



Os desafios da docência em ciências naturais no século XXI

- Los desafíos de la enseñanza de las ciencias naturales en el siglo XXI
- The Challenges of Natural Science Teaching in the 21st Century

Resumo

No século XXI, a educação científica tem se tornado cada vez mais crucial para se entender os fenômenos do mundo natural e tomar decisões políticas e sociais que possibilitem a vivência democrática, cidadã e humana com dignidade. Na literatura são encontrados, pelo menos, quatro argumentos a favor do ensino de Ciências Naturais desde a mais tenra idade: o utilitário, o econômico, o democrático e o cultural. O presente artigo pretende explicitar a trama, surgida a partir da tessitura, entre as finalidades da educação científica e as competências requeridas nesse contexto para a docência em ciências naturais no século XXI. Tendo como referenciais teóricos pesquisadores da área da educação, são apresentadas as condições necessárias para ser um profissional competente nessa área do conhecimento. Argumenta-se que para se atingir as finalidades da educação científica apresentada na literatura e dar conta dos desafios que o professor competente encontra em seu exercício profissional, existem três possibilidades interligadas: i) Formação em Epistemologia e História da Ciência; ii) Participação em atividades coletivas para a produção de saberes; iii) Inserção das Tecnologias da Informação e da Comunicação como ferramentas para o desenvolvimento da educação científica fundamentada em pesquisa. Os desafios da docência para uma adequada educação científica no século XXI são complexos e possuem implicações para a formação profissional. Para atender de fato ao que se espera alcançar na formação profissional inicial e garantir na formação continuada, obtendo a adequada educação científica, é preciso rever os padrões atuais de formação dos professores. No entanto, ressalta-se que este não é o único aspecto do problema da qualidade da educação científica. Não basta ter apenas professores bem qualificados. Muitas outras causas contribuem para que haja uma preocupação com relação à qualidade da educação de um modo geral e, nomeadamente, com a educação científica. Porém, esse é o papel que cabe às agências formadoras, enquanto responsáveis, em parte, pela formação docente nessa área. É preciso que sejam reavaliados os currículos, as práticas pedagógicas, os tempos e os espaços da escola e da universidade, pois isso, certamente, irá contribuir para proporcionar dinamicidade e qualificação à docência nessa área.

Neusa Maria John Scheid*

* Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (uri), Santo Ângelo, RS, e Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (ppgect) – Universidade Federal de Santa Catarina (ufsc). Florianópolis, SC. orcid.org/0000-0003-1638-6019.

Artículo recibido el 30-03-2016
y aprobado el 25-05-2016

Palavras chave

Educação científica; formação de professores; desafios da docência em ciências naturais; concepção de natureza da ciência.

Resumen

En el siglo XXI, la educación científica se ha convertido en un aspecto crucial para entender los fenómenos del mundo natural y tomar decisiones políticas y sociales, que permitan la experiencia democrática de los ciudadanos y la dignidad humana. La literatura encontró al menos cuatro argumentos a favor de la enseñanza de las ciencias naturales desde una edad temprana: la utilidad, la economía, lo democrático y cultural. Este artículo trata de explicar la trama, que surgió de la tesis, entre los propósitos de la educación científica y las habilidades requeridas en este contexto para la enseñanza de las ciencias naturales en el siglo XXI. Teniendo como referencia los investigadores teóricos del campo de la educación, muestra las condiciones necesarias para ser un profesional competente en esta área de conocimiento. Se argumenta, que para lograr los propósitos de la educación científica presentados en la literatura, el profesor competente debe asumir retos en su práctica profesional en relación con tres aspectos interconectados: i) la formación en Epistemología e Historia de la Ciencia; ii) La participación en actividades colectivas para la producción de conocimiento; iii) La inserción de las tecnologías de información y comunicación como herramientas para el desarrollo de la educación científica basada en la investigación.

Los retos de la enseñanza para la educación científica adecuada en el siglo XXI son complejos y tienen implicaciones para la formación profesional. Para cumplir, con lo esperado en la formación profesional inicial y garantizar la formación continua para la obtención de una educación científica adecuada, es necesario revisar las normas actuales de la formación del profesorado. Sin embargo, se hace hincapié en que esto no es el único aspecto en relación con la calidad de la educación científica. No basta con tener maestros bien calificados únicamente. Muchas otras causas contribuyen, así que hay una preocupación por la calidad de la educación en general y en particular con la educación científica. Sin embargo, esta es la función de los organismos de formación como responsables, en parte, por la formación de docentes en esta área. Se deben reevaluar los planes de estudios, las prácticas pedagógicas, los tiempos y espacios de la escuela y la universidad, ya que sin duda, esto ayudará a proporcionar dinamismo y habilidades para la enseñanza en esta área.

Palabras clave

Enseñanza de las ciencias; formación de profesores; enseñanza de retos en las ciencias naturales; concepción de la naturaleza de la ciencia.

Abstract

Science education has become crucial in this century to understand the phenomenon of the natural world and make political and social decisions that help citizens live a democratic experience and get human dignity. The literature found at least four arguments in favor of the teaching of natural sciences in early childhood: utility, economy, democratic and cultural aspects. This article aims to explain the plot, which emerged from the tessitura between the purposes of science education and the skills required in this context for teaching natural science in the twenty-first century. Taking as reference the theoretical researchers in the field of education, it shows the conditions necessary to be a competent professional in this area of knowledge. The text states that to achieve the aims of education presented in scientific literature, it is necessary that the competent teacher overcomes challenges in their professional practice, on three interconnected aspects: i) training in Epistemology and History of Science; ii) Participation in collective activities for the production of knowledge; iii) integration of information and communication technologies as tools for the development of research-based science education.

The challenges of teaching for proper science education in the twenty-first century are complex and have implications in vocational training. To comply with expectations of preservice teachers and ensure continuous training to obtain adequate scientific education, it is necessary to revise the current standards of teachers' education. However, it is emphasized that this is not the only aspect in relation to the quality of science education. It is not enough to have only well qualified teachers, many other causes contribute, so there is a concern about the quality of education in general and particularly science education. However, this is the role of training organizations as partly responsible for teachers' education in this area. It is advisable to reevaluate the curriculum, teaching practices, times and spaces of the school and college, because without doubt this will help institutions provide dynamism and teaching skills in this field.

