

La educación científica: percepciones y retos actuales

Esperanza de la Caridad Asencio-Cabot

Universidad Central "Marta Abreu de Las Villas
(Cuba)
easencio@ucp.vc.rimed.cu
orcid.org/0000-0002-7086-5240

Resumen

El trabajo presenta experiencias de educación científica, desarrolladas en diferentes niveles educativos de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara (Cuba). En la metodología se destaca el empleo de la sistematización, para el análisis de los datos obtenidos en la aplicación de instrumentos de diagnóstico en diferentes momentos de la etapa comprendida entre 2012-2015, y la profundización en los referentes aportados en la literatura consultada, en especial, las fuentes relacionados con la didáctica de la ciencia y los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS). Se destacan los principales retos que se deben enfrentar para alcanzar la educación que requiere el desarrollo científico actual, profundizando en su papel desde la perspectiva del trabajo escolar.

Palabras clave

Educación científica; formación de profesores; métodos de enseñanza; pedagogía universitaria; Cuba (Fuente: Tesouro de la Unesco).

Recepción: 20-09-2015 | Envío a pares: 26-01-2016 | Aceptación por pares: 11-10-2016 | Aprobación: 27-10-2016

DOI: [10.5294/edu.2017.20.2.7](https://doi.org/10.5294/edu.2017.20.2.7)

Para citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo

Asencio Cabot, E. C. (2017). La educación científica: percepciones y retos actuales. *Educación y Educadores*, 20(2), 282-296. DOI: [10.5294/edu.2017.20.2.7](https://doi.org/10.5294/edu.2017.20.2.7)

Scientific Education: Current Perceptions and Challenges

Abstract

The study describes experiences in scientific education developed at different educational levels within the Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas in Santa Clara (Cuba). The methodology emphasizes the use of systematization for an analysis of data that was obtained by applying diagnostic tools at different moments in the period from 2012 to 2015 and features an in-depth look at the references provided in the literature that was consulted, particularly the sources related to the didactics of science and studies on science, technology and society (CTS). Also highlighted are the main challenges to be faced in an effort to achieve the sort of education that current scientific development requires by expanding and intensifying its role from the standpoint of schooling.

Keywords

Scientific education; teacher training; teaching methods; university teaching; Cuba (Source: Unesco Thesaurus).

A educação científica: percepções e objetivos atuais

Resumo

O trabalho apresenta experiências de educação científica, desenvolvidas em diferentes níveis educativos da Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara (Cuba). Na metodologia, destaca-se o emprego da sistematização, para análise dos dados obtidos na aplicação de instrumentos de diagnóstico em diferentes momentos da etapa compreendida entre 2012 e 2015, e o aprofundamento nos referentes fornecidos na literatura consultada, em especial, as fontes relacionadas com a didática da ciência e os estudos de ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Destacam-se os principais objetivos que se devem enfrentar para atingir a educação que requer o desenvolvimento científico atual, aprofundando-se em seu papel a partir da perspectiva do trabalho escolar.

Palavras-chave

Educação científica; formação de professores; métodos de ensino; pedagogia universitária; Cuba (Fonte: Tesouro da Unesco).

Introducción

La educación científica es un tema de sumo interés, que en la actualidad despierta preocupaciones tanto en las organizaciones internacionales, los Gobiernos, los directivos de los sistemas educativos, como en investigadores y docentes, dada su contribución a la formación de ciudadanos competentes que actúen reflexivamente en una sociedad marcada por los crecientes cambios científicos y tecnológicos (OEI, 2012; Unesco, 2005).

El conocimiento científico y el desarrollo tecnológico no solo han influido en la sociedad actual, desde el punto de vista del incremento del conocimiento, sino también en el aumento del riesgo; de hecho, son la ciencia y la tecnología las que permiten poner de manifiesto las nuevas formas de peligrosidad asociadas al mundo desarrollado actual (Sanz y López, 2012). Al respecto, Cámara y López (2015) consideran que los ciudadanos deben tomar decisiones que requieren una cuidadosa evaluación de los beneficios y riesgos que suponen las oportunidades tecnológicas, y que a veces estas decisiones se realizan bajo una gran incertidumbre y sin suficiente conocimiento científico.

De lo apuntado se infiere la trascendencia que tiene la educación científica para la sociedad actual. Precisamente, este trabajo resume las experiencias de la autora en el tema, obtenidas a través de la impartición de actividades metodológicas y de superación profesional con profesores de diferentes niveles educativos en el contexto de la sede Félix Varela Morales de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas (Santa Clara, Cuba). En el artículo se presenta un acercamiento a las percepciones que sobre el tema tienen los docentes participantes en las actividades mencionadas, y se destacan los principales retos que se deben enfrentar para alcanzar la educación científica que requiere el desarrollo científico actual.

