona con cómo éstas contribuirían a la competitividad y la prosperidad económica de un país.

Un prerrequisito para tener éxito en los estudios STEM es la habilidad en matemática, pero la mayoría de las mujeres eligen las ciencias sociales independientemente de su eficiencia en matemáticas. Mujeres jóvenes con un alto nivel en las habilidades matemáticas en las pruebas PISA es mucho menos probable que entren en el campo STEM, aun comparando con hombres jóvenes que tienen menor nivel esas habilidades matemáticas (HANGO, 2013). La autora canadiense, también opina que la posible explicación puede incluir diferencias en las expectativas del mercado laboral teniendo en cuenta el balance entre la familia y el trabajo, pero también menciona la motivación y el interés.

Pero, además de la segregación horizontal (los empleos femeninos se concentran en un número reducido de sectores de actividad y de profesiones) que comentamos en los párrafos anteriores, también existe la segregación vertical; si nos enfocamos específicamente en los sectores de investigación científico-tecnológicos, según el Consejo Superior de

Investigaciones Científicas, CSIC, de España el número de mujeres sigue siendo menor a medida que se asciende en la carrera científica. Esta es una tendencia común en los 28 países que forman la Unión Europea, a pesar que desde hace varios años más del 60% de los títulos universitarios y al menos el 45% de los doctorados los obtienen las mujeres. Esta es una de las principales conclusiones del Informe Mujeres Investigadoras 2016, elaborado por la Comisión de Mujeres y Ciencia, asesora de la presidencia del CSIC. Entre las cifras del informe se destaca que el área de investigación con mayor porcentaje de investigadoras es el de Ciencias y Tecnologías de Alimentos, con un 53,37%, seguido del de Ciencias y Tecnologías Químicas (43,95%), y del de Ciencias Agrarias (41,44%). El área con menor proporción de investigadoras es el de Ciencias y Tecnologías Físicas (20,62%). También destaca que aunque entre el personal investigador contratado posdoctoral el porcentaje de mujeres es del 37%, al contemplar las cifras del personal pre-doctoral en formación, el porcentaje de mujeres asciende al 56,69%. Sólo en el área de ciencias y tecnologías físicas el porcentaje de mujeres está por debajo del 50% (32%). En el apartado de Investigadores Principales de proyectos de investigación nacionales, el porcentaje de mujeres es de 35,98%, y de 34,67% en los internacionales (CSIC, 2016).

Quizás los estereotipos fuertes de género desalientan a las mujeres a elegir las carreras y los trabajos STEM. Y a perpetuar estos estereotipos contribuye la sociedad toda, particularmente las familias y el profesorado involucrado en la educación de las mujeres.

Un reciente estudio de la OECD (2012) sugiere que las disparidades de género en las carreras elegidas parecen estar más relacionadas con las actitudes del estudiantado (tales como motivación e interés) hacia un tema en particular más que con la habilidad y el desempeño en la escuela. Es por esto que nuestro grupo de investigación, ha indagado las actitudes del estudiantado y del profesorado en estos temas, y ha analizado lo que sucede en las aulas respecto a las influencias de la enseñanza sobre la identidad de género, y los resultados obtenidos han dado origen a algunas publicaciones (PORRO y ARANGO, 2011; PORRO, 2012; ARANGO et. al., 2014; PORRO et. al., 2014, 2015). Todo lo manifestado aquí en cuanto a la perspectiva de género quiere evidenciar la necesidad de alentar y apoyar a las mujeres en sus estudios STEM con el objetivo de lograr la paridad de género.

Prácticamente, todos los temas que he ido desarrollando hasta aquí, están ahora contenidos en el proyecto de investigación internacional en el que está involucrado nuestro grupo de investigación actualmente, y del que voy a escribir a continuación.

## 5. Proyecto CYTEPENCRI

Este proyecto, denominado “Educación de las competencias científica, tecnológica y pensamiento crítico mediante la enseñanza de temas de naturaleza de ciencia y tecnología”, está siendo desarrollado por grupos de investigación de nueve países iberoamericanos (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, España, México, Panamá, Portugal y Uruguay) y, como su título lo indica se basa en el desarrollo de algunas competencias.