Keywords

Science education; teacher training; teaching challenges in the natural sciences; conception of the nature of science

Introdução

No século XXI, a educação científica tem se tornado cada vez mais crucial para se entender os fenômenos do mundo natural e tomar decisões políticas e sociais que possibilitem a vivência democrática, cidadã e humana com dignidade. Na literatura são encontrados, pelo menos, quatro argumentos a favor do ensino de ciências naturais desde a mais tenra idade: o utilitário, o econômico, o democrático e o cultural (Driver *et al.*, 1996; Wood-Robinson *et al.*, 1998; Galvão *et al.*, 2006). Em relação a esses argumentos, Osborne (2000) alerta que o argumento utilitário de que os indivíduos podem se beneficiar do conhecimento científico no seu cotidiano, desenvolvendo uma forma de pensar racional, com uma capacidade prática de resolver problemas, pode ser pouco consistente, pois a tecnologia decorrente da aplicação da ciência, atualmente, é muito sofisticada, a ponto de somente poder ser reparada por especialistas. Por outro lado, sua utilização é facilitada, por meio de manuais que requerem, geralmente, apenas a intuição. Para Galvão *et al.* (2006, p. 18) “as sociedades tecnologicamente avançadas são menos dependentes do conhecimento científico”.

Não obstante, “uma sociedade tecnologicamente avançada necessita de cientistas para manter a sua base econômica e competitividade” (Galvão *et al.*, 2006, p. 18). Diante desse argumento econômico, poderíamos pensar que a finalidade da educação científica deveria ser a iniciação para a formação de cientistas. Porém, o que se observa nos currículos escolares é de que estão centrados em apresentar a ciência como corpo de conhecimentos e não como instituição (Silva *et al.*, 1994; Salzano, 1999; Scheid, Boer & Oliveira, 2004). O trabalho dos cientistas não é objeto de estudo e, quando o é, é apresentado como uma atividade neutra, sem vínculo com o contexto social, histórico, cultural, político e econômico no qual é desenvolvido.

Essa concepção da natureza da ciência (CNC) leva a sociedade a ter a impressão de que a atividade científica é para poucos eleitos e levam a desconsiderar que para se participar ativamente na sociedade contemporânea, é preciso compreender a ciência como cultura. Para Wood-Robinson *et al.* (1998), perceber a ciência com sua finalidade cultural, implica o entendimento da mesma como ganho cultural da sociedade moderna. Em vista disso, Galvão *et al.* (2006, p. 19), advertem que a “história, a ética e a controvérsia da ciência, ou seja, a sua dimensão humana, seriam os aspectos fulcrais a introduzir num currículo de ciências”.

Em relação aos fins democráticos da ciência (Wood-Robinson *et al.*, 1998), pode-se afirmar que, no mundo contemporâneo, o trabalho científico metódico e rigoroso já não é mais suficiente. Faz-se necessária uma divulgação científica eficiente dos resultados desse trabalho, pois esses fins tornam-se cada vez mais urgentes frente às exigências que os avanços da biotecnologia, especificamente no contexto da área biológica, vêm apresentando neste milênio. Isso evidencia,

por um lado, a necessidade de produção de uma linguagem que possibilite a participação de toda uma comunidade à qual interessa direta ou indiretamente o novo conhecimento, e, por outro, a importância de transformar o conhecimento produzido por uma comunidade científica fechada (esotérica) em uma linguagem pragmática, do mundo da vida.

Muitos dos assuntos que interessam, no dia-a-dia, aos estudantes e professores têm uma natureza sociocientífica. Segundo Candotti (2000, p.2), “para que a Ciência possa oferecer melhores condições de vida à maioria dos povos e não a uma minoria apenas, a educação é fundamental.” Portanto, esse papel deverá, preferencialmente, ser exercido pela escola/universidade, que será responsável pelo encurtamento da distância entre o laboratório do cientista e a casa do estudante cidadão. Depreende-se disso, que o ensino de ciências deve promover a compreensão do trabalho dos cientistas e da natureza da ciência.

Em diversas oportunidades, conversando com professores de ciências naturais em exercício em escolas de Educação Básica brasileiras, perguntei-lhes quais eram os maiores desafios que encontravam em seu trabalho cotidiano. Em síntese, afirmavam: manter-se atualizado; entender a geração dos nativos digitais que constitui a maioria dos estudantes; utilizar as Tecnologias da Informação e da Comunicação, especialmente, as tecnologias digitais na construção de conhecimentos; desenvolver uma metodologia centrada na aprendizagem; realizar a avaliação de forma adequada; e atender à crescente complexidade da burocracia.

Diante desse contexto, no presente artigo se buscará entender a trama surgida a partir da tessitura entre as finalidades da educação científica e as competências requeridas nesse contexto para a docência em Ciências

Naturais no século XXI. Tendo como referenciais Balzan (1991), Gauthier (1998), Pimenta e Anastasiou (2002) e Pachane (2012), serão apresentadas as condições necessárias para ser um profissional competente nessa área do ensino.

A partir dessas competências, apresentam-se algumas possibilidades para a formação profissional inicial e continuada para fazer frente a esses desafios da docência em sintonia com o momento atual.

Que condições são necessárias para ser um profissional competente?

Para Gauthier (1998, p. 11) o saber disciplinar é fundamental. Embora o professor não produza esse saber, ele precisa extrair o saber produzido por pesquisadores para ensinar. Portanto, “ensinar exige um conhecimento do conteúdo a ser transmitido, visto que, evidentemente, não se pode ensinar algo cujo conteúdo não se domina”. Se isso não ocorrer, Balzan (1991) adverte que qualquer tentativa de formação docente que não levar em consideração esta condição, resultará em pseudo-inovação. O amplo domínio de conteúdo também foi encontrado como resultado significativo na pesquisa realizada por Pachane (2012) ao indagar estudantes de licenciatura sobre as características de seus melhores professores universitários.

A relação afetiva com o conteúdo da disciplina é apontada por Balzan (1991) como crucial, pois sem entusiasmo pelo que faz, o professor tem menos probabilidades de fazer com que a aprendizagem se efetive. Freire (1996), afirma que o afeto é indispensável na atividade de ensinar, considerando-se que ensino e aprendizagem são mantidos pelo desejo e pela paixão, sendo possível identificar

condições afetivas que facilitam a aprendizagem do aluno e o relacionamento professor-aluno.

Outra condição essencial é o domínio do saber curricular e do saber das ciências da educação, conforme Gauthier (1998). Segundo o autor, o professor deve conhecer o programa que lhe serve de guia para planejar e para avaliar. Este saber não é produzido pelo professor, mas por outros agentes. Já o segundo saber, é adquirido durante a formação profissional inicial ou continuada. Embora não ajude o professor diretamente a ensinar, informa-o sobre várias facetas de sua carreira docente ou da educação de modo geral.