En la metodología utilizada en este trabajo, se destaca el empleo de la sistematización de experiencias como método empírico, que permitió la

profundización en el análisis de datos obtenidos al aplicar instrumentos de diagnóstico en diferentes momentos de la etapa comprendida entre 2012-2015. Asimismo, los resultados teóricos que sustentan el trabajo fueron obtenidos desde una sistematización de los referentes aportados por la didáctica de la ciencia y los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS) y en las experiencias vividas y las producciones científicas generadas por la autora, como docente e investigadora en el tratamiento del tema en la enseñanza y el aprendizaje de la física en un inicio, ampliado con posterioridad a las ciencias experimentales y, más recientemente, desde una apertura disciplinar que abarca todas las áreas docentes y el trabajo extradocente.

Un acercamiento a las percepciones de los docentes acerca de la educación científica

A lo largo de la historia de la humanidad, las concepciones acerca de la ciencia han ido evolucionando en el tiempo, y con ello también se han transformado las ideas sobre la educación científica. Sin embargo, aún en el pensamiento contemporáneo se mantienen algunas ideas que pertenecen a épocas un tanto alejadas en el tiempo, pero que han tenido un arraigo tal, que todavía persisten, dando lugar a visiones deformadas y desactualizadas de la ciencia y, por ende, de la educación científica.

Con respecto a la conceptualización de ciencia, por lo general, las definiciones dadas por los diferentes autores revelan solo manifestaciones dispersas del fenómeno, que a veces resultan escurridizas e inalcanzables (Núñez, 2005). En este material, se asumen las ideas de Asencio (2014), que considera la ciencia en la época actual, desde sus manifestaciones, como: cuerpo de conocimientos (sistemizados y coherentes, en constante revisión y reconstrucción), proceso (un tipo especial de actividad humana, organizada, planificada, dirigida a resolver problemas y buscar nuevos conocimientos), institución social (se estructura en una organización que desarrolla programas, proyectos, estudios y otros) y

fuerza productiva (por su relación con la base económica de la formación económica social).

Asimismo, esta autora reflexiona sobre algunos de los rasgos esenciales de la ciencia en los momentos actuales, los que también son extensivos a la educación científica; entre ellos, se destacan el carácter sociocultural, el carácter histórico-concreto, el carácter ético y el carácter complejo (Asencio, 2014).

Hasta aquí se ha pretendido clarificar algunas ideas importantes en relación con lo que se entiende por ciencia en nuestros días, que resultan imprescindibles para el tratamiento de la educación científica. Ahora bien, para poder orientar los cambios hacia una educación científica que se dirija a las necesidades actuales, es preciso ante todo identificar las limitaciones que aún subyacen en ese ámbito.

Este apartado pretende sistematizar los datos recogidos por la autora mediante el empleo de métodos empíricos aplicados durante las actividades metodológicas y de superación profesional impartidas como docente durante la etapa comprendida entre 2012-2015 en la universidad de referencia. Si bien este estudio no alcanza el rigor de una investigación, ya que se limita a un contexto particular, sus resultados (los cuales se acercan a los que aparecen identificados en la literatura científica, como se verá más adelante) permiten trazar las pautas en el perfeccionamiento del tratamiento de la educación científica en el ámbito estudiado.

Entre los instrumentos aplicados, se destaca el empleo de una encuesta a 115 docentes procedentes de diferentes niveles educacionales y de la propia institución; el instrumento consistió en un solo interrogante: *¿Qué entiende por educación científica y cuáles pueden ser las vías posibles para su tratamiento en las condiciones actuales?*

Los datos obtenidos en la aplicación del instrumento fueron utilizados para dirigir el proceso posterior en cada una de las actividades particulares en

las que fue aplicado. Ahora bien, en la sistematización posterior de los datos fueron analizadas cuidadosamente las elaboraciones personales recogidas, desde una mirada más amplia, para agruparlas en diversas vertientes, las que con sus matices reflejaban las percepciones que acerca del tema tenían los docentes sometidos al estudio. En general, en este primer momento fueron reconocidas, entre las percepciones de los docentes, las siguientes.

1. La educación científica responde a los conocimientos y textos reflejados en los programas curriculares

Esta idea estuvo presente en el 28 % de las elaboraciones personales analizadas, que reconocían a la educación científica desde una mirada general, que vinculaba la misma con los conocimientos que aparecían en los programas escolares y libros de textos vigentes. Es importante destacar que, en muchos casos, la científicidad del currículo escolar se asociaba solo con el cumplimiento de los requerimientos académicos.

2. La educación científica responde a los conocimientos curriculares de las asignaturas del área de ciencias

En el 72 % de las elaboraciones personales, afloró esta posición, la cual asume una visión que la limita solo a los conocimientos y procedimientos de las asignaturas conocidas como ciencias naturales y exactas en el trabajo escolar, esto es, la matemática, la física, la química, la biología y la geografía.

3. La educación científica desde la enseñanza de las ciencias escolares debe considerar conocimientos acerca de los beneficios de la ciencia y la tecnología

Estas ideas se manifestaron en el 46 % de las elaboraciones analizadas, las cuales identificaban la educación científica desde los conocimientos de los currículos del área de la ciencia escolar, pero incluían, además, la necesidad de incorporar conocimientos relacionados con los avances científico-técnicos en el beneficio social.