Vázquez Alonso y Manassero Mas (2012), quienes dirigen el CYTEPENCRI, opinan que la enseñanza de las ciencias no puede ceñirse al mero conocimiento científico y tecnológico, sino que los objetivos educativos deben tener un enfoque más holístico, en el que se incluye el desarrollo de competencias, y auténtica relevancia social. La opinión de Vázquez y Manassero también es compartida por investigadores de Iberoamérica como Cofré et. al., (2010), que han indagado acerca de cuáles son las competencias que el profesorado declara son más necesarias desarrollar en la educación científica. Y si hablamos de relevancia social, no podemos menos que incluir las competencias que permiten a la ciudadanía comprender los problemas ambientales, lo cual implica la construcción de una educación “ecocientífica” (SAUVÉ, 2010).

Como concepto novedoso, en el sentido que no lo hemos trabajado anteriormente en nuestras investigaciones, en este proyecto aparece el pensamiento crítico (PC), éste es un constructo formado por un conjunto de habilidades cognitivas de alto nivel, donde se incluyen sus propios procesos de regulación y metacognición, cuyo dominio se considera clave para pensar bien y cuya transversalidad las hace valiosas en múltiples tareas. Las relaciones entre PC y competencias curriculares, tanto en educación secundaria como superior son casi auto-evidentes; por ejemplo, la descripción de la competencia científica es parecida a PC (usualmente se identifica con PC), la matemática está ligada a la resolución de problemas, la autonomía e iniciativa personal a la toma de decisiones (qué hacer o qué pensar), aprender a aprender está relacionada con autorregulación y metacognición, y la competencia lingüística con la argumentación. Así pues, el primer fundamento del proyecto es la educación de las competencias claves.

En la educación científica, las destrezas constitutivas del PC y las habilidades, valores y rasgos mencionados en los currículos escolares de ciencias de los diversos niveles educativos (razonar, argumentar, reconocer pruebas, validar conocimiento, etc.) como propios

del pensamiento científico, muestran una evidente concomitancia entre sí. Además, las destrezas de PC son importantes porque su transversalidad facilita el aprendizaje de los conceptos, teorías, procesos, valores y rasgos epistémicos de la ciencia. Estos valores y rasgos de ciencia y tecnología (CyT) se denominan contenidos “acerca” de CyT: cómo validan sus conocimientos y cómo impactan sobre el mundo actual, y se etiquetan en la literatura como naturaleza de la ciencia y tecnología (NdCyT), que engloba cuestiones de historia, epistemología y sociología de CyT y las relaciones de la sociedad con CyT (CTS), todas ellas cuestiones complejas e innovadoras, por su carácter abierto y dialéctico, que las hace apropiadas como contexto de formación del PC; a su vez, las destrezas de PC desarrolladas contribuyen a mejorar la comprensión de NdCyT (segundo fundamento del proyecto).

El tercer fundamento teórico es el conocimiento didáctico del contenido (CDC); desde que en 1986 Shulman introdujo el concepto de Conocimiento Didáctico del Contenido, numerosos autores han sugerido modificaciones a las categorías propuestas. En un trabajo de hace unos años (PORRO LORENZINI, 2009) mostré un panorama de cómo ha ido cambiando y desarrollándose la noción del CDC, y de las controversias acerca de la naturaleza y la utilidad del CDC que han ido apareciendo. Las diferentes visiones que tienen las personas que investigan acerca del CDC influyen sobre el diseño de sus investigaciones y los métodos utilizados, entonces repensar la conceptualización del CDC nos ayudará a encontrar las líneas de investigación que deberíamos reforzar para poder responder a las preguntas para las cuales aún no se han encontrado respuestas.

El CDC es un concepto que aglutina y aplica las destrezas de PC del profesorado a sus propias creencias y su práctica educativa, como elemento de desarrollo profesional docente. El CDC es un indicador de la capacidad docente del profesorado para la apropiación de innovaciones en el aula (como son educar destrezas de PC y la comprensión de NdCyT).

