

Revista Internacional de Formação de Professores (RIPF)

ISSN: 2447-8288
v. 2, n.4, 2017

Ensino de Ciências para estudantes surdos: possibilidades e desafios

Science education for deaf students: possibilities and challenges

Submetido em 30/05/17

Avaliado em 02/06/17

Aceito em 30/09/17

Ronaldo Santos Santana

Graduado em Ciências Biológicas, Mestre em Ensino e História das Ciências e da Matemática (UFABC) e Doutorando em Educação (USP). Contato: prof.ronaldosantana@gmail.com.

Cássia Geciauskas Sofiato

Doutora, docente da Faculdade de Educação e do Programa de Pós-graduação da Universidade de São Paulo. Contato: cassiasofiato@usp.br

Ensino de Ciências para estudantes surdos: possibilidades e desafios**Resumo**

Na literatura nacional e internacional, é incontestável a importância e as possibilidades do ensino de Ciências para os estudantes surdos e ouvintes, pois os fenômenos estudados nessa área do conhecimento fazem parte do cotidiano do aluno. Assim, debatê-los em sala de aula, com a utilização de diversas metodologias, é imprescindível para a formação de cidadania, do desenvolvimento intelectual e da autonomia dos discentes. No entanto, a literatura nacional apresenta diversos desafios enfrentados ao ensinar Ciências para estudantes surdos. Deste modo, o objetivo do presente estudo é identificar o que pesquisas relacionadas a essa temática apresentam sobre possibilidades e desafios do ensino de Ciências para estudantes surdos. Este objetivo visa a esclarecer o seguinte problema de pesquisa: quais são os pressupostos teóricos e metodológicos do ensino de Ciências para estudantes surdos? As discussões realizadas trazem evidências de que não há necessidade de ignorar todas as pesquisas do campo do ensino de Ciências, que tiveram como sujeitos alunos ouvintes, quando se tratam de estudantes surdos. Há aspectos e referenciais teóricos que podem ser aproveitados e também há particularidades da educação de surdos que devem ser consideradas. Pesquisas devem ser realizadas para entender melhor esse fenômeno, além de esforços para aproximar o que é recomendado nas pesquisas com o que acontece na prática, visando melhorar o ensino de Ciências para todos os estudantes e torná-lo equitativo.

Palavras-chave

Ensino de Ciências. Educação científica. Surdos. Possibilidades. Desafios.

Science education for deaf students: possibilities and challenges**Abstract**

The importance and possibilities of Science education for deaf and hearing students are indisputable in the national and international literature, since the phenomena studied in this area of knowledge is a part of daily student lives. Thus, debating them in the classroom through the application of various methodologies is essential for the formation of student citizenship, intellectual development and autonomy. However, the national literature presents several challenges faced in Science education for deaf students. Thus, the aim of the present study is to identify what the research related to this theme discourses on the possibilities and challenges of Science education for deaf students. This aims to clarify the following research problem: what are the theoretical and methodological assumptions of Science education for deaf students? The discussions carried out herein provide evidence that there is no need to ignore all the research conducted in the field of Science teaching when it comes to deaf students only because it was conducted on hearing students. Certain aspects and theoretical references can still be used, although there are certain deaf education particularities that must be considered. Research should be conducted to better understand this phenomenon, as well as contribute to efforts to approach what is recommended in research with what happens in practice, aiming to improve Science education for all students and make it equitable.

Keywords

Science Teaching. Scientific education. Deaf. Possibilities. Challenges.

Introdução

Inicialmente, é necessário traçar uma trajetória histórica do ensino de Ciências (EC) com o intuito de saber como tal ensino vem sendo empreendido para estudantes surdos (ES) e estudantes ouvintes, a fim de evidenciar como as concepções de ensino e aprendizagem foram mudando ao longo do tempo. Assim sendo, foi realizado um recorte temporal que abrangeu de 1950 a 1980, período no qual as pesquisas na área do ensino de Ciências começaram a se intensificar.

De acordo com Andrade (2011), de 1950 a 1960, no Brasil, as pesquisas no campo do ensino de Ciências para estudantes ouvintes apontavam para a elaboração e a necessidade da criação de materiais didáticos com o objetivo de executar atividades de investigação científica por meio de experimentos, nos quais os alunos entravam em contato com o chamado “método científico”. Nos anos de 1960, o que influenciou a proposição de atividades experimentais na escola foi um movimento nacional e internacional que buscava modificar o ensino de Ciências com a participação da comunidade científica (Krasilchik, 2000).

Esse movimento da década de 1960 ocorreu no contexto da Guerra Fria, onde foram realizados pesados investimentos financeiros com a finalidade de se elaborar propostas para a melhoria do ensino de Física, Química e Matemática para os estudantes do Ensino Médio (Krasilchik, 2000). O lançamento do programa *Sputnik*¹ foi um grande marco influenciador do ensino de Ciências (Krasilchik, 1987). Naquele momento, a ênfase do ensino de Ciências na educação básica passou a ser na formação de futuros universitários para trabalhar e pesquisar nas áreas científicas, ou seja, o interesse maior era em formar pequenos cientistas, gerando a preocupação com projetos curriculares inicialmente nos Estados Unidos e depois no mundo (Krasilchik, 1987).

Em tais projetos, observa-se:

[...] a participação intensa das sociedades científicas, das Universidades e de acadêmicos renomados, apoiados pelo governo, elaboraram o que também é denominado na literatura especializada de “sopa alfabética”, uma vez que os projetos de Física (Physical Science Study Committee – PSSC), de Biologia (Biological Science Curriculum Study – BSCS), de Química (Chemical Bond Approach – CBA) e (Science Mathematics Study Group – SMSG) são conhecidos universalmente pelas suas siglas (Krasilchik, 2000, p. 85).

