Retos en la formación del profesorado en ciencias en un siglo de incertidumbres

Carlos Javier Mosquera Suárez[11]

Resumen

Se propone plantear unas ideas a manera de preguntas que son valiosas para suscitar el debate, valorar posibilidades, mirar expectativas y, fundamentalmente, para abordar retos y desafíos que tienen quienes trabajan en el campo de la formación de profesores de ciencias en relación con lo que significa hoy en día ser un docente de ciencias. Lo que se busca es observar esa problemática en el contexto actual, en el mundo contemporáneo, y en un mundo que, se podría decir, es el de la cultura de la pospandemia, que sin duda ha acelerado y catalizado transformaciones sociales y culturales que se empiezan a vivir en la actualidad. En esa perspectiva, se considera, en primera instancia, uno de los grandes desafíos que tienen quienes se desempeñan como profesores de ciencias en programas de formación inicial y formación continuada es preguntarse por los contenidos, no solamente con respecto a qué contenidos enseñar a los futuros profesores en ciencias, sino también, los contenidos que han de elaborar los profesores de ciencias en activo y en los diferentes niveles educativos; esto es, en la educación básica, media o superior.

Palabras clave: incertidumbre, formación del profesorado, contenidos de enseñanza.

11 Docente investigador del Doctorado Interinstitucional en Educación, sede Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia). Correo electrónico: cmosquera@udistrital.edu.co

Abstract

This paper aims to raise some ideas in the form of questions that are valuable for sparking debate, assessing possibilities, looking at expectations and, fundamentally, to address the challenges that those who work in the field of science teacher training face in relation to what it means to be a science teacher today. The aim is to look at these issues in the current context, in the contemporary world, and in a world which, it could be said, is that of the post-pandemic culture, which has undoubtedly accelerated and catalysed social and cultural transformations that are beginning to take place today. In this perspective, it is considered, in the first instance, that one of the great challenges facing those who work as science teachers in initial and continuing education programmes is to ask themselves about content, not only with regard to what content to teach future science teachers, but also the content to be developed by active science teachers at the different educational levels, i.e. in basic, secondary or higher education.

Keywords: uncertainty, teacher training, teaching content.

Introducción

Metodológicamente, a propósito de hablar de incertidumbre y de crisis no es fácil presentar y esquematizar todo en un modelo, precisamente dada la incertidumbre que también impacta en la educación en ciencias. Me gustaría expresar algunas ideas fuerza en relación con la perspectiva de la investigación contemporánea en didáctica de las ciencias, pero muy en particular en el campo de la formación de profesores de ciencias tanto en la formación inicial como en la formación continuada en el contexto de un siglo que se caracteriza por la incertidumbre, tanto en el conocimiento científico como en prácticamente en todos los aspectos en la vida cotidiana de las personas y, por supuesto, en lo que tiene que ver con nuestras idiosincrasias culturales.

¿Qué contenidos enseñar?

Siempre ha sido desde lo curricular una pregunta frecuente cuando nos estamos interrogando sobre el problema mismo de qué enseñar, así que en primera instancia es necesario hacer una precisión. Cuando estamos hablando de los contenidos no nos estamos refiriendo a los temas que de manera habitual utilizamos en la enseñanza o que por lo común relacionamos con el problema de los "temas"; de hecho, la referencia son los conocimientos y, en el caso nuestro, son los conocimientos científicos. Esto es, conocimientos que a lo largo de la historia se han elaborado y transformado para desde ellos interpretar

situaciones del mundo y para encontrar respuestas, siempre provisionales, a muchos interrogantes y a muchas preguntas que nos hemos hecho a lo largo de la historia para responder a desafíos que nos propone la naturaleza o para resolver retos que nosotros mismos en tanto sujetos en actividad cognoscente, nos planteamos sobre el entorno que nos rodea.