El objetivo del proyecto es analizar el desarrollo de destrezas de PC a partir de la enseñanza de temas de NdCyT. Para ello se desarrollarán herramientas para enseñar a pensar bien a estudiantes y docentes de diversos niveles educativos desde un contexto de enseñanza de temas de NdCyT, también se desarrollarán instrumentos de evaluación e intervención didáctica que contengan andamiajes didácticos para mejorar el desarrollo del PC. Todos los instrumentos se aplicarán mediante un diseño cuasi-experimental longitudinal pre-test /post-test con un grupo de control para evaluar las mejoras de las diferentes destrezas implicadas.

## 6. Conclusión

En este artículo he intentado hacer un recorrido de los diferentes temas que hemos investigado en los últimos doce años, porque considero que aún falta ahondar en los mismos; como prueba de ello, el proyecto CYTEPENCRI que acaba de comenzar los incluye prácticamente a todos, añadiendo el concepto de pensamiento crítico. En un próximo artículo presentaré los resultados que vayamos obteniendo, estando convencida que la difusión del material didáctico que vayamos desarrollando, y que logremos probar que ayude a desarrollar el pensamiento crítico, servirá no solo para seguir contestando preguntas y formular unas nuevas, sino también para todo el profesorado que busca innovar en el aula, con el objetivo de lograr en sus estudiantes aprendizajes significativos para formar una ciudadanía responsable. Es indispensable que los resultados de la investigación educativa en ciencias experimentales, que desarrollamos en la universidad y en las escuelas, sirva de insumo para mejorar la enseñanza en todos los niveles educativos.

## Referencias

ACEVEDO, C.; PORRO, S. y ADURIZ-BRAVO; A. Concepciones epistemológicas, enseñanza y aprendizaje en la clase de ciencias. **Tecné, Episteme y Didaxis**, Bogotá, v. 34, n.2, p. 29 – 46, Julio- Diciembre de 2013.

ALMIRON, M. ARANGO, C., CAPPELLO, F. y PORRO, S. ¿Las botellas de plástico son sólo basura? In: XI Congreso Iberoamericano de Extensión Universitaria. Integración, Extensión, Docencia e Investigación para la inclusión y cohesión social, 2011, Santa Fe. **E-book**, Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral, 2011. Disponible en: <http://www.unl.edu.ar/iberoextension/dvd/archivos/ponencias/mesa1/las-botellas-de-plastico-son.pdf>. Acceso: 8 nov. 2016.

ALMIRON, M. E. y PORRO, S. (2013). El discurso en el aula: el caso de un profesor de Ciencias Naturales. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Número Extra, p. 96 -100, sep. 2013.

\_\_\_\_\_. Las TIC en la enseñanza: un análisis de casos. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, Mexicali, v. 16, n. 2, p. 152-160, may. 2014, (2014a).

\_\_\_\_\_. Los docentes en la Sociedad de la Información: reconfiguración de roles y nuevas problemáticas. **IEComunicaciones. Revista Iberoamericana de Informática Educativa**, Castilla – La Mancha, v. 19, enero-junio 2014, p. 17 – 31, jun. 2014, (2014b).

ARANGO, C.; ALMIRON, M.; PORRO, S. y MORRAS, V. Escuela y Universidad. Tensiones, conflictos y debates en torno a espacios compartidos. **REIEC, Revista**

**Electrónica de Investigación de Educación en Ciencias**, Tandil, v. 8, n. 2, p. 59-65, dic. 2013.

ARANGO, C.; LANDABURU, C. y PORRO, S. ¿Cuál es el lugar de la perspectiva de género en el mapa curricular de los Institutos de Formación Docente? Ser o deber ser. **Unipluri/versidad, Revista 41**, Medellín, v. 14, n. 2, p. 708-714, ago. 2014.

BAUMANN, P.; TESSIO, N.; REMBADO, F. y PORRO, S. La formulación de un proyecto de integración de TICs en la formación de formadores. Hacia la hiperlectura en la acción docente. **IEComunicaciones, Revista Iberoamericana de Informática Educativa**. Castilla – La Mancha, v. 4, julio – diciembre 2006, p. 21 -32, dic. 2006.