Posteriormente, as investigações na área do ensino de Ciências da década de 1970 evidenciaram que a maioria dos estudantes não sabia, significativamente, os conteúdos relacionados à Ciência e nem fazia relação de tais conteúdos com seu cotidiano (Aikenhead, 2005). Esse fato

¹ O Sputnik era um projeto que gerou os primeiros satélites artificiais pertencentes à união soviética, estes visavam a investigar, dentre outras coisas, o potencial de lançamento de cargas para o espaço sideral, investigar as consequências da falta de peso e radiação em cima dos seres vivos, e preparar as condições para o primeiro voo espacial tripulado. O lançamento do Sputnik foi o marco de início da corrida para investigar o espaço.

motivou grandes movimentos que visavam à reforma curricular do ensino de Ciências, já que a grande preocupação dos pesquisadores estava na queda do interesse dos alunos, principalmente das mulheres, pelas áreas relacionadas às Ciências e com a imagem descaracterizada e mítica da natureza científica e do cientista que era apresentada nesse ensino (Aikenhead, 2005).

No Brasil, foram elaborados projetos pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBCEC) com o objetivo de realizar mudanças curriculares no ensino de Ciências a fim de levarem a investigação científica para a sala de aula, sendo criados, ainda, diversos materiais para esse ensino, como kits de materiais para experimentação e desenvolvimento de conceitos de Química, Física e Biologia (Andrade, 2011).

Segundo Krasilchik (2000), em âmbito nacional, havia uma preocupação em capacitar os alunos a fim de possibilitar o progresso da Ciência e da Tecnologia. Houve um acréscimo da carga horária das disciplinas ligadas à Ciência e o objetivo era que elas desenvolvessem o espírito crítico por meio do “método científico”. Contudo, a concepção de Ciência que era divulgada no ensino de Ciências naquela época era a de que a Ciência era neutra ou imparcial. No entanto, novas concepções de “Ciência” começam a ser abordadas no ensino nas décadas seguintes (Andrade, 2011).

A partir de 1980, questões sobre a natureza do conhecimento científico passaram a ser contempladas nas atividades investigativas utilizadas no ensino de Ciências e a concepção de Ciência abordada no ensino muda, passando a ser defendida como uma atividade humana, inserida na história, sofrendo influência de interesses políticos e econômicos (Andrade, 2011). Além disso, segundo o mesmo autor, começava também algum esforço para relacionar as atividades investigativas no ensino de Ciências com os aspectos sociais:

[...] deste modo, a prática de ensinar Ciências por investigação passa a contemplar com os alunos: uma visão crítica da Ciência, as condições de produção e as implicações sociais da atividade científica, a fim de formar cidadãos que não assumam uma postura passiva frente às implicações científicas em suas vidas, mas que utilizem essas discussões para a tomada de decisões e para a construção de uma sociedade democrática (Andrade, p. 133, 2011).

As atuais perspectivas do ensino de Ciências assumem também uma crítica contra as atividades com pouca reflexão acerca da Ciência e possuem relações com os projetos de reforma curricular que aconteceram nos Estados Unidos e na Inglaterra (Andrade, 2011). As atividades investigativas que são utilizadas atualmente para ensinar Ciências devem ir além dos conteúdos procedimentais e técnicos e devem proporcionar discussão a respeito das consequências da Ciência na sociedade, as controvérsias e os limites que ela possui. Além disso, é muito recomendada a utilização da história da Ciência no ensino desta disciplina. As concepções mais atuais de ensino de Ciências serão melhores discutidas nos tópicos seguintes.

No que diz respeito à educação de surdos e o ensino de Ciências, as primeiras pesquisas que englobam esse público datam da década de 1970 em núcleos de pesquisa na América do Norte e em outros países. Este foi um período de mudanças importantes para os professores de Ciências, por causa de eventos como a implementação da lei 94-142, uma lei norte-americana voltada para a garantia dos direitos do público da Educação Especial.

Tal lei foi considerada como a fonte principal de financiamento federal para o público da Educação Especial, garantindo uma educação pública adequada e gratuita, entre outros benefícios. No campo das pesquisas em escolas públicas, no período supracitado, os professores de Ciências estavam entusiasmados e começaram a intensificar as investigações a respeito dos estudantes que eram tradicionalmente rotulados como "deficientes" (Lang; Egelston-Dodd; Sachs, 1983). Uma prova dessa tendência, foi o constante aumento do número de publicações e artigos científicos neste período (Lang; Egelston-Dodd; Sachs, 1983).

Os autores anteriormente citados afirmam que foram estabelecidas novas organizações com a finalidade de aprimorar o ensino de Ciências e as oportunidades em carreiras científicas para alunos com alguma deficiência (em geral) na América do Norte. Neste período, eram principalmente os professores de escolas inclusivas que se lançavam ao desafio de pensar o ensino de Ciências para surdos, enquanto que, nas escolas bilíngues, ou escolas próprias de estudantes surdos, ainda havia pouco suporte ou informação sobre o Ensino de Ciências para estudantes surdos (McIntosh et al., 1994). No campo dos desafios, no período citado, a formação dos professores de Ciências (mais da metade dos professores que lecionavam a disciplina não tinha formação superior específica na área) era a maior dificuldade apontada (Lang; Propp, 1982). Passados mais de trinta anos, os problemas na formação de professores ainda não foram superados, contudo, outros desafios e possibilidades foram evidenciados e as pesquisas começaram a aumentar minimamente a sua frequência quantitativamente e qualitativamente.