En esta perspectiva, los conocimientos resultan ser productos de modelos que hacemos sobre el mundo y desde los cuales construimos la realidad; no la realidad ingenua que observamos desde el conocimiento del sentido común, sino una realidad construida que se elabora desde marcos conceptuales y teóricos que, para su elaboración, han exigido importantes esfuerzos racionales. Parte de la incertidumbre que se genera desde los conocimientos científicos, es que esta es como queremos que sea y no como la percibimos con nuestros sentidos. El profesor José Antonio Chamizo (2007) menciona mucho esa perspectiva de cómo entender que la ciencia crea sus propios objetos y hace que la realidad sea como se quiere ver desde esos modelos y representaciones y no como sensorialmente pensamos que es. Desde la modernidad, concretamente con el inductivismo, el empirismo y luego con el positivismo lógico, se tuvieron escenarios que nos sugirieron métodos para ver o para pensar que los conocimientos científicos surgían de la observación y de la experimentación sistemática y repetida, de modo que con un buen número de datos asegurábamos llegar a conclusiones teóricas que reflejaban la verdad de los hechos.

Ahora bien, los conocimientos científicos parten de elaboraciones personales, esto es, de saberes individuales, de miradas del mundo particulares, y cuando colectivizamos esos saberes, como diría Beillerot (1996), podemos referirnos a la elaboración de conocimientos, esto es, de saberes intersubjetivos. La circulación de saberes en círculos de personas cada vez mayores, permite la construcción de conocimientos y si estos son producto de nuestras ideas sobre el mundo, podemos referirnos a conocimientos científicos. Este tránsito de saberes a conocimientos implica el desarrollo de habilidades de pensamiento tales como la explicación y la argumentación. Por otra parte, los conocimientos, producto de empresas racionales, son multidimensionales, dado que no solo están constituidos por representaciones teóricas. De hecho, es válido afirmar que todo conocimiento tiene una dimensión cognoscitiva o teórica y conceptual, en la medida que pensamos con ideas que se traducen a conceptos, los cuales consolidan lenguajes con semánticas especializadas. A través del lenguaje de la ciencia representamos conceptual y teóricamente el mundo, nos permite el diálogo, el intercambio de otros puntos de vista y el desarrollo de polémicas y también de consensos.

Pero también sabemos que hoy en día en el ámbito de las ciencias, y aún más, en el ámbito de formación de profesores de ciencias, debemos darle importancia a los aspectos emocionales y actitudinales; progresivamente hemos venido entendiendo la importancia de las actitudes y de las emociones, no solo en los procesos de construcción de conocimientos sino en la manera en cómo las podemos utilizar, circular, apropiar, divulgar y dialogar. En la línea de formación de profesores de ciencias hace unas cuantas décadas se han venido investigando los conocimientos actitudinales y más recientemente, los conocimientos emocionales. Estos son la base de una segunda dimensión, que junto con los conocimientos teóricos y conceptuales, llegaría probablemente, a tener un círculo mucho más complejizado cuando las representaciones y los modelos que elaboramos para explicar el mundo, originan desde las actitudes, predisposiciones positivas o negativas, para entender, argumentar, innovar e investigar, y progresivamente aproximarnos —como dirían autores como De Jong y Talanquer (2015)— a los conocimientos prácticos.

Esta es pues, otra dimensión importante de los conocimientos que complementan y articulan el plano cognoscitivo, pues el plano emocional y afectivo pasa a ser entonces un puente que conduce al plano práctico o procedimental. Entendiendo la elaboración de conocimientos científicos y los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias desde lo ontológico, aspectos no pensados en las ciencias (dado su marcado énfasis en lo teórico y en lo conceptual) como el de las actitudes y las emociones están pasando a desempeñar un papel relevante. Ahora bien, pensando en los conocimientos profesionales de los profesores de ciencias, implican el diseño y desarrollo de trayectorias curriculares que han de favorecer la construcción de saberes y de conocimientos conceptuales, teóricos, actitudinales, emocionales y prácticos sobre las disciplinas de especialidad de enseñanza en los profesores, así como sobre las didácticas de las disciplinas y sobre otros aspectos bien caracterizados en tesis como las propuestas por Shulman (1987).