4. La educación científica desde la enseñanza de las ciencias escolares debe considerar contenidos acerca de los impactos sociales de los avances y riesgos de la ciencia y la tecnología

Esta fue la percepción menos identificada entre los docentes de la muestra, ya que solo el 12% de las elaboraciones la tuvieron en cuenta. De forma similar al caso anterior, estas ideas reconocían la educación científica desde los contenidos (incluían conocimientos, habilidades y valores) de las disciplinas científicas, tomando en cuenta la incorporación del impacto social de los avances científico-técnicos, pero, además, incluían los riesgos generados por el desarrollo.

Por otra parte, el estudio de las percepciones sobre la educación científica se continuó a través de la observación y el registro de las ideas previas de los docentes durante el desarrollo de las actividades y de la profundización teórica realizada por la autora acerca del tema, lo cual contribuyó al perfeccionamiento de los resultados de la sistematización; al respecto, se realizarán seguidamente algunas reflexiones.

En general, los resultados de la sistematización revelaron que en ningún caso se apreció una intención de definir el término; sin embargo, se apreciaron dos tendencias marcadas en las percepciones de los docentes acerca de la educación científica: una que la consideraba desde una mirada amplia, relacionada con los programas y libros de texto; y otra que la asumía en un sentido estrecho, al reconocerla solo desde los currículos de las asignaturas del área de la ciencia escolar, con diferentes niveles de profundización (vertientes II, III y IV). Llama la atención que en ningún caso se hizo referencia a la educación científica para las asignaturas del área de las humanidades, ni tampoco fue identificada en el plano social.

Con relación a la primera tendencia mencionada, es preciso agregar que en las discusiones y los

debates realizados durante el desarrollo de las actividades se apreció que aún subyacen en el pensamiento de los docentes visiones deformadas acerca de la ciencia, que se evidenciaron al reconocer como verdades absolutas los conocimientos que aparecían en los elementos del currículo (en especial en la bibliografía escolar), ignorando su evolución en el tiempo y con ello la relatividad de estos.

Es importante tener en cuenta que las disciplinas escolares constituyen arreglos didácticos de los conocimientos científicos que están en la base de ellos; por tanto, el nivel científico del currículo dependerá en gran medida del nivel de actualización de los elementos que lo componen, con respecto a los avances de la ciencia particular de la que se deriva, y del desarrollo actual de las ciencias pedagógicas, teniendo en cuenta, por supuesto, las características de los sujetos y el contexto específico a quienes está dirigido.

Con relación a la tendencia que vincula la educación científica con la enseñanza en el área de las ciencias —que resultó mayoritariamente representada en la muestra—, la experiencia de la autora sugiere que es probable que esto responda a la influencia que en la preparación de los docentes del área tuvieron las acciones ejecutadas por los proyectos vinculados con el tema, tales como Proyecto Regional de Educación Científica, gestionado por la Unesco, y el Proyecto Educación Científica de Educación para Todos en la provincia de Villa Clara, gestionado por la propia institución, entre otros (Asencio, 2013; Asencio, Evora y Reyes, 2011; Unesco, 2005).

Por otra parte, es posible que esta polarización de posiciones también haya sido reflejo del desarrollo alcanzado en Cuba por la didáctica de las ciencias, a través de los talleres nacionales de la enseñanza de la física (desde la década de 1990), los cuales derivaron en congresos internacionales de didáctica de las ciencias, y que han tenido un creciente impacto interno en el contexto cubano (desde las instituciones, los municipios, las provincias y la nación) como

un importante y fértil espacio de trabajo en este campo (Asencio y Evora, 2014).

Desde una mirada más universal, el área de las ciencias puede considerarse privilegiada en cuanto al tema de la educación científica, ya que en la literatura didáctica actual se han ido consolidando aportes significativos de la innovación e investigación en este tema.

Una muestra de lo anterior la constituyen los estudios de las relaciones (CTS) desde la didáctica de las ciencias, que han aportado propuestas concretas para favorecer el interés crítico de los estudiantes hacia el papel de la ciencia y la tecnología en sus vidas, y sus implicaciones sociales y éticas (McDonald, 2014; Sanz y López, 2012; Reis y Galvão, 2009; Hodson, 2003; Kolstoe, 2000; Furió y Gil, 1999; McGinnis y Simmons, 1999; Vilches y Furió, 1999; Nieda y Macedo, 1997; Ramsey, 1993; Fenshama, 1988; Bybee, 1987). Similarmente, la dimensión sociocultural en la enseñanza de las ciencias, indisolublemente ligada a lo cultural, ha aportado ideas novedosas y propuestas educativas para potenciar en los alumnos la comprensión de los problemas que enfrenta la humanidad y que solo pueden ser detenidos y revertidos a partir de acciones encaminadas hacia un desarrollo sostenible (Asencio, 2013; Papadouris, 2012; Schindel, 2012; Macedo, 2006; Evora y Asencio, 2006; Macedo, 2008; Gil *et al.*, 2005).

