

Catalizar la Alfabetización Científica. Una vía desde la articulación entre Enseñanza por Investigación y Argumentación Científica

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Yadrán Gómez-Martínez¹, Anna Maria Pessoa de Carvalho¹
Lúcia Helena Sasseron¹

¹Laboratorio de Pesquisa y Enseñanza de la Física –LaPEF, Facultad de Educación, Universidad de São Paulo, Av. Universidad, 308 – Butantã, CEP 05508-040, São Paulo, Brasil.

E-mail: ydrangomez@usp.br

(Recibido el 29 de mayo de 2015; aceptado el 31 de agosto de 2015)

Resumen

En este trabajo, explicitamos una reflexión sobre la Alfabetización Científica, y cómo ésta puede ser catalizada en el aula, a partir de la articulación intencionada de la Enseñanza por Investigación y la Argumentación Científica. Múltiples son los discursos políticos, científicos y educacionales, que hacen relevante a la ciencia como un saber estratégico para el desarrollo social, cultural y económico de los países. No obstante, la educación científica, aún tiene varios desafíos en diversos planos de acción. Nuestra reflexión, es basada en las evidencias obtenidas de las pesquisas y discusiones de nuestro laboratorio de investigación, y en nuestras expectativas para una reconfiguración de la educación científica que vaya más allá del aula. Defendemos la imperante necesidad de diálogo y “simbiosis” didáctica entre las directrices teóricas y metodológicas de las líneas socializadas, las que a nuestro juicio, potencializan favorablemente un proceso de Alfabetización Científica de calidad para todas y todos en un espacio formal de aprendizaje.

Palabras clave: Enseñanza por Investigación, Argumentación Científica, Alfabetización Científica, Educación en Ciencias, Articulación Didáctica.

Abstract

In this paper, offer reflection on Scientific Literacy, and how it can be catalyzed in classrooms, by means of an intentional articulation between Teaching by Inquiry and Scientific Argumentation. Many pal, scientific as well as educational discourses point out the relevance of science as a strategic knowledge for the social, cultural and economic development of countries. However, science education still has several challenges at various levels of action. Our reflection is based on evidence from research and discussions in our laboratory, and our expectations for a reconfiguration of science education that goes beyond the classroom. We defend the urgent need for dialogue and didactic "symbiosis" between the theoretical and methodological guidelines of the socialized lines, which in our view favorably potentiate a process of quality Scientific Literacy for all in a formal learning space.

Keywords: Teaching by Inquiry, Scientific Argumentation, Scientific Literacy, Science Education, Didactic Articulation.

I. INTRODUCCIÓN

Situándonos en el escenario internacional actual, en los últimos 50 años, han sido diversos los documentos oficiales y discursos científicos, gubernamentales y educacionales, que han hecho alusión a la importancia de la ciencia, como un saber estratégico para la formación de una ciudadanía científicamente culta, o en palabras desde la educación científica, para una sociedad con sujetos alfabetizados en ciencias.

De esta manera, no es de sorprendernos que, en el marco de la producción y transferencia de conocimiento científico en la educación en ciencias, aun cuando en la comunidad predomina el disenso por sobre el consenso en su definición y alcance, son varios(as) los(as) investigadores(as) que hacen referencia a la importancia de la Alfabetización Científica (desde ahora, A.C), como un objetivo o

parámetro de la educación científica (Bybee, 1995; Fourez, 1997; Vilches y Furió, 1999; Cajas, 2001; Auler y Delizoicov, 2001; Acevedo y otros, 2003; Cañal, 2004; Cachapuz y otros, 2005; Gil-Pérez y Vilches, 2006; Lemke, 2006; Sasseron y Carvalho, 2008; Kelly, 2011; Gómez-Martínez y otros, 2014).

