

VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano
CTS en la enseñanza de las Ciencias
“Ciencia, Tecnología y Sociedad en el futuro de la enseñanza de las ciencias”

VII Seminário Ibérico/III Seminário Ibero-americano
CTS no ensino das Ciências
“Ciência, Tecnologia e Sociedade no futuro do ensino das ciências”



Actas del Seminario
MESAS DE DEBATE

Coordinación:

María Jesús Martín Díaz

María Sagrario Gutiérrez Julián

Miguel Angel Gómez Crespo

Comité organizador

Juan Carlos Toscano (OEI)
María Sagrario Gutiérrez Julián (España)
Miguel Ángel Gómez Crespo (España)
María Jesús Martín-Díaz (España)
Aureli Caamaño (España)
Amparo Vilches (España)
Isabel Martins (Portugal)
Rui M. Viera (Portugal)
Arminda Pedrosa (Portugal)
María de Fatima Paixão (Portugal)
Wildson Luiz Pereira dos Santos (Brasil)
Decio Auler (Brasil)
María Delourdes Maciel (Brasil)
Silvia Porro (Argentina)
Mercedes Callejas (Colombia)
Ana Oñorbe (España)
Emilio Pedrinaci (España)
Susana García Barros (España)
Encarnación Pinero Fernández (OEI)

ISBN - 978-84-7666-199-4

		
<p>AIA - CTS Asociación Iberoamericana Ciencia, Tecnología, Sociedad</p>		<p>APICE Asociación Española de Profesores e Investigadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales</p>

ÍNDICE

Mesa de debate

Relação entre a Educação Científica e a definição de Políticas Públicas	Paixão, F.	4
Educación Científica y definición de Políticas Públicas Proposiciones para el debate	Vilches, A. y Gil Pérez, D.	6
Otras comprensiones alrededor de la construcción de política pública para la educación científica en Colombia	Callejas, M. M. y Vallejo Rodríguez, S.	11
Políticas y equidad de género: el lugar de la educación científica y tecnológica	Porro, S.	15
Políticas de educação científica: Quem decide o quê?	Cachapuz, A. F.	18

Mesa de debate

Integración del CTS con otros aspectos de la didáctica de las ciencias	Caamaño, A.	22
Literacia Científica e CTS	Martins, I. P.	24
La naturaleza de la ciencia en CTS	Martín-Díaz, M. J.	29
Argumentación y desarrollo del pensamiento crítico en CTS: Atención a los problemas de las personas	Jiménez Aleixandre, M. P.	34
Avaliação dos Conteúdos CTS: o que é proposto para os currículos de Ciências no Brasil e o que se avalia nas provas oficiais	Maciel, M. D.	37
Necessidades de Formação de Professores em CTS	Vieira, R. M.	43

Mesa de debate

Relação entre a Educação Científica e a definição de Políticas Públicas

Relación entre la Educación Científica y la definición de políticas públicas

Moderadora: **Fátima Paixão**

*Instituto Politécnico de Castelo Branco e Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Universidade de Aveiro, Portugal
mfpaixao@ipcb.pt*

As políticas públicas, enquanto opções dos decisores, permitem escolhas ou impõem decisões e ações aos cidadãos, e têm, portanto, implicações positivas ou negativas na vida dos cidadãos, dos países, do planeta e, até já, para além deste. Nessas opções dos decisores das políticas públicas, particularmente no que às questões educativas diz respeito, se jogam presentes e futuros.

Indissociando, inevitavelmente, a ciência e a tecnologia do progresso social e do desenvolvimento económico, a educação científica situa-se numa posição estratégica para os dois lados, ou seja, para o poder político e para os cidadãos, e o equilíbrio dos pratos desta balança dificilmente é estável. Muitas vezes, o problema é que as políticas públicas sobre a educação científica nem sequer estão definidas, ou então não são explícitas, porque tal pode não ser conveniente para quem as definiria!

Qual é, então, a margem dos responsáveis pela educação científica, a qualquer nível de ensino e em qualquer contexto, e que relações são possíveis e desejáveis estabelecer e como encarar e atuar perante as políticas públicas dominantes?

Esta é a temática central em debate na Mesa Redonda 1 enfocada, sob diversos ângulos, pelos intervenientes de quatro diferentes países, dos dois da Península Ibérica e de dois da América Latina: Amparo Vilches e Daniel Gil-Pérez, da Universidade de Valência, Espanha; María Mercedes Callejas, da Universidade Pedagógica Nacional, Colômbia; Silvia Porro, da Universidade Nacional de Quilmes, Argentina; e António Cachapuz, da Universidade de Aveiro, Portugal.

Amparo Vilches e Daniel Gil Pérez, de Espanha, que há muito se debruçam, e persistentemente, sobre as problemáticas socio-ambientais que incidem nas vidas dos cidadãos, explicitam algumas proposições relativas à definição das políticas públicas e dos desafios que se colocam aos cidadãos. Com base na defesa do respeito pelos direitos humanos, a sua perspetiva passa por afirmar que a vontade política não é a vontade dos políticos mas a vontade do conjunto dos cidadãos, desafiando, portanto, ao ativismo informado, que releva o papel da educação científica.

Já María Mercedes Callejas, da Colômbia, centra-se principalmente nas políticas educativas do seu país, e percorre as orientações educativas, desde o texto plasmado na Constituição Colombiana até ao âmbito de projectos que se inserem num programa nacional e que convidam os professores das diferentes regiões do país a proporem projetos de aula e de escola para o desenvolvimento de competências científicas.

Silvia Porro, da Argentina, parte do objetivo para o Milénio, proposto pelas Nações Unidas, que aponta para a promoção da igualdade entre os géneros e para a

autonomia da mulher, para questionar como é que, com base nas políticas públicas contra as desigualdades, a educação científica pode adotar e atingir tal objectivo.

Para António Cachapuz, importa perguntar “Quem decide o quê?” em matérias de políticas de educação científica, talvez porque o que importa mesmo é não deixar desvalorizar o exercício da cidadania em matérias de decisões de natureza pública que está a acontecer em muitos países. Escolhe problemáticas relativas às reorientações profundas das políticas de ensino superior e de investigação porque é aí que se formam os professores para a educação científica.

Após estas quatro intervenções, a Mesa Redonda “Relação entre a Educação Científica e a definição de Políticas Públicas”, alarga-se a um debate partilhado e participado.

Educación Científica y definición de Políticas Públicas

Proposiciones para el debate

Vilches, A. y Gil Pérez, D.

Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials
Universitat de València
amparo.vilches@uv.es daniel.gil@uv.es

Desde hace tiempo, los miembros de este seminario nos interesamos, preocupamos y ocupamos de las relaciones CTS (o, como algunos preferimos escribir, CTSA, agregando una A de Ambiente para hacer explícita la atención a la problemática ambiental que ha estado presente desde el origen mismo del movimiento). Y lo hacemos porque estas relaciones constituyen una dimensión fundamental de la actividad científica y tecnológica que la educación no debe ignorar (aunque a menudo lo haya hecho y siga haciéndolo). Pero nuestra atención no persigue únicamente proporcionar una visión correcta, no reduccionista, de la naturaleza del trabajo científico y tecnológico y favorecer un mayor interés del alumnado, aunque ello resulte esencial. Pretendemos formar ciudadanas y ciudadanos capaces de participar en la toma de decisiones en torno a problemáticas socioambientales que inciden decisivamente en nuestras vidas y en las que la ciencia y la tecnología juegan un importante papel junto a la acción ciudadana. Esta toma de decisiones se concreta fundamentalmente en la definición de las políticas públicas que orientan el desarrollo de las sociedades, tanto a nivel local como regional o planetario. Consideramos por ello de la mayor importancia la problemática que se plantea en esta mesa redonda a la que queremos contribuir enunciando algunas proposiciones para el debate.

Proposición Nº 1. *La definición de las políticas públicas ha de estar presidida por el respeto y búsqueda de satisfacción de todos los Derechos Humanos (de primera, segunda y tercera generación), entendidos como derechos universales que han de prevalecer sobre los intereses particulares (que incurran en discriminaciones sociales, étnicas o de género) y sobre la búsqueda de beneficios a corto plazo (que puedan perjudicar a medio y largo plazo).*

No es una política pública adecuada, por ejemplo, declarar urbanizable cualquier terreno sobre el que no pese una prohibición expresa, como se hizo recientemente en España. Ello dio lugar a altos beneficios particulares a corto plazo, pero ha contribuido a graves consecuencias de degradación ambiental (contra el derecho fundamental a un ambiente saludable) y a la crisis socioeconómica que padecemos en la actualidad (que está afectando a los derechos socioeconómicos de millones de personas).

Cualquiera de nosotros puede multiplicar los ejemplos de políticas públicas (y, por supuesto, de acciones públicas y privadas) concebidas para los mayores beneficios particulares y que se traducen en vulneración sistemática de Derechos Humanos.

La tan loada competitividad que las políticas públicas quieren impulsar “urbi et orbi”, se logra, a menudo, reduciendo derechos sociales; y busca siempre el beneficio de unos contra aquellos con quien se compite... acabando por perjudicar a todos. Por eso Jeffrey Sachs (2008) escribe: “La cooperación global

deberá pasar a un primer plano. La idea misma de que los estados-nación compitan por los mercados, la energía y los recursos quedará anticuada”.

Proposición Nº 2. *La definición de las políticas públicas ha de estar fundamentada en un buen conocimiento, fruto de estudios científicos, de las repercusiones de aquellas medidas que se proponen... o de la falta de intervención. Pero este conocimiento no basta.*

No bastó el conocimiento científico, por ejemplo, en el problema del DDT (Carson, 1980) o en el de los freones (CFC) (Lelieveld & Crutzen, 1990) para lograr su prohibición y sustitución por productos menos nocivos.

No basta hoy para hacer frente a una situación de emergencia planetaria que – como muestran numerosos estudios rigurosos de resultados convergentes– amenaza nuestra supervivencia, debido a un sistema socioeconómico que agota los recursos básicos y contamina suelos, aguas y aire degradando todos los ecosistemas; que destruye la diversidad biológica y cultural; que provoca un cambio climático cuyas consecuencias hemos empezado ya a sufrir; que genera desequilibrios insostenibles (Duarte, 2006; IPCC, 2007; Vilches y Gil Pérez, 2009).

Proposición Nº 3. *Se necesita voluntad política para superar, mediante políticas públicas, los intereses particulares y/o a corto plazo, cuando afectan a los derechos generales.*

Se necesitó voluntad política para prohibir el DDT y otros COP o para sustituir los CFC que afectaban a toda la biodiversidad del planeta.

Se necesita voluntad política “*glocal*” (local, regional y global) para imponer la depuración de las aguas residuales antes de verterlas a un río o al mar (donde pasarán a afectar al conjunto de los océanos) (Novo, 2006). Se necesitan políticas públicas glociales para proteger el Ártico, impidiendo que las industrias pesqueras y petroleras destruyan sus recursos naturales, claves para equilibrar el clima del planeta.

Se necesita voluntad política *planetaria* para llegar a acuerdos ambiciosos y vinculantes para reducir drásticamente las emisiones de gases de efecto invernadero, regenerar los ecosistemas degradados, poner fin a la pobreza extrema... para, en definitiva, garantizar el derecho a un ambiente saludable y a un futuro sostenible y satisfactorio para todos los seres humanos.

Proposición Nº 4. *La voluntad política no es la voluntad de los políticos, sino del conjunto de la ciudadanía. La responsabilidad no es exclusiva de una “clase política” en la que resulta cómodo delegar y a la que resulta gratificante criticar, sino también de cada ciudadano y ciudadana. Sin voluntad política mayoritaria en el conjunto de la sociedad tampoco la habrá en los responsables políticos.*

La batalla contra el DDT, por ejemplo, solo se ganó cuando se produjo la *confluencia* de estudios científicos (como los realizados por Rachel Carson, 1980) con el activismo de grupos ciudadanos que fueron sensibles a los argumentos fundamentados y lograron crear el necesario clima social para obligar a los

responsables políticos a prestar atención a las consecuencias medioambientales. De hecho Rachel Carson es hoy recordada como “madre del movimiento ecologista”, por la enorme influencia que tuvo su libro *Primavera silenciosa* (del que este año celebramos el 50 aniversario de su publicación) en el surgimiento de grupos activistas que reivindicaban la protección del medio ambiente, así como en los orígenes del denominado movimiento CTS (que, dicho sea entre paréntesis, merecía, como vemos, denominarse CTSA ya en sus orígenes).

Proposición Nº 5. *El activismo ciudadano fundamentado en estudios científicos juega un papel determinante, como muestra la historia reciente, en la resolución de los problemas socioambientales. Ello hace ver la importancia de una alfabetización científica del conjunto de la ciudadanía que favorezca su participación en la toma de decisiones (Bybee, 1997). Las políticas públicas en las sociedades democráticas son (deben ser) el fruto de la acción ciudadana.*

Algunos autores (Fensham, 2002; Shamos, 1995) argumentan que el conocimiento científico susceptible de orientar la toma de decisiones exige una profundización que solo es accesible a los especialistas y no puede lograrse con las propuestas de educación científica para todos. Se puede mostrar, sin embargo, que la *participación* en la toma fundamentada de decisiones precisa de los ciudadanos más que un nivel de conocimientos muy elevado, la vinculación de *un mínimo* de conocimientos específicos, perfectamente accesible a la ciudadanía, con planteamientos globales y consideraciones éticas que no exigen especialización alguna.

De hecho la posesión de profundos conocimientos específicos, como los que poseen los especialistas en un campo determinado, no garantiza la adopción de decisiones adecuadas, sino que *se necesitan enfoques que contemplen los problemas en una perspectiva más amplia*, analizando las posibles repercusiones a medio y largo plazo, tanto en el campo considerado como en otros. Y eso es algo a lo que pueden *contribuir* no especialistas, con perspectivas e intereses más amplios, siempre que posean un mínimo de conocimientos científicos específicos sobre la problemática estudiada, sin los cuales resulta imposible comprender las opciones en juego y *participar* en la adopción de decisiones fundamentadas. Numerosos ejemplos, como los ya mencionados del DDT o de los CFC, son una prueba del papel positivo de la participación ciudadana en la toma de decisiones.