Sin embargo, los docentes de estas asignaturas, por lo general, han sido educados en una especialidad concreta, por lo que, en la práctica, suelen tender a encerrar los asuntos tratados en clase dentro de las fronteras de su propia materia, obviando la importancia del tratamiento del impacto científico-tecnológico desde una posición interdisciplinar, es decir, desde la mirada de las demás disciplinas científicas y de otras ciencias, tales como las ciencias sociales y humanísticas, entre otras.

El tratamiento de la educación científica en las áreas docentes relacionadas con las ciencias sociales, humanísticas, económicas, e incluso con las propias

tecnologías, es bastante limitado y no es usual encontrar aportes de la investigación y la innovación dirigidos en esa dirección. Al respecto, Sanz y Merino (2008) consideran que durante demasiado tiempo una pared de cristal ha separado la enseñanza de las ciencias de la enseñanza de las humanidades: la primera como un mundo de hechos, de conocimiento fáctico y natural; y la otra, de valores, de opiniones falibles.

Por otro lado, aún en el caso de que sean abordadas las implicaciones de la ciencia y la tecnología en el trabajo docente, es reconocido que, por lo general, la incorporación de estos contenidos se realiza de manera descriptiva, puesto que no se propicia el debate, la valoración y la toma de partido de los alumnos ante los asuntos o las circunstancias particulares abordadas. Lo anterior pone de manifiesto otra limitación de la educación científica, al ser solo considerada desde la arista de su vínculo con conocimientos y procedimientos de las ciencias (en sentido general) y la tecnología, obviando el papel reflexivo, valorativo y participativo de los alumnos, por lo cual constituye una visión restringida, que la reduce solamente a la adquisición del conocimiento científico en un colectivo de receptores pasivos (Sanz y López, 2012).

En otro orden de ideas, todavía se advierten limitaciones en promover una educación científica que se adapte a las necesidades y características personales de los alumnos, y sus contextos sociales y culturales de procedencia. La escuela, en general, se ha mantenido encerrada en sus muros, por lo que aún no se reconoce que esta no termina en sus límites propios, sino que se extiende al entorno donde está enclavada, ofreciendo a todos sus miembros las posibilidades de “aprender a lo largo de toda la vida” (Unesco, 2002), de actualizar sus conocimientos y de poner estos, a su vez, al servicio de las necesidades de las personas, para ayudar a comprender cómo los avances del conocimiento científico pueden contribuir a mejorar las condiciones de vida de toda la población y reconocer también los dilemas y las controversias públicas engendradas por el propio desarrollo científico-técnico.

Por último, no se deben pasar por alto las potencialidades de otras instituciones sociales, para incidir en la educación científica de todos los ciudadanos, las cuales no siempre se aprovechan suficientemente para este fin. En este sentido, se destacan los medios masivos de comunicación, los centros científicos, los centros de recreación, entre otros, que pueden desarrollar propuestas atractivas dirigidas a elevar la cultura científica de los miembros de la sociedad en su conjunto.

Retos de la educación científica en la sociedad actual

La educación científica se ha convertido en la piedra angular de la educación del siglo XXI, y se visualiza como el motor para la formación de ciudadanos comprometidos, que les permitan participar responsable y críticamente en las decisiones que orientan la ciencia y la tecnología hacia un desarrollo sostenible (Quiroga, Arredondo, Cafena y Merino, 2014).

La asimilación de conocimientos y habilidades por parte de un individuo o colectivo responde a un fenómeno complejo de intercambio de información, en el que los individuos implicados procesan y asimilan el mensaje a través de filtros valorativos, sociológicos, culturales y prácticos. A este respecto, también se ha demostrado que la adquisición de conocimientos científicos y el interés social por la propia ciencia son fenómenos que tienen mucho que ver con las necesidades particulares de los ciudadanos y con la forma en la que, en la satisfacción de esas necesidades, la ciudadanía usa y se relaciona con la ciencia y la tecnología (Sanz y López, 2012).

Según Martín (2006), la idea de una educación para la ciudadanía ha puesto de actualidad la reflexión sobre los fines de la educación, la cual debe tener en cuenta, de forma equilibrada, las distintas dimensiones humanas y los diferentes ámbitos en los que es posible y deseable educar a las personas, los que podrían ser útiles para identificar algunas finalidades sustantivas de la acción educativa, como conocer, manejar, valorar y participar.

Este autor señala que *educar para conocer* supone recuperar la relevancia no instrumental del conocimiento como finalidad genuina de la actividad educativa; *educar para manejar* implica dar la necesaria centralidad al aprendizaje de la interacción y gobierno de la técnica en el ámbito educativo; *educar para valorar* significa reconocer la importancia de lo axiológico en la formación del individuo, favoreciendo el desarrollo del juicio moral y del juicio estético; *educar para participar* implica propiciar escenarios en los que sea posible aprender a tomar parte en las decisiones que comporta la vida social.

De lo anterior se infiere la importancia en la educación científica de enriquecer el objetivo de educar para valorar y participar, en cuanto estrecha aún más la vinculación que existe entre la adquisición de conocimiento desde una posición afectiva, y una aproximación valorativa y participativa en la preparación activa de los futuros ciudadanos para la vida pública que los habilite para transformar y llevar a cabo innovaciones que den respuesta a las necesidades y demandas de la sociedad actual (Valdés, 2012).