No obstante, si bien se ha avanzado en varios planos de acción en relación a la A.C, aún existen varias interrogantes controversiales al respecto, de las cuales podemos destacar; ¿Qué cuenta por A.C para los(s) científicos(as), profesores(as), investigadores(as), gobiernos, estudiantes y el resto de la sociedad? ¿Quién(es) determina(n) el conjunto de saberes y habilidades “adecuados” para estar alfabetizado científicamente? ¿Cuáles son las contribuciones de la A.C para una persona, un colectivo, una región, un país, y el mundo? ¿Los(as) científicos(as) y profesores(as) de ciencias, hasta qué punto están alfabetizados? ¿Qué implica ser un sujeto alfabetizado en ciencias en una sociedad caracterizada por las constantes y aceleradas transformaciones? ¿Hasta qué punto una A.C en la ciudadanía puede garantizar participación activa en problemáticas asociadas a la ciencia, como por ejemplo, los asociados a sostenibilidad y sustentabilidad planetaria? ¿La A.C sólo es responsabilidad de la educación formal en ciencias? y si esta A.C es una necesidad imperante ¿Cómo favorecerla y/o fortalecerla desde las evidencias generadas en el área?

Si bien las cuestiones anteriores son claves para el debate en la sociedad actual, en esta ocasión, por motivos académicos, socio-políticos y temporales, sólo habrá una focalización en la última pregunta indicada; ¿Cómo se podría catalizar la A.C en un espacio formal de educación en ciencias?

Aunque es solamente una pregunta, no significa que sea de fácil respuesta. De hecho, para nosotros, la pregunta es totalmente polémica, porque si bien las investigaciones en el conjunto de sub-áreas de Enseñanza de las Ciencias han aumentado progresivamente en los últimos años, parece no existir una correlación directa con el alcance del mejoramiento de las políticas públicas e institucionales, y las prácticas docentes en los diversos niveles educativos.

Sin embargo, en el presente, se tendrá una mirada propositiva al respecto, y para “responder” a la cuestión planteada, se utilizarán algunos referenciales teóricos estratégicos que han guiado las investigaciones, reflexiones y propuestas en nuestro Laboratorio de Pesquisa y Enseñanza de la Física – LaPEF de la Universidad de São Paulo.

De esta manera, en los siguientes apartados, se hará un abordaje teórico que permita identificar cómo la Argumentación Científica y la Enseñanza por Investigación se podrían tornar elementos claves para la promoción y/o fortalecimiento de la Alfabetización Científica, desde un mirar crítico y humano que trascienda el dominio conceptual y cognitivo.

II. ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA: UNA DELIMITACIÓN NECESARIA

Como ya se mencionó, son diversos los(as) investigadores(as) que – de alguna manera- hacen alusión a la A.C como un objetivo o parámetro de la Educación Científica. Asimismo, se ha mencionado que la A.C, si bien es citada – permanentemente - en los discursos y estudios, carece de un consenso en la comunidad científica sobre su definición y alcance.

En este contexto, para evitar visiones ingenuas o distorsionadas conceptualmente, usaremos la delimitación de Sasseron y Carvalho (2008), quienes a partir de una revisión y análisis bibliográfico de diversas investigaciones iberoamericanas, francesas e inglesas sobre A.C, consiguieron agrupar los aspectos más significativos y de mayor frecuencia, en tres bloques denominados “Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica” (en español, Ejes Estructurantes de la Alfabetización Científica), los que según el entendimiento de ellas, deberían ser considerados en el momento de planificación, elaboración e implementación de propuestas didácticas que procuren la promoción de la A.C.

El primero de los ejes estructurantes, se refiere a la **comprensión básica de términos, conocimientos y conceptos científicos fundamentales**, que según las autoras mencionadas:

[...] concierne a la posibilidad de trabajar con los alumnos la construcción de conocimientos científicos necesarios, para que ellos puedan aplicarlos en situaciones diversas y de modo apropiado en el día a día. Su importancia reside en la necesidad exigida en nuestra sociedad de comprender conceptos clave, como una forma de poder entender incluso pequeñas informaciones y situaciones del día a día (Sasseron y Carvalho, 2011, p.75, traducción nuestra).

El segundo de los ejes estructurantes, corresponde a la **comprensión de la naturaleza de las ciencias y de los factores éticos y políticos que circundan su práctica**, la que alude a:

[...] la idea de ciencia como un cuerpo de conocimientos en constante transformación, por medio de procesos de adquisición y análisis de datos, síntesis y decodificación de resultados que originan los saberes [...] este eje, ofrece subsidios para que las características humanas y sociales inherentes a las investigaciones científicas, sean colocadas en pauta (Sasseron y Carvalho, 2011, p.75, traducción nuestra).