Lang (2006) afirma que ainda são recentes as pesquisas empíricas realizadas sobre o ensino de Ciências para surdos e, por isso, não são encontrados muitos trabalhos na área. No entanto, o autor recomenda a união entre as pesquisas que investigam o ensino de Ciências para alunos ouvintes e aquelas que investigam o ensino de Ciências para alunos surdos, considerando, é claro, as singularidades dos alunos. O resultado da união de tais pesquisas formaria pressupostos consistentes para o ensino de Ciências para alunos surdos.

Assim, será realizada uma discussão inicial sobre o ensino de Ciências e a utilização de algumas metodologias e abordagens didáticas que são utilizadas com ouvintes e que podem ser utilizadas também com os surdos. Consideramos, no entanto, que há algumas especificidades que devem ser consideradas no ensino de Ciências para surdos. Deste modo, a discussão será finalizada

com as recomendações, possibilidades e desafios que foram evidenciados por pesquisadores que investigaram especificamente o ensino de Ciências para surdos.

O ensino de ciências na educação básica

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de Ciências da Natureza para o ensino fundamental declaram que um dos objetivos gerais do ensino de Ciências em todo o ensino fundamental é formar um cidadão capaz de questionar a realidade em que vive, refletindo sobre os problemas e tentando pensar em alternativas para resolvê-los por meio de um pensamento lógico, criativo e intuitivo (Brasil, 1997).

No ensino médio, as novas concepções para o ensino de Ciências têm como objetivo o desenvolvimento e a promoção de “competências” mais gerais, que permitam a articulação de conhecimentos, disciplinares ou não, munindo os estudantes da capacidade de compreender, utilizar e transformar a realidade em que eles vivem (Brasil, 1998). Dessa forma, devem ser desenvolvidas “habilidades” nos estudantes para que eles possam buscar, selecionar e utilizar informações que sejam úteis para as necessidades de seu cotidiano (Brasil, 1998). O desenvolvimento da cidadania, da autonomia, da criticidade e da emancipação do estudante também é foco do ensino de Ciências no Ensino Médio.

Assim, o objetivo do ensino de Ciências não deve ser propedêutico, ou seja, esse ensino não deve ser incluído no currículo visando a treinar os estudantes para as etapas seguintes de ensino (Schroeder, 2006). O objetivo de se ensinar o conhecimento científico também não é a formação de pequenos cientistas, como se imaginava em décadas anteriores (Campos; Nigro, 2010).

Portanto, é fortemente recomendada a utilização de diversas modalidades didáticas para se ensinar Ciências aos estudantes, sendo que tais modalidades serão utilizadas de acordo com as necessidades educacionais dos alunos em diferentes contextos (Krasilchick, 2004). Deve-se pensar numa perspectiva de pluralismo metodológico que visa a atender as diferentes maneiras que um indivíduo pode aprender (Laburú; Arruda; Nardi, 2003). É recomendada, também, para o ensino de Ciências, a utilização de estratégias didáticas baseadas na investigação para aumentar o interesse dos estudantes no ensino de Ciências (Spencer; Walker, 2011). Este ensino, atualmente, deve possibilitar a problematização em sala de aula, desafiando os alunos para que, deste modo, eles possam refletir, investigar e aprender sobre os conhecimentos científicos.

É também importante que os discentes conheçam a natureza do conhecimento científico e percebam que o mesmo é produzido por meio de relações entre diferentes ideias e é também sujeito a mudanças (Capecchi; Carvalho, 2000). Deste modo, o professor deve trabalhar no sentido de proporcionar uma visão mais coerente da natureza da Ciência. Segundo as autoras supracitadas, durante as aulas de Ciências, os alunos devem formular hipóteses e compartilhar ideias coletivamente.

Para que o aluno possa aprender Ciências, as atividades desenvolvidas pelo professor devem envolver discussões, debates em grupos, exteriorização de ideias e percepções dos alunos frente a um determinado fenômeno estudado, tal como acontece na comunidade científica (Machado; Sasseron, 2012).

Além disso, o processo de alfabetização científica (AC) é fortemente recomendado por diversos pesquisadores que defendem que ele deve ser tomado pelos professores como um dos objetivos do ensino de Ciências na Educação Básica (Chassot, 2003; Deboer, 2000; Sasseron; Carvalho, 2008; Fabri; Silveira, 2015; Lorenzetti; Delizoicov, 2001; Rosa; Perez; Drum, 2007; Ovigli; Bertucci, 2009; Viecheneski; Lorenzetti; Carletto, 2012).

De acordo com Fourez (2003), AC pode ter *finalidades humanísticas*, quando o objetivo está voltado à possibilidade de situar as pessoas no mundo da Ciência, utilizando os conhecimentos científicos para compreender o mundo; *finalidades ligadas à sociedade*, quando visa a minimizar as desigualdades sociais geradas pela falta de conhecimento científico; e *finalidades ligadas à política e à economia*, quando o objetivo é a participação dos indivíduos no mundo industrializado, reforçando a capacidade econômica e tecnológica do país (Fourez, 2003).

McIntosh et al. (1994) afirmam que a alfabetização científica dos estudantes é um dos objetivos do ensino de Ciências. Para esses autores, estudantes cientificamente alfabetizados gradualmente vão desenvolver atitudes positivas sobre a Ciência e se interessar mais pelos fenômenos naturais e realizações tecnológicas que estão diretamente ligados à Ciência; aprender conteúdos conceituais e a aplicação de tais conceitos de forma efetiva em suas vidas; aprender técnicas ou conteúdos procedimentais que compõem os "métodos científicos" que validam o conhecimento, desenvolvendo as habilidades de pensamento e de aprendizagem ao longo de sua vida; e, por fim, utilizar atitudes e conhecimentos sobre a Ciência para viver como um cidadão, informado sobre o desenvolvimento tecnológico de sua nação.

