

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

**A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DE ESTUDANTES DE
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SUA
INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS**

**PORTO ALEGRE
2016**

AMANDA MULITERNO DOMINGUES LOURENÇO DE LIMA

**A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DE ESTUDANTES DE
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SUA
INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau Mestre em Educação em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Departamento de Bioquímica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

Orientadora: Prof^a Dr^a Rosane Nunes Garcia

**PORTO ALEGRE
2016**

CIP - Catalogação na Publicação

Muliterno Domingues Lourenço de Lima, Amanda
A Alfabetização Científica de estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas e sua influência na produção de materiais didáticos / Amanda Muliterno Domingues Lourenço de Lima. -- 2016.
83 f.

Orientadora: Rosane Nunes Garcia.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. Alfabetização Científica. 2. Formação inicial de professores. 3. Materiais didáticos. 4. Licenciatura em Ciências Biológicas. 5. Ensino de Ciências. I. Nunes Garcia, Rosane, orient. II. Título.

Amanda Muliterno Domingues Lourenço De Lima

A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DE ESTUDANTES DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de Mestre em Educação Ciências do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Departamento de Bioquímica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

Porto Alegre, 25 de janeiro de 2016

Prof.^a Dr.^a Maria do Rocio Fontoura Teixeira
Coordenadora do Programa

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Rosane Nunes Garcia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Prof.^a Dr.^a Eunice Kindel
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof.^a Dr.^a Andreia Modrzejewski Zucolotto
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof.^a Dr.^a Juliana Schmitt de Nonohay
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

No momento em que as palavras já não
expressam toda a minha gratidão,
dedico esse trabalho
ao meu amoroso esposo Rodrigo
e aos meus filhos tão maravilhosos
Alice e Ignacio.
Muito obrigada por tudo.
Amo muito vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu esposo Rodrigo Costa da Silva, companheiro de todas as horas, marido e pai amoroso, que tem se dedicado tanto a mim e aos nossos filhos. Por ter me levado às aulas nas minhas duas gestações, me acompanhando durante os seminários e me ajudar a encontrar um software que auxiliasse na análise dos dados. Por me apoiar, me incentivar a sempre buscar ir além e me fazer acreditar em uma capacidade que nem sabia que eu tinha. Por ter cuidado de nossos filhos enquanto analisava os dados da pesquisa, estudava e escrevia os trabalhos, artigos e a dissertação, te agradeço muito.

Agradeço aos meus dois filhos maravilhosos Alice Muliterno Costa da Silva e Ignacio Muliterno Costa da Silva, que nasceram em meio ao mestrado e que me acompanharam dentro e fora do ventre em aulas; na coleta de dados; nos seminários, encontros e congressos; artigos e por fim na dissertação. A existência de vocês dois me fazem querer progredir e me tornar alguém melhor. Não há amor maior que o meu por vocês.

Agradeço a minha família, em especial a minha mãe Eloisa Muliterno Domingues, minha tia Elenice Helena Muliterno Domingues, minha prima Andreza Domingues Stefani, e também a família do meu esposo Cleusa Maria Costa da Silva e Jane Beatriz Costa Sauer, que me auxiliaram a cuidar dos meus filhos enquanto organizava os dados e escrevia a dissertação. Agradeço a minha irmã Adriana Domingues Francescato, mesmo distante pelas palavras de amor e incentivo.

Agradeço a minha orientadora, professora Dra. Rosane Nunes Garcia, pela paciência e pela confiança. Por ter sido incansável desde a elaboração do projeto, delineamento da pesquisa, seleção de disciplinas, discussão de artigos e capítulos de livros, aquisição de livros e software, análise dos dados, correção de artigos e da dissertação. Pelo incentivo a participação de eventos para divulgar a pesquisa. Por ter se dedicado a pesquisar e investigar e por ter se proposto a estudar comigo. Por todo o auxílio e pelos ensinamentos de vida, te agradeço imensamente.

Um agradecimento especial às duas professoras da disciplina de Estágio de Docência em Ciências do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da UFRGS, professora Dra. Eunice

Kindel e professora Dra. Heloisa Junqueira, que gentilmente nos permitiram realizar a pesquisa durante suas aulas.

Agradeço também aos meus amigos, em especial a minha amiga Daniela Bonzanini de Lima, que me incentivou a participar da seleção de mestrado e que hoje possui um lugar em nossa família. Por todo o apoio e motivação, te agradeço.