Porém, não se pode desconsiderar o potencial que o saber da tradição pedagógica apresenta (Gauthier, 1998), pois o modo de dar aulas a vários alunos ao mesmo tempo, baseado na disciplina e na ordem, é uma tradição muito forte e serve de modelo para o professor. Os dados empíricos encontrados por Pachane (2012) em sua pesquisa confirmam esse peso da tradição. Contudo, esse saber pode ser adaptado e modificado pelo saber experiencial, e, principalmente, validado ou não pelo saber da ação pedagógica.

Para Gauthier (1998), a experiência e o hábito estão intimamente relacionados. Embora o professor viva muitas experiências, das quais tira grande proveito, estas, infelizmente, permanecem confinadas ao segredo da sala de aula. O que limita esse saber experiencial é o fato de que ele é feito de pressupostos e de argumentos que não são verificados por meio de métodos validados pela ciência.

Por outro lado, quando esse saber é tornado público, legitimado por pesquisas realizadas em sala de aula ou a partir dela, ele se torna o saber da ação pedagógica. É o saber que surge a partir da problematização, da reflexão e da teorização da sua própria prática pedagógica (Gauthier, 1998; Tardif, 2002; Zeichner, 1993).

A sintonia com o momento atual é apresentada como Balzan (1991) como uma condição fulcral para o exercício competente da docência em ciências naturais. Para o professor, isso implica estar atualizado e bem informado, o que pressupõe a constante reflexão crítica sobre o que vê, lê e ouve sobre: ciência, tecnologia, política, sociedade, economia, religião e outros assuntos pertinentes. Segundo o autor, o professor deve ser mais que um mero executor de currículos e programas, devendo ser capaz de inserir assuntos atuais e polêmicos ou controversos no desenvolvimento de sua disciplina, contextualizando-a.

Essa condição é corroborada com a afirmação de Baumgartner (2001), de que a educação tem o potencial de transformar vidas por meio da aquisição e utilização de conhecimentos e habilidades. Isso tem repercussões sobre o que se espera da formação profissional, pois necessita considerar que deverá capacitar estudantes e professores para a participação coletiva em assuntos relacionados com a ciência que apresentam implicações na sua qualidade de vida e na qualidade de vida em geral. Como afirma Hodson (2011), o envolvimento coletivo

em questões de interesse ambiental e social, por exemplo, fundamentado em investigação e pesquisa, permitirá aumentar o conhecimento acerca dos problemas em causa e desenvolver competências de investigação e cidadania participativa e fundamentada.

Em vista disso, Barcelos (2000) alerta que os professores, durante sua formação profissional, precisam iniciar-se no processo de reformulação e ressignificação de conhecimentos para a construção do “saber da ação pedagógica” a partir da conexão com suas experiências e com as de outros indivíduos.

Como última condição, mas não menos importante, Balzan (1991) cita a atitude científica como uma condição para ser um profissional da educação competente. Portanto, ter a mente aberta à investigação, transmitindo ao estudante a concepção de natureza da ciência como construção histórica, influenciada pela sociedade e influenciadora desta mesma sociedade, são características indispensáveis ao professor de ciências naturais no século XXI.

Desafios para a formação profissional do docente de ciências naturais

Para se atingir as finalidades da educação científica apresentada na literatura e dar conta dos desafios que o professor competente encontra em seu exercício profissional, apresentamos três possibilidades interligadas: i) Formação em epistemologia e história da ciência; ii) Participação em atividades coletivas para a produção de saberes; iii) Inserção das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICS) como ferramentas para o desenvolvimento da educação científica fundamentada em pesquisa. As duas primeiras possibilidades foram propostas por Scheid (2006) como resultado de investigação durante o doutoramento. A terceira possibilidade origina-se

do estudo de documentos oficiais brasileiros, nos quais, o uso de TIC está sendo veemente recomendado (Parâmetros curriculares nacionais, 1998, Conselho nacional de educação, 2015). Em contextos internacionais, igualmente, essa integração curricular das tecnologias está presente (Scheid & Reis, 2016).

Formação em epistemologia e história da ciência.

Para Bastos (1998) a utilização da reflexão epistemológica e da história da ciência, como fonte de inspiração para a definição de conteúdos e para a proposição de estratégias de ensino, pode ser uma alternativa na formação de professores. Não se pode esquecer, contudo, que assim como os conteúdos científicos devem passar por um processo de tradução para converter-se em conhecimento escolar, será necessário reelaborar adequadamente os conteúdos referentes à natureza da ciência antes de incorporá-los às aulas, como alertam Acevedo *et al.* (2005).

Da mesma forma, se a história da ciência for apresentada apenas como uma sequência linear de fatos marcantes para a construção do conhecimento científico em questão, ou se os episódios históricos forem apresentados de forma anedótica, também não se atingirá o objetivo proposto. Como adverte Brush (1974, p. 1164), “o modo como os cientistas se comportam (de acordo com historiadores) poderia não ser bom modelo para os estudantes”. Em vista disso, argumentamos que, para a utilização de relatos históricos no ensino, é crucial que se realize anteriormente uma análise epistemológica do conteúdo expresso.

Por outro lado, sabe-se que, juntamente com a desconsideração das ideias dos estudantes, a concepção absolutista sobre a ciência é um dos principais obstáculos à implementação de uma perspectiva didática



inovadora (Porlán & Rivero, 1998). Essa visão dogmática de ciência também dificulta a adequada formação de professores. Segundo Fourez (2003), essa formação deveria, para atender a atual situação mundial:

- a. Formar cidadãos que participem inteligentemente em debates políticos sobre temas fortemente impregnados de questões científicas, como a eutanásia, a política energética, a atitude frente aos drogados, entre outros;
- b. Visar, sobretudo, à formação, à inserção e à capacidade criativa do cidadão na sociedade, isto é, dotar o indivíduo de capacidade para utilizar os saberes das disciplinas a fim de enfrentar com sucesso as situações da existência;
- c. Indicar para os professores que a visão dos cientistas não é necessariamente um fim em si, mas uma mediação para melhor decodificar o mundo e dele participar;
- d. O sujeito da alfabetização científica não deverá ser o indivíduo isolado, mas o grupo.