Aquí ya emerge un nivel importante de incertidumbre: si los conocimientos científicos y los conocimientos didácticos se transforman de manera vertiginosa, ¿qué conocimientos enseñar a los profesores de ciencias en formación inicial y en ejercicio? Lo relevante aquí es pensar cómo secuenciamos los conocimientos a trabajar, con qué criterios abordarlos, clasificarlos y organizarlos en tiempos y espacios particulares. Desde perspectivas formativas, el reto es cómo transformamos los conocimientos en contenidos enseñables, esto es, cómo curricularizamos lo que pensamos han de aprender los profesores. Aquí, cuando estamos hablando de contenidos, nos referimos no solo a los aspectos teóricos

y conceptuales (temas como los denominamos habitualmente), sino también a los contenidos en sus diferentes dimensiones tal y como se han expresado antes.

Volvemos a insistir aquí en si tiene sentido imaginarnos unos contenidos fijos como finalidades formativas cuando esos mismos contenidos que enseñamos provienen de unos conocimientos que se están transformando rápidamente, lo que nos genera la incertidumbre de si esos son los mejores conocimientos posibles a abordar. Tal vez una alternativa es considerar el currículo como hipótesis pedagógicas y didácticas donde se consideren los contenidos como pretextos temporales y no como finalidades rigurosas y estancas; es decir, el desafío es pensar si lo que queremos enseñar son conocimientos acabados o con situaciones problémicas para los cuales usamos los conocimientos más adecuados para que funjan como herramientas razonables para abordar esas problemáticas.

¿De los contenidos a las habilidades de pensamiento?

Así, la incertidumbre en la educación en ciencias traslada el centro de atención de los contenidos a las habilidades de pensamiento científico o habilidades de acción que puedan ser realmente aquello que necesitamos para interpretar y para poner en práctica conocimientos y estrategias para solucionar problemas. Será relevante entonces trabajar para desarrollar habilidades de pensamiento de orden superior que implican otras habilidades como aprender a interpretar, hacer interpretaciones, aprender a plantear situaciones retadoras, construir clasificaciones y analizar críticamente modelos, hacer inferencias, discernir para llegar a conclusiones prometedoras, etcétera.

En estos nuevos escenarios, el control no se instala sobre los conocimientos, sino sobre las herramientas intelectuales para elaborarlos en sus diferentes dimensiones al pretender no “conocer conocimientos”, sino al buscar “elaborar y usar conocimiento para solucionar situaciones retadoras”. En estos contextos de incertidumbre, pensar las finalidades de la enseñanza de las ciencias es una apuesta por entender que el aprendizaje ha de ser un acto intencionado, un acto premeditado donde fundamentalmente la propuesta es construir nuevo conocimiento que, en muchas ocasiones, puede surgir de conocimientos previos. Así las cosas, los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias también contribuyen al progreso de los conocimientos, pues investigando en el aula se aprende y aprendiendo en el aula se investiga.

Si no me concentro en contenidos podría estar asegurando que más bien la cuestión es que si me concentro en problemas podemos empezar a seleccionar propuestas didácticas realmente innovadoras, pensando en unos conocimientos como referentes (pretextos), útiles en principio para tratar el problema así;

posteriormente observemos su falibilidad y si es necesario modificar o crear nuevos conocimientos. Esto significaría realmente que el aprendizaje es un acto explícito de producción de conocimiento, en este caso de construcción de conocimiento científico escolar, asunto que nos parece realmente importante para darle otro sentido a la relación enseñanza-aprendizaje. El desafío que tenemos es cómo ponemos realmente en la práctica nuestras predisposiciones para superar el imaginario. Siendo un lastre suponer relaciones causales entre la enseñanza y el aprendizaje y seguir suponiendo que el aprendizaje es una consecuencia de la enseñanza, es decir, la enseñanza es el punto de partida para el aprendizaje.