Além do mais, alunos cientificamente alfabetizados poderão ser capazes de utilizar a informação científica para questões em seu cotidiano, além de participar e opinar em discussões sobre temas que envolvem a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio ambiente, mesmo não sendo especialistas na área, podendo se satisfazer por compreender o mundo natural em que vivem (Cachapuz, et al., 2005). Os autores citados defendem que trabalhar na perspectiva da educação científica envolve desenvolver: conhecimentos conceituais científicos com os estudantes; concepções sobre a Ciência e sobre a história da Ciência; a maneira de aplicar os conhecimentos científicos aprendidos; a capacidade de resolver problemas; conteúdos procedimentais e atitudinais; um estudo da natureza e da prática científica, entre outros.

Por fim, os resultados de algumas pesquisas têm evidenciado que, por meio do ensino de Ciências por investigação (ENCI), é possível alfabetizar cientificamente os estudantes (Barrow, 2006;

Brito; Fireman, 2016; Carvalho *et al.*, 2013; Sasseron; Carvalho, 2008; Trivelato; Tonidandel, 2015; Viecheneski; Lorenzetti; Carletto, 2012).

“Investigação” é um termo muito importante e característico do ensino de Ciências por investigação, mas diversos autores afirmam que essa palavra é polissêmica (Anderson, 2002; Hofstein; Lunetta, 2004; Minner; Levy; Century, 2010). Para Anderson (2002), ela tem um lugar proeminente no ensino de Ciências e na literatura, podendo se referir a diversas atividades como:

a) investigação como atividade realizada pelos cientistas, conhecido internacionalmente como *Scientific Inquiry*. É aquela investigação autêntica, realizada pelos pesquisadores em seus laboratórios ou em seu local de trabalho, que pode envolver perguntas de investigações mais complexas e pode também abranger estruturas e equipamentos mais caros e modernos. Todavia, é válido lembrar que não é em todas as investigações científicas que há necessidade dos materiais anteriormente citados, levando em consideração que há pesquisas de diferentes naturezas.

b) investigação como forma de aprendizagem, referindo-se ao engajamento do aluno no processo de produção do seu conhecimento. Trata-se de um modo de aprendizagem do qual os estudantes participam ativamente e não passivamente, conhecido internacionalmente como *Inquiry Learning*.

c) há também a investigação como uma abordagem pedagógica ou método de ensino, onde o foco está no ensino de algum conteúdo ou em como ensinar utilizando um enfoque investigativo. Ela é conhecida internacionalmente como *Inquiry Teaching*.

Desse modo, não importa quem esteja investigando, sejam os cientistas, o aluno, ou o professor, há algumas ações desses três sujeitos que estão relacionadas, como o fato de a investigação partir de uma pergunta de pesquisa ou de um problema inicial. Deste modo, "as abordagens investigativas no ensino de Ciências representariam um modo de trazer para a escola aspectos inerentes à prática dos cientistas" (Munford; Lima, 2007, p. 6).

O ensino de Ciências por investigação é uma abordagem didática que tem sido fortemente recomendada nacionalmente e internacionalmente, sendo que ele é implementado pelos professores por meio de atividades investigativas (AIs) (Santana; Franzolin, 2016). Em tais atividades, os alunos investigam um problema proposto e tentam buscar hipóteses, soluções e considerações para essa situação conflitante (Carvalho *et al.*, 2013). Uma possibilidade seria iniciar o trabalho propondo um problema de investigação aos estudantes e explorar as hipóteses iniciais que resolvam o problema proposto. Após essa etapa, poderia ser dado início à coleta de dados para resolver o problema e, posteriormente, os alunos seguiriam para a etapa de análise e interpretação dos mesmos, confrontando os resultados obtidos com as hipóteses iniciais e formulando as considerações finais. Ao final da AI, poderia ser realizada uma discussão geral com a classe e em seguida uma atividade de divulgação dos

resultados obtidos. Há pesquisas internacionais que relacionam o ENCI ao ensino de Ciências para surdos (Elefant, 1980; Mangrubang, 2004; Patalano, 2014; Wang, 2011).

O ensino de ciências para estudantes surdos

Consideramos que todas as recomendações apresentadas anteriormente são apropriadas, também, para o ensino de Ciências para estudantes surdos. Contudo, conforme já dito anteriormente, há algumas especificidades no ensino de Ciências para estudantes surdos. Tais aspectos serão contemplados na discussão a seguir.

Em um rápido exame na literatura, é possível perceber que há uma grande disparidade entre o que se recomenda na pesquisa em ensino de Ciências e a realidade da sala de aula e, quando se trata de alunos surdos, essa disparidade é mais acentuada por diversas razões (McIntosh *et al.*, 1994). São recentes as iniciativas para o desenvolvimento de um ensino de Ciências (EC) para estudantes surdos (ES) baseado na observação e na experimentação de fenômenos. O conhecimento produzido pelas pesquisas neste âmbito ainda não foi suficiente para sistematizar princípios convincentes que os professores devem seguir para o ensino de Ciências para ES (Lang, 2006). Passaram-se mais de 10 anos desde a publicação do trabalho de Lang (2006), contudo, percebe-se que essa realidade ainda persiste.

Apesar disso, embora sejam poucos trabalhos, é possível encontrar, na literatura, recomendações para o EC com alunos surdos. Para uma boa inserção dos alunos com algum tipo de deficiência, Scruggs e Masterpieri (1994) *apud* Patalano (2014) recomendam um ambiente aberto e de aceitação em sala de aula; suporte da equipe administrativa para a inclusão; currículo adequado; ensino de habilidades específicas, considerando as especificidades da deficiência em questão, entre outras. No caso de estudantes surdos, todas as recomendações citadas acima podem ser consideradas. O uso de recursos tecnológicos utilizados em sala de aula para o EC com os surdos tem se tornado popular e é bem viável (Lang, 2006).