Debemos insistir en que esta participación de la ciudadanía en la toma de decisiones, que se traduce, en general, en evitar la aplicación apresurada de innovaciones de las que se desconocen las consecuencias a medio y largo plazo (y constituye por tanto una garantía de la aplicación del principio de precaución), no supone ninguna rémora para el desarrollo de la investigación, ni para la introducción de innovaciones para las que existan razonables garantías de seguridad. De hecho, la opinión pública no se opone, por ejemplo, a *la investigación* con células madre embrionarias. Muy al contrario, está apoyando a la mayoría de la comunidad científica que reclama se levante la prohibición introducida en algunos países, debido a la presión de grupos ideológicos fundamentalistas.

Una alfabetización científica esencial también en la formación de los futuros científicos y científicas, capaces de responder a los llamamientos de la comunidad científica (Lubchenco, 1998) y de las instituciones mundiales (para reorientar su actividad hacia la solución de los graves problemas

socioambientales que nos afectan y la construcción de un futuro sostenible) e impulsar un *conocimiento que trascienda los ámbitos académicos impregnando los círculos de toma de decisiones* (Royal Swedish Academy of Science, 2011).

Proposición Nº 6. *La educación de la ciudadanía no se limita al currículo escolar ni al período de escolarización. Tanto para bien como para mal, resulta determinante el papel de los medios de comunicación y demás factores de educación no reglada, incluidos los partidos políticos y los propios gobiernos, las ONG... y, en definitiva, cada ciudadano y ciudadana en su relación con los demás.*

Tanto la escuela como los movimientos ciudadanos que aspiran a facilitar la participación ciudadana en la toma de decisiones, y a su contribución a políticas públicas para la universalización y respeto de los derechos humanos, habrán de tomar en consideración el conjunto de influencias que se ejercen sobre la ciudadanía (Fraser, Tobin & McRobbie, 2012), ayudar a su análisis crítico e intentar superar adoctrinamientos que dificulten una participación fundamentada en la toma de decisiones y, muy en particular, para la resolución de los problemas “glocales” estrechamente vinculados que amenazan nuestra supervivencia.

Proposición Nº 7. *Si bien el conjunto de las tres generaciones de Derechos Humanos constituyen, como señala la Proposición Nº 1, el criterio último para orientar la definición de las políticas públicas y, por tanto, la participación ciudadana, se precisan objetivos más concretos y directamente evaluables para el logro de un futuro sostenible y satisfactorio para el conjunto de la humanidad. Se precisan, en definitiva, unos Objetivos de Desarrollo Sostenible.*

Uno de los acuerdos de la reciente Cumbre de la Tierra Rio+20 ha sido proponer el urgente establecimiento de unos *Objetivos de Desarrollo Sostenible* (ODS <http://www.un.org/en/sustainablefuture/>) como guía para la acción y como instrumento de evaluación.

Contribuir a la definición, difusión y logro de dichos objetivos puede constituir una de las tareas más relevantes de los miembros de este Seminario CTS(A), capaz de dar un sentido unificado a su actividad investigativa, docente y ciudadana y a su participación en la definición de políticas públicas adecuadas.

Invitamos por ello a todas y todos los miembros del Seminario Iberoamericano CTS(A) a iniciar dicha tarea en este mismo encuentro.

Referencias

- Bybee, R. (1997). Towards an Understanding of Scientific Literacy. En Gräber, W. y Bolte, C. (Eds) *Scientific Literacy*. Kiel: IPN.
- Carson, R. (1980). *Primavera Silenciosa*, Barcelona: Grijalbo.
- Duarte, C. (Coordinador) (2006). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. Madrid: CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas).

- Fensham, P.J. (2002). Time to change Drivers for Scientific Literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(1), 9-24.
- Fraser B.J., Tobin, K. & McRobbie, C.J. (2012). *Second International Handbook of Science Education*. Part. 8, Out-of-School Learning, Pp. 1063-1179. Dordrecht: Springer.
- Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC) (2007). Working Group III Report: *Mitigation of Climate Change*, In "Climate Change 2007" IPCC, Fourth Assessment Report (AR4). En: <http://www.ipcc.ch/>.
- Lelieveld, J. & Crutzen, P.J. (1990). Influences of Cloud Photochemical Processes on Tropospheric Ozone", *Nature*, Vol. CCCXLIII, 6255, Pp. 227-233.
- Lubchenco, J. (1998). Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science. *Science*, 279, 491-497.
- Novo, M. (2006). *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*. Madrid: UNESCO-Pearson. Capítulo 3.
- Royal Swedish Academy of Science (KVA) (2011). The Stockholm Memorandum: 'Planetary Opportunities Transforming the World in an Era of Global Change' High-level Panel on Global Sustainability, 3rd Nobel Laureate Symposium, <http://www.kva.se/en/>
- Sachs, J. (2008). *Economía para un planeta abarrotado*. Barcelona: Debate.
- Shamos, M. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick (NJ): Rutgers University Press.
- Vilches, A. y Gil Pérez D. (2009). Una situación de emergencia planetaria a la que debemos y podemos hacer frente. *Revista de Educación*, número extraordinario 2009, 101-122.

Otras comprensiones alrededor de la construcción de política pública para la educación científica en Colombia

María Mercedes Callejas R.¹ y Sonia Vallejo Rodríguez²

¹Universidad Pedagógica Nacional, mcallejas@pedagogica.edu.co, Colombia

²Ministerio de Educación Nacional, svallejo@mineducacion.gov.co, Colombia

Introducción

Vivimos una época en la cual la ciencia y la tecnología ocupan un lugar fundamental en el desarrollo de los pueblos y en la vida cotidiana de las personas. En tal sentido, parece difícil que el ser humano logre comprender el mundo y desenvolverse en él sin una formación científica básica.

MEN, 2006

En el marco de la educación científica, es importante señalar varios momentos de la definición de políticas públicas en Colombia, que se han concretado en la formulación de lineamientos para fortalecer la calidad educativa. La política educativa toma como premisa fundamental la calidad de la educación, en la perspectiva de la formación de ciudadanos, de la generación de oportunidades para cerrar las brechas de la inequidad y centrada en la institución educativa con la participación de toda la sociedad. (MEN, 2010)

La Constitución Colombiana (1991) fundamenta en varios de sus artículos, los principios que orientan la educación a que tienen derecho todos los niños y las niñas de Colombia. En el artículo 67 se plantea: “La educación formará al colombiano en el respeto a los derechos humanos, a la paz y a la democracia, y en la práctica del trabajo y la recreación, para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente.

La Ley General de Educación (1994) en su artículo 5º plantea los fines de la educación en términos de “*la adquisición y generación de los conocimientos científicos y técnicos más avanzados, el acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y demás bienes y valores de la cultura, el desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientado con prioridad al mejoramiento cultural y de la calidad de la vida de la población.*” Dentro de la misma ley, se establecen los objetivos relacionados con las ciencias naturales para cada uno de los niveles de la educación formal (Artículos 16, 20, 21, 22 y 30): *el desarrollo de la creatividad y el estímulo a la curiosidad para observar y explorar el medio natural, familiar y social, en el preescolar; propiciar una formación general mediante el acceso, de manera crítica y creativa, al conocimiento científico, tecnológico artístico y humanístico y de sus relaciones con la vida social y la naturaleza, en la educación básica; la profundización en un campo de conocimientos avanzados de las ciencias naturales y la incorporación de la investigación al proceso cognoscitivo, tanto de laboratorio como de la realidad nacional, en sus aspectos natural, económico, político y social, en la educación media.*

A partir de los fines de la educación, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en cumplimiento del Artículo 78, de la misma ley, genera los Lineamientos Curriculares, en los cuales “*el sentido del área de ciencias naturales y educación ambiental es precisamente el de ofrecerle a los estudiantes colombianos la posibilidad de conocer los procesos físicos, químicos y biológicos y su relación con los procesos culturales,*

en especial aquellos que tienen la capacidad de afectar el carácter armónico del ambiente"(1998). Estos lineamientos dieron las pautas para generar estrategias en el desarrollo de los Proyectos Educativos Institucionales (PEI), en las actividades de aula y para propiciar cambios en la educación que tenía el país hasta ese momento.

Posteriormente, el Gobierno Nacional se planteó como un propósito, en relación con la equidad social, generar unos Estándares Básicos de Competencias, en el sentido de orientar los procesos educativos y garantizar que todas las instituciones escolares del país ofrezcan a sus alumnos la misma calidad de educación.(2006)

La problemática

El marco de la política educativa en Colombia para las ciencias naturales, hace una ubicación de las directrices que se han formulado en el país sobre la educación científica. Pero conviene advertir la necesidad de pensar acerca de la relación de los maestros con las políticas públicas, y su impacto en la educación científica y las prácticas de aula, frente a las expectativas del MEN y el gobierno con su formulación.

Podemos preguntarnos, por ejemplo, ¿Qué uso hacen de los referentes de política los maestros? ¿Dialogan con la política? ¿Generan transformaciones en sus prácticas de aula, a partir de la comprensión de los lineamientos propuestos en los documentos de política educativa?

El diálogo con los maestros, la observación de las prácticas y los resultados obtenidos por los estudiantes en pruebas nacionales e internacionales, sugieren que las políticas no son un referente para las prácticas de los maestros, y que desde la educación científica se deben cuestionar las lógicas tradicionales de su formulación. Por lo general, las políticas se construyen desde los entes centrales de gobierno con el aporte de las comunidades académicas y su intencionalidad es que sean llevadas a la práctica por los maestros y directivos, quienes como actores fundamentales del proceso educativo, no han sido partícipes de su construcción.

A nivel internacional, la Encuesta iberoamericana realizada a estudiantes de nivel medio, por el Observatorio-OEI (2009), muestra *que las clases de ciencias parecen tener una incidencia negativa fuerte cuando se evalúan los factores que desalientan la elección de una profesión científica: seis de cada diez jóvenes en promedio señaló que las materias científicas son difíciles de entender, mientras que la mitad también dijo que las materias científicas les parecen aburridas o no se adecuan a sus expectativas* (OEI, 2012).

En esta perspectiva, el Programa para el Desarrollo de Competencias Científicas en Ciencias Naturales y Sociales de la Dirección de Calidad de Educación Básica y Media del MEN se plantea: ¿Cómo propiciar otras comprensiones sobre la política? ¿Qué cambios deben generarse en la construcción de políticas públicas? ¿Cómo evaluar la gestión de la política?

Esto los lleva a desarrollar dos proyectos en el marco del Bicentenario: Historia Hoy y Expedición Botánica Siglo XXI. La realización de los proyectos propicia el trabajo con los maestros en las diferentes regiones y los invita a proponer proyectos de aula y de escuela que permiten seleccionar experiencias significativas.

El proyecto

Se trata, entonces, de desmitificar las ciencias y llevarlas al lugar donde tienen su verdadero significado, llevarlas a la vida diaria, a explicar el mundo en que vivimos.

MEN, 2006

La pregunta que orienta este proceso innovador es: ¿Cómo el desarrollo de un proyecto de investigación despliega otras comprensiones alrededor de la construcción de política?

En el marco de las acciones del Programa sobre la ejecución de la Política, el proyecto permite adoptar una postura reflexiva frente a la formulación, ejecución y evaluación de la política.

La experiencia comprende tres etapas:

1. Fundamentación de orientaciones pedagógicas, que involucra el análisis de textos, su relación con los estándares de competencias, la realización de un estado del arte sobre el concepto de competencia propuesto en las políticas y la mirada sobre la responsabilidad social de la educación científica.
2. El acompañamiento a las prácticas educativas, que fortalece las prácticas de los maestros en 500 escuelas del país, permite la sistematización, propicia el diálogo con los maestros sobre sus concepciones de ciencia y de ciencia escolar, la reflexión sobre la práctica en relación con cómo se enseña y se aprende la ciencia escolar y la elaboración de los relatos de vida que reconocen al maestro como sujeto y actor en los procesos de educación científica.
3. La movilización para la apropiación social, que responde al proceso de gestión de conocimiento, permite identificar las redes de maestros, la construcción colectiva y el trabajo intersectorial con otros actores sociales como empresas, parques temáticos, jardines botánicos, museos y su vinculación con los procesos de educación científica en una articulación ciencia y tecnología que quiere cautivar a los niños a través de la lúdica.

Los aprendizajes

El logro de las grandes metas de la formación en ciencias y la transformación de la calidad educativa que son propuestas en las políticas y comprometen tanto a los maestros como a las instituciones educativas en la creación de espacios adecuados para *“que el estudiante construya un aprendizaje frente a la investigación y que se aproxime al conocimiento a través de la indagación”*, serán posibles en la medida que se reconozca a los maestros y los directivos escolares como actores fundamentales en la construcción de las políticas y se cambie la visión de evaluar la gestión de la política en términos cuantitativos de indicadores, por opciones como la sistematización de las prácticas de los maestros que dan cuenta de los procesos de educación científica y los proyectos realizados en las escuelas conjuntamente por maestros, estudiantes y comunidad.

Referencias

Constitución Política de Colombia de 1991

MEN (1994). Ley 115. Ley general de Educación

MEN (1998). Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental

MEN (2006). Estándares Básicos de competencias. Lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden. Documento No. 3

MEN (2010). Plan Sectorial 2010-2014. Documento No. 9

OEI (2012). Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo y la cohesión social. Documento para debate, primera versión

Políticas y equidad de género: el lugar de la educación científica y tecnológica

Silvia Porro

Universidad Nacional de Quilmes, Argentina, sporro@unq.edu.ar

Uno de los Objetivos del Milenio de Naciones Unidas es el de promover la igualdad entre los sexos y la autonomía de la mujer, así como la eliminación de las desigualdades entre los géneros en todos los niveles de enseñanza para 2015. De acuerdo a los datos de esta organización, dos terceras partes de las personas analfabetas en el mundo son mujeres (UNESCO, 2012), esto significa que aún hay 508 millones de mujeres analfabetas.

Para superar la discriminación por razones de género, el acceso a la educación y la construcción de propuestas educativas equitativas debe ser una estrategia prioritaria. En este sentido, en sociedades desarrolladas, se han realizado notables esfuerzos para lograr un cambio educativo, a fin de “transformar uno de los más poderosos dispositivos de construcción y legitimación de referentes culturales, jerarquías sociales y configuraciones subjetivas” (Bonder, 1999).

