

## La ciencia de la enseñanza de las ciencias: Aportes a la construcción de la ciudadanía y valores en un mundo en emergencia planetaria

### The science of science teaching: contributions to the construction of citizenship and values in a world of planetary emergency

Silvio Daza Rosales

Docente de la Universidad de la Paz  
Integrante de los grupos investigación Inyuba (UNIPAZ), IREC (UPN)  
Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia (Bellaterra)  
Colaborador Grupo G.R.E.C.I.A (UPC, Chile)  
biodaza52@hotmail.com

José Rafael Arrieta Vergara

Docente y director de los grupos de investigación Inyuba (UNIPAZ)  
Integrante del grupo de Investigación IREC (UPN)  
Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia (Bellaterra)  
Colaborador Grupo G.R.E.C.I.A (UPC, Chile)  
llanadero@hotmail.com

Mario Quintanilla Gatica

Director del Laboratorio G.R.E.C.I.A (UPC, Chile)  
Director de la Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia (Bellaterra)  
Presidente de la Red Latinoamericana de investigación en Didáctica de las ciencias (REDLIAC)  
mquintag@uc.cl

---

*Recostado en la hamaca y mirando a mamá sentada en su mecedora de mimbre,  
evoca desde mis adentros auscultar la mirada fija de sus recuerdos lejanos  
que el Alzheimer no le ha borrado. ¿En qué piensas?  
En la inmortalidad del cangrejo y la seriedad de la lagartija  
(Triny - 2015) <sup>1</sup>*

---

*Voy a lanzar ciertas acusaciones contra los enseñantes de ciencias y la enseñanza de la ciencia.  
En primer lugar, los acuso a ustedes, enseñantes de ciencias, de dedicar sus energías a la mera  
transmisión de conocimientos y principios científicos; de ser, en otras palabras, libros de texto  
animados hasta el punto de que sus alumnos creen que la ciencia no es nada más que eso.  
En segundo lugar, los acuso de dar a sus alumnos una idea falsa de la esencia de la ciencia...  
Los acusó de no transmitir la gran verdad de que la esencia de la ciencia es un método, una  
empresa desordenada, imaginativa, con frecuencia poco sistemática donde la suerte y la  
perseverancia desempeñan un papel importante. Los acuso, pues, de transmitir a sus alumnos  
la idea falsa de que los modelos y analogías que utilizan para explicar ideas científicas son  
representaciones exactas de la realidad, en vez de ser, como son en realidad, construcciones  
imaginativas de la mente humana. Mi tercera acusación es que no han hecho  
mucho para ayudar a sus alumnos normales y por debajo de lo normal  
para que sepan distinguir entre lo que es ciencia y lo que no lo es.  
W. J. Fletcher, 1979*

---

1. Es la madre del primer autor Silvio Daza Rosales. Lo que me emociona del epigrafe es el rápido salto entre la mente y la naturaleza. No existe ninguna distancia, ni siquiera la distancia entre eso y su imagen, lo cual lo hace posible preguntar hasta qué punto es exacta esta imagen como representación.

## Resumen

Este artículo resultado del proceso de formación de investigadores docentes, desarrollado en Barrancabermeja - Santander, específicamente en el área de las didácticas de las ciencias, es una mirada crítica al papel de la educación en un mundo de emergencia planetaria y en el proceso de formación de un nuevo ciudadano competente y el papel de la investigación educacional en ese reto. Lo que aprenden los estudiantes deben ser conocimientos profundos que le deben dar sentido a lo humano y valor a la construcción de lo social y esto solo puede ser posible en un proceso de desarrollo de los sujetos donde es de vital importancia los conceptos previos en la comprensión de las teorías y los modelos explicativos acerca de y sobre la naturaleza de la ciencia, su método y finalidades y en ese marco es muy importante la didácticas de las ciencias que asociada con la Historia y epistemología de las ciencias, sociología, metodología de la investigación, psicología cognitiva, neurociencia y áreas específicas del conocimiento propone la enseñanza por la investigación concebida desde el constructivismo y la resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias. Busca describir y analizar los problemas de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y desarrollar modelos que se conviertan en alternativas fundamentadas y para su logro se requiere plantear un conjunto de problemas y líneas de investigación relacionadas con la construcción de un modelo didáctico alternativo, los contenidos disciplinares, los métodos de enseñanza de las ciencias, articulación de las dimensiones epistemológicas, psicológicas y de interacción social (estudios de representaciones de los alumnos, aprendizaje por resolución de problemas, etc.) e investigaciones sobre la organización del aula en relación con propuestas innovadoras concretas.

**Palabras clave:** Línea de investigación, constructivismo, resolución de problemas, didáctica de las ciencias, Didactología.

## Abstract

This paper is the result of an educational research process with teacher researchers. This was carried out in Barrancabermeja, Santander, specifically in the field of teaching of science. This is a critical outlook at the role of education within a world of global emergency, the process of education of new competent citizens, and the role of educational research in this challenge. Students should learn deep knowledge that must be meaningful for mankind and valuable in the construction of social aspects. This may only be possible in a process of human being development. Thus, background knowledge is vital to comprehend theories and models that provide explanations about the nature of science, methods and objectives. Within this frame, didactics of science is highly important as it is associated with history, epistemology of science, sociology, research methodology, cognitive psychology, and neuroscience; with the aid of specific areas of knowledge, it is proposed that teaching of research should be based on constructivism and problem solving in science teaching. This aims to describe and analyze problems about science teaching and learning; besides, to conduct models that become key alternatives. To achieve this goals, it is required to establish a set of problems and research emphases related to the construction of an alternative didactic model, disciplinary contents, science teaching methods, articulation of epistemological dimensions, psychological dimensions, social interaction (studies about social representations of students, learning through problem solving, etc.) and research about classroom organization with regards to specific innovative proposals.