El tercer y último eje estructurante de A.C, corresponde a la **comprensión de las relaciones existentes entre ciencia, sociedad y medio ambiente**, el cual:

[...] trata de la identificación de la interrelación entre éstas esferas, y por lo tanto, de la consideración de que la solución inmediata para un problema en una de éstas áreas puede representar, más tarde, la aparición de otro problema asociado. Así, este eje, denota la necesidad de comprenderse las aplicaciones de los saberes construidos por las ciencias, considerando las acciones que pueden ser desencadenadas por la utilización de los mismos (Sasseron y Carvalho, 2011, p.76, traducción nuestra).

De esta manera, Sasseron y Carvalho (2011) defienden que, si las propuestas educativas y/o didácticas se elaboran en base a los tres ejes estructurantes explicitados, existe una gran probabilidad de auxiliar integralmente la promoción de la A.C en el aula.

No obstante, no hacemos una lectura literal de lo anterior, pues, si pensamos en ofrecer condiciones para una formación cultural en ciencias que sea equitativa, de calidad e integral, se hace estrictamente necesario que, los ejes estructurantes de la A.C que circundan un tópico científico, sean pensados y seleccionados a partir de una profunda reflexión pedagógica, epistemológica y didáctica. En otras palabras, que todo contenido materializado en una propuesta de aula, pudiera dar condiciones que vayan más allá del nivel cognitivo, que pueda potencializar y dar sentido la diversidad natural de pensamientos, y que valore los aspectos afectivos, emocionales e idiosincráticos de los(as) aprendices.

III. EL TRÁNSITO DE OBJETO A SUJETO: UN DESAFÍO EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

Como ya se ha mencionado, vivimos en un mundo caracterizado por las aceleradas, permanentes y dubitativas transformaciones, donde la ciencia y su enseñanza, con su respectivo proceso de generación, transferencia, vínculos e impactos, no ha sido ajena a estas mudanzas. En función a esto, es preocupante el hecho de que, aun cuando en los últimos años se han reformulado enfoques y currículos en ciencias, para mejorar y/o favorecer el involucramiento consciente y responsable de los(as) ciudadanos(as) en cada una de las esferas relacionadas a la ciencia, esta participación, es caracterizada por la ingenuidad, inconsecuencia y pasividad social (incluso en algunos(as) científicos(as), divulgadores(as), investigadores(as), y profesores(as) de ciencias).

Es desde este tipo de actuaciones (y muchas otras que no se socializarán por ahora) que surge la inquietud y necesidad de generar profundas transformaciones en Enseñanza de las Ciencias, y reflexionar sobre qué realmente implica ser un sujeto científicamente alfabetizado, ya que, si desde personas con “sólidos” conocimientos en ciencias no se garantiza un accionar individual y/o socio-científicamente activo y responsable, ¿cómo deberíamos, entonces, replantear una educación científica en términos de actitudes y acciones “verificables” en/para la vida y sociedad?

Desde este punto de vista, y reconociendo la necesidad imperante de (re)pensar una nueva configuración para la educación científica, creemos relevante tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. En una sociedad que dice ser democrática, es imperativo estratégico la democratización del conocimiento científico, que valore los diversos intereses, realidades e identidades de las culturas locales.
2. El proceso de A.C, desde una visión que legitima a las ciencias como una producción humana de conocimientos y, por lo tanto, vulnerable a las influencias socio-culturales, ideológicas, valóricas, políticas y económicas, es un potencial catalizador de visión crítica e integral de la sociedad.
3. La A.C, al constituirse como un proceso de formación flexible e inacabada que no solamente depende de las contribuciones (o influencias) de los espacios formales de educación, se debería tornar un objetivo compartido como sociedad, que vaya más allá de las aulas y círculos investigativos más elementales.
4. No es importante la A.C en sí misma, sino más bien, las personas inmersas en ese proceso. Desde esta perspectiva, teniendo por base que la A.C va mucho más allá del dominio conceptual y cognitivo, no sólo debería auxiliar la promoción de competencias de pensamiento científico, sino que también,

debería ser capaz de movilizar componentes valóricos, afectivos e idiosincráticos, que favorezcan la voluntad de pensar, actuar y transformar –responsablemente - en base a una convicción de bien colectivo.

Tomando en cuenta todo lo anterior, ahora cabe preguntarse; ¿Cómo podemos ofrecer condiciones a los(as) estudiantes para que involucren–de alguna manera- en las diversas esferas asociadas a la ciencia? Por ahora, y considerando que la respuesta depende de lógicas y espacios que van más allá de la educación formal, debemos reducirnos a nuestra área, y preguntarnos ¿Qué camino(s) podemos adoptar para favorecer un proceso de A.C de calidad en la cultura escolar?