Sabemos muy bien que las perspectivas filosóficas racionalistas, poskuhnianas y culturalistas nos permiten comprender que los conocimientos son cambiantes, dinámicos y que es importante ser conscientes de que vivimos en una época donde ya no tiene sentido apropiar información, pues hemos inventado muchos canales de acumulación de información dispuesta. Para ello, es más prometedor suponer una relación enseñanza-aprendizaje donde son los seres humanos quienes intervienen en ese proceso y donde los conocimientos son solo pretextos para entablar una relación de enseñar para aprender a aprender. Esto es, la enseñanza y el aprendizaje son un proceso de relaciones ontológicas donde desempeñan un papel relevante y de corresponsabilidad el sujeto que enseña y el sujeto que aprende. El sujeto que enseña al mismo tiempo está aprendiendo y el sujeto que aprende está enseñando. Fenstermacher (1989) invita a comprender el aprendizaje como el resultado de la acción del sujeto que aprende, del sujeto que podíamos llamar habitualmente estudiante; en esa medida entenderíamos entonces que enseñar es acompañar para orientar acciones que favorezcan la acción de estudiar, tarea de quien aprende.

Las críticas al positivismo lógico conducen a reflexiones interesantes desde la racionalidad histórica de las ciencias y muestran detalles que a lo mejor ocultamos en una enseñanza de las ciencias que busca únicamente el éxito, dejando de lado el estudio de conocimientos hoy no vigentes pero que fueron fundamentales para el desarrollo de nuevos conocimientos. Para entender el futuro, es cardinal examinar el pasado y razonar el presente; reconocer el aporte de muchas teorías o de aproximaciones teóricas o prácticas que se han hecho en la ciencia en diferentes momentos de su historia o en la historia de la humanidad es imprescindible, pues nos llevaría a analizar los obstáculos epistemológicos (Bachelard, 1985) y que fueron necesarios para asegurar cambios en las formas de pensar, de sentir y de hacer desde las ciencias. La comprensión sobre dichos obstáculos epistemológicos conduce a una nueva concepción de ciencia y de error, a una nueva semántica sobre el error donde lo entendemos como una oportunidad para transformar modos de pensar, de sentir y de actuar que son los que en últimas caracterizan las

posibilidades del progreso de los conocimientos. El progreso de los conocimientos científicos desde la mirada ontológica de enseñanza-aprendizaje nos lleva a un replanteamiento de lo que entenderíamos por una enseñanza para el riesgo y una enseñanza para el error, no una enseñanza para la perfección, para la búsqueda de la verdad absoluta.

Desde la incertidumbre, superar la pedagogía del éxito para dar paso a la pedagogía de las revisiones permanentes, necesarias en la construcción de conocimientos, es hoy en día una alternativa muy valiosa en la formación de profesores de ciencias, pues ello los formaría para adaptarse a los contextos donde habrán de desempeñarse, ya que han vivido experiencias de aprendizaje a partir de currículos no centrados en contenidos como finalidad, sino en contenidos como pretextos para solucionar problemas interesantes y por demás relevantes. Sería vivenciar que en el intento por resolver problemas podremos desarrollar conocimientos.

Una educación en ciencias para un siglo de incertidumbres vertiginosas, cargado de desafíos donde ya no podemos asegurar qué conocimientos enseñar, implica dar énfasis a la innovación y a la investigación en la enseñanza de las ciencias. Debemos alejarnos de procesos centrados en el aprendizaje de temas de ciencias y de rutinas de laboratorios para pasar a procesos de aprendizaje orientados a abordar problemáticas que incentiven, en términos de Bachelard (1985), el desarrollo del espíritu científico que propicie el aprendizaje de las ciencias como construcción de conocimientos científicos a partir de elaboración de explicaciones colectivas para crear modelos y representaciones que exigen el desarrollo de habilidades de pensamiento como los son analizar, conceptualizar y aplicar ideas y aproximaciones teóricas y prácticas que ayuden a la solución de preguntas retadoras hechas en contextos educativos.