Las políticas aplicadas en algunos países iberoamericanos que han incluido la equidad de género han producido mejoras generales evidentes en la sociedad, pero muy escasas en el ámbito de la educación científica y tecnológica. Esto puede deberse a que la ciencia y la tecnología siguen siendo vistas por gran parte de la sociedad como neutrales, objetivas e independiente de los valores humanos y, por consiguiente, en esos ámbitos no se considera necesario corregir desigualdades de género.

En las políticas públicas en contra de las desigualdades de género se observan estrategias diversas, la más generalizada es la de igualdad de oportunidades, que implica que todos los individuos han de tener la misma oportunidad y que las desigualdades que se producen se deben a los distintos méritos que tienen las personas. Existen entonces desigualdades injustas cuando no se han tenido las mismas oportunidades iniciales y desigualdades legítimas que sólo expresan las diferencias meritocráticas. Según Judith Astelarra (2003), el problema radica en que el punto de partida entre hombres y mujeres para la participación en el mundo público no es igual. La política de igualdad de oportunidades intenta corregir la ausencia de las mujeres en aquellos lugares públicos en que están presentes los varones. Esto es lo que sucede en el ámbito de la educación científica según informa la UNESCO (2012): si bien las mujeres han alcanzado la paridad con los hombres en los títulos de grado (bachelor's degrees) y llevan la ventaja en los títulos de maestría (56% para las mujeres), la relación es exactamente la inversa para los títulos de doctorado. Según el mismo organismo los hombres siguen predominando en los trabajos de investigación; las mujeres siguen encontrando barreras considerables para hacer carrera en el campo de la investigación. El porcentaje mundial de mujeres científicas alcanza apenas el 29 % del total de investigadores. Las razones que esgrime la UNESCO para explicar esta infrarrepresentación de las mujeres en la ciencia, especialmente en posiciones senior, incluye el equilibrio trabajo-vida, los estereotipos de género, la forma de medir el desempeño y los criterios de promoción, y el rol de los investigadores en la sociedad. Aparte de estar infrarrepresentadas, las mujeres en la investigación están frecuentemente menos pagadas que los hombres igualmente

calificados, es menos probable que sean promovidas y suelen estar en los grupos de menor categoría del sistema científico. La conclusión, entonces es que si queremos que el porcentaje de científicas iguale al de científicos (ya que en la población mundial hay aproximadamente el mismo número de hombres que de mujeres) tenemos que trabajar en la educación científica sobre los estereotipos de género que aún persisten.

En España, estas políticas existen hace más de treinta años, desde que en 1983 se creó el Instituto de la Mujer dependiente del Ministerio de Cultura. Una de las ideas más importantes en el contexto en que se elaboraron los planes para la implementación de estas políticas fue que “cambiar la situación de las mujeres, supone el compromiso de los propios agentes sociales. Esto es, la sociedad en su conjunto debe aceptar que existe discriminación de las mujeres, que esto debe eliminarse y que para ello hay que modificar formas de conductas y una organización social y económica que es la que genera y mantiene esta situación” (Astelarra, 2003). El énfasis principal de estas políticas ha sido que las mujeres entraran en el mundo público y salieran de su invisibilidad a través de la realización de estudios. Y aunque esto se ha logrado, el gran desafío pendiente es lograr que ese mundo público produzca los cambios necesarios en sus estructuras de género para lograr no sólo una igualdad cuantitativa sino también cualitativa. Mirando a las graduadas universitarias españolas y su inserción en el mundo del trabajo, las mujeres tienen el doble de desempleo que los hombres en las carreras universitarias feminizadas (ciencias sociales y jurídicas, humanidades), pero en el caso de las ingenierías el desempleo de las mujeres llega a ser cuatro veces mayor que el de los hombres (Astelarra, 2003).

En Argentina, la primera política explícita en este sentido fue el Programa de Igualdad de Oportunidades para la Mujer en la Educación (PRIOM), que se desarrolló desde 1991 a 1995. Uno de los objetivos de este Programa era: “Transformar el conocimiento que brinda la escuela incorporando las contribuciones de las mujeres al desarrollo económico y sociocultural a lo largo de la historia”.

Desde la educación científica, podemos hacer nuestro este objetivo, mencionando los aportes de las mujeres científicas, y así cambiar la visión tradicional de los libros, donde sólo aparece Madame Curie porque, hasta las primeras décadas del siglo pasado, fue la única “visible” (Manassero Mas y Vázquez Alonso, 2003). Podemos incluir a las importantes investigadoras y premios Nobel que aparecieron luego de la explosión de la “gran ciencia”.

Una de las acciones propuestas por el PRIOM fue la elaboración de un currículum no sexista que debía ir necesariamente vinculado con la formación de docentes concientes de esta problemática, comprometidos/as con la propuesta de transformación y capacitados/as para llevarla a la práctica. Por otro lado, se requería de materiales didácticos que apoyaran nuevas prácticas de investigación, diagnóstico y evaluación permanentes. Otra prioridad del PRIOM fue la articulación entre las reformas de género en el sistema educativo formal y los programas de investigación de la mujer existentes en las Universidades.

Esta política parece estar dando sus frutos, ya que de acuerdo con los datos suministrados por la Prosecretaría de Gestión y Seguimiento Académico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, según el registro de 2011, el 19% del total de alumnos activos eran mujeres. En 2000, en tanto, sólo el 10% del estudiantado era femenino (La Nación, 2012). Habrá que seguir trabajando en este sentido.

Referencias

Astelarra, Judith (2003) Veinte años de políticas de igualdad de oportunidades en España. Presentación realizada en CEPAL. Disponible en: <http://www.debatefeminista.com/PDF/Articulos/veinte864.pdf> Acceso 31/7/12

La Nación (2012). Más mujeres se inclinan por estudiar Ingeniería. Publicado el 13/8/12. Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/1498730-mas-mujeres-se-inclinan-por-estudiar-ingenieria>

Manassero Mas, M. A. & Vázquez Alonso, A. (2003). Las mujeres científicas: un grupo invisible en los libros de texto. *Investigación en la escuela*, 50, 31-45.

UNESCO (2012). *World Atlas of Gender Equality in Education*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Bonder, G. (1999). *La equidad de género en las políticas educativas: lecciones de la experiencia*. Buenos Aires: Centro de Estudios de la Mujer.

Políticas de educação científica: Quem decide o quê?

Políticas de Educación Científica: ¿Quién decide qué?

António F. Cachapuz

CIDTFF, Universidade de Aveiro, Portugal, cachapuz@ua.pt

Na Educação Científica (e não só) não se pode deixar os políticos à solta.

O caso não é para menos já que se assiste nos últimos anos na Europa a uma reorientação profunda das políticas de ensino superior e de investigação, em particular com a progressiva ruptura de modelo tradicional de universidade europeia: “O novo modelo proposto pela Comissão Europeia questiona o ideal Humboltiano de Universidade enquanto comunidade autónoma de professores e põe em dúvida se o governo das universidades levado a cabo por académicos será o melhor em termos sociais. O novo modelo enfatiza, “management” e empreendedorismo mais do que liberdade académica, democracia interna e papel organizador das disciplinas académicas” (Massen, 2007, p.94).

Para muitos, tal construção visa criar a Universidade/Empresa ao serviço da reorganização internacional do trabalho e satisfazer a troca de “serviços” defendida pela Organização Mundial de Comércio. P. ex., Oliveira e Holland consideram que o processo “corre o risco de reproduzir algumas das características mais negativas da educação de massa fordista, da hierarquia weberiana e da vigilância tanto foucaultiana como taylorista” (2008, p.20).

Escolho o ensino superior não só por ser um parceiro chave na Formação de Professores (FP) de Ciências mas também por ter sido alvo, nos últimos anos, de intervenções profundas e algo problemáticas no âmbito da reconfiguração das políticas de construção do Espaço Europeu de Ensino Superior (EEES).

Pretendo deste modo contribuir para (i) caracterizar disfunções e limitações democráticas dos processos institucionais decisórios em curso na definição das políticas (ii) identificar estratégias que ajudem a comunidade de educadores/investigadores em Ciências a inverter o actual rumo de tais processos, em particular em relação à FP de Ciências.

Uma melhor compreensão sobre tais aspectos pode ajudar a desenvolver uma maior consciência sobre as nossas circunstâncias sociais alargando a nossa capacidade de compreensão e intervenção em decisões que nos afectam como professores/educadores de ciências.

Raízes do problema

A questão central tem a ver com a desvalorização do exercício da cidadania em vários países da Europa devido à regressão do espaço público de discussão das políticas públicas com interesse para a Educação em Ciências (e não só). São patentes tensões sociais existentes entre os processos decisórios autoritários e os democráticos, com claro predomínio dos primeiros, desvios trazidos por novos atores supranacionais e também por disfunções em políticas nacionais de Educação Científica.

De que modos se revela esta tensão?

- (i) Há um crescente afastamento entre os cidadãos e os governos, ou seja, disfunções nas relações entre o poder político e os cidadãos, mesmo em sociedades em que a democracia formal existe. Jasanoff (2007) considera ser necessária uma nova ordem política que aproxime os governos e as políticas dos cidadãos, exigindo dos governos uma capacidade de discernir e ir ao encontro das solicitações e exigências dos cidadãos. Só que tal necessária aproximação vai em contracorrente da globalização (em particular a globalização económica), dado o aparecimento recente de novos atores supra nacionais introduzindo uma fractura na autoridade dos estados nação que não favorece tal aproximação com os cidadãos nem o controlo das mudanças.
- (ii) Restrições autonómicas das Instituições de Ensino Superior (IES). Esclareça-se desde já que autonomia é aqui entendida não como mera transferência de “autoridade” das instâncias nacionais (ou supranacionais) para as instituições universitárias mas sim no reforço nestas últimas da sua capacidade de auto-regulação, de graus de liberdade na definição e aplicação das suas estratégias de desenvolvimento e de sua progressiva responsabilização. P. ex., os resultados de um relatório da União Europeia envolvendo 32 países europeus (Enders & File, 2006) referem que a influência dos governos na definição das políticas nacionais de ensino superior não só não decresceu como aumentou no período de 1995 a 2006 (61% das respostas). Há uma influência crescente de vários atores na definição das políticas nacionais de educação, em particular, da Comissão Europeia (67%), atores externos (indústria, negócios..., 73%). Não tenho conhecimento de que tal tendência se tenha invertido.

No topo da lista, deve ser bem esclarecido se o processo em curso pretende legitimar uma lógica de mudança orientada para o desenvolvimento humano de carácter cooperativo e emancipatório ou de índole economicista (capital humano) no quadro da globalização neoliberal (New Public Management). Vários sinais apontam que a última seja a ideologia predominante com a pretensão de ser o mercado de trabalho a definir o que as IES devem fazer.

Tal nova orientação é acompanhada de forma subtil por uma crescente burocratização do processo, com predomínio de decisões do tipo hierárquico visando o controlo da natureza e calendário de decisões, e também pela criação de estruturas ad hoc (grupo de estudos, gabinetes...) que frequentemente ultrapassam os limites de decisão para que foram criadas. É caso para perguntar “quem decide acerca dos fundamentos e sentidos das decisões” (Antunes, 2007, p. 23). A mesma autora, ao questionar a criação do EEES, refere a “...impressionante produção de instrumentos, procedimentos e metodologias de controlo, por parte de entidades extranacionais, gritantemente contrastantes com a virtual ausência de acompanhamento, responsabilização, ou mesmo simples informação, perante os atores, grupos ou categorias envolvidos no terreno da acção quotidiana de realizações das missões, funções e políticas educativas institucionais e nacionais” (idem, p. 11). Tais práticas de regulação supranacional não ajudam a credibilizar a necessidade de transformação e reforma ao nível das IES (perda de seu poder decisório), junto dos docentes (implicações no controlo externo sobre os produtos académicos) ou ainda junto dos alunos e suas famílias (devido a efeitos colaterais como sejam o aumento das despesas com a educação).

E sobre a qualidade das formações?

Do lado das IES os resultados são lidos com “precaução”. Num inquérito massivamente administrado em 2007 pela Comissão Europeia (COM, 2007) e envolvendo 27 países da UE, e em resposta à pergunta de se “a introdução do sistema de três ciclos de formação acima referido melhorou (ou melhorará) a qualidade da educação”, só 49% dos inquiridos (reitores, responsáveis por faculdades e departamentos, professores com larga experiência profissional) responderam afirmativamente. Estamos pois longe de posições convergentes sobre uma questão estrutural do EEES. Uma possível explicação pode ter a ver com a secundarização das IES nas decisões tomadas (ver acima). Em apoio deste argumento, 75% dos inquiridos indicaram que “a Universidade necessita de mais autonomia das autoridades públicas”. Importantes questões como (i) a articulação entre as formações obtidas no primeiro ciclo de estudos (“bachelor”) e empregabilidade (49% das respostas afirmativas) ou (ii) a complementaridade necessária de estudos de 2º ciclo (“master”) para facilitar a empregabilidade (46%, idem), estão longe de recolher consenso entre os inquiridos. De um modo sucinto, os resultados obtidos sugerem uma tendência crítica (< 50%) na Europa dos 27 em relação às questões colocadas.

Em Portugal, e no que respeita à FP, genericamente, a qualidade da FP de Ciências regrediu. Em particular, perdeu-se a proximidade entre a Universidade e as escolas onde os alunos da formação inicial faziam no 5º e último ano o seu estágio pedagógico, desvalorizou-se o papel dos professores cooperantes das escolas onde o estágio tinha lugar, descontinuou-se o estágio pedagógico que na prática deixou de existir como tal, segmentou-se ainda mais a formação, agravou-se a empregabilidade no final das atuais licenciaturas (devido à desconfiança dos empregadores por ciclos de formação mais curtos), feriu-se a democratização do acesso ao ensino, já que o prolongamento das formações do 1º para o 2º ciclo de estudos pode afastar alunos por razões meramente económicas. No que respeita à formação contínua, descontinuaram-se importantes programas. Tal como noutros países da União Europeia (ver estudo recente em <http://ec.europa.eu/research>), a situação é agravada pelo fato das universidades europeias não terem pessoal docente científico qualificado em número suficiente para substituir o pessoal académico que se vai reformando (os mais experientes).