Algumas estratégias que incluam informações sobre os surdos que fizeram parte da história da Ciência e surdos cientistas também são muito recomendadas (Lang, 2006). Para aquelas pessoas que se perguntam qual a motivação para melhorar o ensino de Ciências para ES, Lang (1993) apresenta algumas descobertas de sua pesquisa histórica sobre pesquisadores que realizaram grandes feitos na Ciência e eram surdos. É muito importante a divulgação desses resultados dentre os estudantes surdos e a inserção de tais informações nos materiais didáticos, valorizando, assim, o protagonismo, as identidades surdas, a atuação e o trabalho dos surdos nas diversas áreas da Ciência. Esse esforço pode ter um impacto positivo na autoestima dos estudantes (Lang, 1993). A seguir, será apresentada uma síntese das descobertas de Lang (1993), no quadro 1:

Quadro 1. Cientistas surdos

NOME DO CIENTISTA SURDO	CONTRIBUIÇÃO PARA A CIÊNCIA
Guillaume Amontons	Físico, surdo profundo, e realizava pesquisas experimentais envolvendo temperatura. Ele é pioneiro na compreensão do conceito de temperatura absoluta.
John Goodricke	Astrônomo surdo profundo que pesquisou e lançou as bases para os estudos de estrelas binárias. Na constelação de Perseu, há uma estrela chamada Algol, conhecida também como a "estrela do demônio", cujas misteriosas variações de brilho foram investigada pela primeira vez por John Goodricke.
Annie Jump Cannon	A cratera Cannon foi assim nomeada em homenagem à Annie Jump Cannon, astrônoma que se tornou surda e contribuiu para o desenvolvimento da classificação estelar contemporânea.
Leo Lesquereux	Americano reconhecido como o fundador norte americano da paleobotânica, que visa a investigar as plantas no registro fóssil.
Frederick Barnard	Pesquisador da educação, foi um dos primeiros presidentes da associação americana para o progresso da Ciência no século XIX. Ele era surdo e publicou diversos trabalhos sobre a educação de surdos.
Thomas Meehan	Auxiliou Charles Darwin a desenvolver sua teoria da evolução. Ele ficou conhecido como o “pai americano da horticultura”, sendo esta um ramo da Ciência que visa a investigar técnicas para a produção econômica de plantas.
Harry Lang	Físico, mestre em Engenharia Elétrica e doutor em Ensino de Ciências pela University of Rochester. Harry Lang contribuiu grandemente para o avanço das pesquisas na área de ensino de Ciências para surdos, apresentando diversas publicações de impacto na área.

Fonte: Lang (1993).

Além das contribuições já mencionadas, Lang (1993) afirma que é desconhecido o fato de seis das crateras da nossa lua terem sido nomeadas em honra a cientistas e matemáticos surdos. O autor afirma que também é desconhecido o fato de mais de 5.000 estrelas, cometas e outros corpos celestes terem sido descobertos por astrônomos que eram surdos. A data de lançamento do conhecido satélite Sputnik foi inicialmente planejada para homenagear um surdo russo que era pioneiro nessa área, e a data de lançamento da nave Voyager foi escolhida em homenagem a um surdo inventor que era americano (Lang, 1993).

É importante ressaltar que consideramos fundamental a divulgação dessas informações para a comunidade surda e a inclusão das mesmas nos materiais didáticos utilizados para o ensino de Ciências para estudantes surdos. Essa ação propicia o empoderamento e emancipação dos alunos surdos ao conhecer boas referências científicas surdas e a crença de que eles também podem realizar outras contribuições para a Ciência e para a humanidade.

Os relatos acima evidenciam que esforços para melhorar o ensino de Ciências para surdos têm benefícios direto no futuro da Ciência e da humanidade (Lang, 1993). Estes fatos justificam e corroboram o esforço que pesquisadores têm tido para a melhora do ensino de Ciências para estudantes surdos e, por este motivo, se faz importante uma discussão sobre as recomendações para a melhora do EC para ES.

Como recomendação, Roald (2002) considera importante o domínio de língua de sinais pelo professor do surdo; a explicação clara dos conceitos científicos e conexões com outros conceitos; a possibilidade de espaço para discussões em sala de aula entre professor-aluno e aluno-aluno; a capacidade de o professor se adaptar às necessidades dos estudantes; a realização de experimentação didática em sala de aula; a utilização de relatórios de aula prática, desenhos, esquemas e ilustrações para facilitar a compreensão do conteúdo proposto; e a disponibilização de tempo adicional para as tarefas.

Sobre a formação dos professores que trabalham com estudantes surdos, Lang (1993) recomenda a criação de um programa nacional que seja abrangente e coordenado para a formação de professores de escolas que atendam estudantes surdos. Segundo o autor, dentro deste programa devem ser pensadas algumas questões, tais como a necessidade do engajamento desses professores em associações nacionais de professores de Ciências. Em tais lugares, os docentes podem encontrar ricas oportunidades para o desenvolvimento profissional para que possam estar bem atualizados dentro de sua área. Além do aperfeiçoamento profissional na área, o autor julga importante que o professor de Ciências de ES tenha uma formação para os princípios e práticas do ensino e aprendizagem de estudantes surdos. É importante o desenvolvimento de um processo que vise a realizar uma ponte de ligação entre professores da área da educação de surdos e especialistas na área do ensino de Ciências.