Lo anterior comporta ampliar los radios de acción de lo que denominamos saberes profesionales del profesor de ciencias, pues afrontar estos nuevos desafíos para la educación en ciencias supone ya no restringir el conocimiento de los profesores a los conocimientos científicos actuales. Se requiere apropiar en profundidad nuevos conocimientos para una educación científica que involucran a la didáctica en general y a la didáctica de las ciencias en particular, ya que al no entenderse la enseñanza como una descripción de conocimientos que se relatan a quien aprende, estudiar modos de circulación de las ciencias y de aprender a aprender, requiere de nuevos modelos pedagógicos y didácticos. Por otra parte, es necesario que los docentes evidencien competencias científicas que les permitan reflexionar con fundamento sobre el desarrollo del conocimiento científico, sobre las transformaciones de sus objetos de estudio a lo largo de la historia de la humanidad, sobre sus implicaciones sociales y culturales y sobre la manera

como estos se elaboran. Ello requiere que los profesores de ciencias se entiendan no solo como tales sino también como filósofos e historiadores de las ciencias.

¿Renovar la imagen de las ciencias?

La epistemología de las ciencias, como dimensión de la filosofía de las ciencias, es una herramienta cognoscitiva poderosa para comprender mejor a qué nos referimos cuando hablamos de enseñanza de las ciencias y para ayudar a los estudiantes a aprender a aprender, ya que permite analizar críticamente cómo se elaboran esos conocimientos, cómo se admite que una teoría o un concepto tiene el estatus de científico, cómo circula el conocimiento científico entre diversas culturas y cómo se relacionan entre sí las comunidades científicas, al tiempo de ayudarnos a entender cómo se relacionan con otras comunidades. En tal sentido, la filosofía de las ciencias permite analizar críticamente las implicaciones sociales de las ciencias y ayuda a favorecer el desarrollo de habilidades intelectuales al incentivar discusiones sobre la función de los conocimientos elaborados, sus procesos de elaboración, su diversidad y los modos de ponerlos en práctica no solo en comunidades académicas especializadas sino en otros grupos de personas.

Es indispensable para un profesor de ciencias del mundo actual, esclarecer visiones contemporáneas sobre la naturaleza de las ciencias, pues una imagen renovada de las ciencias, debida en buena manera a concepciones epistemológicas contemporáneas que dan sentido no solo a la actividad científica como resultado de la interacción de nuestras ideas con la realidad natural y física, sino también al papel de la diversidad cultural y de la diversidad problémica de los objetos de estudio que aborda la ciencia, ayuda a entender que los conocimientos científicos actuales no siempre han existido y no son "verdades eternas", sino construcciones sobre situaciones particulares que han surgido en contextos sociales definidos. Ello también ayuda a mostrar que los conocimientos científicos no son el resultado de una simple acumulación de observaciones, en gran medida derivadas de visiones inductivistas y empiristas consolidadas en el positivismo lógico. Así como los conocimientos científicos cambian en la actualidad rápidamente, la emergencia de nuevas epistemologías también es rápida.

En este contexto, las relaciones entre la historia de las ciencias y la epistemología de las ciencias no solo resulta ser un aspecto básico de la cultura científica general que un profesor precisa (Moreno, 1986), sino que es una manera imprescindible de asociar los conocimientos científicos con los problemas que originaron su construcción. La conocida frase con la que Lakatos (1978) parafrasea a Kant, resume lo esencial de ambas tesis: "La filosofía de la ciencia sin

la historia de la ciencia es vacía. La historia de la ciencia sin la filosofía de la ciencia es ciega" (p. 11).