O que falta fazer?

Sem ter a pretensão de alinhar uma agenda de intervenção, penso ser necessário:

- Uma maior transparência das políticas supranacionais de Educação Científica de modo a poderem ser objecto de escrutínio público na sua fase decisória e não como fatos consumados.
- Reorientar o sentido de políticas de Formação/Educação Científica para o benefício daqueles a quem elas se devem dirigir (os cidadãos) e não em função dos ciclos políticos.
- Valorização da autonomia institucional das IES, autonomia responsável e responsabilizável
- Melhor entrosamento entre as IES e a sociedade civil na monitorização dos processos de formação e criação de dinâmicas de sucesso.

Finalmente, é necessário assegurar o pluralismo dos processos nacionais de formação no quadro do EEES. A defesa da necessária convergência não pode pôr em risco a pluralidade de percursos nacionais, o verdadeiro ADN da construção histórica da Europa e que constitui sua maior invenção e inalienável riqueza.

No fundo, é ir ao encontro de Morin (2000) quando afirma que “... a cultura existe apenas por meio das culturas” (p. 56).

Referências

Antunes, F., O Espaço Europeu de Ensino Superior para uma Nova Ordem Educacional? Educação Temática Digital, vol.9, nº. especial, 2007, p. 1-28.

COM, *Education and Training, 2010*, European Commission, Brussels, 2007.

Enders, J. & File, J., *The extend and impact of higher education governance reform across Europe* (part one), COM, 2006.

Jasanoff, S. *Science and Democracy in Europe and USA*. Princeton Univ. Press, 2007.

Maassen, P., *The Modernisation of Higher Education/ Governance in Europe*, em Políticas do Ensino Superior, Lisboa: Conselho Nacional de Educação, 2007, 71-106.

Morin, E., *Os sete saberes necessários a Educação do futuro*. S. Paulo: Cortez, 2000.

Oliveira, T. e Holland, S., Retórica e Realidades nas Reformas do Ensino Superior e no Processo de Bolonha, *Ensino Superior*, 2008, 29, 19-33.

- Agradecimento ao CIDFTT/Universidade de Aveiro e à FCT pelo apoio financeiro

Mesa de debate

Integración del CTS con otros aspectos de la didáctica de las ciencias

Integração do CTS com outros aspectos da didática das ciências

Moderador: **Aureli Caamaño**

*Centro Didáctico de Ciencias Experimentales, Colegio de Licenciados de Cataluña, Barcelona
aurelicaamano@gmail.com*

La propuesta educativa para el siglo XXI incluye un abordaje CTS en todas las áreas de conocimiento, en especial, en la enseñanza de las ciencias, donde la alfabetización científica y tecnológica se han convertido en un importante objetivo a alcanzar. El enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad, estrechamente ligado al objetivo de la alfabetización científica y, más recientemente, al desarrollo de la competencia científica, se ha ido haciendo presente en las últimas décadas, en mayor o menor medida, en el currículum de ciencias, en los materiales didácticos elaborados por grupos de innovación, en diferentes áreas de investigación didáctica, y en los programas de evaluación de los estudiantes y de formación del profesorado de muchos países. El carácter interdisciplinar y transversal de este enfoque hace que concurren en él múltiples aspectos de la didáctica de las ciencias, tales como la alfabetización científica, la contextualización del currículum, la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, el aprendizaje de la argumentación, el desarrollo del pensamiento crítico, el enfoque indagativo en la enseñanza de las ciencias y la evaluación de los contenidos CTS.

Esta mesa redonda pretende plantear, debatir y apuntar respuestas a algunas de las cuestiones que plantea la introducción de la educación CTS en el currículum. Participan como ponentes cinco profesores/as e investigadores/as en el campo de la didáctica de las ciencias y de la educación CTS, provinientes de Brasil, Portugal y España; la mayoría de los cuales son miembros fundadores o bien han participado de forma continuada en los Seminarios Ibéricos o Iberoamericanos CTS: Isabel Martins, de la Universidad de Aveiro (Portugal); María Jesús Martín-Díaz, del IES Jorge Manrique (Tres Cantos, España), María Pilar Jiménez-Aleixandre, de la Universidad de Santiago de Compostela (España), María Delourdes Maciel de la Universidad Cruzeiro do Sul de São Paulo (Brasil), y Rui Vieira de la Universidad de Aveiro (Portugal).

Isabel Martins nos presenta diferentes visiones de la literacia o alfabetización científica y las relaciona con una educación CTS orientada al desenvolvimiento humano de los estudiantes. A continuación, analiza la relevancia de ambos temas en dos revistas de amplia difusión, *School Science Review* y *Alambique*.

María Jesús Martín-Díaz cuestiona qué se entiende por naturaleza de la ciencia y por qué después de décadas de hablar y escribir sobre la naturaleza de la ciencia, ésta tiene escasa presencia en las aulas.

Marilar Jiménez-Aleixandre considera que el enfoque y los contextos CTS tienen especial relevancia para el desarrollo del pensamiento crítico y la práctica de la argumentación.

María Delourdes Maciel investiga la presencia del enfoque CTS en los currículos escolares de enseñanza de las ciencias en Brasil y cómo este enfoque se refleja en las cuestiones de las pruebas de evaluación oficiales.

Y, por último, Rui Vieira presenta los resultados de una investigación realizada con formadores de educadores de educación infantil y con profesores de ciencia-tecnología-sociedad sobre las necesidades de formación que perciben tener en este ámbito.

Hemos pedido a cada uno de los ponentes que finalicen su breve exposición, con una cuestión que permita centrar el debate que tendrá lugar a continuación con la participación de los profesores/as asistentes. Como forma de concluir esta presentación avanzamos las cuestiones que serán planteadas en el debate:

- 1. Que pensam os professores sobre os artigos publicados nas revistas de especialidade relativamente à literacia científica e CTS, como os interpretam, que uso fazem das propostas e orientações que neles são veiculadas?*
- 2. ¿Cómo debería integrarse y evaluarse la NdC en el currículum para que constituyera un elemento importante de los contenidos del mismo?*
- 3. ¿Qué dificultades puede haber en el actual contexto de presión sobre el profesorado para llevar a cabo nuevas propuestas?*
- 4. Qual é a implicação del modelo de avaliação para os currículos, e para a formação e a prática dos professores e o ensino de Ciências que acontece na sala de aula?*
- 5. Quais são as necessidades formativas sobre CTS dos professores?*

Literacia Científica e CTS

Isabel P. Martins

Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores
Universidade de Aveiro
3810-193 Aveiro, Portugal
imartins@ua.pt

Resumo

Sendo a Literacia Científica (terminologia anglo-saxónica) ou Alfabetização Científica (terminologia francófona) um propósito da Educação em Ciências pretende-se questionar o papel da educação CTS para a sua concretização. Revêem-se alguns conceitos de Literacia Científica e analisa-se a relevância dada a ambos, Literacia/Alfabetização Científica e CTS, em duas Revistas de grande difusão entre professores, *School Science Review* e *Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*, na última década.

Palavras-chave: literacia científica; educação CTS; ciência e cidadania; ensino contextualizado.

Introdução

A educação em ciência é uma temática que tem mantido a atenção de professores, investigadores, decisores políticos e público em geral. Dizem uns que existe mais opinião de senso comum do que conhecimento informado nas posições expressas, dizem outros que o rumo dado à preparação científica dos jovens em contexto escolar não satisfaz as necessidades futuras de uma sociedade globalizada e profundamente influenciada pelos avanços da Ciência e Tecnologia. A troca de argumentos tem sido acesa, quer pelos regimes democráticos permitirem uma confrontação livre de ideias, quer pelo desenvolvimento da investigação científica no âmbito da educação em ciência alcançado nas últimas décadas. Uma coisa é certa, raros são os projetos de educação em ciência concebidos e implementados que são cuidadosamente acompanhados pelos seus responsáveis e avaliados antes de serem substituídos por outros, orientados por visões completamente distintas. Os estudos internacionais de avaliação, de que o PISA é paradigmático, têm precipitado mudanças nas orientações da educação em ciência sem que os responsáveis políticos por tais mudanças aprofundem razões que condicionam os resultados alcançados em distintos países, umas próprias do contexto escolar, outras de ordem externa. Os resultados numéricos sobre a posição alcançada são sempre a primeira preocupação.

Também a comunidade científica de educação em ciência tem vindo a focar-se em aspetos distintos, como é próprio da Ciência, em geral. O trabalho desenvolvido nas últimas três décadas em vários pontos do mundo, sobretudo na Europa, América do Norte e América Latina, tem seguido algum 'modismo'. Os investigadores centraram-se primeiro em questões de sala de aula como dificuldades de aprendizagem, trabalho prático e estratégias de ensino. A ideia era passar do ensino centrado no professor para a aprendizagem centrada no aluno.

Embora estas temáticas não tenham sido abandonadas, novos temas foram surgindo, acompanhando preocupações sobre o papel da escola: passar de uma lógica de instrução para uma lógica de educação; valorizar o conhecimento contextualizado face

ao conhecimento factual; compreender a importância social do conhecimento científico num mundo diversificado mas global; perspetivar uma educação científica para todos numa escola plural e inclusiva; desenvolver conhecimento das interrelações da Ciência com outros saberes; reconhecer a ciência como cultura.

Literacia científica

A comunidade científica de educação em ciência tem crescido muito apreciavelmente. São muitos os programas de formação de professores e outros profissionais, os projetos de investigação, as conferências e congressos largamente participados, a diversidade de recursos didáticos concebidos e validados, os espaços e ambientes de educação não formal existentes, as publicações científicas editadas. A educação em ciência é hoje um domínio com identidade assumida, com espaço curricular próprio, e sistemas de avaliação implementados.

Permanecem, no entanto, algumas polémicas entre especialistas sobre que conteúdos inserir nos programas, de natureza concetual ou temática, de cariz mais clássico ou orientado para contextos e situações reais, de orientação monodisciplinar ou integração de disciplinas, quando e como passar de uma educação em ciências para todos para uma educação científica para futuros profissionais de ciência e tecnologia.

Literacia científica tornou-se um assunto de interesse social alargado a todos que se preocupam com formação e educação, reconhecido como um conceito em evolução, um objetivo cultural no mundo contemporâneo. Termina este ano a Década da Literacia das Nações Unidas, 2003-2012, iniciativa que pretendeu chamar a atenção de todo o mundo sobre a responsabilidade que cabe a todos os países para capacitarem todos os cidadãos com competências para extraírem significado útil da informação disponível (oral, escrita, digital). Literacia científica é um conceito surgido na década de 50 do séc. XX, o qual foi sucessivamente apurado, com repercussões na conceção de modelos e práticas de ensino das ciências (DeBoer, 2000) e de perspetivas sobre o envolvimento dos cidadãos na apreciação de temas socialmente controversos.

No final do século XX surgem posições claras sobre o conceito de literacia científica que rompem com visões dicotómicas. Por exemplo, Bybee (1997) considera diversos graus de literacia científica (nominal, funcional, concetual, multifuncional) e argumenta ser impossível a um mesmo indivíduo estar preparado igualmente em todos os domínios científicos.

Uma posição mais humanista é apresentada por Hurd (1998) advogando que a literacia científica dos cidadãos se refletirá na competência cívica de cada um a nível pessoal, social, económico e político. Ora, o ensino das ciências orientado para a literacia científica exige a clarificação dos saberes, competências e valores que se deseja que o nível de ensino em questão proporcione.

O movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no ensino das ciências assume-se como uma via para o desenvolvimento de uma cultura que interprete e valorize as interrelações Ciência-Tecnologia em ambiente social, em cada época. O espólio tecnológico disponível atualmente a muitos cidadãos que nada conhecem dos princípios em que se baseia o seu funcionamento, constitui razão para muitos investigadores e educadores salientarem a necessidade de em contexto escolar se analisarem implicações e valores associados ao seu uso, em particular os recursos eletrónicos e digitais (Martins e Paixão, 2011). Desenvolver uma literacia científica crítica, na perspetiva de Aikenhead (2009), pode passar pelo ensino CTS orientado

para o desenvolvimento humano. Com efeito, a literacia científica é um objetivo social por permitir a tomada de decisão informada, onde a análise de provas científicas deve prevalecer relativamente a convicções e valores pessoais, morais ou éticos. Uma perspetiva humanístico-cultural do ensino das ciências, que a abordagem CTS proporciona, permitirá ao aluno compreender que o conhecimento científico é independente da diversidade de povos e culturas mas em todos eles tem repercussões. A crítica informada é o contrário da doutrinação. A ciência escolar deve ser ensinada relevando o contexto social e, desse ponto de vista, o seu ensino não pode ser neutro.

O caso das revistas *School Science Review* e *Alambique – Didáctica de las ciencias experimentales*

Sendo a publicação de revistas periódicas uma forma de tornar acessível ao público interessado o resultado do trabalho científico, selecionaram-se duas revistas de grande divulgação entre professores de ciências e investigadores: *School Science Review (SSR)*, em língua inglesa, e *Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*, em castelhano. Ambas as revistas têm características comuns: publicação trimestral regular, convidam investigadores reputados a escrever sobre temas pertinentes, organizam dossiês temáticos. Têm, no entanto, um historial bem diferente. A *SSR* é publicada desde Junho de 1919 (tem 93 anos!) pela Association for Science Education cuja origem remonta ao início do Séc. XX (Association of Public School Science Masters e, posteriormente, Association of Women Science Teachers). *Alambique* foi publicada pela primeira vez em 1994, exatamente aquando do número 273 da *SSR*, pela Graó Educació de Serveis Pedagógics, sedeadada em Barcelona. Separam o início destas duas publicações 75 anos, muito tempo, mas ambas partilham ideais de divulgação de estudos, propostas didáticas e projetos sobre ensino, aprendizagem e avaliação em ciência. Não escamoteiam polémicas e é vulgar encontrar até no mesmo número autores com diferentes pontos de vista.