Dessa forma, é necessário haver um canal aberto de comunicação entre professores de Ciências de alunos ouvintes e professores de surdos, e estes devem procurar informações atuais sobre o ensino de Ciências para as bases do seu ensino (McIntosh et al., 1994). Os autores anteriormente citados afirmam que os professores de surdos devem ler revistas científicas de ensino de Ciências e participar de congressos e encontros que promovam esse ensino.

Os cursos de formação de professores devem abordar a possibilidade de desenvolvimento de habilidades cognitivas de estudantes surdos por meio do ensino de Ciências, especialmente habilidades de resolução de problemas (Lang, 1993). É preciso mostrar que o ensino de Ciências pode propiciar um ambiente excelente para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Na literatura da área, tem sido evidenciado o valor do construtivismo na educação de surdos, da experimentação e da observação por meio de abordagens didáticas multissensoriais (Lang, 1993).

Outra possibilidade abordada por Lang (1993) é o desenvolvimento da linguagem por meio do ensino de Ciências. Em algumas escolas, a crença de que o desenvolvimento da linguagem é o

mais importante, em detrimento das outras áreas a serem trabalhadas, como os conteúdos científicos, é bem comum e os educadores não percebem o excelente contexto para o desenvolvimento da linguagem no ensino de Ciências e negligenciam o ensino da disciplina porque não percebem o grande potencial interdisciplinar dessa área (Lang, 1993).

É preciso ser criado um programa para o desenvolvimento, divulgação e avaliação de materiais didáticos para o ensino de Ciências para alunos surdos. Para Lang (1993), tais materiais devem ser avaliados por outros professores de Ciências, devem estar escritos em um nível apropriado da língua oficial do país em questão, devem apresentar um potencial para a comunicação entre os estudantes, incluindo comunicação em língua de sinais e sinais apropriados para o ensino de Ciências, devem apresentar boa versatilidade e baixo custo, incorporar experiências multissensoriais com práticas que visem a melhorar o desenvolvimento cognitivo do estudante e aumento da motivação, apresentar um manual para os professores que contemplem a preparação para o uso da metodologia utilizada no material didático e para o conteúdo científico abordado nele e, ainda, esses materiais precisam apresentar clareza quanto aos objetivos que serão desenvolvidos com o material e com a sequência didática desenvolvida.

Sumariamente, para acrescentar na discussão, Lang, Egelston-Dodd e Sachs (1983) apresentam algumas recomendações e necessidades para o campo do ensino de Ciências para surdos:

a- Alguns professores podem promover um ensino de Ciências de qualidade para estudantes surdos, contudo, para isso, é necessária uma formação de professores adequada para o ensino de tal disciplina para os surdos. Dessa forma, deve-se considerar melhorar tanto a formação inicial quanto a formação continuada.

b- Há poucos exemplares de materiais elaborados ou pensados para o uso com estudantes surdos. É importante, também, a ampliação de tais materiais.

c- É necessário o envolvimento dos professores em organizações profissionais nacionais para o ensino de Ciências.

d- Há a necessidade de uma avaliação sistemática do estado da arte dos sinais atualmente utilizados no ensino de Ciências.

e- Existe a necessidade do desenvolvimento de habilidades matemáticas fundamentais para serem utilizadas dentro do contexto de disciplinas da Ciência, como por exemplo, a Física.

f- Há a necessidade de divulgar o potencial integrador das atividades de Ciências como um veículo para desenvolver também habilidades de leitura, escrita e outras habilidades de comunicação.

Estudantes surdos devem aprender conteúdos conceituais científicos, procedimentais e atitudinais, e o professor é responsável por promover um ambiente favorável para tal aprendizagem,

utilizando-se de metodologias e abordagens didáticas como a utilização de laboratórios, aprendizagem colaborativa, literatura infantil, escrita de jornais, entre outros (McIntosh et al., 1994).

Além de recomendações, a literatura apresenta também alguns desafios enfrentados por professores que ensinam Ciências para surdos. Um desafio comumente encontrado em escolas que trabalham com estudantes surdos e ouvintes de maneira inclusiva é a dificuldade que os surdos têm quando aprendem os conteúdos de Ciências. Muitas vezes, os estudantes têm aulas de Ciências em um turno e, no contraturno, com o auxílio do Atendimento Educacional Especializado (AEE), aprendem a Libras (Língua Brasileira de Sinais), que é a sua língua materna (Alves; Camargo, 2013). Desta forma, há uma contradição, pois, nos anos finais do ensino fundamental, os estudantes ouvintes geralmente “já são alfabetizados”, desta forma, já dominam minimamente a língua portuguesa. Entretanto, os alunos surdos, muitas vezes, ainda estão sendo alfabetizados em sua primeira Língua (Libras) e na segunda língua simultaneamente (Alves; Camargo, 2013). Neste caso, os desafios são ainda maiores, pois além das dificuldades próprias do ensino de Ciências, os estudantes surdos possuem, muitas vezes, diferentes níveis de desenvolvimento no que diz respeito à língua.

Os estudantes surdos apresentam algumas particularidades relacionadas à aprendizagem, deste modo, é necessário um esforço do docente para entender a surdez como uma condição educacional (Lang, 2006). Assim, falta formação, orientação, treinamentos e recursos didáticos para o ensino de Ciências para surdos e, destes, a formação é o desafio mais sério (Lang, 2006). Roald (2002) pontua que, em algumas ocasiões, o problema não é que o professor não domine o conteúdo específico científico, a maior dificuldade está em como passá-lo para os estudantes surdos considerando a sua condição.

Muitos conceitos científicos ainda não possuem sinais que contemplem o universo cultural dos estudantes surdos (Alves; Camargo, 2013). Desta forma, os intérpretes de língua de sinais têm sérios desafios quando vão realizar a interpretação em Libras dos conceitos científicos (Alves; Camargo, 2013). O desconhecimento dos conceitos científicos pelos tradutores/intérpretes de Libras foi apontado como um desafio (Alves; Camargo, 2013).