El conocimiento de las orientaciones metodológicas empleadas en la construcción de los conocimientos, es decir, comprender la forma como los científicos abordan los problemas, ayuda a desarrollar la noción de los "contenidos procedimentales", los cuales son vitales para resignificar la importancia que tienen los criterios de validación y aceptación de las teorías científicas como asunto relevante en la actividad de la investigación científica en contextos educativos. Otro asunto necesario para atender la educación científica en tiempos actuales de incertidumbre es el examen de las interacciones entre conocimiento científico y asuntos de carácter tecnológico y social, por ello es valioso el reconocimiento de los "contenidos actitudinales" como elementos fundamentales para comprender la ciencia y la actividad científica por parte de profesores y estudiantes, y en consecuencia para ser tratados por parte de los docentes. Esto es muy importante para generar una imagen no deformada del conocimiento científico, y para comprender que la ciencia es una actividad que ejecutan hombres y mujeres que dedican su vida al desarrollo de esta clase de conocimiento; principalmente su preocupación es la solución de problemas interesantes en cada momento histórico, problemas que podrían suscitar en caso de no ser resueltos, dificultades para el sostenimiento de la especie humana y en general de la vida y del mundo que nos rodea.

Estas perspectivas nos pueden ayudar a superar la imagen habitual del conocimiento científico como conjunto de experimentos raros y afortunados, que son más motivo de novedad para los estudiantes que fuente de elaboración y asunción de un compromiso claro por comprender la naturaleza del conocimiento científico y por ayudar al desarrollo de los contenidos actitudinales. De hecho, con esta nueva perspectiva del aporte de la historia y de la epistemología de las ciencias se contribuye a superar la imagen de la enseñanza de la ciencia como simple transmisora de contenidos conceptuales.

Por último, con fundamento en la historia y la epistemología de las ciencias para los desafíos actuales, otros autores han indicado que la enseñanza contemporánea de las ciencias debe superar los aprendizajes de cambios conceptuales, entendidos únicamente como cambios en los contenidos conceptuales, olvidando el desarrollo de aspectos históricos y metodológicos. Los conocimientos apoyados en aspectos históricos también permiten conocer significativamente los desarrollos científicos recientes y sus perspectivas, es decir, aproximarse a comprender la esencia de lo que llamaría Gil (1991) los "problemas frontera", donde encontramos los niveles básicos de desarrollo del conocimiento. Furió (1997) apunta el papel de la historia de la ciencia para comprender los "problemas

puente", es decir, las interacciones entre los diferentes campos de conocimiento y los procesos de unificación que se procuran hacer al interior de las comunidades académicas dedicadas a la investigación científica.

¿Podría hablarse de ciencia indígena o ciencia intercultural?

Más que responder voy a precisar algunas ideas. Ya son varias experiencias en muchos países. Por ejemplo, en Australia y Estados Unidos se habla del concepto de ciencia indígena, yo creo que en Colombia hay algunos avances importantes: se sabe que no hace mucho tiempo se creó en Colombia la Universidad Indígena del Cauca. La gran pregunta que nos hacemos es si solamente goza de validez para abordar en la educación universitaria formal la ciencia "occidental", o si debemos reconocer otras formas de ciencias. La pregunta empieza por consensuar qué es lo que entendemos por ciencia, a qué nos referimos cuando decimos conocimiento científico. Cuando se habla, por ejemplo, del caso de las ciencias se reflexiona muchísimo de esa forma de conocimiento donde la indagación y la búsqueda de alternativas, de respuestas a preguntas, pueden ser insumos esenciales para desarrollar modelos y abstracciones de pensamiento, pues hacen que hablar de ciencia indígena, de conocimiento ancestral, o de otros conocimientos o de otras formas de comprender el mundo de la naturaleza se vuelva un debate trascendental y un espacio para tratar de aproximarnos a respuestas que para su solución las miradas deben ser múltiples y convergentes. Ello implica elaborar puentes entre conocimientos.

¿Cómo podemos generar un modelo más crítico frente a las desigualdades sociales y la dimensión ambiental con responsabilidad social?