Agradeço aos professores Dr. José Cláudio Del Pino pela disciplina História e Filosofia da Ciência em que pude compreender a evolução dos conhecimentos científicos. A professora Dra. Tania Beatriz Iwaszko Marques pela disciplina Teorias da Aprendizagem em que pude compreender a construção do conhecimento humano a partir das teorias interacionistas. A professora Dra. Marlene Ribeiro pela disciplina Metodologia da Pesquisa Aplicada à Educação por me fazer compreender melhor as metodologias que utilizei em minha pesquisa. Ao professor Dr. Clovis Milton Duval Wannmacher pela disciplina Prática de Ensino em que pude colocar a Alfabetização Científica em prática. Ao professor Dr. Edson Luiz Lindner que gentilmente permitiu realizar a prática de ensino na turma que lecionava. As professoras do Colégio de Aplicação da UFRGS Dra. Fernanda Camargo; Dra. Rosalia Lacerda, coordenadora do Projeto Amora; Dra. Rosane Nunes Garcia, minha orientadora; e a monitora de ciências Raquel Klein Paulsen que me acompanharam e me assessoraram em minha prática de ensino. A professora Dra. Rochele de Quadros Loguercio pelas disciplinas Teorias Curriculares e Trajetórias Filosóficas e Sociológicas da Educação em Ciências que fizeram me aprofundar na compreensão da construção social do conhecimento científico, a problematizar e complexificar a educação em ciências.

RESUMO

Atualmente o que se verifica é que o ensino de Ciências, de um modo geral, tem priorizado essencialmente a aprendizagem de conceitos, em detrimento de uma compreensão mais ampla da ciência. Ao observar o sistema de ensino brasileiro, é possível perceber que a escola não acompanhou os avanços e o desenvolvimento do mundo atual priorizando o acúmulo, a memorização e a repetição dos conteúdos. Isso porque a educação vem se desenvolvendo de forma totalmente descontextualizada da realidade do mundo, através de um sistema educacional muito influenciado pelas teorias curriculares tradicionais. O currículo escolar tem reforçado as relações de poder existentes em um sistema hierárquico de autoridade que prioriza uma minoria da classe dominante sem considerar uma educação e uma cultura para diversidade. A escola tem silenciado as tensões existentes dentro da sala de aula, de modo que é um número cada vez maior de estudantes que ficam a margem do ensino, não sendo protagonistas de seu processo de aprendizagem. Os estudantes não tem percebido a escola como um espaço do qual façam parte e, como consequência, assiste-se um aumento dos números de reprovação e evasão escolar. Fazendo parte desse contexto da educação escolar brasileira, está o ensino escolar de ciências, com o agravante de ser uma área do conhecimento científico com um *status* que a define, aumentando ainda mais esse abismo. Muitos estudos tem demonstrado que o ensino atual transmite visões da ciência que não refletem como se constroem e evoluem os conhecimentos científicos, excluindo uma parcela da sociedade de suas concepções e de seus procedimentos. A Ciência possui um *status* de verdade que a define devido principalmente a uma concepção amplamente difundida de que o conhecimento científico é o conhecimento confiável porque é o conhecimento provado objetivamente. Essa visão da Ciência tem sido amplamente aceita, transposta aos programas curriculares brasileiros sem as ressignificações necessárias e transmitida nas escolas e sem a contextualização com a realidade dos estudantes. Embora muito se discuta nos cursos de formação de professores, o que se observa é a reprodução desse sistema educacional nas escolas. O primeiro motivo para esse pensamento comum é a influência de uma formação ambiental que reflete aulas experimentadas e modelos vivenciados como algo natural que passam a ser incorporados pelo professor em formação, constituindo-se como verdadeiro obstáculo as práticas educativas. O outro fator se refere à orientação dos cursos de licenciatura em ciências naturais que correspondem à soma de uma formação científica básica e de uma preparação pedagógica geral. Assim a Alfabetização Científica (AC) tem sido considerada como uma alternativa que privilegia não só um maior compromisso com o ensino de ciências, mas também um maior compromisso com a formação de professores. A AC não diz respeito somente ao processo de saber ler e escrever em uma linguagem científica, mas muito mais do que isso, busca desenvolver habilidades nos sujeitos de modo que os tornem capazes de refletir sobre questões científicas nas mais diversas áreas de sua vida, auxiliando-os na tomada de decisões e em seu posicionamento crítico. Essa foi uma pesquisa qualitativa em que foi utilizado como método o estudo de caso, pois investigou a Alfabetização Científica de doze estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas e a sua influência na seleção e produção de materiais didáticos. Como ferramentas de análise foi utilizada a aplicação de dois questionários abertos e de um teste embasado no Test of Basic Scientific Literacy (TBSL). Os questionários e os materiais didáticos foram analisados através da abordagem metodológica de análise de conteúdo com o auxílio do software QSR International NVivo 10. Esse estudo se dedicou a verificar a influência da AC dos estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas nos materiais didáticos que produziram ao longo da disciplina de Estágio de Docências em Ciências no primeiro semestre de 2013. Embora alfabetizados cientificamente, os estudantes não conseguiram transpor essa alfabetização para os materiais didáticos. Isso porque muito provavelmente esses estudantes trazem consigo concepções de ensino e da ciência que acabam influenciando sua prática docente. Ressalta-se assim a importância da AC no contexto de formação inicial de professores para um ensino de ciências que ultrapasse o conceitual, contribuindo para o desenvolvimento da educação científica para a cidadania. A pesquisa também possibilitou uma reflexão sobre a importância da discussão por parte dos professores em formação a propósito das implicações de suas concepções deformadas em relação ao ensino e a ciência. Estas questões podem estar contribuindo para uma postura de transmissão passiva de informações, influenciando a educação científica, que sem uma reflexão em relação aos contextos sociais e históricos que influíram em sua