Os autores apontam que, no que diz respeito ao ensino de Física nos anos finais do ensino fundamental, não há muitas iniciativas que tornem mais viáveis a adaptação do currículo e dos instrumentos de avaliação de aprendizagem para os estudantes surdos (Alves; Camargo, 2013). A literatura apresenta a dificuldade em encontrar textos apropriados para o trabalho com os estudantes surdos, pois características como o tamanho da impressão, o tamanho das sentenças e a clareza das figuras devem ser consideradas (Roald, 2002).

Outros desafios evidenciados são: a necessidade do desenvolvimento de um conjunto de sinais que expressem conceitos científicos (Brown *et al.*, 2002); a falta de sinais ou a ambiguidade que tem

o sinal escolhido (Roald, 2002); e a falta de materiais disponíveis para a realização de experimentos em sala de aula com alunos surdos (Roald, 2002).

Em função dos atrasos pedagógicos que os surdos podem ter por causa de lacunas em sua trajetória acadêmica, é esperado que o professor de Ciências considere as capacidades cognitivas dos seus alunos ao desenvolver as atividades, utilizando livros e recursos multimídias (Lang, 2006).

Ademais, possibilidades também têm sido evidenciadas. Pesquisas internacionais têm evidenciado que atividades que estimulam uma participação mais ativa do discente na construção do seu conhecimento (atividades do tipo *hands-on* ou *minds-on*²), atividades mais participantes, interativas, que exigem engajamento dos alunos, são fortemente recomendadas para o ensino de Ciências (Lang, 2006).

Outras possibilidades já evidenciadas são, por exemplo, a utilização de aulas práticas e os relatórios produzidos para o desenvolvimento da língua em sua modalidade escrita (Roald, 2002). Alguns professores consideram importante, ainda, antes da leitura de um texto sobre Ciência, realizar uma discussão utilizando a língua de sinais (Roald, 2002), realizar discussões e um trabalho colaborativo em sala de aula (Lang, 1993; Roald, 2002), discutir textos científicos coletivamente e em classe (Roald, 2002) e desenvolver a compreensão de leitura dos estudantes surdos por meio do ensino de Ciências (Patalano, 2014).

Pesquisas têm mostrado que a utilização do ensino de Ciências por investigação com estudantes surdos tem sido uma boa abordagem para ensinar Ciências para estudantes com essa condição (Patalano, 2014). Outras pesquisas salientam o potencial da utilização de tecnologias educacionais, como simuladores gráficos e animações, com estudantes surdos (Lang; Teely, 2003).

Considerações finais

Diante do que foi abordado, podemos dizer que o ensino de Ciências para surdos tem sido discutido por profissionais da área com o intuito de aprimorar tal ação. Entretanto, também foi possível vislumbrar que vários desafios se apresentam para a escola e para a área em questão.

Diante do estudo empreendido, salientamos as seguintes recomendações para os professores de estudantes surdos: a necessidade do engajamento dos professores com as pesquisas atuais e com as organizações nacionais que discutem o ensino de Ciências; a utilização de metodologias e abordagens didáticas que coloquem o estudante em uma atuação mais ativa em sua aprendizagem; o aumento na produção de material didático para o EC; a inclusão da história da Ciência no ensino;

² *Hands-on* é uma expressão utilizada para se referir às atividades nas quais a aprendizagem ocorre com a "mão na massa" ou uma atividade através da qual o aluno "aprende fazendo", em uma aprendizagem mais ativa. No mesmo sentido, atividades do tipo *minds-on* requisita um esforço cognitivo dos estudantes, desenvolvendo suas habilidades intelectuais.

entre outras. Diversos pesquisadores do ensino de Ciências para ouvintes também evidenciam tais recomendações como importantes, ou seja, uma aula apropriada para um estudante surdo é uma excelente aula para um aluno ouvinte. Da mesma forma, muitos dos desafios apontados também são desafios compartilhados pelo ensino de Ciências para alunos ouvintes.

Mesmo reconhecendo que há convergência nas recomendações, possibilidades e desafios enfrentados por surdos e ouvintes no ensino de Ciências, acreditamos também que há elementos específicos que só acontecem em sala de aula com estudantes surdos. Estes devem ser investigados mais profundamente por profissionais da área do ensino de Ciências para que sejam apresentadas novas metodologias e pesquisas referentes ao campo. Por isso, é necessária a união entre as áreas de pesquisas do ensino de Ciências e da educação de surdos para que as especificidades desse público possam ser pensadas.

Ainda é insuficiente a quantidade de pesquisas realizadas no âmbito do ensino de Ciências para surdos e novos estudos devem ser realizados a fim de investigar, por exemplo, a elaboração de material didático, a elaboração e discussão a respeito de sinais científicos utilizados para o ensino, os desafios encontrados por professores e interpretes de surdos, entre outras questões. À medida que as pesquisas vão aumentando e novos conhecimentos vão sendo produzidos, será possível um aprimoramento das práticas pedagógicas, da avaliação e dos materiais utilizados com os estudantes surdos em sala de aula.

Referências

AIKENHEAD, G. S. Research into STS science education. **Educación Química**, v. 16, n. 3, p. 384-397, 2005.

ALVES, F. S.; CAMARGO, E. P. O atendimento educacional especializado e o ensino de física para pessoas surdas: uma abordagem qualitativa, **Abakós**, v. 2, p. 61-74, 2013

ANDERSON, R. D. Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. **Journal of Science Teacher Education**, v. 13, n. 1, p. 1-12, 2002.