Hace ya un importante número de años en la evolución de la didáctica que las ciencias se han abordado desde diferentes movimientos, como el enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente o CTSA. Vuelvo otra vez a preguntar por el tema de las finalidades de la educación en ciencias, y en particular, por el papel de los contenidos que enseñamos. Reflexionar sobre situaciones que todos hemos vivenciado recientemente como las causas y los efectos de una pandemia, el problema de las migraciones, la seguridad alimentaria, el cambio climático, las guerras, es un asunto que debemos abordar desde la educación en ciencias. Aprender a pensar críticamente nos lleva a tratar en las aulas problemas sensibles de nuestros entornos cercanos y lejanos, al fin de cuentas, a poner en el centro de nuestros estudios los problemas diarios de la humanidad y de los

entornos naturales. Discutir con fundamento para buscar posibles soluciones es parte de los nuevos objetivos de la educación en ciencias, con sentido de responsabilidad social. Desde las aulas tenemos que integrar más el mundo de la vida con el mundo académico, el mundo del aula ya no es un mundo artificial o descontextualizado de la realidad, no es más una burbuja donde estudiábamos diversos temas y cuando salíamos veíamos que todo seguía igual.

No solo se trata de las perspectivas sino también de la realidad que conocemos. Me parece que esa es una postura crítica interesante, una apuesta es cómo generar sensibilidad en los seres humanos y especialmente en los jóvenes en relación con problemas más críticos para la humanidad y cuando menos, para el planeta. Estudiar el colapso ambiental y el colapso energético es absolutamente fundamental, discutir en torno a energías alternativas, problemas del consumismo a ultranza, la drogadicción, son retos contemporáneos que deben ser abordados no solo en las esferas políticas o en comunidades especializadas, sino también en la sociedad en general. Un buen comienzo es tratar estos temas con los niños, niñas y jóvenes en la educación básica, media y superior. Estoy de acuerdo con que el problema no es el tecnicismo de si la nanotecnología o de si las nuevas tendencias ayudan a solucionar estos asuntos, la clave es hacer explícitamente fundamentadas las posibilidades sobre cómo lograr una mejor calidad de vida de los seres humanos, no solo para asegurar nuestra convivencia sino la del planeta y sus habitantes. Y eso nos pone otra vez en el contexto de si mantenemos una educación en ciencias para conocer desarrollos tecnológicos o si es para formar ciudadanías realmente críticas, convencidas de que generar conocimientos es la alternativa para resolver problemas que nosotros mismos hemos creado.

Existe una tensión entre lo que investigamos en ciencias y en educación en ciencias y las políticas públicas en educación, incluyendo las políticas públicas en educación en ciencias, pues es un hecho que muchas de estas políticas en ocasiones minimizan transformaciones que realmente rompan esquemas y a cambio de tanta normatividad, favorezcan más autonomía curricular, pedagógica y didáctica, esto es, donde la norma subyace tras las dinámicas académicas y no al contrario. Hemos tenido la oportunidad de conocer trabajos estupendos que muchos colegas nuestros, profesores de ciencias, hacen en su labor diaria en diferentes niveles educativos, tanto en zonas rurales como urbanas. El problema es que el mismo sistema invisibiliza estos aportes. Ello debiera ser la constante y no la excepción.

¿Cómo generar sensibilidad en los seres humanos y especialmente en los jóvenes?

Vale aquí la pregunta sobre cómo educar a una sociedad en la que, por ejemplo, discutir sobre las drogas desde una perspectiva crítica científica, sobre sus efectos en la salud, las consecuencias de la legalización, etcétera, sea un asunto curricular relevante, flexible e interdisciplinario. El problema es no quedarnos en lo que trazan las políticas educativas, tenemos que soltar las amarras y tratar de ir más allá. Las políticas han de ser un referente, una línea base, no una cortapisa. Las políticas no deben ser obstáculo para la innovación pedagógica, didáctica y curricular en los centros educativos, por el contrario, deben incentivar la investigación, la innovación y la creación desde diferentes áreas y disciplinas.