Quisemos perceber qual a relevância que os temas de literacia científica e CTS têm tido nestas duas publicações nos últimos anos. Selecionámos o período 2001-2011 e analisámos todos os números publicados (*SSR* 300-343; *Alambique* 27-69). Considerámos 5 categorias tendo em conta as características mais salientes dos artigos: (1) Literacia/alfabetização científica; (2) Educação em ciência/ciência e cidadania; (3) CTS; (4) Ensino de ciências contextualizado; (5) Outros temas relevantes para educação em ciência.

As categorias definidas para tipificação dos artigos tiveram em consideração a natureza das temáticas escolhidas pelos autores. Assim, em (1) incluem-se os artigos que abordam de forma explícita uma relação entre ensino das ciências e literacia científica, em termos mais teóricos. Em (2) consideram-se os artigos que equacionam a aprendizagem das ciências como um valor cultural com repercussão na formação pessoal e social dos cidadãos. Em (3) incluem-se os textos que de forma explícita referem a importância das interrelações CTS no desenho curricular, recorrendo muitas vezes a temas concretos e/ou salientando a relevância das controvérsias científicas nas abordagens didáticas para explorar dimensões/conteúdos CTS. A categoria (4) engloba os artigos que usam contextos para a exploração didática de temas curriculares, sendo os contextos escolhidos pela sua relevância atual e por serem motivadores para os alunos. Em (5) incluem-se os artigos que não tendo sido categorizados anteriormente apresentam ideias que são pertinentes para o aprofundamento da relação Educação-Ciência-Cultura, como análise de currículos e de projetos de investigação/intervenção realizados.

Não sendo fácil nem isento de críticas a categorização escolhida por, sobretudo, não terem sido contabilizados muitos artigos que discutem aspetos particulares da educação em ciência (por exemplo, avaliação de aprendizagens, trabalho prático) de grande importância para alunos e professores, optou-se por focar a atenção na literacia científica e nas perspetivas teóricas ou contextualizadas para a alcançar, segundo a escolha dos seus autores.

Obtiveram-se os seguintes resultados:

Tabela 1. Número de artigos publicados, por categoria.

	Literacia/ Alfabetização científica	Educação em ciência/ciência e cidadania	CTS	Ensino de ciências contextualizado	Outros temas relevantes	
<i>SSR</i>	10	25	12	21	37	105
<i>Alambique</i>	5	23	24	26	40	118

Globalmente pode considerar-se que o perfil das duas publicações não difere apreciavelmente para as categorias definidas. A diferença principal será a *SSR* apresenta mais artigos sobre literacia científica (1) e a *Alambique* sobre CTS (3). No entanto, há que notar que existem interseções entre as quatro primeiras categorias.

Considerações finais

O Séc. XXI começou com acontecimentos de repercussão mundial. O atentado de 2001 em Nova Iorque evidenciou a fragilidade das sociedades mesmo aquelas que se julgavam mais reforçadas. A dimensão de perigo do Planeta cada vez mais povoado não é conhecida, apesar do melhor conhecimento científico e tecnológico. Esta primeira década terminou com grandes sobressaltos económicos à escala global, acentuando novamente a fragilidade dos sistemas.

A Ciência não é a única forma de interpretarmos o mundo mas proporciona conhecimento que nenhum outro saber permite alcançar. Ciência e cidadania estão intimamente relacionadas nas sociedades democráticas. A educação em ciência terá de fazer parte da educação formal de todos os cidadãos, ainda que a um nível básico na formação geral. Importa discutir que saberes deverão ser estes e de que formas poderão ser ensinados. No entanto, não é mais aceitável nem admissível que a ciência escolar seja abordada de forma descontextualizada, no pressuposto de que os princípios e conceitos são válidos em si mesmo e que esse deve ser o foco de atenção dos alunos. Dificilmente se saberá aplicar os saberes que nunca se viram aplicados. A orientação CTS para a educação em ciência não é “uma moda” mas representa uma filosofia para a educação científica de todos, incluindo aqueles que querem continuar a estudar ciências, onde se encontram os futuros cientistas. Saber ciências hoje inclui compreender articulação com outros saberes, com história da ciência, com contextos sociais, culturais e ambientais onde os problemas e questões científicas são gerados, bem como compreender a relação biunívoca entre ciência e tecnologia.

Aprender ciências deve ser tarefa de todos mas deve ser feito de forma a aliciar muitos a quererem prosseguir estudos de ciências e tecnologias. Continuar a aprofundar um ideário de literacia científica para cada nível escolar é indispensável bem como promover formação continuada de professores. Apostar em revistas de ampla divulgação é um caminho, mas afigura-se pertinente apurar o que pensam os professores sobre tais artigos, como os interpretam, que uso fazem das propostas e orientações que neles são veiculadas.

Referências

- Aikenhead, G. (2009). *Educação científica para todos*. Lisboa: edições Pedago.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving Scientific Literacy – From purposes to practices*. Portsmouth: Heinemann.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific Literacy: Another Look at its Historical and Contemporary Meanings and its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (6), 582-601.
- Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: new minds for a changing world. *Science Education*, 82, 407-416.
- Martins, I. P. e Paixão, M. F. (2011). Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. Em W. L. P. Santos e D. Auler (Organizadores), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 135-160). Brasília: Editora Universidade de Brasília.

La naturaleza de la ciencia en CTS

María Jesús Martín-Díaz

IES Jorge Manrique, C/ Mar Adriático, 2, 28760 Tres Cantos. Madrid,
mariajesus.martin@gmail.com

Resumen

La naturaleza de la ciencia ha sido objeto de debate en la didáctica de las ciencias, más o menos explícitamente, desde que apareció la enseñanza por descubrimiento de Bruner, como consecuencia del lanzamiento del Sputnik, y ha estado presente en todos los Seminarios CTS desde el primero organizado en Aveiro en el año 2000 y lo sigue estando en el actual, como prueban las numerosas comunicaciones que hay sobre el tema. Esta presencia a lo largo del tiempo nos indica que es un tema fundamental, que no está aún resuelto satisfactoriamente y que ofrece muchos aspectos para su reflexión. Por esta razón, presentamos cinco preguntas que consideramos fundamentales para un debate sobre la naturaleza de la ciencia.

¿Qué significa naturaleza de la ciencia?

Reid y Hodson (1993), cuando defienden la necesidad de una “Ciencia para todos”, indican que esta ciencia debe incluir conocimientos *sobre la ciencia*, es decir, sobre qué es la ciencia y cómo se elabora, según el título de un libro de Chalmers (1990) que, desde nuestro punto de vista, debía ser lectura obligada para todos los estudiantes universitarios de ciencias experimentales.

Según esto, parece que ya sabemos el significado de naturaleza de la ciencia: los conocimientos *sobre la ciencia*. Pero, ¿qué se incluye en estos conocimientos? Pedrinaci en la presentación del número 72 de *Alambique* (2012), titulado “Enseñar qué es la ciencia”, plantea las siguientes preguntas, entre muchas otras, que se deben responder desde este ámbito: *¿por qué decimos que la astronomía es una ciencia y la astrología una pseudociencia?, ¿son ciertos los conocimientos científicos y erróneos los que no lo son?, ¿hay subjetividad en la ciencia?, ¿cómo se construye el conocimiento científico?, ¿las experiencias de laboratorio constituyen la vía de acceso al conocimiento científico?, ¿qué papel tiene la creatividad?, ¿qué y quién determina que una teoría científica sea sustituida por otra o que puedan convivir durante décadas?, ¿qué papel desempeña la comunidad científica en este proceso?, ¿qué influencia tiene la sociedad y sus intereses económicos o ideológicos? ...*

Por otro lado, Dusch y Grandy (2008) señalan que en los últimos tiempos ha habido un cambio en la concepción intrínseca de la ciencia, que ha pasado de considerarse básicamente como experimentación a considerarse generación y revisión de modelos. Para ver qué piensan los alumnos sobre este dilema, podemos preguntarles, ¿qué son más importantes los datos experimentales o las teorías y modelos aceptados? El descubrimiento del planeta Neptuno nos ofrece un buen ejemplo para esta discusión. El desarrollo de los modelos atómicos añade aspectos contrapuestos al caso anterior porque hace pensar a los alumnos que no todos los casos son iguales y que la aceptación de las teorías por la comunidad científica es una variable de gran peso específico en la construcción de la ciencia.

Como vemos la cuestión no es sencilla y además según nos recuerdan Crujeiras y Jiménez Aleixandre (2012) hay quien indica (Elby y Hammer, 2001) que no se pueden

generalizar algunas características del conocimiento científico en su enseñanza en las aulas. En definitiva, la definición de la naturaleza de la ciencia, como primer paso para su enseñanza, no es una cuestión plana y sin aristas, sino que es bastante compleja.

Desde mi punto de vista, incluye:

- La ciencia, compendio entre experimentación y teorías/modelos científicos. Diferencia entre hechos y teorías.
- La experimentación científica: la teoría dirige la observación y la interpretación de los datos.
- Características de los conocimientos científicos: provisionalidad, subjetividad, ¿verdad o poder explicativo?, ...
- La ciencia es una actividad humana: papel de la comunidad científica y de la sociedad.
- Ciencia y tecnología.

¿Se puede ser competente científicamente sin conocimientos sobre la naturaleza de la ciencia?

En un primer momento, la respuesta parece obvia y rápida, no se puede ser competente científicamente sin conocimientos sobre qué es la ciencia y cómo se elabora porque ser competente significa utilizar y aplicar los conocimientos en la vida cotidiana y en ésta es fundamental distinguir entre ciencia y pseudociencia, ser consciente de la utilización de la ciencia por parte de la publicidad, conocer el papel de la comunidad científica y de los organismos internacionales en la aceptación de algunas teorías y descubrimientos científicos (vacuna contra la malaria, células madres), así como los intereses económicos e ideológicos subyacentes. Desde nuestro punto de vista, los conocimientos sobre naturaleza de la ciencia son fundamentales e imprescindibles en la sociedad actual para lograr ciudadanos competentes científicamente hablando.

Sin embargo, hay aspectos de la naturaleza de la ciencia que no se encuentran presentes en los currículos. En el caso de España, la última ley Orgánica de Educación (LOE, 2006) que podemos denominar como la ley de las competencias, recoge algunos aspectos, pero deja en el olvido otros fundamentales (Gómez-Crespo et al. 2012).

Por otro lado, haciendo una afirmación conflictiva, bastantes científicos tienen ideas que no serían aceptadas o se considerarían obsoletas en las corrientes actuales sobre la epistemología de la ciencia, como, por ejemplo, la total objetividad de la observación y la experimentación al margen de la teoría que las dirige, la aceptación del "Método Científico" como el método por antonomasia que define sus características más importantes, o la consideración de las teorías como hechos y no como explicaciones humanas para comprender el mundo.

Sin embargo, no se nos ocurre decir que los científicos no son competentes científicamente e, incluso, se puede considerar una herejía que planteemos esta cuestión. No obstante, los científicos sí son grandes diestros en todas las capacidades que envuelven la investigación o la experimentación. Es decir, son muy competentes en muchos de los aspectos que incluye la naturaleza de la ciencia, pero no en otros de la misma.

Puede ser un buen ejemplo de lo expuesto, lo ocurrido en el experimento realizado en el CERN, en el que se declaró que los neutrinos habían superado la velocidad de la luz, que terminó con la dimisión de los responsables que presentaron los resultados

(Antonio Ereditato y Darío Autiero). Merecen un análisis las palabras del director científico del CERN, Sergio Bertolucci en un congreso celebrado en Kioto (Japón): *“La historia atrapó la imaginación pública y ha dado a la gente la oportunidad de ver en acción el método científico: un resultado inesperado se ha sometido a escrutinio, se ha investigado rigurosamente y se ha resuelto gracias, en parte, a la colaboración entre experimentos normalmente competitivos entre sí. Así es como la ciencia avanza”* (El País, 2012). No dejan de sorprendernos algunas afirmaciones: ¿ver el método científico en acción? ¿Así avanza la ciencia: repitiendo un experimento para que esté dentro de los resultados esperados?

¿Por qué, después de décadas de predicamento, la naturaleza de la ciencia no encuentra hueco en las aulas?

En general, son varios los factores que parecen influir en que las innovaciones educativas lleguen a las aulas (Martín-Díaz et al, 2012), pero además existen algunos factores que influyen específicamente en el caso de la naturaleza de la ciencia. En primer lugar, la complejidad y/o la amplitud del tema. En segundo, la escasa formación que reciben los estudiantes universitarios de ciencias experimentales sobre epistemología de la ciencia, al menos en España, quizás por una consideración de estos conocimientos como de segunda categoría por parte de la comunidad científica, sino en sí mismos, sí al menos como contenido curricular explícito.

Este último hecho es de capital importancia, ya que tiene una gran influencia en dos factores, el profesorado y los libros de texto, que son dos vehículos fundamentales en la enseñanza de la ciencia. En ambos encontramos que se suele seguir hablando del “Método Científico”, según la concepción de F. Bacón, como el camino que seguido rigurosamente en etapas perfectamente definidas conduce a la obtención de conocimiento científico. Incluso entre los alumnos estas ideas han prendido y tienen raíces profundas difíciles de erradicar. Son muchos los estudios realizados sobre estas ideas alternativas.

En un estudio realizado entre profesores de distintas formaciones académicas, Martín-Díaz (2006) ha encontrado que existen diferencias en función de dicha formación, siendo los filósofos los más proclives a la inclusión de la naturaleza de la ciencia en los estudios de ciencias, y los químicos y los estudiantes de ciencias de la educación los menos.

¿Cuál ha sido la contribución del movimiento CTS en la introducción de la naturaleza de la ciencia en las aulas?

Aunque, como hemos indicado al principio, la concepción sobre la ciencia ha estado siempre presente de una manera implícita, formando parte del currículum oculto, en la forma de abordar la enseñanza de las ciencias, no ha sido hasta mediados del siglo XX en que desde la didáctica de las ciencias se ha defendido la enseñanza de la naturaleza de la ciencia de una manera explícita y aceptando los últimos modelos de la epistemología y sociología de la ciencia. Han sido varios los movimientos (Ciencia para todos, CTS, Alfabetización científica) que durante décadas han expresado la necesidad de que los alumnos aprendan sobre la naturaleza de la ciencia.