Para que a alfabetização científica e tecnológica do cidadão, referida por Fourez (2003), ocorra, diversos argumentos têm sido utilizados para justificar a importância da inserção de discussões sobre a natureza da ciência nos cursos de ciências naturais, entre eles os utilitários, democráticos, culturais, axiológicos e os relacionados com o ensino-aprendizagem de conceitos científicos (Acevedo *et al.*, 2005). No entanto, Smith e Scharmann (1999) advertem que o objetivo não deverá ser o de centrar-se na filosofia e na sociologia da ciência como se fosse formar especialistas nesse campo do conhecimento, mas ajudar os estudantes a compreender melhor como funcionam a ciência e a tecnologia contemporâneas, pois:

Uma educação tecnocientífica que permita aos indivíduos conhecer os processos e lidar com os artefatos do mundo que os rodeia não formará realmente cidadãos capazes de participar democraticamente se não integrar, além dos conhecimentos para analisar a realidade e as habilidades para nela agir, estratégias para o desenvolvimento de habilidades e atitudes participativas e abertas ao diálogo, à negociação e a tomada de decisões em relação aos problemas associados ao desenvolvimento científico e tecnológico. (Martín & Osório, 2003, p. 175)

Nesse sentido, cabe ressaltar que numa recente investigação com estudantes universitários, Sadler e Zeidler (2004) constataram que considerações morais, sentimentos e emoções têm grande repercussão nas decisões que são tomadas em questões relacionadas com a engenharia genética. Além disso, destacam outros fatores de influência como a falta de informação sobre o tema proposto, experiências pessoais, crenças religiosas, impacto familiar e cultura popular. Em vista disso, os autores advertem que a compreensão de elementos

básicos da natureza da atividade científica é uma condição necessária para se tomar uma decisão mais adequada em relação às questões tecnocientíficas mais complexas, mas, de modo algum se constituem no único aspecto a ser considerado.

A importância atribuída aos valores, às emoções, aos sentimentos e às diversas crenças – culturais, sociais e políticas – contrapõe-se ao que é postulado pelo positivismo lógico, ainda muito presente em inúmeros dos livros-texto de ciências e no pensamento de muitos dos professores e é ainda predominante no ensino de ciências. Logo, é quase impossível educar para a participação cidadã com a visão de ciência que considera que o conhecimento científico se constrói a partir da objetividade e da racionalidade obtida unicamente de fatos empíricos, sem influência do contexto sócio-histórico-cultural no qual o conhecimento é gerado. Decorre disso a necessidade de elaborar um programa de estudo da natureza da ciência que permita superar a ideia positivista e que justifique a intervenção dos fatores não epistêmicos na construção do conhecimento científico e na resolução das controvérsias tecnocientíficas (Acevedo *et al.*, 2005).

A introdução da história da ciência, como fonte de inspiração para a definição de conteúdos e para a proposição de estratégias de ensino, sugerida por Bastos (1998) e denominada por Matthews (1994) *integrated approach* (abordagem integrada) poderá ser uma grande aliada para desenvolver uma compreensão da natureza da ciência que se acredite adequada. No entanto, não se constitui num empreendimento tão simples como possa parecer num primeiro momento.

Inicialmente, é preciso considerar que há ainda um hiato entre professores de ciências e historiadores de ciências. Para que se consiga

aproximar esses diferentes coletivos (Fleck, 1986), é preciso buscar algumas formas de circulação inter coletiva de ideias. Porém, como pondera Holton (2003), os poucos milhares de profissionais mundiais que são historiadores de ciências fazem publicações em jornais restritos à sua categoria profissional, aos quais, raramente, têm acesso os educadores em ciências. O autor considera os dois grupos profissionais como culturas diferentes, mas que necessitam, urgentemente, integrar seus conhecimentos, para que ambos possam continuar a produzir conhecimentos relevantes.

As cinco oportunidades sugeridas por Holton (2003) para promover a aproximação entre responsáveis pela educação científica e historiadores da ciência devem ser levadas em consideração quando se deseja fazer uso da história da ciência no ensino.

A primeira consiste em “jogar fora muitos de nossos olhares”. Cada coletivo de pensamento – o dos educadores e o dos historiadores – vê a ciência através de seu estilo de pensamento. Se não ocorrerem complicações, esses estilos tendem a permanecer separados. Talvez uma das formas de iniciar uma mudança seja através de uma integração com o intuito de trocar experiências entre coletivos, como a realização de encontros periódicos entre o coletivo de historiadores das ciências e o de pesquisadores em educação em ciências.

Não é possível provocar mudanças sem antes problematizar concepções prévias. Não se reconstrói conhecimento novo sem antes destruir os conceitos prévios que impedem que se veja de outra forma (Colom, 2004). Uma vez ocorrida a problematização, a segunda oportunidade envolverá a focalização no trabalho e a divulgação das experiências de pesquisadores ativos e interessados na mediação entre os dois coletivos de pensamento



e que poderiam servir como multiplicadores entre seus pares. Por exemplo, os educadores poderiam expor aos historiadores das ciências as dificuldades que encontram em relação à contextualização dos conhecimentos científicos que precisam transpor didaticamente para o conhecimento escolar, enquanto os historiadores auxiliariam na exposição dos aspectos históricos relevantes para a compreensão do conhecimento produzido e de sua aplicação.

A publicação desses trabalhos em periódicos científicos da área e sua apresentação em eventos científicos é a terceira oportunidade vislumbrada por Holton (2003), como forma de aproximar as pessoas que se preocupam com a educação científica àquelas que relatam a história da construção dos fatos científicos. No contexto brasileiro, temos essa oportunidade em vários eventos científicos que têm como um dos eixos temáticos para a apresentação de trabalhos a história e filosofia da ciência. Em eventos que congregam os pesquisadores da área, como, por exemplo, o Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO) e o Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências (ENPEC), entre outros, há sempre um considerável número de trabalhos científicos dentro desse eixo temático. No âmbito dos países do Cone Sul, temos os encontros da Associação de Filosofia e de História da Ciência (AFHIC), que têm, como objetivo, reunir pesquisadores de história da ciência da Argentina, Uruguai, Chile e Brasil, para apresentação de trabalhos e intercâmbios de experiências.

Uma quarta oportunidade que se criou, mas que não tem sido muito observada, é a ênfase que os projetos oficiais de muitos países têm dado à apresentação dos aspectos socioculturais da ciência e à inclusão da história da ciência no ensino científico.