Es el momento para que el ejercicio de la evaluación de profesores resalte los resultados de las innovaciones educativas y no busque sancionar; hemos de pasar de lo punitivo a lo formativo. Yo diría que, en este sentido, siendo creativos y pensando en la enseñanza y en el aprendizaje como un problema educativo permanente, reconfiguramos las actividades de aula y estimulamos en los alumnos, realizando actividades de estudio consciente, la construcción de conocimiento a través del aprendizaje.

Algunas tesis doctorales que hemos leído en el énfasis de Educación en Ciencias de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia) han intentado aproximarse a estos problemas. No solo se han hecho proyectos en nuevas dimensiones de la formación de profesores, sino también estudios sobre nuevas relaciones entre filosofía, historia y didáctica de las ciencias, problemas ambientales escolares, alfabetización científica y educación científica intercultural. Para ello ha sido necesario aproximarnos cada vez más a las teorías de la complejidad y a las teorías del constructivismo sociocrítico.

Conclusión

Con respecto a los retos de la formación del profesorado en el siglo de las incertidumbres hay una idea básica que se proyecta y es que el cambio es un cambio tanto en el contenido en relación con la ciencia, como cambio en la idea y en la práctica del aprendizaje y en la profesión del docente. En los currículos —el sentido del ejercicio docente bajo esta serie de elementos nuevos que están ocurriendo en este siglo, y basándose en autores de actualidad— se considera que el concepto de contenido como temáticas debe mudar a la idea de teorías y conceptos que nos permitan ubicarnos más en situaciones problémicas que exigen elaborar nuevos conocimientos, incluso desde el ámbito escolar. La producción de conocimientos no puede quedar restringida a unas comunidades específicas.

No debemos temer al cambio en los conocimientos con el fin de que prevalezcan las situaciones contextuales y una relación enseñanza-aprendizaje en torno al abandono de conocimientos aparentemente seguros, objetivos y verdaderos, acuñados durante varios siglos. Es imprescindible promover una relación ontológica entre la actividad de enseñanza y la actividad de aprendizaje que nos permita ver un efecto en ambos sentidos, donde el riesgo del error y la emergencia de las incertidumbres nos lleven a aprender de nuevas situaciones para apropiar conocimientos de carácter intercultural, que hacen que la educación en ciencias sea desbordada de las situaciones actuales que han sido concebidas en las líneas tradicionales de la didáctica.

Referencias

Bachelard, G. (1985). *La formación del espíritu científico*. Siglo XXI.

Beillerot, J. (1996). *La formación de formadores (entre la teoría y la práctica)*. Universidad de Buenos Aires, Ediciones Novedades Educativas.

Chamizo, J. A. (2007). Teaching modern chemistry through 'recurrent historical teaching models. *Science & Education*, *16*, 197-216. https://doi.org/10.1007/s11191-005-4784-4.

De Jong, O. Y Talanquer, V. (2015). Why is it relevant to learn the big ideas in chemistry at school? En I. Eilks y A. Hofstein (Eds.), *Relevant Chemistry Education. From Theory to Practice* (pp. 11-31). Sense Publishers.

Fenstermacher, G. (1989). Tres aspectos de la filosofía de la investigación sobre la enseñanza. En M. Wittrock (Comp.), *La investigación en la enseñanza I* (pp. 150-180). Paidós, M.E.C.

Furió, C. (1997). La escuela, el conocimiento escolar y los contenidos científicos de la ESO (2º round en el debate sobre las áreas o disciplinas). *Investigación en la escuela*, *6*, 67-76. https://doi.org/10.12795/IE.1997.i32.07

Gil, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, *9*(1), 69-77.

Lakatos, I. (1978). *La metodología de los programas de investigación científica*. Alianza Editorial.

Moreno, M. (1986). Ciencia y construcción del pensamiento. *Enseñanza de las Ciencias, 4*(1), 57-64. https://www.researchgate.net/publication/39100968_Ciencia_y_construccion_del_pensamiento

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the reform. *Harvard Educational Review*, *57*(1), 1-22.