En el caso del movimiento CTS, debido a la variedad y diversidad de concepciones en su seno, nos encontramos con algunas críticas sobre su debilidad en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (Rosenthal, 1989; Marco, 2000). En ocasiones, en algunos

proyectos y algunos autores han puesto más énfasis en los impactos sociales y ambientales de la ciencia y la tecnología que en la naturaleza de las mismas.

¿Cómo debería la naturaleza de la ciencia integrarse en el currículum para que constituyera un elemento importante de los contenidos del mismo?

Es cierto que, en España, desde el año 1990 con la LOGSE, la naturaleza de la ciencia ha estado presente con mayor o menor amplitud, con mayor o menor acierto, en los currículos oficiales. En el currículum de países europeos como el Reino Unido encontramos un mayor énfasis en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (Caamaño, en prensa).

No obstante, como bien sabemos, su presencia en los currículos no garantiza nada. Es condición necesaria, pero no suficiente, ya que los currículos no especifican la forma en que los contenidos y los objetivos se hacen realidad dentro del aula. Aquí pueden entrar en juego los proyectos educativos. En la actualidad dos proyectos, el *XXI Century Science*, para la etapa de 14 a 16 años, y el *Science in Society* (para el Bachillerato), recogen en profundidad y extensión los contenidos sobre naturaleza de la ciencia (Caamaño, en prensa), pero en España existe poca tradición en el trabajo con proyectos y las editoriales no apuestan por ellos.

Nos gustaría terminar con una reflexión que nos parece interesante porque indica el sentido, desde nuestro punto de vista, en que se debe incidir para mejorar la enseñanza de la naturaleza de la ciencia en las aulas: “Una vez que se ha asumido e interiorizado su importancia, la naturaleza de la ciencia aparece de una manera transversal en muchas de las actividades que realizamos en el aula” (Gómez Crespo y otros, 2012).

Referencias

- Caamaño, A. (2012), “La elaboración y evaluación, basada en pruebas, de modelos científicos escolares constituye una forma excelente de aprender sobre la naturaleza de la ciencia”, en E. Pedrinaci (coord) et al., *11 Ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona. Graó.
- Chalmers, A. (1990). *Science and its fabrication*. Milton Keynes. Open University Press.
- Crujeiras, B. y Jiménez Aleixandre, M. P. (2012). Participar en las prácticas científicas. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 72, 12-19.
- Dusch, R.A. and Grandy, R.E. (2008). *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for research and implementation*. Rotterdam. Sense Publishers.
- Elby, A and Hammer, D. (2001). On the substance of a sophisticated epistemology. *Science Education*, 85, 554-567.
- Gómez-Crespo, M.A., Martín- Díaz, M.J. y Gutiérrez Julián, M.S. (2012). El papel de la imaginación y la creatividad en la construcción del pensamiento científico. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 72, 20-27.
- Marco, B. (2002). La naturaleza de la ciencia, una asignatura pendiente en los enfoques CTS. Retos y perspectivas. *II Seminario Ibérico sobre CTS en la enseñanza de las ciencias experimentales*. Valladolid.

Martín-Díaz, M. J., Gutiérrez Julián, M. S. y Gómez Crespo, M. A. (2012). ¿Por qué existe una falla entre la innovación e investigación educativas y la práctica docente? *Revista CTS. OEI*.

Martín-Díaz, M.J. (2006). Educational background, teaching experience and teachers' ideas about the inclusion of nature of science into science curriculum". *International Journal of Science Education*, 28 (10), 1161-1180

Reid, D. y Hodson, D. (1993). *Ciencia para todos en secundaria*. Madrid. Narcea

Rosenthal, D.B. (1989). Two approaches to Science-Technology-Society- (S-T-S) Education. *Science Education*, 73, 5, 581-589.

Argumentación y desarrollo del pensamiento crítico en CTS: Atención a los problemas de las personas

María Pilar Jiménez Aleixandre

Universidad de Santiago de Compostela
marilarj.aleixandre@usc.es

Resumen

La idea central a desarrollar es que el enfoque y los contextos CTS tienen especial relevancia para el desarrollo del pensamiento crítico y la práctica de la argumentación. Se enmarca en nuestra caracterización del pensamiento crítico, con componentes relacionados con la evaluación de pruebas (argumentación) y con la dimensión emancipadora. El desarrollo del pensamiento crítico se considera como una de las contribuciones de la introducción de la argumentación en las clases de ciencias.

Componentes del pensamiento crítico

La idea central a desarrollar en este trabajo es que el enfoque y los contextos CTS tienen *especial relevancia* para el desarrollo del pensamiento crítico y la práctica de la argumentación.

Para abordar esta cuestión es necesario discutir, en primer lugar, nuestra caracterización del pensamiento crítico, con componentes relacionados, por una parte con la evaluación de pruebas (argumentación) y por otra con la dimensión emancipadora (Jiménez Aleixandre y Puig, 2012). Aunque en muchos trabajos el pensamiento crítico se define únicamente en términos de racionalidad y atenerse a las pruebas, creemos que esta definición es incompleta. Consideramos el pensamiento crítico como la capacidad de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la realidad y participar en ella (Jiménez Aleixandre, 2010). Los componentes relacionados con la argumentación y apelar a las pruebas son importantes, pero también lo son otros que se fundamentan en las aportaciones de la teoría crítica, como el *análisis de discursos que justifican las desigualdades* entre las personas. Por nuestra parte, consideramos que el desarrollo de una opinión independiente incluye la capacidad de cuestionar al propio grupo al que se pertenece, sea social, familiar, amistades etc., algo especialmente difícil en la adolescencia. La figura 1 resume esta caracterización.



Figura 1. Componentes del pensamiento crítico (de Jiménez Aleixandre, 2010)

Entendemos que esta caracterización es coherente con el enfoque de alfabetización científica que Roberts (2011) denomina visión II, enmarcada en el papel de la ciencia en los problemas humanos. Roberts contrapone esta noción de alfabetización científica, que consideramos enraizada en la perspectiva CTS, a la visión I, basada en las disciplinas científicas. En la introducción a un volumen que discute las implicaciones de la segunda visión (Linder et al., 2011), los editores sugieren la necesidad de que la enseñanza de las ciencias contribuya a hacer frente a los *problemas de las personas*, como alimentar a la población mundial, garantizar un suministro adecuado de agua, el cambio climático y la erradicación de enfermedades. Ello contribuiría a poner de manifiesto las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad (es decir la vida de los ciudadanos y ciudadanas).

El enfoque y los contextos CTS en el desarrollo del pensamiento crítico y de la argumentación

El enfoque y los contextos CTS tienen especial relevancia para el desarrollo del pensamiento crítico y para la práctica de la argumentación. Como indica Kolstø (2001) promueven una alfabetización científica para la ciudadanía. Debe hacerse notar que la integración de la perspectiva CTS en la clase de ciencias implica, en primer lugar, que son cuestiones que *forman parte de las ciencias*, que con ellas se aprende ciencias.

Cabe distinguir estas cuestiones de otras puramente sociales abordadas en otros estudios de argumentación, como pueden ser debates sobre la pena de muerte o sobre la inmigración. Así por ejemplo algunas de las cuestiones abordadas por nuestro equipo en estudios de aula recientes son la gestión sustentable de recursos pesqueros (Bravo Torija y Jiménez Aleixandre, 2010; 2012) o la relevancia del ambiente en la expresión (en el fenotipo) de los genes (Puig y Jiménez Aleixandre, 2011). En la primera es necesario utilizar el modelo de transferencia de energía en los ecosistemas, para comprender que es más eficiente consumir organismos (peces) de niveles tróficos inferiores que de los superiores, lo que lleva a determinadas opciones de pesca. En la segunda, es preciso utilizar el modelo de expresión de los genes, para interpretar situaciones de la vida real, en las que se pone de manifiesto la influencia de factores ambientales en rasgos o desempeños humanos, y para criticar posiciones deterministas, que atribuyen todo a los genes, y racistas.

A modo de conclusión

Estas cuestiones CTS forman parte de las ciencias, pero tienen carácter interdisciplinar. Para resolver problemas relacionados con ellas es necesario tener en cuenta sus dimensiones sociales, éticas, políticas o ambientales. Por ejemplo, aplicar un modelo sustentable de gestión de recursos pesqueros implicaría acuicultura de peces herbívoros (o carnívoros primarios), puesto que criar carnívoros terciarios (salmón, rodaballo etc.) como se hace actualmente consume más recursos, es decir más kilos de pescado, que los producidos. Puede decirse que en este caso se da preferencia a intereses comerciales sobre la gestión sustentable. De forma semejante, promover una visión de la expresión de los genes acorde con el modelo científico, requeriría un cambio en la forma de comunicar los avances de genética en los medios, dejar de presentar a los genes como la explicación última de todas las características humanas. Cuestiones como estas se prestan especialmente, tanto a la práctica del uso de pruebas, como a tener que considerar sus dimensiones sociales. Pueden así contribuir al desarrollo del pensamiento crítico, una de las aportaciones de la introducción de la argumentación en las clases de ciencias.

Agradecimientos

Trabajo parte del proyecto EDU2009-13890-C02-01 financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

Referencias

- Bravo Torija, B. y Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). ¿Salmones o sardinas? Una unidad para favorecer el uso de pruebas y la argumentación. *Alambique*, 63, 19–25.
- Bravo-Torija, B. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2012). Progression in complexity: Contextualizing sustainable marine resources management in a 10th grade classroom. *Research in Science Education*, 42(1), 5–23.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Jiménez Aleixandre, M. P. & Puig, B. (2012). Argumentation, evidence evaluation and critical thinking. In B. Fraser, K. Tobin & C. McRobbie (Eds.) *Second international handbook for Science Education*. (pp 1001–1015). Dordrecht: Springer.
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85, 291–310.
- Linder, C., Östman, L., Roberts, D. A., Wickman, P.-O., Erickson, G. & MacKinnon, A. (eds.) (2011). *Exploring the landscape of scientific literacy*. New York: Routledge.
- Puig, B. & Jiménez Aleixandre, M. P. (2011). Different music to the same score: Teaching about genes, environment and human performances. In T. Sadler (Ed) *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (pp 201–238). Dordrecht: Springer.
- Roberts, D. A. (2011). Competing visions of scientific literacy: The influence of a science curriculum policy image. In C. Linder et al. (eds.) *Exploring the landscape of scientific literacy* (pp. 11–27). New York: Routledge.

Avaliação dos Conteúdos CTS: o que é proposto para os currículos de Ciências no Brasil e o que se avalia nas provas oficiais

María Delourdes Maciel

Universidad Cruzeiro do Sul, São Paulo, Brasil
mariadelu@yahoo.com

Resumo

Considerando a educação científica na perspectiva dos programas de ensino e práticas educativas, verificou-se como a abordagem CTS no ensino de Ciência está proposta nas legislações que regem os currículos escolares brasileiros e como é avaliada nas provas oficiais. Apesar de contempladas nas legislações, só recentemente as provas consideram, de fato, alguns aspectos relacionados com CTS, porém sem o caráter argumentativo ou reflexivo. Qual é a relação desse modelo de avaliação com as concepções dos profissionais que elaboram essas provas? Qual a implicação desse modelo de avaliação para os currículos, a formação e a prática dos professores e o ensino de Ciências que acontece na sala de aula?

Palavras-chave: Avaliação CTS, Currículos de Ciências, Provas de Ciências, Formação e prática docentes

Introdução

A proposta educativa para o século XXI tem incluído a abordagem CTS em todas as áreas do conhecimento, especialmente no ensino de Ciências, onde a Alfabetização Científica e Tecnológica (AC&T) tem se configurado como uma meta a ser alcançada. A AC&T se converte, assim, em um dos objetivos básicos e necessários para a educação de todos os cidadãos, passando a orientar os currículos de Ciências e direcionar as atividades de pesquisa em Didática de Ciências.

O primeiro componente desse processo de AC&T é o ensino e aprendizagem dos conceitos, leis, princípios, que formam o corpo teórico dos conhecimentos básicos de cada área e formam o núcleo central das propostas curriculares, acompanhado das respectivas propostas didáticas. O segundo componente da AC&T envolve a compreensão de que os conhecimentos acerca da C&T nos permitem compreender melhor o mundo em que vivemos. A essa compreensão chamamos de NdC&T, incorporada nos currículos de diversos países, entre eles o Brasil.

Para que ocorra de fato uma AC&T dos estudantes, além de se apropriar dos conceitos científicos, esses devem desenvolver concepções apropriadas acerca da NdC&T, incluindo conhecimentos sobre Epistemologia da C&T e as diversas e complexas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

O Programa PISA (*Programme for International Student Assessment*) tem incorporado a compreensão de NdC&T quando avalia as competências científicas. As prováveis implicações da definição de AC&T dada pelo PISA, de imediato nos remetem para as pesquisas sobre NdC&T. Como as investigações realizadas na América Latina acerca da NdC&T, ainda são escassas se comparadas com outros países, recorreremos a leitura de alguns documentos oficiais que regem os currículos brasileiros para averiguar como as questões CTS são colocadas. A seguir, realizamos a análise de

provas oficiais que avaliam a aprendizagem de conhecimentos e competências científicas dos estudantes brasileiros, para verificar se e como essas mesmas questões são avaliadas.

CTS na legislação brasileira

O ensino de Ciências no Brasil, assim como a formação docente, é regulada por um conjunto de leis educacionais (Lei de Diretrizes e Bases da Educação - LDB n.º 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996; Parâmetros Curriculares Nacionais para Ensino Fundamental; Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio; Parâmetros Curriculares Nacionais para Ensino Médio; Orientações Educacionais Complementares aos PCNEM – PCN+ e outras). Esses documentos indicam que o objetivo da educação básica no Brasil é a formação do cidadão, ou seja, a capacitação do aluno para atuar plenamente na sociedade. Portanto trata da formação comum indispensável para o exercício da cidadania e deixa claro que são tarefas da escola: preparar o estudante para a vida; qualificá-lo para a cidadania e capacitá-lo para o aprendizado permanente, em eventual prosseguimento dos estudos ou diretamente no mundo do trabalho. Através do seu estudo, o aluno deve: entender a relação dos fenômenos naturais com as aplicações da Tecnologia e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas; compreender que a Ciência é um meio de interpretação do mundo físico e que permite a utilização de seus recursos (Brasil, 1998c).