BEEDE, D.; TIFFANY, J.; LANGDON, D.; McKITTRICK, G., KHAN, B.; Doms, M. Women in STEM: A gender gap to innovation. **Economics and Statistics Administration Issue Brief**, v. 4, n. 11, 2011. Disponible en: <http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/womeninstemagaptoinnovation8311.pdf>. Acceso en: 14 nov. 2016.

COFRE, H.; CAMACHO, J.; GALAZ, A.; JIMENEZ, J.; SANTIBAÑEZ, D. y VERGARA, V. La educación científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. **Estudios pedagógicos**, Valdivia, v. 36, n. 2, p. 279-293, dic. 2010.

CSIC, CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS. **Informe Mujeres Investigadoras 2016**, Madrid: CSIC, jun. 2016. Disponible en: <http://www.csic.es/informes-myc>. Acceso en: 14 nov. 2016.

DOS SANTOS, B. F. y PORRO, S. **El conocimiento químico en el aula: una tipología**. Editorial Académica Española: Saarbrücken, 2011. 160 p.

HANGO, D. **Gender differences in science, technology, engineering, mathematics and computer science (STEM) programs at university**. Ottawa: Statistics Canada, dic. 2013. Disponible en: <http://www.statcan.gc.ca/pub/75-006-x/2013001/article/11874-eng.pdf>. Acceso en: 14 nov. 2016.

OECD, ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Closing the Gender Gap: Act Now**. OECD Publishing: Paris, 2012. 352 p.

PORRO, S. Las cuestiones de género en el curriculum (oculto) en la enseñanza de las ciencias. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (RenCiMa)**, San Pablo, v. 3., n. 3, p. 25-36. Oct. 2012.

\_\_\_\_\_. El camino de consolidación de la educación en ciencias experimentales en la Argentina: una visión personal. **Revista Binacional Brasil – Argentina (RBBA)**. v. 2, n. 2, p. 117 – 137, dic. 2013.

PORRO, S. y ARANGO, C. Importancia de la perspectiva de género en didáctica de las ciencias en Iberoamérica. Em: Wildson Luiz Pereira dos Santos y Décio Auler (Org.). **CTS nas Investigações da Educação Científica: Desafios e Tendências**, Brasília: Editora Universidade de Brasilia (Brasil), 2011. Capítulo 8, p. 241 – 266 (em português), p. 267 – 292 (en castellano).

PORRO, S.; ARANGO, C. y LANDABURU, C. Aplicación de secuencias didácticas en temas de género en la escuela secundaria: su influencia sobre las opiniones de los y las estudiantes. **Interacções**, Lisboa, v. 11, n. 34, p. 243-265, feb. 2015.

PORRO, S.; ARANGO, C.; LANDABURU, C. y JEANNERET, M. L. Las clases de ciencias como espacio de formación y transformación de la identidad de género. En: de las HERAS PEREZ, M. A.; LORCA MARIN, A.; VAZQUEZ BERNAL, B.; WAMBA AGUADO, A. y JIMENEZ PEREZ, R. (Coord). **Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante**. Universidad de Huelva, 2014. p. 651- 658. Disponible en: <http://www.uhu.es/26edce/actas/docs/comunicaciones/orales/pdf/079.5-Porro.pdf>. Acceso en: 14 nov. 2016.

PORRO, S.; BEKER, V.; INCICCO, M. y PONCE, K. Investigación-acción: una experiencia de docentes de primaria y secundaria en una escuela argentina. In: JIMENEZ LISO, M. R. (Ed.) **Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Almería: Editorial Universidad de Almería, 2008, p. 650-660.

PORRO, S. y RONCAGLIA, D. Debilidades en la formación de graduados universitarios de carreras científico-tecnológicas. **Educación Química**, México, D. F., v. 19, n. 3, p. 207-209, jul. 2008.

PORRO LORENZINI, S. El embrollo conceptual alrededor del conocimiento didáctico del contenido. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, Barcelona. Volumen Extra, p. 338-341, set. 2009.

PUJALTE, A., ADURIZ-BRAVO, A. y PORRO; S. De la imagen de ciencia declarativa a la de la práctica en el aula: Las imágenes del profesorado entre la visión democrática y la deficitaria. **Uni-pluri/versidad, Revista 41**, Medellín, v. 14, n. 2, p. 111-117, ago. 2014, (2014a).