origem e constituição, perde o sentido social e cultural do fazer científico. Para superar essa realidade propomos um currículo para a formação de professores que tenha como perspectiva as três dimensões da AC.

ABSTRACT

Currently what is happening is that the teaching of science, in general, has essentially prioritized the learning of concepts, rather than a broader understanding of science. By observing the Brazilian education system, it can be seen that the school did not follow the progress and the development of today's world prioritizing the accumulation, memorization and repetition of content. This is because education has been developing in a completely decontextualized form of the reality of the world through an educational system heavily influenced by traditional curriculum theories. The school curriculum has enhanced the existing power relationships in a hierarchical system of authority that prioritizes a minority of the ruling class without considering an education and a culture for diversity. The school has muted the tensions within the classroom, so that an increasing number of students are on the margin of education, not being protagonists of their learning process. Students have not noticed the school as a space from which to part and as a consequence, we are seeing an increase in disapproval numbers and truancy. As part of this context of Brazilian education is the school teaching of science, with the aggravation of being an area of scientific knowledge with a status that defines it, further increasing this abyss. Many studies have shown that the current teaching conveys visions of science that does not reflect how are constructed and developed scientific knowledge, excluding a portion of their conceptions of society and its procedures. Science has a real status that defines mainly due to a widespread view that scientific knowledge is reliable knowledge because it is objectively proven knowledge. This view of science has been widely accepted, transposed to the Brazilian curricular programs without the necessary reinterpretation and transmitted in schools and without context with the reality of students. While much is discussed in teacher training courses, what is observed is the reproduction of educational system in schools. The first reason for this common thought is the influence of an environmental training that reflects experienced lessons and models experienced as something natural which are incorporated by teacher training, establishing itself as real obstacle educational practices. The other factor refers to the orientation of the degree courses in natural sciences that are the sum of a basic scientific training and a general psycho-pedagogical preparation. So the Scientific Literacy (AC) has been considered as an alternative that favors not only a greater commitment to science education, but also a greater commitment to teacher training. The AC is not just about the process of reading and writing in a scientific language, but more than that, seeks to develop skills in the subjects so that enable them to reflect on scientific issues in several areas of your life, helping -The decision-making and in its critical position. This was a qualitative research method that was used as a case study because it investigated the Scientific Literacy twelve students of Biological Sciences Degree and their influence in the selection and production of teaching materials. As analysis tool was used to apply two open questionnaires and a grounded pattern of the Basic Test Scientific Literacy (TBSL). The questionnaires and teaching materials were analyzed through the methodological approach of content analysis software with the aid of QSR International NVivo 10. This study was dedicated to verify the influence of the AC of Biological Sciences Degree students in teaching materials that have produced over the discipline of Docências stage in science in the first half of 2013. Although scientifically literate, students failed to transpose that literacy learning materials. That's because most likely these students bring with them conceptions of education and science that ultimately influence their teaching practice. It is emphasized as well the importance of AC in the context of initial

training teachers for science education that goes beyond the conceptual, contributing to the development of science education for citizenship. The survey also allowed a reflection on the importance of discussion by teachers in training the purpose of the implications that their distorted ideas about teaching and science. These issues may be contributing to an attitude of passive transmission of information, influencing science education, which no reflection regarding the social and historical contexts that influenced in their origin and constitution, loses the social and cultural meaning of scientific work. To overcome this situation we propose a curriculum for teacher education that has as its perspective the three dimensions of AC.