Algunas investigaciones en el área de Enseñanza de las Ciencias, como por ejemplo las consolidadas en los últimos años en LaPEF (Bellucco y Carvalho, 2012), sugieren que, una de las maneras de promover y/o potencializar la A.C en estudiantes, es a través del uso de recursos didácticos y prácticas docentes, que lleven en consideración los lineamientos teóricos y metodológicos, tanto de la Argumentación Científica, como de la Enseñanza por Investigación. Sin embargo, es necesario destacar que las evidencias encontradas no son concluyentes, al contrario, aportan con elementos que hacen inacabadas las discusiones y reflexiones, como por ejemplo, lo relacionado a la incorporación intencionada de los aspectos actitudinales (creencias, emociones, motivación, afectividad, valores, ideologías, etc.) que vayan mucho más allá de las “actitudes científicas”.

Conforme a lo anterior, en los siguientes apartados, se hará un abordaje de cada línea de investigación mencionada anteriormente, y de qué manera podrían contribuir éstas en la A.C de las actuales y venideras generaciones de niños y jóvenes, desde una visión que permita valorar la naturaleza de pensamientos y sentimientos en los(as) alumnos(as).

IV. ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

En el marco de las tendencias y políticas educacionales internacionales en educación científica, la Argumentación Científica en el aula, tanto en el plano de la investigación como de la docencia, es un imperativo estratégico para mejorar la calidad de la educación en ciencias impartida en las diversas instituciones educativas.

No obstante, también cabe señalar que, el interés y defensa por la Argumentación Científica en el área, no es reciente. De hecho, ya van más de 15 años, donde varios(as) investigadores(as), a partir de las directrices teóricas sobre Argumentación del físico, matemático y filósofo inglés Stephen Toulmin (con sus respectivas potencialidades, alcances y limitaciones), se han dedicado a su estudio, promoción y defensa en la educación científica (Jiménez-Aleixandre y otros, 2000; Driver y Newton, 2000; Sardá y Sanmartí, 2000; Duschl y Osborne, 2002; Osborne y otros, 2004; Erduran, 2007; Sasseron, 2009; Sasseron y Carvalho, 2014).

En este sentido, una cuestión pertinente a realizar sería; si la Argumentación Científica que aquí se defiende ya ha sido objeto de reflexión, discusión, pesquisa, docencia e innovación, ¿cuál(es) ha(n) sido la(s) contribución(es) - a nivel de enseñanza, aprendizaje, alfabetización científica, docencia, investigación y políticas públicas - “verificables” y “efectivas” que han conseguido los(as) investigadores(as) y profesores(as) que han nortado sus pensamientos, producciones y actúes en torno a ésta “sub-área de estudio” de la Enseñanza de las Ciencias”? La “respuesta” a este polémico y controversial cuestionamiento, no será abordada en el presente, pero para estos autores, es clave situarlo en debates actuales y venideros en el área.

Volviendo a nuestro abordaje principal, previo a continuar otras reflexiones, se hace necesaria la delimitación conceptual sobre qué noción de Argumentación Científica se defenderá.

En el presente, se adoptará la definición de algunos referenciales teóricos relevantes en el área. Por una parte, se usará la definición de Jiménez-Aleixandre y Díaz de Bustamante (2003), quienes entenderán la argumentación como la capacidad de relacionar datos y conclusiones, de evaluar enunciados teóricos a la luz de datos empíricos o procedentes de otras fuentes.

Por otra parte, y acotándolo a la cultura escolar, se utilizará la definición de Sasseron y Carvalho (2014), quienes entienden la argumentación como todo y cualquier discurso en que, alumno y profesor, presenten sus opiniones en el aula, describiendo ideas, presentando hipótesis y evidencias, justificando acciones o conclusiones a las que hayan llegado, explicando resultados alcanzados.

Finalmente, y en complemento de lo anterior, entenderemos la Argumentación Científica como una Competencia de Pensamiento Científico (CPC) que va mucho más allá del dominio conceptual y cognitivo, ya que los(as) estudiantes, al dar sentido, significado y valor a los contenidos y problemas científicos, también movilizan componentes valóricos, afectivos e idiosincráticos, que merecen reconocimiento explícito en su proceso de formación.