Para resumir lo tratado, se señala que la idea esencial en la que se centra la educación científica en la época actual es educar a las personas en los contenidos científico-técnicos, lo cual se puede analizar desde diversas aristas. En este sentido, se presenta una aproximación teórica de la educación científica que destaca, como sus componentes, el cognitivo, el procedimental, el afectivo, el valorativo y el participativo; en esta modelación, se han considerado como referentes teóricos las fuentes mencionadas y otras que por la extensión del trabajo no ha sido posible incorporar en el presente artículo y, en particular, se han tomado en cuenta las ideas que aparecen en Asencio, (2012c). A continuación se realizará una breve síntesis de los componentes identificados.

El *componente cognitivo* se vincula con la actualización de los conocimientos que toma como

referencia el desarrollo científico-técnico actual y los conocimientos esenciales relacionados con los problemas actuales de la ciencia y la técnica como procesos sociales, que tengan implicaciones en la vida diaria, incluyendo información no solo acerca de los beneficios potenciales, sino también de sus incertidumbres, de sus riesgos y de las cuestiones éticas asociadas a ellos.

El *componente procedimental* se relaciona con las habilidades y capacidades que deben ser asimilados por las personas, que crearán las bases intelectuales para una ciudadanía responsable con énfasis en el desarrollo de un pensamiento abierto y crítico.

El *componente afectivo* se refiere a los aspectos motivacionales y afectivos que se deben tener en cuenta para que las personas puedan desarrollar sus propias opiniones sobre temas de interés social relacionados con la ciencia y la tecnología, promover sentimientos positivos hacia los seres humanos, la naturaleza, el gusto estético y el disfrute de manifestaciones artísticas, así como el sentido de pertenencia e identidad, y el respeto a la diversidad cultural y social.

El *componente valorativo* destaca el papel de la formación de valores en las personas, que posibilite la reflexión crítica acerca de las implicaciones que tienen los asuntos sociales de la ciencia y la técnica para la vida pública en las democracias actuales, y la valoración de la ciencia como empresa humana en continua evolución, comprometida con las prioridades y los intereses de la sociedad, y ajena a posiciones de lucro y enriquecimiento personal de unos pocos.

El *componente participativo* distingue la educación científica como un elemento que puede potenciar en las personas un comportamiento social al generar: opiniones, decisiones, iniciativas y acciones ciudadanas, desde la comprensión práctica de las cuestiones debatidas.

Es importante considerar que esta separación por componentes solo responde a un propósito

analítico, pues ellos se encuentran indisolublemente interrelacionados entre sí, complementándose mutuamente; así, para poder valorar y participar en debates sobre aspectos tecno-científicos que implican a la ciudadanía, es preciso conocer y comprender la esencia de la cuestión, desde un pensamiento abierto y crítico, pero también es esencial que la persona esté motivada intrínsecamente, por lo que su actitud estaría sustentada por sentimientos y emociones hacia los temas abordados (Asencio, 2012c). De esta forma, se vincula el conocimiento a la acción, se facilita la transferencia de conocimientos y se propicia la participación formativa; es decir, lo que se suele defender como “aprender participando” (Sanz y López, 2012).

Por todo lo apuntado, se advierte la complejidad del tratamiento de la educación científica en las condiciones de la sociedad actual. En particular, la escuela debe promover la educación científica en el trabajo docente en todas las áreas, desde una mirada interdisciplinar que involucre a todos los docentes y alumnos; pero, además, no puede dejar a un lado su función estratégica como centro cultural y científico más importante en la comunidad, de ahí la importancia de su contribución a la educación científica de la sociedad en general. Acerca de estas cuestiones se profundizará en el siguiente apartado.

La educación científica desde la perspectiva del trabajo en las instituciones escolares

Las cuestiones referidas con anterioridad evidencian que no es posible reducir la educación científica a la mera adquisición o transformación de ciertas creencias individuales (cambio cognitivo) sobre la única base de la asimilación de información científica considerada relevante; es preciso añadir otros conocimientos y procedimientos asociados a la información que son solidarios con los proyectos de educación en valores, ya que suponen una revisión de los contenidos y los métodos de enseñanza en los ámbitos tecno-científico y humanístico, desde una apuesta común por reivindicar la importancia

de los aspectos axiológicos al lado de los conceptuales en la organización de los currículos educativos (Sanz y López, 2012).

En otro orden, es importante considerar también que, por lo general, en la práctica escolar la educación científica privilegia una imagen distanciada del mundo cotidiano y no se hace hincapié lo suficiente en la importancia de destacar el papel desempeñado por los científicos, y sus posiciones éticas y de compromiso social para contribuir al mejoramiento humano (Aguirre y Jaramillo, 2010); asimismo, se asume una posición socialmente neutra con respecto a los valores e intereses sociales de la ciencia y la tecnología en el beneficio de la humanidad, y prácticamente se obvian los riesgos y las amenazas en su aplicación.