Finalmente, na quinta oportunidade, chegará a vez de cada um “arregaçar as mangas e produzir o material para os currículos da universidade e escola básica” (Holton, 2003, p. 606), para que se atinja a melhoria do ensino de ciências através da cooperação entre a educação científica e a história da ciência. Nesse aspecto, entendemos que há um longo caminho a percorrer, particularmente na área da biologia. São poucos os trabalhos produzidos, publicados e tornados acessíveis aos professores que desejam modificar sua prática e que atendem ao que se engajarem nesse empreendimento de contextualizar historicamente o ensino.

Participação em atividades coletivas para a produção de saberes

Para que os professores possam dar conta dos desafios encontrados em seu exercício profissional, nos valemos do aporte teórico fundamentado em Paulo Freire (2008). Para esse autor, o diálogo é condição inerente para a constituição de conhecimento novo. Esse diálogo freireano origina-se de um momento coletivo de ação e reflexão, tendo como ponto de partida os problemas que

também são coletivos. Esse momento coletivo exige um tempo e um espaço para que possa se instaurar o diálogo, dando-lhe condições de frutificar. Da mesma forma, Nóvoa (2009) afirma que a formação de professores deve valorizar o trabalho em equipe e o exercício coletivo da profissão.

Dentre as múltiplas possibilidades que se apresentam, surge a criação de grupos de estudo e de pesquisa, envolvendo acadêmicos, pesquisadores, professores formadores e professores da escola básica. A característica de constituição desses grupos, envolvendo diferentes perfis de indivíduos, apoia-se na premissa que todos os envolvidos, mesmo aqueles em formação profissional inicial, devem sentir-se responsáveis por criar formas de integração entre as áreas do conhecimento, objetivando a viabilização da interdisciplinaridade para a construção de saberes necessários à docência.

Esses grupos de estudo e de pesquisa poderão consolidar suas atividades por meio da: i) Promoção de leituras e discussões de artigos de pesquisa em educação em ciências naturais; ii) Realização de debates a partir de questões sociocientíficas e socioambientais controversas, referenciadas por Reis (2014), buscando o entendimento dessas a partir de posições das diferentes áreas de formações acadêmicas; iii) Elaboração de publicações em eventos e periódicos científicos da área, dentre várias outras possibilidades.

É importante destacar a importância da participação dos professores já em exercício na escola básica nas atividades coletivas. Não apenas o conhecimento acadêmico produzido na universidade tem a contribuir para com esses professores, igualmente, a vivência oriunda do trabalho diário na escola fornece importante contribuição a ser explorada teoricamente. Esses últimos, segundo Gauthier et al. (1998), são os saberes da experiência.

O professor da escola básica, que por motivos que não nos cabe aqui ajuizar, encontra-se, muitas vezes, desmotivado, nessa interação maior com o ambiente acadêmico, redescobre seus “saberes experienciais que surgem como núcleo do saber docente, núcleo a partir do qual os professores tentam transformar suas relações de exterioridade com os saberes da interioridade com sua própria prática” (Tardif, 2002, p. 54). Scheid (2016) observa que a participação desses professores em grupos de estudos apresenta um efeito altamente revitalizador para suas atividades docentes, pois permite que eles revisitem sua prática e incorporem reflexões teóricas. Essa observação corrobora a afirmação de Rozenszajn & Yarden (2010, p. 81) de que “teachers are able to take what they have learned from a professional development course and incorporate it into an ongoing program”¹. Essa revitalização provoca o reconhecimento da sociedade e de sua identidade profissional de educador.

Dar especial atenção à participação desses docentes se justifica, pois, de uma ou de outra forma, servirão de “guias” para os acadêmicos quando estes iniciarem suas práticas profissionais, no momento em que estarão realizando sua transição de estudantes para professores e criando sua identidade profissional.

É preciso sempre ter presente que a formação continuada não se faz isoladamente, de modo individualizado. Porém, não se pode desconsiderar que as melhores oportunidades para o aperfeiçoamento da competência docente residem na busca individual por apoio, reflexões e estudo. Em vista disso, embora haja um trabalho coletivo, merece respeito a individualidade de cada um. É preciso que

1 Os professores são capazes de levar o que aprenderam de um curso de desenvolvimento profissional e incorporá-lo em um programa em curso.



cada um dos integrantes seja visto como pessoa com história de vida única, em diferentes fases de formação ou de trajetória de vida profissional. Contudo, esses indivíduos têm em comum a preocupação com a melhoria crescente da qualidade da educação científica e formação cidadã dos estudantes. Portanto, mais que olhar uns *para* os outros, deve-se olhar *com* os outros sobre a complexidade do processo ensino e aprendizagem de ciências da natureza no atual contexto sócio histórico, econômico e cultural no qual estamos implicados (Scheid & Casagrande, 2007).

Para a dinâmica de um grupo de estudo e de pesquisa, poderão ser muito úteis as publicações das associações científicas voltadas para as questões do ensino, pois fomentam as atividades por meio da circulação de ideias entre diferentes áreas do saber, originando, em muitas ocasiões, interesses comuns. Essas associações são a Sociedade Brasileira de Química (SBQ), a Sociedade Brasileira de Física (SBF) e a Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBENBIO) que serão apresentadas na sequência.

A mais antiga das associações é a Sociedade Brasileira de Química (SBQ), fundada em 1922. Segundo o site da SBQ (<http://www.sbenbio.org.br>), essa sociedade científica tem como objetivos o desenvolvimento e a consolidação da comunidade química brasileira, a divulgação da química e de suas importantes relações, aplicações e consequências para o desenvolvimento do país e para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. No artigo quarto de seu estatuto, a SBQ afirma que tem por **finalidade** congregar químicos, outros profissionais e instituições ligados à química, com o propósito de desenvolver, integrar, divulgar e promover a pesquisa, a educação e a aplicação responsável do conhecimento químico, visando ao aumento constante da excelência da química em todos os aspectos, como forma de impulsionar o desenvolvimento humano e socioeconômico sustentável do país e do mundo.

A Divisão de ensino de química da SBQ já promoveu diversos encontros nacionais de ensino de química e é a responsável pela publicação da revista *Química Nova na Escola*. A finalidade dessa revista é subsidiar o trabalho, a formação e a atualização da comunidade do ensino de química. É um espaço aberto ao educador, estimulando debates e reflexões sobre o ensino e a aprendizagem de química, contribuindo para a formação da cidadania.