Por lo tanto, a modo de articular las nociones defendidas, se entenderá la Argumentación Científica como un *proceso contextual, en donde una o un conjunto de persona(s), a partir de sus conocimientos de y sobre ciencias, habilidades cognitivo-lingüísticas, idiosincrasia, sentimientos y valores, son capaces de generar un discurso escrito o hablado, que dé cuenta de una justificación asociada a una práctica, problemática, idea, opinión o conclusión, en base a la relación de hipótesis, datos y/o evidencias disponibles.*

En este escenario, la Argumentación Científica en la educación formal, al perfilarse por la descripción señalada, se torna un componente estratégico en la sala de aula de ciencias, para favorecer la inmersión de los estudiantes en el proceso de Alfabetización Científica.

Desde este punto de vista, surgen las interrogantes: ¿Cómo promover la Argumentación Científica en el aula?, ¿Sólo basta con enseñar ciencias y sobre ciencias para promover esta CPC en el aula? ¿Cualquier abordaje didáctico en el aula favorece la Argumentación Científica?

La respuesta a esa cuestión, en parte, ha sido respondida por investigadores(as) de LaPEF, quienes han puesto en evidencia que, para propiciar un ambiente potencialmente argumentativo en las clases de ciencias, deben considerarse actividades investigativas que, además de nortear su organización por las orientaciones de las Secuencias de Enseñanza Investigativa (Carvalho, 2013), también tengan como directriz los Ejes Estructurantes de Alfabetización Científica ya mencionados.

A propósito, según Sasseron y Carvalho (2008), si los recursos didácticos que han de implementarse en las clases de ciencias por el/la profesor(a), llevan en cuenta los Ejes Estructurantes, existe una alta probabilidad de favorecer la promoción de la Argumentación Científica en los estudiantes.

Por último y en función al párrafo abordado anteriormente, para no generar visiones ingenuas al respecto, hay que destacar que, cualquier recurso didáctico, aunque sea ideado y generado por el equipo de “expertos” más reconocido del mundo, no implicará una autosuficiencia de éste en el aula, pues, su materialización exige; disposiciones, estrategias y acciones específicas por parte de los(as) profesores(as) (Leitão, 2011; Souza y Sasseron, 2012; Ferraz y Sasseron, 2014; Sasseron y Carvalho, 2014).

V. ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS POR INVESTIGACIÓN

Hoy, a nivel Latinoamericano, ante la ausencia de micro y macro políticas estratégicas asociada a la Enseñanza de la Física, los(as) docentes e investigadores(as) de los diversos niveles educativos, enfrentan un incierto y desafiante escenario.

Un ejemplo de lo anterior, se puede evidenciar en algunas clases de física; por una parte, las planificaciones e intervenciones de aula, son elaboradas en un marco de creencias, las cuales, no consideran las evidencias sistematizadas y respaldadas por la comunidad científica en el área, y por otra, las metodologías y/o abordajes didácticos utilizados por los(as) profesores(as), no son los más “adecuados” para la promoción de la A.C, ni responden a los intereses y realidad de las nuevas generaciones de niños(as) y jóvenes, lo cual, puede traducirse en predisposiciones desfavorables hacia las ciencias y/o física, y así, ser un obstáculo en el proceso enseñanza-aprendizaje.

En base a lo anterior, y como brevemente se hizo alusión en otro momento del presente, una de las formas de contrarrestar el contexto problematizado, es a partir de la adopción de las directrices de la Enseñanza por Investigación (García Rodríguez y Cañal de León, 1995; Bybee y Goodrum, 1999; Abd-el-Khalicky otros, 2004; Anderson, 2002; Grandy y Duschl, 2007; Spronkensmith y Walker, 2010; Carvalho y Sasseron, 2012; Souza y Sasseron, 2012; Carvalho, 2013; Bellucco y Carvalho, 2014), la que entendemos como una abordaje que es teórica, metodológica y didácticamente diseñada e implementada, y caracterizada por favorecer la “libertad” intelectual del aprendiz, a través de una diversidad de preguntas y problemas de y sobre ciencias.