ANDRADE, G. T. B. Percursos históricos de ensinar Ciências através de atividades investigativas. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 1, p. 121-137, 2011.

BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. **Journal of Science Teacher Education**, v. 17, n. 3, p. 265-278, 2006.

BRASIL, MEC. "**PCN+ Ensino Médio.**" Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, 1998.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares nacionais de Ciências Naturais: 1ª a 4ª Séries do Ensino Fundamental.** Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Revista Ensaio**, v. 18, n. 1, p. 123-146, 2016.

BROWN, S.W. et al. Classroom of the Sea: Problem-based learning for the deaf. **Proceedings of the International Conference on Computers in Education (ICCE'02)**, 2002.

CACHAPUZ, A., et al. **A Necessária Renovação do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Teoria e prática em Ciências na escola: o ensino-aprendizagem como investigação: volume único**. São Paulo: FTD, 2010.

CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. Argumentação em uma aula de conhecimentos físico com crianças na faixa de oito a dez anos. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 5, n. 3, p. 171-189, 2000.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ensino de Ciências por investigação - condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CHASSOT, A. I. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 23, n. 22, p. 89-100, 2003.

DEBOER, G. E. Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. **Journal of research in science teaching**, v. 37, n. 6, p. 582-601, 2000.

ELEFANT, E. F. Deaf children in an inquiry training program. **Volta Review**, v. 82, p. 271-279, 1980.

FABRI, F.; SILVEIRA, R. M. C. F. S. Alfabetização científica e tecnológica e o ensino de ciências nos anos iniciais: uma necessidade. **Ciência & Ensino**, v. 4, n. 1, p. 52-67, 2015.

FOUREZ, G. "Crise no Ensino de Ciências?" **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. **Science Education**, v. 88, n. 1, p. 28-54, 2004.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo de ciências no 1º grau**. São Paulo: Atual, 1987.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. Edusp, 2004.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, p. 247-260, 2003.

LANG, H. G.; PROPP, G. Science education for hearing-impaired students: State of the art. **American Annals of the Deaf**, 128, p. 860-869, 1982.

LANG, H. **Science for Deaf Students: Looking Into the Next Millennium**. In: STEFANICH, G. P.; EGELSTON-DODDY, J. (Ed.). *A Futures Agenda: Proceedings of a Working Conference on Science for Persons with Disabilities*. Kansas City, Missouri, 1993.

LANG, H.G. **Teaching Science**. in: MOORES, D.F.; MARTIN, D.S. *Deaf Learners: Developments in Curriculum and Instruction*. Gallaudet University Press Washington, D.C, 2006.

LANG, H.G.; EGELSTON-DODD, J.; SACHS, M.C. Science Education for Hearing-Impaired Students in the Eighties: Priorities and Projections. **American Annals of the Deaf**, v. 128, n. 6, p. 801-808, 1983.

LANG, H.G.; STEELY, D. Web-based science instruction for deaf students: What research says to the teacher. **Instructional Science**, v. 31, no. 4/5, Special Issue: Innovation in Web-based Instruction: Issues of Interaction, Collaboration and Assessment, p. 277-298, 2003.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científica no Contexto das Séries Iniciais. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 03, n. 1, p. 37-50, 2001.

MACHADO, V. F.; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, p. 29-44, 2012.

MANGRUBANG, F. R. Preparing Elementary Education Majors to Teach Science Using an Inquiry-Based Approach: The Full Option Science System. **American Annals Of The Deaf**, v. 149, n. 3, p.290-303, 2004.

MCINTOSH, R. A. *et al.* Making science accessible to deaf students: The need for science literacy and conceptual teaching. **American annals of the deaf**, v. 139, n. 5, p. 480-484, 1994.

MINNER, D.D.; LEVY, A. J.; CENTURY, J. Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. **Journal of research in science teaching**, v. 47, n. 4, p. 474–496, 2010.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. E. Ensinar Ciências por investigação: O que estamos de acordo? **Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 72-89, 2007.

OVIGLI, D. F. B.; BERTUCCI, M. C. S. A formação para o ensino de Ciências Naturais nos currículos de Pedagogia das instituições públicas de ensino superior paulistas. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 2, p. 194-209, 2009.

PATALANO, F.L. Science Based Education for Students Who Are Deaf and/or Hard of Hearing. **Dissertação** (Mestrado em Educação) – Arcadia University, 2015.

ROALD, I. Norwegian deaf teachers' reflections on their science education: implications for instruction. **Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, v. 7, n. 1, p. 57-73, 2002.

ROSA, C. W.; PEREZ, C. A. S.; DRUM, C. Ensino de Física nas séries iniciais: concepções da prática docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n.3, p. 357-368, 2007.

SANTANA, R.S.; FRANZOLIN, F. As pesquisas em ensino de ciências por investigação nos anos iniciais: o estado da arte. **Ensino em Re-Vista**, v.23, n.2, p.504-521, 2016.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SCHROEDER, C. Uma proposta para inclusão da Física nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 23-32, 2006.

SPENCER, T. S.; WALKER, T. M. Creating a Love for Science for Elementary Students through Inquiry-based Learning. **Journal of Virginia Science Education**, v. 4, n. 2, p. 18-25, 2011.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. **Revista Ensaio**, v. 17, n.especial, p. 97-114, 2015.

VIECHENESKI, J. P.; LORENZETTI, L.; CARLETTO, M. R. Desafios e práticas para o ensino de Ciências e alfabetização científica nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 7, n. 3, p. 853-876, 2012.

WANG, Y. Inquiry-based science in instruction and performance literacy for students who are deaf and hard of hearing. **American Annals of the Deaf**, v. 3, n.156, p. 239-254, 2011.