**Keywords:** Line of research, constructivism, problem solving, didactics of Sciences, didactología.

---

## Introducción

La enseñanza de las ciencias es un área en el que se han multiplicado los abordajes, ya que hay un acuerdo básico acerca de la necesidad de que cada ciudadano debe poseer una cultura científica que le permita, por un lado entender el mundo y la sociedad en el cual está inmerso y, a la vez, interactuar en ellos (Meinardi, 2015). La participación en la vida ciudadana requiere cada vez más del manejo de esta formación científica. Así, se hace evidente que mejorar los aprendizajes de los estudiantes es una necesidad impostergable si consideramos que el propósito fundamental es democratizar el acceso a esta área del conocimiento, lo que les permitirá mejorar su calidad de vida y su acción como ciudadanos (Macedo, katzkowitz y

Quintanilla, 2006). Es decir, coincide, con lo expresado por John Dewey, al principio del siglo XX, en el contexto de una nueva concepción de escuela, el propósito no es menor; se trata de formar un ciudadano para una nueva sociedad, una filosofía de la educación que pone en el centro de la enseñanza al estudiantado, a través de la acción. (Dewey, 1967)

En este sentido, el profesional de la docencia, para darle sentido a su praxis educativa, debe permanentemente preguntarse ¿Qué sentido tiene la investigación educacional hoy en día? ¿Cómo enfrentamos las decisiones metodológicas y epistemológicas? ¿Cómo cambia la Investigación educacional? ¿Cómo se

relaciona la investigación educacional con la sociedad y la cultura? ¿Cómo se relaciona la IE con los valores de una época? ¿Cómo influye la IE en el desarrollo profesional del docente? ¿De qué concepto de Investigación Educacional estoy hablando? ¿Qué contradicciones emergen de manera natural? ¿Cómo las enfrentamos? ¿Qué priorizamos? ¿Para qué finalidades? Cabría decir al respecto, que para valorar la estructura y finalidades de las diversas visiones, racionalidades, categorías y dimensiones inherentes a la investigación educacional, se hace necesario relevar la idea a 'investigaciones recurrentes a determinados objetos de conocimiento' o saberes eruditos que den cuenta entre otros aspectos de (i) una visión realista y pragmática de la Investigación Educacional, (ii) vinculada a la formación continua del profesorado en todos los niveles educativos (iii) conectada a 'interfaces' de producción de conocimiento científico (iv) que construye y valora el conocimiento profesional de los docentes y (v) que produce impacto y transformación en las prácticas pedagógicas cotidianas, derivadas del desarrollo del pensamiento científico. Permítanme detenerme un instante en este señalamiento. Asumimos que una fundamentación razonable acerca de la construcción del conocimiento científico puede darse en la confrontación sistemática con base en el error, la auto corrección y por aproximaciones sucesivas que parten de los sistemas de creencias de los sujetos individuales o de los sujetos colectivos que propician investigación en nuestro campo, en relación a paradigmas, métodos, instrumentos, sentidos y finalidades inherentes a la investigación educativa.

Así, la construcción del conocimiento desde la investigación rigurosamente fundamentada y vinculada al mundo real, se hace activa, racional, emocional y pragmática, pero además, situada cultural y lingüísticamente, contribuyendo a la formación científica, a la autonomía del investigador que se concibe como un pensador activo que construye significados personales y desarrolla su sistema de pensamiento a través de un ejercicio intelectual individual y social que le permite plantearse preguntas y explicaciones, discutir sus ideas, cometer errores y encontrar sus propias soluciones al problema en diferentes planos de análisis de la situación problematizadora que emerge desde la investigación (Quintanilla, 2006).

La didáctica de las ciencias naturales. ¿Qué significa esto? El conocimiento científico que aprenden los estudiantes (y que enseñan los docentes) debería ser, a lo largo de la vida, persistente y significativo, conectado a unos valores y finalidades profundamente humanas, lo que de acuerdo con teorías modernas y tendencias internacionales sobre modelos de formación en el área científica se lograría a través de un proceso de desarrollo del sujeto sistemático, continuo y permanente, donde las concepciones previas o alternativas, resultarían ser de carácter esencial para la comprensión de las teorías y modelos explicativos acerca de y sobre la naturaleza de la ciencia, su método y finalidades, según nos orienta la

investigación educacional avanzada en didáctica de las ciencias naturales.

En ese contexto se propone la línea de investigación llamada La didáctica en la enseñanza de las ciencias naturales y las tecnociencias que está asociada con la Historia y epistemología de las ciencias, sociología, Metodología de la investigación, psicología cognitiva, neurociencia y áreas específicas del conocimiento. La línea de investigación está enmarcada dentro de la Didactología, el modelo más cercano a esta propuesta es el de la enseñanza por la investigación que se concibe desde una postura constructivista en la elaboración del conocimiento y la aplicación de problemas para la enseñanza de las ciencias.

La didáctica de las ciencias, como disciplina académica emergente, es a menudo considerada en relación de dependencia con otros campos disciplinares, tales como las propias ciencias naturales, la pedagogía, o la psicología educativa (Adúriz-Bravo, 2003). A medida que el mundo evoluciona, aparecen nuevos retos que no pueden ser abordadas por una sola área del conocimiento y se requiere que numerosas ciencias hagan sus aportes (Yacer et al., 1982) y es allí donde aparece la Didactología o «la ciencia de enseñar ciencias», es decir el discursos racional y razonable de enseñar ciencia, que es una nueva disciplina emergente y un nuevo campo científico que tiene que ver con la planificación, la ejecución y la evaluación cuando se pondera y valora el proceso de la enseñanza.