Valdés (2012) coincide en reconocer el énfasis que se hace en los aspectos axiológicos como una de las principales aportaciones de la orientación CTS a la educación científica; la consideración de la naturaleza social de la ciencia y la tecnología, los intereses económicos y políticos que la condicionan, así como las implicaciones éticas y para el medioambiente de sus resultados, conduce a tomar partido acerca de dichas cuestiones y, por consiguiente, a desarrollar importantes actitudes y valores en los estudiantes.

Por su parte, Martín, Osorio y López (2001, citados por Sanz y López, 2012) insisten en la importancia de educar para valorar al referirse a que los educandos sean capaces de desarrollar opiniones personales críticas e informadas sobre asuntos públicos relacionados con la ciencia y la tecnología, más allá del conjunto de conocimientos concretos que puedan tener sobre un asunto o circunstancia particular, lo cual es la mejor base para una futura acción participativa.

La escuela, por tanto, debe buscar estrategias metodológicas para introducir prácticas en las que aprender y participar se conviertan en experiencias estrechamente relacionadas para la toma de decisiones, al reproducir en el aula controversias tecno-

científicas, para apreciar la relevancia de la incertidumbre y los supuestos valorativos que subyacen en ellas, y promover de esta forma el desarrollo de capacidades para la participación pública.

De ahí la necesidad de un cambio en las aulas y en los centros educativos, para que estos se transformen en espacios de acceso y de construcción de conocimientos que promuevan la participación activa del alumno en la toma de decisiones, en la planificación y en la producción del conocimiento que aprenden, para luego poder ser también activos protagonistas en la difusión y el intercambio de estos (Macedo, 2006; Quiroga *et al.*, 2014).

Tomando como referentes las ideas contenidas en Asencio (2012a y b) y Asencio y Zamora (2014), se resumirán a continuación algunas acciones que se pueden implementar en la práctica escolar para potenciar la calidad de la educación científica, atemperada a las exigencias que la época actual demanda; entre esas acciones se destacan:

- Actualizar el currículo escolar, de manera que refleje lo más fielmente posible el desarrollo alcanzado en las ciencias particulares de las que se derivan las disciplinas que lo integran, y las implicaciones sociales y éticas del desarrollo científico-técnico, así como los avances de las ciencias pedagógicas, atendiendo, por supuesto, a las características de los escolares hacia los cuales se dirige y a su contexto.
- Introducir en la concepción curricular de las disciplinas escolares una visión de los conocimientos científicos que permita que ella sea percibida por los alumnos como un proceso en continua construcción y evolución, comprometida con los valores éticos e intereses de la sociedad y condicionada por los contextos culturales, sociales, económicos, históricos, políticos, entre otros.
- Integrar preocupaciones sociales, culturales, ecológicas, económicas y otras, aprovechando

las potencialidades de los contenidos disciplinares, para lograr una percepción integral de la situación del mundo y comprender la complejidad y las interacciones entre los problemas globales y locales, sus causas y posibles medidas de solución, favoreciendo, asimismo, la comprensión de la necesidad de la paz y el rechazo de políticas agresivas que engendran desigualdades sociales, pérdida de identidad y de diversidad cultural y ambiental.

- Generar actitudes y comportamientos responsables y solidarios, para lograr cambios individuales en los estilos de vida y las costumbres que propicien el uso racional y eficiente de los recursos y la toma de conciencia sobre la necesidad del ahorro, así como acciones colectivas de compromiso social para la solución de los problemas que contribuyan a la formación de los futuros ciudadanos.
- Promover una nueva cultura de aprendizaje que permita superar estilos tradicionales, empleando métodos y procedimientos que dinamicen el proceso de aprendizaje y potencien el desarrollo cognitivo, con énfasis en el pensamiento y la inteligencia y la motivación y el interés por el estudio.
- Favorecer en la estructuración del proceso de enseñanza-aprendizaje el empleo de procedimientos de la actividad científica, que promuevan la reflexión, la interpretación, la modelación, la formulación de hipótesis, la búsqueda de la información desde diferentes fuentes.
- Perfeccionar la solución de problemas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, para evitar la tendencia a la ejecución, incorporando problemas diversos que reflejen diferentes situaciones problemáticas de interés, tanto teóricas como experimentales, con enunciados abiertos o cerrados, durante los distintos estadios del proceso y en el trabajo independiente.
- Incorporar el trabajo experimental en las asignaturas que le correspondan, como un componente básico del proceso de enseñanza-aprendizaje, promoviendo la solución de tareas que requieran el diseño experimental de acuerdo con los recursos disponibles, el montaje del experimento, la toma y el procesamiento de datos, así como el análisis de resultados y las perspectivas abiertas, entre otras. Asimismo, resulta de vital trascendencia considerar la actualización del trabajo experimental mediante el empleo de los medios tecnológicos avanzados que permiten la automatización en la toma de datos y en el procesamiento de la información.
- Elaborar materiales para apoyar el aprendizaje de los alumnos, en formato impreso, audiovisual e informático, con enfoques actualizados en el contenido científico y pedagógico, que promuevan la identidad nacional y local a través del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Renovar la concepción de la evaluación, de manera que se propicie el aprendizaje autónomo y autorregulado, que contribuya a que el alumno pueda construir su propio conocimiento y desarrollar potencialidades metacognitivas y capacidades transferibles, que le permitan un aprendizaje continuo a lo largo de la vida, para insertarse de forma efectiva en la sociedad actual.
- Promover, desde los sistemas educativos, las escuelas y las aulas una educación científica con equidad, tanto en el acceso como en la continuidad de estudios y en los logros de aprendizaje, potenciando la escuela inclusiva, gratuita, donde todos tengan iguales oportunidades de aprender.
- Promover una educación científica que se adapte a las necesidades y características personales de los estudiantes, teniendo en cuenta los diversos contextos sociales y culturales de procedencia de estos, beneficiándose de los po-