Avaliação CTS nas provas oficiais do Estado de São Paulo, do Governo Federal e do PISA

Para análise da avaliação CTS das questões contidas nessas provas, recorreremos aos parâmetros elaborados por Fracalanza e Megid-Neto (2006, apud Amaral, Xavier e Maciel, 2009). Fracalanza e Megid-Neto definiram indicadores para a avaliação das relações CTS em livros de Ciências.

Avaliação CTS nas provas do Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP)

O presente trabalho apresenta a análise das questões de Ciências e de Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química) presentes nas provas do SARESP de 2008 e 2010, contidas nos Relatórios Pedagógicos organizados pela Fundação VUNESP, entregues à Secretaria de Educação do Estado de São Paulo.

Inicialmente analisamos as relações entre Ciências, Tecnologia e Sociedade (CTS) nas provas do SARESP de Ciências, aplicadas para alunos do sétimo ano e nono ano (6ª e 8ª séries) de 2008 e 2010, conforme constam nas Matrizes de Referência para a avaliação SARESP do Relatório Pedagógico SARESP 2010. Foram analisadas 72 questões para o ano de 2008 e 48 questões para o ano de 2010. Após analisar questão por questão, baseada nos dez indicadores, constatou-se que a abordagem CTS não apareceu em nenhuma das questões analisadas.

Analisando a construção das questões do SARESP, verificamos que na prova de ano de 2010, dentre os 154 itens norteadores, presentes na Matriz de Referência para o Ensino das três disciplinas que aqui compõem a área de Ciência da Natureza (Biologia, Física e Química), o SARESP avaliou somente 66 destes itens, o que representa apenas 43% do que é proposto. Estes 43% representam 100% das questões da prova, assim distribuídas: 37,5% dos itens com conteúdos de Biologia,

22,1% dos itens com conteúdos de Química e 27,9 % dos itens com conteúdos de Física.

Identificamos que apenas 14 dos 66 itens avaliados apresentam alguma relação com o tema CTS, e que das 20 questões exemplos, presentes no Relatório Pedagógico de Ciências da Natureza de 2010, apenas 7 apresentaram alguma relação CTS: indicador 4 (questões 1,2,3,4,5); indicador 5 (questão 9); indicador 8 (questões 5,8).

Mesmo organizada em eixos que propiciavam uma abordagem ou relação com os temas CTS, a avaliação do SARESP Ensino Médio 2010 apresentou um número bastante baixo de questões com este enfoque. Apenas 6 em um total de 20 questões apresentaram alguma relação com CTS. Além disso, dentre essas 6 apenas uma questão tinha uma relação maior com CTS, identificada por estar presente em mais de um indicador. Portanto estas relações não se fazem presentes de forma significativa nas provas oficiais, nem mesmo nas questões da área específica de Ciências da Natureza.

Quadro 1: Indicadores das Relações Ciência/Sociedade, Ciência/Tecnologia, Tecnologia/Ciência, Tecnologia/Sociedade e Ciência/Tecnologia/Sociedade. **Indicador**

	Relações CTS	Descrição dor Indicador	Sim	Não
Ind. 1	Ciência/Sociedade	Evita tratar o método de produção científica como conjunto de etapas padronizadas.		
Ind. 2	Ciência/Sociedade	Contextualiza historicamente o processo de produção do conhecimento científico.		
Ind. 3	Ciência/Sociedade	Atribui a produção do conhecimento científico genericamente a cientistas e/ou grupos de cientistas.		
Ind. 4	Ciência/Sociedade	Aborda a aplicação do conhecimento científico pela sociedade.		
Ind. 5	Ciência/Tecnologia/Sociedade	Discute os impactos decorrentes da aplicação do conhecimento científico.		
Ind. 6	Ciência/Tecnologia	Aborda o conhecimento científico como base ao desenvolvimento tecnológico.		
Ind. 7	Tecnologia/Ciência	Aborda o conhecimento tecnológico como fornecedor de técnicas para o desenvolvimento científico.		
Ind. 8	Tecnologia/Sociedade	Aborda a tecnologia como fator para a melhoria das condições de vida.		
Ind. 9	Ciência/Sociedade	Vincula o conhecimento científico e outras formas de conhecimento e evita tratá-lo com absoluta supremacia.		
Ind. 10	Ciência/Tecnologia/Sociedade	Evita abordar Ciência – Tecnologia como potencialmente solucionadoras de qualquer problema.		

Avaliação CTS nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)

Em relação a CTS, o ENEM propõe-se a: entender os princípios, a natureza, a função e o impacto das tecnologias da comunicação e da informação na vida pessoal e social e no desenvolvimento do conhecimento, associando-o aos conhecimentos científicos, apropriar-se de conhecimentos da Física, da Química e da Biologia; para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científicotecnológicas. Neste trabalho analisamos as provas do ENEM de 2008, 2009, 2010 e 2011.

Na prova de 2008 identificamos os seguintes indicadores CTS: 4 (questões 1,6,7,18,19 e 20), 5 (questão 3), 6 (questões 25,26,27 e 29) e 8 (questão 28).

Na prova de 2009 aparecem os indicadores 1 (questões 67,80), 2 (questões 31,40), 3 (questões 160,170,177), 4 (questões 32,35,71,74,109,111,117,124), 5 (questões 4,12,18,39,43) e 7 (questões 57,59,60,61,65,83,84).

Na prova de 2010 encontramos os indicadores 1 (questão 3,5), 3 (questões 5,7,28), 7 (questões 1,8,13,23, 26, 42, 43, 67, 68, 70, 71, 72, 81,85,93,106,107,108,110,113,126), 9 (questões 3,7,8,17,31,36,39,40,41) e 10 (questões 7,22,31,32,35,40).

Na prova de 2011 foram identificados os indicadores 2 (questão 62), 4 (questões 58,66,73,75,77,79,88,89), 5 (questões 53,54,55,72), 6 (questões 56,59,60,63,64,71,76,78,82,90) e 8 (questão 51).

Percebe-se que ao longo dos quatro anos de prova aqui analisados, houve um crescimento da abordagem CTS nas questões do ENEM. Pode ser observado que das 63 questões da prova de 2008, somente em 12 (19%) encontramos alguns aspectos do enfoque CTS.

No ano de 2009 ocorreu uma reformulação do ENEM. Segundo Ferreira (2011), até então, nas avaliações do ENEM de 1998 a 2008, o número total de questões eram 63, mais a elaboração de uma redação. No ano de 2009, com a reformulação do exame, o número de questões passou de 63 para um total de 180 com a seguinte divisão: Ciências da Natureza e suas Tecnologias com 45 questões; Ciências Humanas e suas Tecnologias com 45 questões; Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias com 45 questões, mais a elaboração de uma redação. Neste trabalho analisamos apenas as questões relacionadas a Ciência da Natureza e suas Tecnologias.

Das 45 questões da prova de Ciências de 2009, temos 27 (60%) que apresentam alguns aspectos do enfoque CTS. Nessa transição percebe-se, ao analisar a prova de 2009, uma maior preocupação com os conteúdos e uma explicitação das áreas de conhecimento envolvidas nas questões, através da impressão, na própria prova do exame, dos blocos de divisões das questões, o que não acontecia nos anos anteriores.

Na prova de 2010, dentre as 45 questões de Ciências, 41 (91,1%) abordam alguns aspectos CTS. Mas em 2011 houve uma queda, pois de 45 questões apenas 26 (57,8%) abordam CTS, aproximando-se dos resultados de 2009.

Avaliação CTS nas provas do *Programme for International Student Assessment (PISA)*

No Brasil, o programa é coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). As avaliações do PISA acontecem a cada três anos e abrangem três áreas do conhecimento: Leitura, Matemática e Ciências. A cada edição do programa há uma maior ênfase em cada uma dessas áreas.

Em 2000, o foco foi a Leitura; em 2003, Matemática; e em 2006, Ciências. O PISA 2009 iniciou um novo ciclo do programa, com a ênfase novamente recaindo sobre o domínio de Leitura; em 2012 a ênfase será Matemática e em 2015, novamente Ciências. Assim, para este trabalho consideramos apenas a prova de 2006.

Analisamos as 164 questões de Ciências da prova do PISA e encontramos os seguintes resultados: indicador 1 (164 questões), 2 (41 questões), 3 (69 questões), 4 (139 questões), 5 (148 questões), 6 (136 questões), 7 (137 questões), 8 (146 questões), 9 (163 questões) e 10 (nas 164 questões). Os resultados da análise evidenciam a forte presença de conteúdos CTS nas avaliações do PISA. Apenas os indicadores 2 e 3 apareceram com menos de 50% de ocorrência nas 164 questões da prova.

Para concluir

Comparando o resultados das análises das provas do SARESP, ENEM e PISA, percebe-se que, apesar da abordagem CTS no ensino de Ciência estar proposta nas legislações que regem os currículos escolares brasileiros, ainda é pouco significativa a sua presença nas provas do SARESP. Além disso, as questões que copõem as provas não apresentam o caráter argumentativo ou reflexivo, indicado para a formação do cidadão crítico. Pergunta-se: *Qual a relação desse modelo de avaliação brasileiro com as concepções dos profissionais que elaboram essas provas? Qual a concepções CTS desses profissionais, já que até bem pouco tempo se falava apenas C&T? Qual a implicação desse modelo de avaliação para a implementação do enfoque CTS nas práticas docentes? Os atuais modelos de formação de professores de Ciências levam em consideração a inclusão de temas CTS? Como é a prática dos professores de Ciências hoje?*

Os resultados indicam, ainda, a necessidade de investirmos cada vez mais nos processos de formação docente, considerando interesses, crenças, valores e atitudes para com os temas CTS, a fim de que essas questões sejam trabalhadas com os estudantes. É hora de repensarmos a formação dos professores de Ciências, assim como sua prática, a partir de um novo olhar sobre o currículo, contemplando a NdC&T; sobre os alunos, cidadãos em formação, e sobre a própria educação CTS proposta nos documentos e nas provas oficiais.

Referências

Amaral, C. L.; Xavier, E. da S.; Maciel, M. D., 2009. Abordagem das Relações Ciência/Tecnologia/Sociedade nos Conteúdos de Funções Orgânicas em livros Didáticos de Química do Ensino Médio. Em *Investigações em Ensino de Ciências*. V14(1), pp. 101-114

Brasil, Ministério da Educação Média e Tecnologia, 1998c. *Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio*. Brasília. MEC/SEMTEC.

Brasil, Ministério da Educação Média e Tecnologia, 2002. *PCN+ do Ensino Médio* Brasília. MEC/SEMTEC.

Ferreira, S. D. 2011. Análise das questões do ENEM da área de Ciências Naturais pelo enfoque CTS. Dissertação (Mestrado).p.60-61). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos.

São Paulo. FDE, 2008. *Currículo para a área de Biologia*. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria da Educação.

São Paulo – FDE, 2010. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria da Educação. SARESP. São Paulo: Parma.

São Paulo – FDE, 2012. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria da Educação. SARESP. Disponível em:

[saresp.fde.sp.gov.br/2012/Arquivos/2\)_Apresentacao_do_site.pdf](http://saresp.fde.sp.gov.br/2012/Arquivos/2)_Apresentacao_do_site.pdf)

Necessidades de Formação de Professores em CTS

Rui Marques Vieira

*Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores
Universidade de Aveiro, Portugal
rvieira@ua.pt*

Resumo

Apresenta-se uma resenha de investigação que tem sido realizada sobre a formação de Educadores de Infância e Professores em Ciência-Tecnologia-Sociedade [CTS]. Ao fazê-lo procura-se fazer emergir as principais necessidades de formação. Neste âmbito, a questão para debate é: “*Quais são as necessidades formativas sobre CTS dos professores?*”.

Palavras-chave

Formação de Professores, CTS, Necessidades de Formação.

Introdução

Nas últimas décadas tem vindo a ganhar consenso entre investigadores a necessidade de uma educação em ciência para todos numa perspetiva de literacia científica. Tal ideal tem sido perseguido e operacionalizado com variados quadros conceptuais, onde se destacam competências, como a relativa à participação esclarecida e racional numa sociedade democrática, com uma ampla compreensão e utilização das ideias chave da Ciência e a tomada de decisões sensatas e fundamentadas sobre o mundo natural, bem como sobre a sua vida pessoal e social, contribuindo para o desenvolvimento sustentável dos recursos do planeta.

Nesta ótica, a orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade [CTS] tem sido uma das finalidades apontada como proeminente para o atingir da literacia científica por todos os alunos e desde os primeiros anos (Aikenhead, 2009; Vieira, 2003; Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins, 2011). Todavia, os resultados de estudos de investigação evidenciam que as práticas de ensino das ciências pouco têm mudado nas últimas décadas, não fomentando o interesse das crianças e dos jovens pela Ciência e pela sua aprendizagem (Osborne e Dillon, 2008; Rocard et al., 2007). Também alguma da investigação focada na orientação CTS, como a de Vieira (2003), Rodrigues (2011) e Torres (2012) tem apontado que sem formação as conceções e práticas de educadores de infância e professores continuam a não ser consentâneas com visões epistemológicas atualmente defendidas acerca do empreendimento científico.

Assim, investigadores apontam como fundamental (e prioritário) investir na formação de educadores e professores para que possam promover uma educação CTS. A formação de professores é, com efeito, um dos elementos chave, porventura o mais decisivo, para que qualquer inovação ou mudança, como a que se refere à orientação CTS, possa ser efetiva. O modo como tem sido desenvolvida e os resultados obtidos com educadores e professores, especialmente em países ibero-americanos, será em seguida revista. Tal servirá também para se procurar identificar as principais necessidades formativas destes profissionais.