La investigación didáctica es un campo interdisciplinar, donde trabajan profesionales de distintas disciplinas que aplican sus saberes especializados en el área de la educación científica. Estas visiones metateórica no son suficientes porque desconocen la naturaleza epistemológica del conocimiento didáctico. Los problemas de investigación de la didáctica estarán ligados inicialmente al aprendizaje de contenidos específicos de ciencias; a partir de aquí se evidencia una continua separación teórica entre los tradicionales modelos de tendencia más psicológica (esto es, más centrada en el aprendizaje) y los nuevos modelos didácticos. Viennot citada en Gil-Pérez (1994) reconoce que el empuje que recibió la línea de las concepciones alternativas puede deberse a la necesidad de mostrar desde la didáctica de las ciencias, resultados académicos rápidos y contundentes.

## La didáctica de las ciencias y la integración con otras ciencias

La didáctica de las ciencias caracterizada por la apertura interdisciplinar (Astolfi & Develay, 1989), genera un consenso acerca de que el constructivismo, en su versión didáctica, es la base teórica común para la mayor parte de los estudios del campo (Izquierdo, et al 1999; Moreira y Calvo, 1993) y generó un enrolamiento masivo de los investigadores y profesores, a menudo con un discurso superficial (Carretero & Limón, 1995). En las filas del constructivismo, se abrió

paso la discusión acerca de las posibilidades que tiene de convertirse en un modelo teórico sólido que sirva de guía, a modo de paradigma, a la didáctica de las ciencias.

La evolución general de la didáctica de las ciencias está marcada por grados crecientes de integración de sus llamados registros teóricos (epistemológico, psicológico y pedagógico; Martinand, 1987; Adúriz-Bravo, 2000). De ellos surge una genuina perspectiva didáctica independiente, cada vez menos deudora de las fuentes externas. Esta especificidad e independencia epistemológica es la que permite a la didáctica de las ciencias constituirse como comunidad académica y ser reconocida desde el exterior. Los referentes epistemológicos de la didáctica de las ciencias han ido tomando distancia de la visión heredada, instalándose primero en la llamada nueva filosofía de la ciencia (Kuhn, Lakatos, Toulmin, Chalmers), que aún hoy es muy citada, y se mueve en los últimos años, hacia las visiones más actuales (modelos cognitivos de ciencia; (Adúriz-Bravo, et al 2005).

Por lo tanto, las herramientas conceptuales de la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia ocupan un lugar central dentro de la didáctica y ofrecen una cantidad importante de líneas de investigación (Seroglou y Koumaras, 2001). De igual manera, las relaciones de la didáctica de las ciencias con la psicología del aprendizaje marcan sucesivas etapas de consolidación de la disciplina. Los modelos didácticos y los psicológicos son distinguibles entre sí por sus intereses teóricos y prácticos, y por la atención que prestan a los contenidos específicos. La atención al aprendizaje le permite a la didáctica de las ciencias interrelacionarse con los estudios de naturaleza cognitiva (neurociencia, inteligencia artificial, teoría de sistemas expertos).

En esas conexiones interdisciplinarias, entre la didáctica y otras disciplinas, esta ha consolidado sus fundamentos teóricos desde la epistemología, la historia de la ciencia y la psicología de la educación. Por lo que, mucha de la investigación didáctica actual se puede situar en el campo interdisciplinar llamado ciencia cognitiva, que recibe aportes de la neurociencia, la inteligencia artificial, la teoría de sistemas y la psicolingüística. La relación con otras disciplinas sociales (especialmente la lingüística, la sociología y la antropología), aunque es más tenue, va en rápido aumento en los últimos años (Sanmartí, 1995).

También se observa un acercamiento con la pedagogía y los estudios educativos en general, manteniendo con ellos una relación bidireccional. También existen relaciones con las otras didácticas específicas, especialmente con la didáctica de la matemática (Arsac, 1995) y de las ciencias sociales (Eder, 2001).

## De la investigación en la enseñanza de las ciencias

Tres grandes representaciones de tres paradigmas, orientan explícita o implícitamente gran parte de la investigación en la práctica educativa y los proyectos de renovación que desde los años 60 se han propuesto en la enseñanza de las ciencias, está casi exclusivamente centrada en los contenidos (Bybee, 1977). Por lo tanto, las revistas se vieron inundadas por artículos sobre la aplicación del Método Científico o sobre la «Enseñanza por Descubrimiento». Pero eran propuestas en las que se presentó una gran confusión, por las visiones simplistas, muy alejadas de la forma en que realmente se producen los conocimientos científicos (Rachelson 1977) y carentes de suficiente fundamentación teórica (Novak 1982). De hecho, las continuas referencias e invocaciones al «Método Científico» resultan demasiado ambiguas e imprecisas (Keislar y Shulman 1966) y se traducen en propuestas muy diferentes.

El objeto de estudio de la didáctica de las ciencias son los sistemas de enseñanza/ aprendizaje, en tanto que en ellos se aborden fenómenos materiales y naturales. No obstante, el carácter práctico de esta disciplina hace que su finalidad no se limite a la descripción y explicación de dichos sistemas, sino que abarque también aspectos relacionados con la valoración y transformación de los mismos atendiendo a criterios de calidad y de coherencia con los objetivos generales de la educación (Astolfi, 1994).

Por tanto, la finalidad de la didáctica de las ciencias busca también, describir y analizar los problemas más significativos de la enseñanza aprendizaje de las ciencias y elaborar y experimentar modelos que ofrezcan alternativas prácticas fundamentadas y coherentes. Para lograrlo se requiere plantear un conjunto de problemas prioritarios y líneas de investigación.