tenciales de la comunidad para fortalecer las interacciones con los otros (alumnos, profesores, padres, familia, comunidad) y contribuir al aprendizaje de todos.

- Perfeccionar la formación inicial y continuada de los docentes, de manera que se logre la preparación necesaria de estos, para enfrentar los cambios que se requieren a fin de lograr una educación científica de calidad para todos, incorporando la investigación didáctica como un eje articulador en todas las etapas de la formación.

Para lograr lo anterior, es necesario concebir un nuevo modelo de escuela y el desarrollo de políticas que faciliten su puesta en práctica, ya que los recursos adicionales o los cambios de contenidos no sirven de mucho si no se producen cambios en la cultura, la organización y las prácticas que se dan en el seno de los centros educativos (Macedo, 2008); por ello, se requiere de flexibilidad organizativa, y en particular pedagógica, y un trabajo en equipo por parte de todos los docentes, para lograr la transformación de la institución educativa en polos de irradiación y de alfabetización científica dentro de una formación para el desarrollo sostenible.

Por último, se deben mencionar otras actividades que pueden contribuir a la educación científica de los escolares, las familias y la comunidad, tales como los concursos y las olimpiadas, los cursos facultativos, las consultas complementarias, el trabajo con los monitores, las excursiones, entre otras, así como otras vinculadas a los organismos comunitarios, entre las que se destacan los proyectos comunitarios, los círculos de interés, las sociedades científicas, las escuelas de educación familiar, y otras (Asencio, 2012a). De igual forma, es importante se-

ñalar los aportes a la educación científica que desde el plano social pueden ofrecer las vías no formales (ámbitos no escolarizados), como los medios masivos de comunicación, los museos, acuarios, jardines botánicos, centros de investigación, entre otros.

Conclusiones

Este trabajo muestra una primera aproximación a las percepciones de los docentes sobre la educación científica, a partir de la sistematización de los datos recogidos por la autora durante las actividades metodológicas y de superación profesional impartidas como docente en la universidad de referencia y de la profundización teórica en el tema. Las reflexiones que aparecen en el trabajo, y la sistematización teórica realizada, contribuyeron a profundizar en los principales retos que se deben enfrentar para alcanzar una educación científica atemperada con las exigencias del desarrollo tecno-científico.

Educación en contenidos actuales de ciencia y tecnología que contribuyan a la formación ciudadana, con un carácter sistemático, integral e interdisciplinario, que involucre a todas las áreas docentes y a la sociedad en general, debe ser tarea prioritaria en las instituciones educativas.

Por todo lo planteado, se considera que este trabajo puede servir como punto de partida para futuras innovaciones y experiencias pedagógicas de avanzada para el mejoramiento de la educación científica en los diferentes contextos y continuar perfeccionando los marcos teórico-conceptual y metodológico que sustentan estas ideas, incorporando otros elementos de orden teórico y los aportes derivados de la aplicación en la práctica.

Referencias

- Aguirre, J. C. y Jaramillo, L. G. (2010). La ciencia y el sentido común: por la enseñanza de un sentido común crítico. *Revista Educación y Educadores*, 13(3). Recuperado de <http://educacionyeducadores.unisabana.edu.cu>
- Asencio, E. (2014). Una aproximación a la concepción de ciencia en la contemporaneidad desde la perspectiva de la educación científica. *Ciênc. Educ., Bauru*, 20(3), 549-560. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320140030003>
- Asencio, E. (2013). Acercamiento a la formación de docentes de ciencias en Latinoamérica. Experiencias en el contexto cubano. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3). Recuperado de <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira>
- Asencio, E. (2012a). *Hacia una educación científica de calidad para todos en el contexto cubano*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Asencio, E. (2012b). Una alternativa didáctica para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Revista Iberoamericana de Educación*, 58. Recuperado de <http://www.campus-oei.org/revista/rie58>
- Asencio, E. (2012c). Hacia una nueva mirada de la educación científica en el trabajo escolar. *Revista Varela*, 32. Recuperado de <http://revistavarela.rimed.cu>
- Asencio, E. y Zamora, A. (2014). Experiencia en la elevación de la calidad de la educación científica a través del empleo de los recursos de las redes informáticas. *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS)*, 9(26). Recuperado de <http://www.revistacts.net>
- Asencio, E. y Evora, O. E. (2014). Una sistematización teórica acerca de las concepciones de la didáctica de las ciencias como una ciencia pedagógica. *Revista Varela*, 37. Recuperado de <http://revistavarela.rimed.cu>
- Asencio E., Evora, O. E. y Reyes, M. (2011). Red de Educación científica: un espacio colaborativo para los docentes de ciencias en la provincia de Villa Clara. *Revista Varela*, 29. Recuperado de <http://revistavarela.rimed.cu>
- Bybee, R. W. (1987). Science education and the Science-Technology-Society (S-T-S). *Science Education*, 71, 667-683. Doi: 10.1002/sce.
- Evora, O. y Asencio, E. (2006). La enseñanza de la Física desde la perspectiva de la educación para el desarrollo sostenible. *Revista Educación*, 119, 8-15.
- Fenshama, P. J. (1988). Approaches to the teaching of STS in Science Education. *International Journal of Science Education*, 10(4), 346-356. Doi: 10.1080/0950069880100402
- Furió, C. y Gil, D. (1999). Hacia la formulación de programas eficaces en la formación continuada del profesorado de ciencias. *Educación Científica*, 129-148.