A Sociedade Brasileira de Física (SBF) foi criada em 1966. De acordo com o site, www.sbfisica.org.br, na área do ensino, a SBF vem realizando eventos científicos desde 1970 quando promoveu o I Simpósio Nacional de Ensino de Física. Dentre as publicações dessa associação, destacam-se para a área de ensino a *Revista Brasileira de Ensino de Física*, “voltada à melhoria do ensino de física em todos os níveis de escolarização. Através da publicação de artigos de alta qualidade, revisados por pares, a revista busca promover e divulgar a física e ciências correlatas, contribuindo para a educação científica da sociedade como um todo. Ela publica artigos sobre aspectos teóricos e experimentais

de física, materiais e métodos instrucionais, desenvolvimento de currículo, pesquisa em ensino, história e filosofia da física, política educacional e outros temas pertinentes e de interesse da comunidade engajada no ensino e pesquisa em física” (SBF, 2012). Desde o ano 2000 publica a *Física na Escola*, um suplemento semestral da *Revista Brasileira de Ensino de Física* destinada a apoiar as atividades de professores de Física dos ensinos Médio e Fundamental.

A Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBENBIO), segundo o site www.sbenbio.org.br, é uma sociedade civil de caráter científico e cultural, sem fins lucrativos, criada em 1997, e que tem por finalidade promover o desenvolvimento do ensino de biologia e da pesquisa em ensino de biologia entre profissionais deste campo de conhecimento. Entre os associados, encontram-se perfis bem variados: são professores da educação básica e do ensino superior, graduandos de biologia e pesquisadores da área de ensino de biologia e ciências, incluindo-se docentes e estudantes de graduação e pós-graduação. Em julho de 2005, realizou o I Encontro Nacional de Ensino de Biologia na Universidade Federal do Rio de Janeiro. As sessões regionais têm organizado Encontros Regionais de Ensino de Biologia (EREBIOS), e os resultados de todos esses eventos estão publicados em anais. Pode-se dizer que todas essas promoções científicas, constituem-se num espaço de reflexão e discussão dos profissionais envolvidos no ensino de biologia, bem como em uma nova modalidade de atualização de professores. Desde 2005, a associação mantém uma revista: a *Revista da SBENBIO*, a qual tem como finalidade publicar artigos voltados para o ensino de biologia abrangendo todos os níveis de ensino.

Tem-se presente que, além da contribuição das associações SBQ, SBF e SBENBIO, outras associações, que também promovem encontros, seminários e congressos, favorecem à formação de professores da área de ciências da natureza. Entre elas não se pode deixar de referir as Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e os Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências, promovidos pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) e a Sociedade Brasileira de Genética (SBG) que, além de serem imprescindíveis para a troca de saberes entre especialistas e pesquisadores da área específica, nos últimos anos têm dado atenção também ao ensino. A sociedade criou, desde 2006, através da comissão de ensino de genética a revista eletrônica *Genética na Escola*, publicada semestralmente. Essa revista se propõe a difundir experiências educativas na área de genética, sejam elas práticas inovadoras ou enfoques metodológicos, a proporcionar reflexões sobre conceitos de genética e a discutir os desdobramentos na tecnologia na qualidade de vida das populações e a divulgar materiais destinados ao trabalho em sala de aula.

Inserção das Tecnologias da Informação e da Comunicação como ferramentas para o desenvolvimento da educação científica fundamentada em pesquisa

A evolução da sociedade na utilização intensiva de tecnologias questiona os paradigmas de ensino e aprendizagem tradicionais, considerando-se que, nas salas de aula da educação básica do século XXI, há o predomínio da geração de nativos digitais (Prensky, 2001; Veras, 2011). Dentre as Tecnologias da Infor-



mação e da Comunicação (TICS), o acesso à Internet, em especial a Web 2.0, é a que mais tem apresentado desafios, pois, como reconhece Monereo (2005) essa tecnologia se tornou uma extensão cognitiva e um meio de socialização de grande magnitude, particularmente, para os jovens. O autor identifica quatro competências sócio cognitivas que podem e devem ser rentabilizadas por meio dela: aprender a procurar informação, aprender a comunicar, aprender a colaborar e aprender a participar da sociedade.

Em 2007, com o objetivo de contribuir para promover o uso efetivo das tecnologias na educação e, conseqüentemente, o desenvolvimento de competências digitais pelos alunos, a Internacional Society for Technology in Education (ISTE) desenvolveu *standards* para alunos, nos quais se descrevem as competências digitais que estes devem atingir para serem aprendizes plenamente integrados na sociedade atual. Esses *standards* envolvem seis áreas:

1. *Criatividade e inovação* – Os alunos devem ser capazes de utilizar a criatividade, conseguindo desenvolver processos e produtos inovadores, através do recurso das tecnologias.
2. *Comunicação e colaboração* – Os alunos devem usar os meios digitais e ambientes computacionais para comunicarem e trabalharem colaborativamente, nomeadamente à distância, para desenvolverem as suas aprendizagens e contribuir para as dos outros.
3. *Fluência na pesquisa de informação* – Os alunos devem utilizar ferramentas digitais para obterem, avaliarem e utilizarem informação.
4. *Pensamento crítico, resolução de problemas e tomada de decisão* – Os alunos devem usar o pensamento crítico para planejar e conduzir pesquisas, gerir projetos, resolver problemas e tomar decisões, tendo por base informações obtidas através da utilização de ferramentas digitais adequadas.
5. *Cidadania digital* – Os alunos devem compreender as questões culturais e sociais relacionadas com a tecnologia e ter um comportamento ético na sua utilização.
6. *Conceitos e operações com a tecnologia* – Os alunos devem demonstrar um conhecimento profundo dos conceitos relacionados com as tecnologias, os sistemas e as Operações. (Delgado, 2014, p. 40).

Muitos professores têm a preocupação em utilizar as TICS em suas aulas como forma de melhorar a motivação e o interesse dos estudantes, buscando aprendizagens significativas (Pereira, 2010), pois entendem essas ferramentas como aliadas para facilitar o trabalho pedagógico. Conforme Morin (2000, p. 23), “um dos grandes desafios para o educador é ajudar a tornar a informação significativa, a escolher as informações verdadeiramente importantes entre tantas possibilidades, a compreendê-las de forma cada vez mais abrangente e profunda

e a torná-las parte do nosso referencial”. As TICs podem contribuir significativamente nesse aspecto, cabendo ao professor conhecer e avaliar o potencial das diversas mídias ao seu alcance e oportunizar o uso consciente por seus alunos com o objetivo de envolvê-los e apoiá-los na construção de conhecimentos científicos.

No entanto, Monteiro (2013) alerta que não é suficiente reconhecer a importância e levar a tecnologia para a sala de aula, mas é necessário que o professor mude as suas concepções de ensino e de ciência para que ocorra uma alfabetização científica adequada ao contexto atual.