De esta manera, la planificación, producción e implementación de materiales y/o actividades en base a la Enseñanza por Investigación, al ser ideados - estratégicamente - con ciertos objetivos y finalidades, probablemente, traerá(n) diversas ventajas cognitivas y actitudinales típicas del quehacer científico, ya que, al favorecer un ambiente caracterizado por la elaboración y comprobación de hipótesis, utilización y evaluación de teorías científicas, y análisis y construcción de explicaciones en base a evidencias teóricas o empíricas – de alguna manera – se catalizará una aventura emocional e intelectual en el proceso de A.C (Carvalho, 2013; Ferraz y Sasseron, 2014). No obstante, creemos hay que tomar bastante cuidado con las esto, pues, los objetivos no sólo deberían privilegiar las prácticas epistémicas que se dan durante la (re)construcción de un conocimiento científico, sino que también valorar la verdadera naturaleza de pensamientos y contexto de las personas que están en el proceso.

Ahora, acotándolo al plano de la materialización en aula, surge la cuestión: ¿cómo organizar, producir, validar e implementar actividades investigativas?

Al respecto, han sido diversos los estudios que han intentado responder (de alguna manera) a los aspectos señalados, pero en el presente trabajo, sólo haremos alusión a las consideraciones para su organización y producción.

A partir de lo anterior, cabe enfatizar que, para planificar y organizar una Enseñanza por Investigación, existen diversas actividades que se pueden desarrollar, de las cuales, se pueden destacar: la utilización de texto(s) históricos, las experiencias de demostraciones investigativas, laboratorio abierto, las aulas de sistematización o textos de apoyo, preguntas y problemas abiertos, y recursos tecnológicos, las cuales, como se describirá a continuación, se pueden articular intencionadamente en una Secuencia de Enseñanza Investigativa.

A modo de observación, y como señala Carvalho (2013), es importante tener presente que, se pueden planificar actividades investigativas, pero éstas sólo contribuirán para una enseñanza investigativa, si el/la profesor(a) se perfecciona en el abordaje, y desde aquí, organiza sus clases de forma dialogada, generando cuestionamientos que lleven a los(as) estudiantes a reflexionar y a argumentar. Con esto, se reitera el hecho de que no existen recursos didácticos autosuficientes.

Continuando, y como señalan Bellucco y Carvalho (2014), el nombre y directrices que nortean las Secuencias de Enseñanza Investigativa (SEI's) surgen en LaPEF, con el objetivo de abordar la Enseñanza por Investigación, a partir de los elementos recopilados en la sistematización de teorías de aprendizaje y otras evidencias relevantes en las diversas sub-líneas de pesquisa de Enseñanza de las Ciencias.

En función de la revisión indicada, Carvalho (2013), con la finalidad de "garantizar" la promoción de un ambiente que favorezca la construcción de conocimiento científico por parte de los(as) estudiantes, explicita algunos puntos relevantes que han de ser considerados: (1) el abordaje a un problema que garantice libertad intelectual, (2) el tránsito de la acción manipulativa a la acción intelectual, (3) la toma de consciencia de los propios actos, y (4) las diferentes etapas de las explicaciones científicas.

De esta manera, si las actividades son norteadas por estas consideraciones, Carvalho (2013) señala que se favorecerán diversas etapas características del razonamiento científico, tales como: elaboración y comprobación de hipótesis, explicación, argumentación, selección y relación de variables relevantes a la problemática que se aborda.

En este escenario, es posible percibir que, existen puntos en común entre la Enseñanza por Investigación y la Argumentación Científica, en donde las contribuciones bidireccionales de ambas, se tornan un gran auxilio, para catalizar o potencializar la Alfabetización Científica en las personas.

VI. ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA Y ENSEÑANZA POR INVESTIGACIÓN

La relación entre ambos abordajes, en cierta medida, ha sido discutida en LaPEF, y desde las diversas pesquisas consolidadas y reflexiones colectivas, creemos que una de las formas de favorecer la Argumentación Científica, es a través de la puesta en práctica de recursos didácticos con base en la Enseñanza por Investigación. Pero, ¿dónde podríamos evidenciar el vínculo entre ambas, previo y durante una implementación de aula?

Desde las directrices de las SEI's, se ha mencionado que en la resolución de un problema científico en sala de aula, al igual que en el proceso de cualquier investigación, habrá una exigencia emocional e intelectual a una o un grupo de personas que, de alguna manera, movilizará voluntades y habilidades, para dar respuesta al problema central.