Linn (1987) propone las siguientes problemáticas básicas para el avance de la didáctica de las ciencias: identificar nuevas metas en la enseñanza de las ciencias; desarrollar y refinar nuestro conocimiento sobre la enseñanza y la instrucción actuales; desarrollar y poner a prueba currículos experimentales alternativos; evaluar la efectividad de estas innovaciones; Proponer y evaluar nuevas metodologías para estimar los aprendizajes de los estudiantes y diseñar y evaluar nuevos modelos de formación del profesorado para la enseñanza de las ciencias.

Astolfi y Develay (1989) en concordancia con Host (1978) y Tiberghien (1985), establecen cuatro áreas fundamentales: investigaciones en torno a la construcción y evaluación de un modelo didáctico alternativo; investigaciones sobre los contenidos disciplinares, derivando en investigaciones curriculares; investigaciones sobre los métodos de enseñanza de las ciencias, articulando las dimensiones epistemológicas, psicológicas y de interacción social (estudios de

representaciones de los alumnos, aprendizaje por resolución de problemas, etc.) e investigaciones sobre la organización del aula en relación con propuestas innovadoras concretas.

Cañal (1990), plantea tres cuestiones básicas para incidir en la mejora de la enseñanza de las ciencias: el adelanto de un cuerpo teórico coherente y funcional; la generación de propuestas y materiales curriculares para los diversos niveles, disciplinas, tópicos, centros de interés, etc., como recurso necesario para la concreción por los profesores de diseños curriculares más contextualizados y la evaluación de estas propuestas curriculares, perfeccionándolas, y atendiendo especialmente a la mejora de la labor profesional del docente implicado en las mismas.

Furió y Gil (1989), proponen unas líneas relacionadas entre la didáctica de las ciencias y la formación del profesorado, tenemos: profundizar en los estudios sobre la construcción y el aprendizaje de conceptos, especialmente el papel de las concepciones previas de los alumnos en el proceso de aprendizaje; iniciar estudios sobre las preconcepciones científicas y didácticas del profesorado y su papel en la formación inicial y permanente; promover la familiarización de los alumnos con las características del trabajo científico; considerar la resolución de problemas como punto de partida para la construcción de conocimiento científico en la escuela; investigar la actitud hacia la ciencia y su aprendizaje, incluyendo el estudio de las diferencias de actitud entre alumnos y alumnas, y sus causas; potenciar las relaciones entre enseñanza de las ciencias y medio, incluyendo los planteamientos ciencia-técnica-sociedad; analizar el clima del aula de ciencias, las formas de trabajo de los alumnos y los roles del profesor; considerar la evaluación como instrumento esencial de seguimiento del proceso de aprendizaje y de la mejora de la enseñanza; establecer criterios para el establecimiento de un currículo de ciencias alternativo y analizar los diferentes modelos vigentes de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y su fundamentación.

Porlán (1998) considera que las líneas deben estar relacionadas con las deficiencias de la enseñanza habitual de las ciencias y propone: la conversión de los contenidos de las disciplinas científicas en contenidos curriculares, sin que medie ningún tipo de reflexión acerca de la naturaleza epistemológica del conocimiento que se pretende promover en la escuela; implicar y favorecer una visión fragmentaria, acumulativa y absoluta de la ciencia y de los contenidos escolares; los aspectos éticos, actitudinales y procedimentales de la educación, sin tomar en consideración las aportaciones que la ciencia puede hacer en estos campos; considerar a los alumnos receptores pasivos de información, como si no tuvieran experiencias y significados espontáneos sobre los fenómenos naturales; separar los contenidos de la metodología didáctica y de la evaluación, como si entre los procesos de producción y regulación de significados y los significados mismos no hubiera relaciones de

interdependencia entre la dimensión social y colectiva del aprendizaje.

Por tanto, el futuro de la didáctica de las ciencias ha de organizarse, en torno a cuatro problemas interrelacionados que se convierten en cuatro categorías, según, Porlán (1998):

Profundizar en los fines y fundamentos de un modelo alternativo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Desde nuestro punto de vista, el constructivismo no resuelve todos los problemas de la enseñanza por transmisión de contenidos elaborados. La confluencia en la escuela de epistemologías y culturas diferentes (la científica, la cotidiana, la escolar, la profesional, etc.) y la pretensión de la educación obligatoria de favorecer el avance armónico de los alumnos, y no su especialización disciplinar, plantean un conjunto de dilemas que desbordan los límites estrictos del constructivismo. En este sentido, la teoría sistémica, la teoría de la complejidad, la teoría evolucionista y la teoría crítica son, entre otras, aportaciones relevantes.

Proponer una nueva teoría del conocimiento escolar y de las estrategias que favorecen su construcción. Esta teoría ha de integrar los resultados de los estudios sobre las concepciones y obstáculos de los alumnos, sobre el análisis didáctico de la historia y epistemología de las ciencias y sobre las implicaciones educativas de las relaciones entre ciencia, técnica y problemática socioambiental. Así mismo, ha de establecer hipótesis coherentes sobre la organización y evolución de dicho conocimiento, así como sobre las pautas metodológicas y evaluativas que lo facilitan.

Elaborar una nueva teoría del conocimiento profesional y de las estrategias que favorecen su construcción. De la misma manera que en el punto anterior, dicha teoría ha de integrar los resultados de los estudios sobre concepciones y obstáculos de los profesores, sobre el análisis didáctico de las fuentes disciplinares y sobre los problemas prácticos de los profesores. Así mismo, ha de establecer hipótesis coherentes sobre la posible organización y evolución de dicho conocimiento, así como sobre las estrategias metodológicas y evaluativas que lo facilitan.