PUJALTE, A.; BONAN, L.; PORRO, S. y ADURIZ-BRAVO, A. Las imágenes inadecuadas de ciencia y de científico y sus vínculos con la enseñanza científica: estado del arte y cuestiones pendientes. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 535-548, set. 2014, (2014b).

PUJALTE, A., PORRO, S. y ADURIZ-BRAVO, A. Las imágenes de ciencia del profesorado: Su relación con una educación científica de calidad para todas y todos. **Tecné, Episteme y Didaxis**, Bogotá, Número extraordinario. Segundo semestre de 2011, p. 410-415, dic. 2011.

PRIETO, T.; ESPAÑA, E. y MARTIN, C. Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 9, n. 1, p. 71 -77, ene. 2012.

REMBADO, F.; RONCAGLIA, D. y PORRO, S. Competencias a promover en graduados universitarios de carreras científico – tecnológicas: la visión de los graduados. **Educación Química**, México, D. F., v. 18, n. 2, p. 114-122, abr. 2007.

RONCAGLIA, D.; REMBADO, F. y PORRO, S. Competencias a promover en graduados universitarios de carreras científico – tecnológicas: la visión de los empleadores. **Educación Química**, México, D. F., v. 19, n. 2, p. 127-132, abr. 2008.

SANCHEZ DE MADARIAGA, I. (Coord). **Científicas en cifras 2013: Estadísticas e indicadores de la (des) igualdad de género en la formación y profesión científica**. Ministerio de Economía y Competitividad: España, 2014. 127 p.

SAUVE, L. Sauv , L. Educaci3n científica y educaci3n ambiental: un cruce fecundo. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 28, n. 1, p. 5-18, ene. 2010.

SHIN, J.; LEE, H.; McCARTHY-DONOVAN, A.; HWANG, H.; YIM, S. and SEO, E. Home and Motivational Factors Related to Science-Carrer Pursuit: Gender differences and gender similarities. **International Journal of Science Education**, London, v. 37, n. 9, p. 1478-1503, may. 2015.

SIMPKINS, S. D.; FREDERICKS, J. A. and ECCLES, J. S. Charting the Eccles' expectancy-value model from mothers' beliefs in childhood to youths' activities in adolescence. **Development Psychology**, Washington, v. 48, n. 4, p. 1019-1032, jul. 2012.

UNESCO. **Closing the gender gap in STEM**. Paris, august 2016. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002457/245717E.pdf>. Acceso: 10 nov. 2016.

VAZQUEZ ALONSO, A. y MANASSERO MAS, M. A. La selecci3n de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisi3n de las aportaciones de la investigaci3n didáctica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgaci3n de las Ciencias**, Cádiz, v. 9, n. 1, p. 2 -31, ene. 2012.

WAINMAIER, C.; VIERA, L.; RONCAGLIA, D.; RAMIREZ, S.; REMBADO, F. y PORRO, S. Competencias a promover en graduados universitarios de carreras científico – tecnol3gicas: la visi3n de los docentes. **Educaci3n Química**, México, D. F., v. 17, n. 2, p. 150-157, abr. 2006.

### Agradecimientos

Las investigaciones actualmente desarrolladas por mí est n incluidas en el Proyecto EDU2015-64642-R (MINECO/FEDER) con financiaci3n del Ministerio de Economía y Competitividad de España y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

También recibo financiaci3n de la Universidad Nacional de Quilmes, porque formo parte del Programa de Investigaci3n “Discursos, prácticas e instituciones educativas” y de la Agencia Nacional de Promoci3n Científica y Tecnol3gica ya que dirijo el PICT-2014, N  1134: La enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT) y el desarrollo del pensamiento crítico (PC).

### **Sobre a autora**

Doctora en Ciencias Bioquímicas por la Universidad Nacional de La Plata, Argentina; Especialista en Docencia en Entornos Virtuales por la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Argentina; Profesora titular del Departamento de Ciencia y Tecnología de la UNQ; Directora del Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (GIECIEN) y del proyecto Enseñanza y Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (EANCYT).