Para Reis e Galvão (2004), a compreensão adequada da natureza da ciência também é essencial para permitir aos alunos participarem em debates e em processos de tomada de decisão, contribuindo para a construção de uma sociedade mais democrática onde todos podem ter voz. Igualmente, o que se almeja é que os estudantes passem da sensibilização para a ação fundamentada, ou seja, que se transformem em produtores ativos de conhecimento, por meio da investigação e da tentativa de mudar situações e comportamentos (Reis, 2013).

Todos esses aspectos repercutem sobre a formação de professores. Trabalho há mais de duas décadas como docente na formação profissional inicial e na formação continuada, desenvolvendo pesquisas buscando alternativas para o enfrentamento dessas problemáticas. Acreditamos que existe possibilidade das Tecnologias da Informação e da Comunicação servirem como recursos para dar conta dos desafios da educação científica na escola do século XXI. Para que isso possa se concretizar, torna-se imprescindível que a utilização de TIC na educação em ciências naturais seja objeto de investigação desde a formação profissional inicial dos professores dessa área de ensino

e se prolongue ao longo do seu exercício docente, na formação continuada.

Considerações finais

Diante do contexto apresentado, percebe-se são amplas e variadas as formas que poderão ser adotadas para dar conta dos desafios que o professor competente encontra em seu exercício profissional no intuito de promover uma adequada educação científica. Nesse artigo, foram apresentadas três possibilidades interligadas: i) Formação em epistemologia e história da ciência; ii) Participação em atividades coletivas, como os grupos de estudo e de pesquisa, para a produção de saberes; iii) Inserção das Tecnologias da Informação e da Comunicação como ferramentas para o desenvolvimento da educação científica fundamentada em pesquisa.

A formação em epistemologia e história da ciência deverá estar presente, pois fornecerá os subsídios que farão do professor um educador e não apenas um técnico em ciências como alertam Duarte (2004) e Fourez (2003). Isso implica na concepção de prática pedagógica como processo, elaborada coletivamente a partir das demandas da prática à luz da teoria.

Nesse sentido, como afirmam Lima e Capitão (2003), as Tecnologias da Informação e da Comunicação poderão ser ferramentas imprescindíveis para o desenvolvimento de atividades coletivas e de pesquisa, centradas na aprendizagem. Portanto, necessitamos criar condições, durante a formação profissional, para que os recursos pedagógicos que as TICs proporcionam, sejam integrados no currículo. Soma-se a isso, a perspectiva do uso da epistemologia e da história da ciência como eixo condutor das atividades de pesquisa e de

prática docente que deverão emergir a partir de pesquisas, reflexões e propostas elaboradas por um coletivo.

Os desafios da docência para uma adequada educação científica no século XXI são complexos e possuem implicações para a formação profissional. Para atender de fato ao que se espera alcançar na formação profissional inicial e garantir na formação continuada, obtendo a adequada educação científica, é preciso rever os padrões atuais de formação dos professores. “É preciso buscar modelos de organização nas escolas que mudem as formas como os professores se organizam, como a profissão está organizada.” (Nóvoa, 2007, p. 13). O autor também pondera que é fundamental que se encare o desafio de uma formação mais centrada nas práticas e na análise dessas práticas, reforçando o aspecto coletivo da formação docente. A proposta apresentada nesse artigo, de constituir grupos de estudo e de pesquisa, aproxima-se da constituição de comunidades de prática, no interior das escolas, defendidas por Nóvoa (2009). Porém, necessita avançar para um contexto de movimentos pedagógicos que ligam os envolvidos a dinâmicas que vão para além das fronteiras organizacionais, como propõe o autor.

Temos clareza que este não é o único aspecto do problema da qualidade da educação científica. Não basta ter apenas professores bem qualificados. Muitas outras causas contribuem para que haja uma preocupação com relação à qualidade da educação de um modo geral e, nomeadamente com a educação científica. Porém, esse é o papel que cabe às agências formadoras, enquanto responsáveis, em parte, pela formação docente nessa área. É preciso que sejam reavaliados os currículos, as práticas pedagógicas, os tempos e os espaços da escola e da universidade, pois isso, certamente, irá contribuir para proporcionar dinamicidade e qualificação ao processo de formação dos professores. Para que isso ocorra, uma primeira condição é que nós, enquanto formadores, mudemos as concepções e as práticas de formação que não se encontrem em sintonia com os desafios atuais.

Referências

- Acevedo, J. A. & Vázquez, A. & Martín, M. & Oliva, J. M. & Acevedo, P. & Paixão, M. F. & Manassero, M. A. (2005). Naturaleza de la Ciencia y Educación científica para la participación Ciudadana. Una revisión crítica. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 121-140.
- Balzan, N. C. (1991). Biología e a formação do professor. *Anais do IV Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia* (pp. 16-20). São Paulo: usp.
- Barcelos, N. N. S. (2000). Saberes docentes na formação do professor reflexivo de ciências e biologia. *Caderno de textos da V Escola de verão para professores de prática de ensino de física, química, biologia e áreas afins* (pp. 79-82). Bauru, SP, Brasil.

- Baumgartner, L. M. (2001). An update on transformational learning. In: *New Directions for Adult and Continuing Education*, 89, 15-24.
- Brush, S. G. (1974). Should the History of Science Be Rated X? *Science*, 183, 1164-1172.
- Candotti, E. (2000). A ciência deve entender o público. *Jornal da Ciência*, 441, 02.
- Colom, A. (2004). *A (Des)construção do conhecimento pedagógico: novas perspectivas para a educação*. Porto Alegre: Artmed.
- Conselho Nacional de Educação. (2015). Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Resolução CNE/CP n. 02/2015, de 1º de julho de 2015. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil: Seção 1, n. 124, 8-12. Recuperado em 12 mar 2016, de: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=02/07/2015&jornal=1&pagina=8&totalArquivos=72>.
- Delgado, V. H. L. (2014). *Tecnologias ubíquas nas aulas de Ciências Naturais: da surpresa à valorização e utilização plena - um estudo longitudinal* (tese doutoral). Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal. Recuperado em 15 jun 2014, de: <http://repositório.ul.pt/handle/10451/10662>.
- Driver, R. & Leach, J. & Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham: Open University Press.
- Duarte, M. (2004). A História da Ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de Ciências. *Ciência & Educação*, 10 (3), 317-331.
- Fleck, L. (1986). *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*. Madrid: Alianza Editorial.
- Fourez, G. (2003). Crise no Ensino de Ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, 8(2), 109-123. Recuperado em 17 mar 2015, de: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino>.
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 39 ed. São Paulo: Paz e Terra.
- Freire, P. (2008). *Pedagogia do Oprimido*. 34 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Galvão, C. & Reis, P. & Freire, A. & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de Competências em Ciências: sugestões para professores dos Ensinos Básico Secundário*. Porto: ASA Editores.
- Gauthier, C. & Martineau, S. & Desbiens, J. F. & Malo, A. & Simard, D. (1998). *Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente*. Ijuí: Unijuí.