Diseñar y experimentar propuestas de formación del profesorado que, tomando como referencia los avances en los puntos anteriores, tengan como orientación fundamental promover y apoyar, a su vez, la experimentación de hipótesis curriculares superadoras de los problemas que plantea el modelo tradicional de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Los resultados de este proceso de experimentaciones encadenadas deben traducirse progresivamente en materiales formativos y curriculares que favorezcan el contraste práctico profesional de formadores y profesores, y la progresiva ampliación del campo de influencia de los modelos alternativos.

Finalmente, los didactólogos de la enseñanza de las ciencias coinciden en preguntas que se convierten en

los hilos conductores de las líneas de investigación, ¿Cómo enseñar ciencias de tal manera, que los alumnos aprendan significativamente? ¿Cómo se evalúa y se debe evaluar? ¿Cómo utilizar adecuadamente las didácticas? ¿Cómo afecta el contexto el aprendizaje de los alumnos? ¿Que enseñar? ¿Para qué enseñar? ¿Qué contenidos enseñar? ¿Cómo se aprende? ¿Qué ideas se construyen espontáneamente? ¿Qué factores influyen en el aprendizaje? ¿Cómo se superan? ¿Cómo enseñar? ¿Cómo seleccionar y secuenciar? ¿Cómo gestionar el aula y atender la diversidad?

## Didáctica de las ciencias una nueva cultura docente aportes a una ciudadanía en emergencia planetaria

Desde hace algunos años se viene debatiendo el papel de la educación científica y tecnológica en los primeros grados escolaridad antes de formación profesional. Para un número creciente de expertos y responsables institucionales, esta educación, además de contribuir a la formación de futuros científicos y científicas, debería formar parte de una cultura general de la ciudadanía<sup>2</sup>.

*“Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico (...) Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad, (...) a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a las aplicaciones de los nuevos conocimientos” (Declaración de Budapest, 1999).*

Lo anterior estaría también señalándonos con auténtica evidencia, que los procesos de investigación y formación en las nuevas cohortes de investigadores como parte de una nueva cultura docente para y durante la vida profesional y de inserción en la comunidad científica, son más complejos de lo que se les considera en las conclusiones que se derivan de las investigaciones más 'validadas o legitimadas' por las comunidades científicas o tanto más por las 'autoridades políticas' para la toma de decisiones.

Es decir, hay una 'concepción naturalizada, nos parece (podemos equivocarnos) de lo que es un 'investigador individual y una comunidad de investigación' ¿De qué sujeto docente-investigador estoy hablando? Entre otros atributos de un sujeto reflexivo, crítico, que es actor y autor de lo que investiga y aprende; que es protagonista y gestor de conocimiento educativo; de alguien que construye sentidos y valora el conocimiento; que está libre de exclusiones y discriminaciones de toda índole (etnia, religión, creencias,

género, orientación sexual, raza). Así mismo, cuando hablo de 'nueva cultura docente' doy por entendido la necesidad de comprender la complejidad del mundo, de aprender a valorar el conocimiento científico con unas finalidades profundamente humanas, que se hace parte de la investigación en cualquier nivel educativo (formal, no formal, e informal), en cualquier contexto (social, académico, cultural) ; de que lo que investigamos “cambia sistemáticamente”, es decir, el contenido científico de la investigación ha de ser visto como un problema en sí mismo, que opera con el desarrollo del pensamiento y la valoración legítima del otro en el propio proceso de la investigación.. Por último una nueva cultura docente en investigación educativa apela a la alfabetización y democratización del conocimiento, en definitiva de pensar en equidad y calidad para todos y todas quienes se benefician de los productos y procesos de la investigación educativa desde una perspectiva de intervención, transformación y liberación.

En qué pensamos cuando nos referimos a cultura ciudadana, seguramente emerge una amalgama de representaciones, que a la larga estarán enmarcadas en cada imaginario individual o social. Definir el concepto de cultura ciudadana de manera disyuntiva perdería su esencia vital ya que su existencia está enmarcada en la relación del sujeto cognoscente (ser humano) y su relación con la supervivencia de Él y del planeta. Fomentar la cultura ciudadana desde el hogar y ampliar el escenario en un contexto social amplio es darle una aplicación política en la vida pública, promoviendo debates académicos, estimulando el desarrollo económico y social del desarrollo de las comunidades.

En la democracia la cultura ciudadana contribuye a fortalecerla, haciendo posible en gran medida las utopías y la gobernabilidad. Estimula el derecho a elegir y ser elegido mediante el voto. En las pseudo-democracias se vota por el menos malo; en las democracias auténticas se elige por medio del voto al mejor. La cultura ciudadana es parte de la pedagogía de la estructura familiar y de la política. En esencia la cultura ciudadana concretiza y da vida social y política al individuo, lo articula de la mejor manera con la urbe, haciéndolo responsable de su conducta al vincularlo de manera orgánica con la institucionalidad.

Al fomentarse la cultura ciudadana se crea sensibilidad y conciencia política, contribuye la formación de hombres y mujeres con criterios a decidir y conducir su destino de personas. La cultura ciudadana es facilitadora de responsabilidades y de respeto por los demás; derechos y deberes en el franco ejercicio de ciudadanía.