De esta manera, no es de extrañarnos que, una vez que el/la profesor(a) explicita estratégicamente un problema que vise libertad intelectual, llevará – casi innatamente – al proceso de Argumentación Científica, en donde se establecerán hipótesis, relaciones entre variables en base a la teoría, análisis e interpretación de datos, y respuestas en torno a justificaciones individuales o colectivas.

Así, y en base a las premisas mencionadas, al configurar una SEI con los diversos elementos señalados por una de las autoras de este trabajo, necesariamente, debemos también considerar los matices que estimulan la Argumentación Científica, como por ejemplo, el tipo de preguntas y problemas, y cómo han de plantearse -estratégicamente- a los estudiantes para desencadenar el proceso de A.C.

VII. REFLEXIONES FINALES

A través del presente, se ha intentado reiterar la imperante necesidad de la promoción de sujetos "Alfabetizados Científicamente" en una sociedad caracterizada por la diversidad, incertidumbre y constantes y aceleradas transformaciones, pero, desde una visión no ingenua al respecto.

Con esto, se plantea la importancia de ofrecer condiciones para una formación en ciencias de calidad para todas y todos en sala de aula, pero también se manifiesta la relevancia de ir más allá de un discurso

que haga alusión a que una educación en ciencias debe permitir la lectura del mundo y ofrecer oportunidades para la transformación consciente y responsable.

Lo que estos autores defienden es que, la educación en ciencias debe poner énfasis en los elementos que eduquen e influyeran en las “voluntades” de los(as) ciudadanos(as) en formación, para pensar y actuar responsablemente en la sociedad y no para el “derecho a la acción”, el desafío de las diversas esferas asociadas a la educación científica - desde una mirada propositiva – es planificar (conjuntamente) diversas estrategias (a micro y macro escala, y a corto, mediano y largo plazo) que favorezcan, la promoción de Competencias de Pensamiento Científico desarrolladas, convicciones y voluntades de mudanzas en las decisiones y prácticas (individuales y colectivas) en las diferentes esferas de nuestras vidas, y desde aquí, encarar la realidad de una manera progresiva y socialmente justa (Hyslop-Margison y Thayer, 2009). Ese es el sujeto que necesitamos!

Así, y a partir de la experiencia acumulada y reflexión en nuestro equipo de investigación, y considerando nuestro limitado ámbito y círculos de acción, enfatizamos – de alguna manera- que, un primer paso, es el diálogo y articulación didáctica entre líneas de investigación que se enmarcan en la enseñanza de las ciencias. En lo concreto, y pensando en catalizar el proceso de Alfabetización Científica, se defiende la unión estratégica entre la Argumentación Científica y Enseñanza por Investigación, ya que, tales líneas, en conjunto, al ser consideradas e incorporadas como directrices privilegiadas en las políticas investigativas y de aula, ofrecen múltiples condiciones emocionales, cognitivas y valóricas, que estimulan el pensamiento crítico y divergente, lo cual, se constituye como una primera condición, para la voluntad y acción de transformación.

REFERENCIAS

Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Dusch, R., Lederman, N. G., Mamlock, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D. y Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), pp.397-419.

Acevedo, J., Vázquez, A. y Manassero, M. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), pp. 80-111.

Anderson, R.D. (2002). Reforming science teaching: what reserach says about inquirí? *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), pp. 1-12.

Auler, D. y Delizoicov, D. (2001) Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1), pp.1-13.

Bellucco, A. y Carvalho, A.M.P. (2012). Múltiplas Linguagens e a Matemática no Processo de Argumentação em Uma Aula de Física: Análise dos Dados de um Laboratório Aberto. *Investigações em Ensino de Ciências* , 17(1), pp. 209-226.

Bellucco, A. y Carvalho, A.M.P. (2014). Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(1), pp. 30-59.

Bybee, R. (1995). Achieving scientific literacy. *The Science Teacher*, 62(7), pp. 8-33.

Bybee, R. y Goodrum, D. (1999). Teaching science as inquiry. Paper presented at the *Annual Meeting of the Australian Science Teachers Association*, 48th, Adelaide, South Australia.

Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A.M.E., Praia, J, y Vilches, A. (2005) *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez.

Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*. 19(2), pp. 243-254.

Cañal, P. (2004). La alfabetización científica: ¿necesidad o utopía? *Cultura y educación*, 16(3), pp.245-257.