- Gil, D. et al. (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* Chile: Andros Impresores.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future International. *Journal of Science Education*, 25(6), 645-670. Doi: 10.1080/09500690305021
- Kolstoe, S. D. (2000). Consensus projects: Teaching science for citizenship. *International Journal of Science Education*, 22(6), 645-664. Doi: 10.1080/095006900289714
- McGinnis, J.R. y Simmons, P. (1999). Teachers' perspectives of teaching science-technology-society in local cultures: A sociocultural analysis. *Science Education*, 83, 179-211. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(199903)83:2<179::AID-SCE6>3.0.CO;2-X
- Macedo, B. (2006). Habilidades para la vida: contribución desde la educación científica en el marco de la década de la educación para el desarrollo sostenible. *Revista Educación*, 119, 2-7.
- Macedo, B. (2008). Cultura y formación científica. Conferencia magistral Congreso Internacional de Didáctica de la Ciencia, La Habana.
- Martín, M. (2006). Conocer, manejar, valorar, participar: los fines de una educación para la ciudadanía. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42. Recuperado de <http://www.campus-oei.org/revista/rie>
- McDonald, C. V. (2014). Preservice primary teachers' written arguments in a socioscientific argumentation task. *Electronic Journal of Science Education*, 18(7). Recuperado de <http://ejse.southwestern.edu>
- Cámara, M. y López J. A. (2015). *Cultura científica y percepción del riesgo*. Universidad de Oviedo: Grupo de investigación de estudios sociales de la ciencia. Recuperado de <http://www.grupoets.org/cerezocamara.php>
- Nieda, J. y Macedo, B. (1997). *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. España: Editorial OIE-Unesco.
- Núñez, J. (2005). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales*. La Habana: MINED.
- OEI (2012). *Metas educativas 2021. Documento final*. España: OEI. Recuperado de www.oei.org.es
- Papadouris, N. (2012). Optimization as a reasoning strategy for dealing with socioscientific decision-making situations. *Science Education*, 96(4), 600-630. Doi: 10.1002/sce.21016
- Quiroga, M., Arredondo, E., Cafena, D. y Merino, C. (2014). Desarrollo de competencias científicas en las primeras edades: el Explora Conicyt de Chile. *Educación y Educadores*, 17(2), 237-253. Doi 10.5294/edu.2014.17.2.2
- Ramsey, J. (1993). The science education reform movement: Implications for social responsibility. *Science Education*, 77, 235-258. Doi: 10.1002/sce.3730770210
- Reis, P. y Galvão, C. (2009). Teaching controversial socio-scientific issues in biology and geology classes: A case study. *Electronic Journal of Science Education*, 13(1). Recuperado de <http://ejse.southwestern.edu>
- Sanz, N. y Merino, N. (2008). Apropiación política de la ciencia: origen y evolución de una nueva tecnocracia. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 10, 85-123. Recuperado de <http://www.revistacts.net>

Sanz, N. y López, J. A. (2012). Cultura científica para la educación del siglo XXI. *Revista Iberoamericana de Educación*, 58. Recuperado de <http://www.campus-oei.org/revista/rie58>

Schindel, A. (2012). Student empowerment in an environmental science classroom: Toward a framework for social justice science education. *Science Education*, 96(6), 990-1012. Doi: 10.1002/sce.21035.

Unesco (2002). *Proyecto Regional de Educación para América Latina y el Caribe (Prealc)*. Santiago de Chile: Unesco.

Unesco (2005). *Proyecto regional de educación científica*. Santiago de Chile: Unesco.

Vilches, A. y Furió, C. (1999). *Ciencia, tecnología y sociedad: sus implicaciones en la educación científica del siglo XXI*. La Habana: Editorial Academia.

Valdés Castro, P. (2012). Una nueva mirada a la didáctica de las ciencias y la educación CTS. *Didácticas de las ciencias. Nuevas perspectivas* (pp. 26-36). La Habana: Editorial Academia.