La cultura, el agregado humano que aporta a la naturaleza lo que ella por sí misma, no da a la vida

2. La ciudadanía se inicia en el hogar y se amplía en el aula de clase. El manejo de la basura y los cuerpos de aguas son prácticas de familias que sabe educar a sus hijos a formarlos como personitas, aquí ese proceso de enseñanza aprendiza no pasa por el filtro de la política, pero se potencializa desde allí y en el fortalecimiento de la escuela. La cultura de un pueblo puede valorarse por el manejo de la basura

regalona. La cultura ciudadana es un valioso aporte para convertirnos de manera simbólica a manera de vida regalona. El arte y la cultura aunada a la educación científica y humanística están en condición de producir cambios sociales en la conducta de las personas. La relación entre el individuo y la comunidad nos conduce a un escenario más amplio, vasto como es la naturaleza y en ese orden cósmico, la dimensión planetaria del ser humano. Es de suponer el cuidado del Medio Ambiente, para garantizar la vida ya no del individuo, sino de las diferentes especies y sus respectivos ecosistemas.

La cultura ciudadana como viva expresión legítima que se construye entre todos y todas, práctica urbana de convivencia sana y armónica, fundada en el respeto por el otro, por las diferencias de pensar y poner en evidencia, que si es posible lo uno en lo múltiple, espacios y tiempos para crecer con valores y principios en el contexto urbano.

Para relacionar y darle sentido y significado al concepto polisémico y complejo de cultura ciudadana, se hace necesario preguntarnos desde las didácticas de la ciencias para una alfabetización en ciencia/ tecnología /sociedad/ambiente, en una cultura de pensamiento científico en ciudadanía: ¿Qué entendemos por cultura ciudadana?, ¿Ciudadanía para que y Para quienes? ¿Es la cultura ciudadana más allá de la urbanidad de Carreño?, ¿Es más que la identidad folk, pero que hay que tener en cuenta? ¿Es la cultura ciudadana una manera de pensar actuar, comunicar de los seres humanos para afrontar los retos de un mundo complejo en riesgo e incertidumbre de la aldea planetaria?, ¿Tiene la cultura científica una posición de primacía sobre la cultura ciudadana? ¿Cuánto necesita saber un ciudadano para poder tomar posición frente a las Consecuencias del avance científico- tecnológico? ¿Cuáles son las interconexiones entre los diferentes problemas mundiales, y cómo se relacionan esto con la cultura ciudadana? ¿Debe ser aborda la educación en cultura ciudadana desde los diferentes saberes del conocimiento de lo disciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar, para comprender sus complejidad?, ¿Desde qué supuestos epistemológico, ontológico, axiológicos, cognitivos, pedagógicos y Didáctico se estructuraría una educación en cultura ciudadana para una diversidad planetaria? ¿Cuáles son los aportes de las ciencias y la tecnología para contribuir a la relación entre cultura ciudadana, la salud pública, la producción agrícola, la degradación del medio ambiente, la pobreza, discriminación de género?, ¿Cuánto debe saber el ciudadano para poder tomar posición en la toma de decisiones fundamentadas y de ejercer plenamente la ciudadanía? ¿Cómo es posible, a través de la educación científica y transdisciplinar formar a los estudiantes en un marco de valores que los habilite a ser mejores ciudadanos y ciudadanas, para que encaren esas problemáticas desde los diferentes lugares donde les tocará actuar en el futuro?

A la mayoría de nosotros nos han enseñado, que este planeta es fiable y previsible, que a la biosfera se le

considera como espectadora, y no se le permitía entrar en el juego. Se nos decía a nosotros, y a toda vida, que éramos increíblemente afortunados por estar en un planeta en donde todo es, y siempre ha sido, tan cómodo y adecuado para la vida.

Pero somos, en palabras Packer, (2014), *productos tanto de la evolución natural como de la historia*. Como productos de evolución somos seres materiales, un tipo de criatura biológica entre otras muchas, participante de un complejo sistema ecológico planetario. La creencia existente de que, de alguna manera, no somos únicamente diferente sino mejores que otros animales, han sido cómplice de una actitud hacia nuestro planeta como de un mero repositorio vasto de materia prima, de recursos que podemos explotar con fines de lucro. Estamos siendo testigo de las terribles consecuencias de esta actitud y agotando los límites de dicho estilo de vida de desarrollo. Un cambio de actitud requerirá de un cambio de comprensión de nuestro lugar en la naturaleza y de nuestras responsabilidades como admiradores del planeta; un papel que nos hemos impuesto como consecuencias del esfuerzo por satisfacer nuestro deseo de poder sobre la naturaleza.

El impacto de la ciencia y la tecnología en nuestras vidas ha sido de tal magnitud que, de alguna manera, nos ha encontrado sumidos en un asombro casi acrítico. Sin embargo, la mayor parte de los beneficios de la ciencia y de la tecnología están desigualmente distribuidos; esto se traduce en inequidad e injusticia entre países y dentro de ellos se conoce la existencia y permanencia de grupos excluidos del conocimiento científico y del uso de sus beneficios, exclusión por pertenencia a etnias, sexo, grupos sociales o geográficos. Creemos que la ciencia y la tecnología deben responder, no sólo a las necesidades de la sociedad para posibilitar la mejora de las condiciones de vida de la mayoría de la población que vive en situaciones de pobreza extrema, sino que, además, los avances científicos deben ser bien utilizados por los ciudadanos y ciudadanas y para que esto sea posible deben conocerlos. En ese sentido la educación científica ocupa un lugar clave para mejorar la calidad de la vida y de la participación ciudadana.

Los ciudadanos del siglo XXI, integrantes de la denominada “sociedad del conocimiento”, tienen el derecho y el deber de poseer una formación científica que les permita actuar como ciudadanos autónomos, críticos y responsables. Para ello, es necesario poner al alcance de todos los ciudadanos esa cultura científica imprescindible y buscar elementos comunes de un saber compartido. El reto para una sociedad democrática es que la ciudadanía maneje conocimientos suficientes para tomar decisiones reflexivas y fundamentadas sobre temas científico-técnicos de incuestionable trascendencia social y poder participar democráticamente en la sociedad para avanzar hacia un futuro sostenible para la humanidad (*Ciencias para el mundo contemporáneo*, 2008:36). Aquí la cultura ciudadana exige pensar y asumir valores propios de un

colectivo social más amplio que la comunidad científica. Esto implica escuchar a la sociedad, como parte de ella, y tomar decisiones que tengan en cuenta los contextos locales concretos.