Carvalho, A.M.P. (2013). Ensino de ciências e a proposição de sequencias de ensino investigativas. En: Carvalho, A.M.P (org.) *Ensino de ciências por investigação –Condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning.

Carvalho, A.M.P. y Sasseron, L. (2012). Sequências de ensino investigativas - SEIs: o que os alunos aprendem?. Em: Tauchen, G; Silva, J (orgs.). *Educação em ciências: epistemologias, princípios e ações educativas*. 1ed. Curitiba: CRV.

Driver, R. y Newton, P. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), pp. 287-312.

Duschl, R. y Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38(1), pp. 39-72.

Erduran, S. (2007). Methodological foundations in the study of argumentation in science classrooms. In: Erduran, S; Jiménez-Aleixandre, M.P. *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*. Netherlands: Springer.

Ferraz, A. y Sasseron, L (2014). Propósitos epistêmicos para promoção da argumentação em aulas investigativas de física. *XV encontro de pesquisa em ensino de física – Maresias, Brasil*.

Fourez, G. (1997). *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Ediciones Colihue.

García Rodríguez, J.J. y Cañal de León, P. (1995). ¿Cómo enseñar? hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. *Investigación en la escuela*, (25), pp. 5-16.

Gil-Pérez, D. y Vilches, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 4(2), pp. 31-53.

Grandy, R. y Duschl, R. (2007). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: analysis of a conference. *Science & Education*, 16(2), pp. 141-166.

Gómez-Martínez, Y., Carvalho, A.M.P. y Sasseron, L. (2014). Naturaleza de las ciencias en la enseñanza de la física. Algunas consideraciones y ejemplos en el aula. En: Quintanilla, M; Daza, A; Cabrera, H. (Orgs.). *Historia y filosofía de la ciencia. Aportes para una 'nueva aula de ciencias', promotora de ciudadanía y valores*. Barrancabermeja: editorial Bellaterra.

Hyslop-Margison, E. y Thayer, J. (2009). *Teaching democracy: citizenship education as critical pedagogy*. Rotterdam: Sense publishers.

Jiménez-Aleixandre, M.P., Bugallo, A. y Duschl, R. (2000). “Doing the Lesson” or “Doing Science”: Argument in High School Genetics. *Science Education*, 84(6), pp. 757–792.

Jiménez-Aleixandre, M.P. y Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), pp. 359-370.

Kelly, G. (2011). Scientific literacy, discourse, and epistemic practices. In: Linder, L; Ostman, D. A; Roberts, P; Wickman, G; Erikson y A. Mckinno. *Exploring the landscape of scientific literacy*. New York: Routledge.

Leitão, S. (2011). O lugar da argumentação na construção do conhecimento em sala de aula. Em: Leitão, S. Damianovic, M. C. (Orgs.). *Argumentação na escola: o conhecimento em construção*. São Paulo: Pontes editores.

- Lemke, J. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), pp. 5-12.
- Osborne, J., Erduran, S. y Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argument in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), pp. 994-1020.
- Sardá, A. y Sanmartí, N. (2000). Ensenyar a argumentar científicament: un repte de les classes de ciències. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), pp. 405-422.
- Sasseron, L. (2009). CTSA no ensino fundamental e a argumentação entre alunos e professora. *Enseñanza de las Ciencias*, V. Extra, pp. 28-32.
- Sasseron, L. y Carvalho, A.M.P. (2008). Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em ensino de ciências*, 13(3), pp. 333-352.
- Sasseron, L. y Carvalho, A.M.P (2011). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em ensino de ciências*, 16, pp. 59-77.
- Sasseron, L. y Carvalho, A.M.P (2014). Construção de argumentos em aulas de ciências: o papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas. *Ciência & educação*, (20), 393-410.
- Souza, V. y Sasseron, L. (2012). As perguntas em aulas investigativas de ciências: a construção teórica de categorias. *Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências*, (12), pp. 29-44.
- Spronkensmith, R. y Walker, R. (2010). Can inquiry based learning strengthen the links between teaching and disciplinary research? *Studies in higher education*, 35(6), pp.723-740.
- Vilches, A. y Furió, C. (1999). Ciencia, tecnología, sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI. Presentación en el *I congreso internacional didáctica de la ciencia*, OEI. La Habana, Cuba.