- Hodson, D. (2011). *Looking to the future: building a curriculum for social activism*. Rotterdam: Sense Publishers. Recuperado em 10 fev 2015, de: <http://www.sensepublishers.com/media/621-looking-to-the-future.pdf>
- Holton, G. (2003). What Historians of Science and Science Educators Can Do For One Another. *Science & Education*, 12(8), 603-616.
- Lima, J. R. & Capitão, Z. (2003). *E-learning e e-conteúdos: aplicações das teorias tradicionais e modernas de ensino e aprendizagem à organização e estruturação de recursos*. Portugal: Centro Atlântico.
- Martín, M. & Osorio, C. (2003). Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*. Madrid, 32,165-210.
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. London: British Library Cataloguing.
- Monereo, C. (2005). Internet, un espacio idóneo para desarrollar las competencias básicas. In Monereo, C. (coord.). *Internet y competencias básicas. Aprender a colaborar, a comunicarse, a participar, a aprender*. (pp. 05-26). Barcelona: Graó.
- Monteiro, M. E. P. F. (2013). *O ensino da Biologia e Geologia com recurso às tecnologias da informação e comunicação: Implicações para a aprendizagem*. Tese de Doutoramento, Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal. Disponível: <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/10598>.
- Morin, E. (2000). *Os Sete Saberes necessários à Educação do Futuro*. 2. ed. São Paulo: Cortez.
- Nóvoa, A. (2007). *Desafios do trabalho do professor no mundo contemporâneo*. (Palestra proferida em São Paulo, a convite do Sindicato dos Professores do Estado de São Paulo).
- Nóvoa, A. (2009). Para uma formação de professores construída dentro da profissão. In: *Professores: imagens do futuro presente* (pp. 25-46). Lisboa: Educa.
- Osborne, J. (2000). Science for citizenship. In: M. Monk e J. Osborn (Ed.) *Good Practice in science teaching*. London: Open University Press.
- Pachane, G.G. (2012). Quem é seu melhor professor universitário e por quê? Características do bom professor universitário sob o olhar de licenciandos. *Educação*, 37(2), 307-320. Recuperado de: <http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/reeducacao/article/viewFile/2926/3242>.
- Parâmetros Curriculares Nacionais (1998). Ensino médio – parte II – Linguagens, Códigos e suas Tecnologias. Recuperado em 19 mar 2016, de: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14_24.pdf.

- Pereira, B. T. (2010). *O uso das tecnologias da informação e comunicação na prática pedagógica da escola*. Recuperado de: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1381-8.pdf>.
- Pimenta, S. G. & Anastasiou, L. G. C. (2002). *Docência no Ensino Superior*. 2 ed. São Paulo: Cortez.
- Porlán, R. & Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores: el caso del área de ciencias*. Sevilla: Díada.
- Prensky, M. (2001). *Digital Natives, Digital Immigrants*. Retrieved 15 mar 2016, from: <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>.
- Reis, P. (2013). Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3(1), 01-10.
- Reis, P. (2014). Promoting students' collective socio-scientific activism: teachers' perspectives. In: L. Bencze e & S. Alsop (Ed.). *Activist science and technology education*. Dordrecht: Springer, 9, 547-574 (Cultural Studies of Science Education).
- Reis, P. & Galvão, C. (2004). Socio-scientific controversies and students' conceptions about scientists. *International Journal of Science Education*, Abingdon, 26(13), 1621-1633.
- Rozenszajn, R. & Yarden, A. (2010). Conceptualization of in-service Biology teachers' pedagogical content knowledge (PCK) during a long-term professional development program. In: *Authenticity in Biology Education: Benefits and Challenges. VIII th conference of European Researchers in Didactics of Biology*. Braga: University of Minho, (pp. 79-90).
- Scheid, N. M. J (2016). Collective construction of knowledge in the initial professional training for natural sciences. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19 (2), 127-137.
- Scheid N. M. J. & Boer, N. & Oliveira, V. (2004). Percepções sobre ciência, cientistas e formação de professores de ciências. *Anais do XII Simpósio Sulbrasileiro de Ensino de Ciências*, (pp. 01-12).
- Scheid, N. M. J. & Casagrande, C. A. (2007). O Diálogo entre diferentes saberes num programa de formação continuada. *Vidya*, 25(1), 45-56.
- Scheid, N. M. J. (2006). *A contribuição da História da Biologia para a formação inicial de professores de Ciências Biológicas*. Tese doutoral, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Recuperado em 12 mar 2016, de: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/89104>.
- Scheid, N. M. J. e Reis, P. G. R. (2016). As TIC e a promoção da discussão sociopolítica em aulas de Ciências Naturais em contexto português. *Ciência & Educação*, 22 (1), 129-144.

- 
- Sadler, T. D. & Zeidler, D. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 8 (1), 4-27.
- Salzano, F. M. Genética, ambiente e problemas sociais. (1999). In A. M. Sacchet, de O. F. (Org.). *Genética pra que te quero?* (pp. 75-81). Porto Alegre: UFRGS.
- Silva, C. & Silva, P. & Passos, P. & Morais, A. M. & Neves, I. P. (1994). A construção da ciência e o ensino da ciência: a fraude em ciência. *Revista de Educação*, 4(1/2), 171-174.
- Smith, M. U. e Scharmann, L. C. (1999). Defining versus describing the nature of science: a pragmatic analysis of classroom teachers and science educators. *Science Education*, 4(83), 493-509.
- Tardif, M. (2002). *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis: Vozes.
- Veras, M. (org). (2011). *Inovação e Métodos de Ensino para nativos Digitais*. São Paulo: Atlas.
- Wood-Robinson, C.; Lewis, J.; Leach, J. e Driver, R. (1998). Genética y Formación Científica: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(16), 43-61.
- Zeichner, K. (1993). *A formação reflexiva de professores: ideias e práticas*. Lisboa: Educa.