Los cambios tecnológicos y sociales que hemos vivido en los últimos decenios están obligando a replantear numerosos aspectos del sistema educativo. ¿Qué deberían aprender los estudiantes? ¿Conocimientos que les ayuden a convertirse en ciudadanos alfabetizados, responsables y críticos, o en trabajadores competentes según las necesidades del mercado laboral actual? ¿Cómo podemos mejorar el interés, la motivación y la comprensión de los alumnos? Y ¿cuál es nuestra función en la formación de estos ciudadanos?. Realmente como educadores nos enfrentamos a un gran compromiso, porque no sólo basta con transmitirles a los estudiantes las herramientas necesarias que los ayuden a ser ciudadanos críticos y responsables, “al poner en juego sus conocimientos, habilidades, actitudes y valores para el logro de propósitos en contextos y situaciones diversas –competencias para la vida”.

Para Daza, Arrieta y Muñoz (2014), la cultura ciudadanía articula a la sociedad de hombres y mujeres en capacidad de pensar, actuar y decidir sobre un mejor proyecto de vida para todos, esto supone desde luego, una comprensión de la ciencia desde el universo complejo de la diversidad, lo que amerita hacer lecturas de la realidad en sus distintas esferas inter y transdisciplinar en la imperiosa necesidad de comunicar y comunicarnos con base en principios y valores humanos. La ciudadanía no es una categoría privativa de la política; sin embargo, es un instrumento y herramienta de gran estimación en la concreción de valores democráticos por una convivencia sana y armónica garante del respeto de las demás personas y dentro de las cualidades y actitudes de los ciudadanos se espera que ejerzan su responsabilidad en las elecciones personales que afecten a su salud y al medio ambiente<sup>3</sup>. (Kymlicka, 2003).

Por consiguiente por todo lo expuesto anteriormente necesitamos generar, propuestas curriculares que favorezcan el desarrollo de personas que, desde un modelo de apropiación crítica valore el conocimiento científico y transdisciplinar, en una dimensión globalizadora, es decir, estudiantes que se motiven a una permanente búsqueda de la verdad y la autenticidad; que sean capaces de valorar su autoestima y desarrollar la autonomía y compromiso responsable frente a la tarea de aprender para ser ciudadanos conscientes de los problemas coyunturales de su época; tolerantes de la diversidad religiosa y étnica, cultural, de la educación para el consumo y el desarrollo sostenible, la educación para la democracia, la educación para la paz, los derechos humanos y la sexualidad responsable; un ciudadano que integre los saberes de manera

creativa y visionaria., alternando el contenido con una forma de modelizar el mundo, interpretarlo y con ello contribuir a cambiarlo (Quintanilla, 2009).

Prestar atención a formas de vida humanas, a detalles sutiles en la manera de hablar y las acciones de las personas, a cuerpos humanos en entornos materiales, nos puede abrir los ojos a aspectos no vistos de la vida humana y sus aprendizajes, a características no exploradas de las relaciones entre humanos y el mundo en que vivimos, ya a manera insospechadas acerca de cómo podemos mejorar nuestra vida en este planeta.

Lo educativo deberá desarrollar una actitud comprensiva de los problemas globales utilizando la ciencia y sus didácticas, como un referente de conocimiento en el cual los conceptos y sus modelos se articulan con lo ético y lo estético (lo bello de aprender) facilitando así, nuevos lenguajes para aprender a pensar el mundo y sus conflictos, un ciudadano que desarrolle el gusto por el pensamiento científico, reflexionando su propia experiencia de contribuir a las transformaciones de una sociedad injusta, en fin, recrear la ciencia y la tecnología entendiéndola como una estrategia propicia para la convivencia, la participación y la educación valórica.

Necesitamos mucho más que la afirmación arrogante de la verdad absoluta. En un mundo de continuos cambios, en riesgo e incertidumbre y en emergencia planetaria, debemos preparar a los jóvenes para resolver problemas para los cuales no hay respuesta en este artículo. Otros están bregando por enseñar a sus estudiantes que pensar....Nuestro deber es enseñarles a pensar desde los aportes de la didáctica de las ciencias mejorar la calidad del pensamiento y con ello, propiciar una actitud ciudadana de compromiso con las demandas que propicie intervención racional y razonable en un mundo en emergencia planetaria.

## Referencias

- Adúriz-Bravo, A., Gómez, A., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2005). La mediación analógica en la ciencia escolar: La propuesta de 'función modelo teórico'. Enseñanza de las Ciencias, número extra VII Congreso. En línea: [ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/material/Simposios/04\\_Generar\\_resolver\\_sit/Aduriz\\_740.pdf](http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/material/Simposios/04_Generar_resolver_sit/Aduriz_740.pdf)
- Adúriz Bravo, Agustín, Et al. (2003). El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia. En Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 2, Nº 3.
- Adúriz-Bravo, A. (2000). Consideraciones acerca del estatuto epistemológico de la didáctica específica de las ciencias naturales. Revista del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación, 9(17), 49-52.
- Arsac, G. (1995). La didactique des mathématiques est-elle spécifique de la discipline? Recherches en Didactique des Mathématiques, 15(2), 7-8.
- Astolfi, J.P. (1994). Didáctica plural de las ciencias. Análisis contrastado de algunas publicaciones de investigación: Investigación en la Escuela, 24, pp. 7-23.
- Astolfi, J. P. y Develay, M. (1989). La didactique des sciences. París: PUF.