Programas de Formação de Educadores e Professores do Ensino Básico

Desde o I Seminário Ibérico CTS, realizado em Aveiro-Portugal em 2000, que a investigação sobre formação de educadores e professores ibero-americanos teve um incremento substancial. Vários têm sido, especialmente ao nível da formação continuada, os programas de formação que têm sido desenvolvidos, tal como recentemente foi sistematizado por Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins (2011). Desta revisão destaque-se:

- A formação continuada de todos os professores do ensino não superior que tem sido implementado no Canadá, especialmente por Yager, a qual tem promovido mudanças nas concepções sobre o CTS e/ou nas suas práticas pedagógicas.
- A formação em outros países da América latina, como a descrita por Osorio (2001) para professores de educação básica da Colômbia, que envolveu: (i) um enfoque construtivista da aprendizagem; (ii) a abordagem de problemas relevantes; (iii) o situar estes problemas em contextos específicos; (iv) a introdução de análises sócio-filosóficas, éticas, políticas e económicas nestes problemas; (v) promover o desenvolvimento de capacidades necessárias para argumentar em torno da tomada de decisões sobre questões CTS, e (vi) favorecer uma abertura da escola ao meio social. Os resultados animadores conduziram ao desenvolvimento de outros projetos e programas de formação, à produção materiais de índole CTS e à criação de uma rede CTS de docentes.
- Em Espanha, por exemplo Prieto e outros (2000), desenvolveram um programa de formação que, outras vertentes, contemplou a concepção e experimentação de unidades didáticas junto de alunos. Os resultados deste estudo estimulavam a reflexão sobre as necessidades formativas do professor de Ciências em campos adjacentes à sua própria disciplina (Epistemologia, História, Sociologia, ... da Ciência).
- No caso Português, salientam-se as investigações centradas na formação continuada de professores com foco CTS, como a de Santos (1994), Cid (1995), Paixão (1998) e Vieira (2003). No primeiro os resultados obtidos sugerem que: (i) a educação CTS se constituiu como força dialéctica capaz de despertar o interesse crescente de todos (professores e alunos); (ii) “o recurso a uma metodologia directa, explícita, intencional, continuada e sistemática [...] facilitou a aprendizagem do pensar e o desenvolvimento de capacidades” (Santos, 1994, p. 176); e (iii) a interdisciplinaridade fomentou uma maior abertura aos diferentes saberes e a capacidade de os relacionar. Por sua vez, Cid (1995) concebeu e realizou um módulo de formação de futuros professores de Biologia e Geologia, centrado sobre as suas próprias noções de Ciência e de Tecnologia e na discussão de temas e questões com incidência social, no âmbito das mesmas.
A avaliação dos efeitos desta formação de professores aponta para: (i) mudanças a nível dos conhecimentos dos alunos a quem implementaram atividades CTS; e (ii) uma boa receptividade por parte dos alunos e dos futuros professores a este tipo de abordagem, pela oportunidade de discutirem assuntos relacionados com a sua vida de todos os dias. Por sua vez, Paixão (1998) desenvolveu um programa de formação continuada de professores, com o propósito de promover o seu desempenho profissional, mediante o seu envolvimento e responsabilização na: (i) reflexão epistemológica dos assuntos e das práticas e (ii) preparação e discussão de uma planificação de uma unidade de ensino. A avaliação do impacte da formação nas professoras

sugere, entre outras, que após a implementação da proposta de planificação, passou a ser notória a valorização da História da Ciência como estratégia e é realçada a interdependência C/T/S e o valor social do conhecimento.

Com base nestes e outros revistos, Vieira (2003) desenvolveu um programa de formação continuada de professores do ensino Básico em cinco fases: (1) levantamento das concepções das Professoras Colaboradoras [PC's] sobre CTS; (2) sensibilização das professoras para a importância das finalidades da educação em Ciências, em particular a relativa à educação CTS; (3) (re)construção de conhecimentos sobre a natureza da educação CTS; (4) definição de uma metodologia para a construção de materiais curriculares de orientação CTS; (5) construção pelas professoras dos recursos didáticos. Os resultados obtidos com o PF apontam no sentido deste ter contribuído para que as quatro professoras (re)construíssem as suas concepções e práticas acerca de CTS, evoluindo para visões mais consentâneas com as defendidas pela nova Didáctica das Ciências. De um modo geral, as ideias e as práticas pedagógico-didáticas evidenciadas sobre a educação CTS passaram a ser apresentadas num articulado mais consistente e consciente, de forma cada vez mais explícita. Simultaneamente passaram a mostrar um maior interesse pelas questões CTS e estas passaram a ser referidas de forma mais sustentada e fundamentada.

A partir destas investigações foram realizadas, nos últimos anos, outras que importa destacar, quer na formação de Educadores, quer de Professores do Ensino Básico. No primeiro caso, Rodrigues e Vieira (2012) relatam um estudo que resultou da necessidade previamente identificada em todo o distrito de Bragança (norte de Portugal) de formação continuada aos educadores de infância, na área da educação em ciências de cariz CTS. Para tal desenvolveram um programa de formação com três momentos: (i) sensibilização para a importância e necessidade da educação em ciências, com orientação CTS, nos primeiros anos e levantamento das concepções sobre CTS das educadoras; (ii) implementação de algumas atividades práticas e experimentais com as educadoras formandas e (re)construção de conhecimentos inerentes às temáticas das atividades desenvolvidas; e (iii) desenvolvimento de atividades práticas e experimentais pelas educadoras com as crianças em contexto de jardim-de-infância.

Em um estudo de caso de natureza interpretativa, foram caracterizadas as práticas das educadoras usando-se várias técnicas e instrumentos de recolha de dados. Para analisar e caracterizar as práticas didático-pedagógicas utilizou-se o instrumento construído por Vieira (2003) "Instrumento de Caracterização de Práticas Pedagógico-Didáticas CTS", focando a sua segunda categoria - Elementos de concretização do processo de ensino/aprendizagem: (i) Estratégias/atividades de ensino/aprendizagem; (ii) Recursos/materiais curriculares; e (iii) Ambiente de ensino/aprendizagem. Os resultados apontam que as atividades realizadas com as crianças do pré-escolar tiveram explicitamente uma orientação CTS. Aliás, apesar de algumas educadoras sentirem necessidade de formação para a preparação de recursos, na maior parte das atividades foram utilizados materiais que se utilizaram na formação e outros de uso corrente, relacionados com o quotidiano das crianças. Do vasto leque de episódios recolhidos junto das seis educadoras pode-se concluir que estas evidenciaram uma preocupação crescente em explorar atividades de acordo com a perspectiva CTS, utilizando como estratégia o trabalho prático e experimental. No que concerne aos recursos utilizados verificou-se a necessidade de dar continuidade à formação, no sentido de lhes permitir a construção dos seus próprios recursos didáticos. Tudo aponta, pois, que o PF teve um impacto na implementação de práticas de orientação CTS.

Também, no contexto da formação contínua, Rebelo (2004) desenvolveu um programa que visou facilitar a (re)construção de crenças e de conhecimentos dos professores, relativos à educação formal em química, e envolvê-los na inovação das suas práticas letivas. O programa destinou-se a professores do 3º Ciclo do Ensino Básico, combinando a alternância entre períodos de envolvimento intensivo e sustentado dos professores em reflexões cooperativas e períodos de trabalho mais individualizado e de realização de algumas atividades. Os resultados apontaram para uma mudança de concepções e de dinâmicas de ensino de ciências e à sua função formativa, designadamente perante a finalidade da promoção de literacia científica (e tecnológica) de todos os alunos.

Do mesmo modo, investigadoras como Magalhães e Tenreiro-Vieira (2006), Reis (2010), Gomes (2010), Ferraz (2009) e Torres (2012) desenvolveram programas de formação de professores do ensino básico centrados na mudança das suas concepções e práticas, pela via da produção colaborativa e implementação de atividades com orientação CTS. Pese embora algumas diferenças, todos estes estudos avançam com impactes positivos da formação nas concepções e práticas de professores, uma vez que passaram a: (i) ter menos concepções ingénuas de Ciência, Tecnologia e da sua inter-relação com a Sociedade e a (ii) utilizar de modo explícito recursos de cariz CTS desenvolvidos na própria formação. Contudo, as necessidades de aprofundamento e de formação em outras áreas é reconhecido por estes professores. Aliás, mesmo no caso de uma escola inovadora na qual se valoriza um conhecimento científico inserido em contexto sócio-construtivista, Tréz (2007) constatou com as necessidades formativas dos professores, especialmente relacionadas com a Didática das Ciências para que as práticas dos professores contemple uma orientação CTS explícita.

Considerações Finais

Os resultados apresentados no âmbito dos estudos revistos apontam para impactes positivos nas concepções e práticas dos professores envolvidos na formação. Além disso, parecem evidenciar que, com um trabalho colaborativo e em redes de reflexão, são capazes de inovar as suas práticas didático-pedagógicas. Por forma a romper com perspetivas de ensino assentes na mera valorização da transmissão de conhecimentos importa que o desenvolvimento de programas de formação de professores de ciências seja participado e contemple explícita e intencionalmente uma orientação CTS, assente em comunidades e redes de investigadores/formadores e professores.

A este nível, investigadores como Caamaño e Martins (2005) têm enfatizado que a formação sobre CTS em Didática das Ciências das universidades não parece ter-se refletido nas práticas dos professores. Uma das razões prende-se com as efetivas necessidades formativas que manifestam ao longo da sua carreira. Do exposto anteriormente e da experiências de formação e projetos de investigação considera-se que as principais necessidades de formação se prendem com o:

- Aprofundar o conhecimento de conteúdo específico (disciplinar) de todas as áreas envolvidas nas suas práticas tendo em vista a literacia científica dos seus alunos.
- Alargar o desenvolvimento profissional em Didática das Ciências, por exemplo no estabelecer de estratégias de articulação entre investigação, inovação e formação (em diferentes contextos -formais, não-formais e informais) com intervenção conjunta preparada e implementada pelo(s) o(s) formador / supervisor(es) e o(s) Professor(es) e sobre vários quadros de referencia para uma educação CTS, com caracterização das concepções sobre CTS e seus elementos de concretização no processo de

ensino e aprendizagem (estratégias/atividades, recursos/materiais curriculares variados incluindo as TIC e ambiente, especialmente de sala de aula).

- Aprofundar o conhecimento em campos adjacentes à sua própria área disciplinar, como os referentes à Epistemologia, História e Sociologia da Ciência.

Além dos vários estudos que se têm centrado na formação continuada de Professores urge a investigação sobre como realizar a formação inicial de Professores em CTS e sua articulação com a formação continuada (contínua e Pós-graduada). Tal torna-se também necessário para os formadores de Professores, sob pena de se hipotecar e até contradizer nas práticas formativas o que alguns destes poderão defender teoricamente. E as comunidades de prática e de aprendizagem, rentabilizando as potencialidades das TIC e da chamada *web 2.0*, poderão ser uma via a explorar.

Referências

- Aikenhead, G. (2009). *Educação científica para todos*. Lisboa: Edições Pedagogo.
- Caamaño, A., Martins, I. (2005). Repensar los modelos de innovación curricular, investigación didáctica y formación del profesorado para mejorar la enseñanza de las ciencias en las aulas desde una perspectiva CTS. Em P. Membiela, Y. Padilla (Ed.) *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI*, (49-56). Vigo: Educación Editora. <http://webs.uvigo.es/educacion.editora/docs/RetosyperspectivasCTS.pdf>
- Cid, M. C. (1995). *A Ciência-tecnologia-sociedade na formação de professores e efeitos na aprendizagem dos alunos*. Dissertação de mestrado não publicada, Universidade de Lisboa, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências.
- Ferraz, L. N. C. V. M. (2009). *Metodologia do ensino das ciências: concepção e avaliação de uma acção de formação contínua para professores numa perspectiva CTS*. Tese de Doutoramento não publicada, Universidade do Minho.
- Gomes, B. M. C. (2010). *Desenvolvimento de um Programa de Formação de Professores do 2º CEB em Ciências*. Dissertação de Mestrado não publicada, Universidade de Aveiro, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa - DTE.
- Magalhães, S. E Tenreiro-Vieira, C. (2006). Educação em Ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento crítico. Um programa de formação de professores. *Revista Portuguesa de Educação*, 19 (2), 85-110.
- Osborne, J., Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections, a Report to the Nuffield Foundation*. [Disponível em: http://www.pollen-europa.net/pollen_dev/Images_Editor/Nuffield%20report.pdf].
- Osorio, C. (2001). Una experiencia de formación en ciencia, tecnología y sociedad para maestros de educación básica y media. *Boletín del Programa Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, Maio*. OEI. (www.oei.programación/CTS+I.org)
- Paixão, M. F. C. (1998). *Da construção do conhecimento didáctico na formação de professores de Ciências. Conservação da massa nas reacções químicas: Estudo de índole epistemológica (Vol. I)*. Tese de doutoramento não publicada, Universidade de Aveiro, DTE.

- Prieto, T., González, F. J., e España, E. (2000). Las relaciones CTS en la enseñanza de las ciencias y la formación del profesorado. In I. P. Martins (Org.), *O movimento CTS na Península Ibérica*. Aveiro: DTE da Universidade de Aveiro.
- Rebelo, I. S. (2004). *Desenvolvimento de um modelo de formação: um estudo na formação contínua de professores de química*. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, DTE.
- Reis, C. M. P. (2010). *Desenvolvimento de Recursos Didáticos em Ciências para Professores do 2.º CEB*. Dissertação de Mestrado não publicada, Universidade de Aveiro, DTE.
- Rocard, M. et al (High Level Group on Science Education) (2007). *Science Education Now: a Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Bruxelas: Comissão Europeia.
- Rodrigues, M. J. (2011). *Educação em Ciências no Pré-Escolar – Contributos de um programa de formação*. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Departamento de Educação - DE.
- Rodrigues, M. J. e Vieira, R. M. (2012). *Portuguese Kindergarten Teachers' conceptions about STS - a Case study*. Deutschland: LAP - Lambert Academic Publishing.
- Santos, M. E. V. M. (1994). *Área escola/escola — Desafios interdisciplinares*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Torres, A. C. (2012). *Desenvolvimento de Courseware com orientação CTS para o ensino básico*. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, DE.
- Tréz, T. A. (2007). *Concepções e práticas CTS dos professores de uma escola inovadora*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro, Secção autónoma de Ciências Sociais, Jurídicas e Políticas.
- Vieira, R. M. (2003). *Formação continuada de Professores do 1º e 2º Ciclos do ensino Básico para uma educação em ciências com orientação CTS/PC*. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, DTE.
- Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C., Martins, I. P. (2011). *A educação em ciências com orientação CTS – atividades para o ensino básico*. Porto: Areal Editores.