3. Los últimos proyectos curriculares han coincidido en que hay que educar en ciencias para el ejercicio de una vida responsable ante el medio ambiente, para el ejercicio de una vida pública informada y responsable para la sociedad, y para el ejercicio de una conducta responsable con uno mismo y los demás seres humano.

- Bybee R.W. 1977. "The New Transformation of Science Education" (Sci Educ 61 pp 85-97).
- Cañal, P. (1990). La enseñanza en el campo conceptual de la nutrición de las plantas verdes: Un estudio didáctico en la educación básica. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.
- Carretero, M., & Limón, M. (1995). The theoretical basis of constructivism and its implications for instructional design. In *Ponencia presentada en la VEARLI Conference*.
- Eder, M. L. (2001). Las prácticas de la enseñanza en la universidad: Las ciencias naturales y la construcción del conocimiento. Enseñanza de las Ciencias, número extra VI Congreso, 329-330.
- Daza, S., Arrieta, J y Muñoz, E. (2014). ¿Qué sentido tiene la naturaleza de la ciencia y la historia de la ciencia en la formación ciudadana y valórica de un ser planetario?. En historia y filosofía de la ciencia aportes para una "nueva aula de ciencias", promotora de ciudadanía y valores. Quintanilla M, Daza S y Cabrera H. Editorial Bellaterra Ltda. Santiago de Chile. p 132-154.
- Declaración de Budapest (1999). Marco general de acción de la declaración de Budapest, <http://www.oei.org.co/cts/budapest.dec.htm>.
- Dewey, J. (1967). Experiencia y Educación. Buenos Aires: Losada.
- Furió, C. y Gil, D. (1989). La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: Una orientación y un programa teóricamente fundamentados. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), pp. 257-265.
- Fletcher, W.J., Science teaching: Are we nurturing scientist or conformists? *New Zealand Science Teacher*, 21, 46-54 (1979).
- Gil-Pérez, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: Realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 154-164.
- Host, V. (1978). Place des procédures d'apprentissages "spontanées" dans la formation scientifique. *Revue de Pédagogie*, 45, pp. 103-110. (Trad. cast. El lugar de los procedimientos de aprendizaje "espontáneo" en la formación científica. *Infancia y Aprendizaje*, 19-20, pp. 3-20, 1982).
- Izquierdo i Aymerich, M., Espinet Blanch, M., & Sanmartí, N. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de Ciencias Experimentales. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 17, pp. 045-59).
- Keislar, E.R. y Shulman, L.S. (1966). *Learning by Discovery: a critical Appraisal* (Chicago. Rand McNally).
- Linn, M.C. (1987). Establishing a research base for science education: challenges, trends and recommendations. *Journal of research in science teaching*, 24 (3), pp. 191-216.
- Macedo, B.; Katzkowicz, R. y Quintanilla, M. (2006). La educación de los derechos humanos desde una visión naturalizada de la ciencia y su enseñanza: aportes para la formación ciudadana En: Katzkowicz, R. y Salgado, C. (Comp.). Proyecto: Con Ciencias para la sostenibilidad. "Construyendo ciudadanía a través de la educación científica".
- Martinand, J. L. (1987). Quelques remarques sur les didactiques des disciplines. *Les Sciences de l'Éducation*, 1-2, 23-36.
- Meinardi, E y Sztrajman, J. (2015). La pedagogía por proyectos a la estrategia de proyectos: continuidad y cambio. En: La enseñanza de las ciencias naturales basada en proyectos. Que es un proyecto y como trabajarlo en el aula. (Comp.). Gómez, A y Quintanilla, M. Editorial Bellaterra Ltda. Santiago de Chile. p 13-32.
- Moreira, M. A. y Calvo, A. (1993). Constructivismo: Significados, concepciones erróneas y una propuesta. *Memorias de la VIII Reunión de Educación en Física*, 237-248.
- Novak, J.U. (1982). *Teoría y Práctica de la Educación*. (Alianza Universidad).
- Packer, M (2014). La ciencia de la investigación cualitativa. Ediciones Uniandes. Colombia. p 488.
- Porlán Ariza, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 16, pp. 175-185).
- Quintanilla, M. (2006). Identificación, caracterización y evaluación de competencias de pensamiento científico desde una visión naturalizada de la ciencia. En: Quintanilla, M y Adúriz-Bravo, A. (Ed.), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y desafíos* (pp.18-42). Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile. 18-42.
- Quintanilla, M. (2009). Historia de la ciencia, ciudadanía y valores: claves de una orientación realista pragmática de la enseñanza de las ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45).
- Rachelson, S. 1977. "A Question of Balance: A Wholistic View of Scientific Inquiry" (Sci. Educ. 61 pp. 109-17).
- Sanmartí, N. (2002). Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. Editorial síntesis, S.A. Madrid, España. p 382.
- Seroglou, F. y Koumaras, P. (2001). The contribution of the history of physics in physics education: A review. En F. Bevilacqua, E. Giannetto y M. Matthews (Eds.), *Science education and culture. The contribution of history and philosophy of science* (pp. 327-346). Dordrecht: Kluwer.
- Tiberghien, A. (1985). Quelques éléments sur l'évolution de la recherche en didactique de la physique. *Revue Française de Pédagogie*, 72, pp. 71-86.
- Yacer, R. E. Bybee, B., Gallager, J. J., Renner, J. W., (1982): "An Analysis of the Current Crisis in the Discipline of Science Education". *Journal of Research in Science Teaching*, 19(5), 377-395.