Maternidade

A certeza de amor incondicional...
A plenitude da luz sem sombras...
A compreensão às vezes incompreendida...
A companhia na solidão infinita...
A alegria incontida mesmo nas lágrimas...
A felicidade multiplicada e infinita...
O meu EU fora de mim...
Permito-me: A perfeição divina oferecida aos homens.

André del Roso Guirronda

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	13
INTRODUÇÃO.....	14
Trabalhos preliminares I.....	21
Um estudo sobre a Alfabetização Científica na formação de estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas.....	21
Trabalhos preliminares II.....	25
A influência da Alfabetização Científica na formação de licenciandos em Ciências Biológicas	25
Artigo I	30
A Alfabetização Científica de estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas: um estudo de caso no contexto da formação inicial de professores.....	30
Artigo II.....	39
A Alfabetização Científica de estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas e sua influência na produção de materiais didáticos	39
Artigo III.....	56
Concepções sobre o ensino e a ciência: uma análise sobre a formação inicial de professores	56
CONCLUSÃO GERAL	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXO I.....	76
ANEXO II	77
ANEXO III.....	79

APRESENTAÇÃO

Essa pesquisa de mestrado integra a linha de pesquisa Educação Científica: processos de ensino e aprendizagem na escola, na universidade e no laboratório de pesquisa e está relacionada aos estudos relativos ao campo da didática das ciências que envolvem investigação dos problemas do ensino e da aprendizagem das ciências, referenciados nos saberes da ciência, da filosofia, da história da ciência e das ciências da educação.

A dissertação está organizada em uma estrutura que buscou contemplar o desenvolvimento cronológico da pesquisa. Composta por uma breve introdução, seguida de dois resumos expandidos apresentados no formato de pôster em eventos relacionados à pesquisa em educação e três artigos submetidos a eventos e a periódicos relacionados às áreas que a pesquisa contempla. A introdução aborda a temática do objeto de pesquisa: a Alfabetização Científica dos estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas e a sua influência na produção e seleção dos materiais didáticos.

O primeiro trabalho intitulado “Um estudo sobre a Alfabetização Científica na formação de estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas” é um resumo expandido apresentado no formato pôster no III Seminário Internacional de Educação em Ciências (SINTEC) realizado em Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil, em outubro de 2014. O segundo trabalho intitulado “A influência da Alfabetização Científica na formação de licenciandos em Ciências Biológicas” é um resumo expandido apresentado no formato pôster no XVII Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino (ENDIPE) realizado em Fortaleza, Ceará, Brasil, em novembro de 2014. O primeiro artigo intitulado “A Alfabetização Científica de estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas: um estudo de caso no contexto da formação inicial de professores” constitui-se em uma pesquisa prévia a partir de análise de uma parte dos dados e foi apresentado no X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), ocorrido em Água de Lindóia, São Paulo, Brasil, em novembro de 2015. O segundo artigo intitulado “A Alfabetização Científica de estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas e sua influência na produção de materiais didáticos” é o principal artigo da pesquisa e foi submetido para a revista *Ciência & Educação* em dezembro de 2015. O terceiro artigo intitulado “Concepções sobre o ensino e a ciência: uma análise sobre a formação inicial de professores” não estava previsto no projeto inicial da pesquisa, entretanto constitui um achado que estabeleceu uma nova percepção dos resultados da pesquisa.

Retomam-se ao final, a partir das discussões dos trabalhos desenvolvidos ao longo da pesquisa, em uma conclusão geral, as ideias principais que expressam o conhecimento inédito que esta dissertação produziu. Segue-se enfim, as referências bibliográficas que embasaram a pesquisa e os anexos onde estão presentes os dois questionários (Anexos I e II) e o teste embasado no “Test of Basic Scientific Literacy” (TBSL) (Anexo III).

INTRODUÇÃO

Atualmente o que se observa nas escolas, de modo geral, é que o ensino de ciências prioriza essencialmente a aprendizagem de conceitos, em detrimento da compreensão da ciência em suas diferentes dimensões. O indivíduo que não compreende termos científicos básicos, de acordo com Miller (1983, p. 38-39, tradução nossa), dificilmente terá possibilidade de participar de discussão pública dos resultados científicos ou questões de política pública pertencentes à ciência e tecnologia. Segundo ele, um mínimo de vocabulário científico é necessário para ser alfabetizado cientificamente. De fato, é importante que nossos estudantes saiam da escola com um vocabulário científico básico para compreenderem questões relacionadas às ciências e às tecnologias; mas mais do que isso se torna necessário uma contextualização do ensino de ciências com a vida em sociedade e principalmente um maior protagonismo dos estudantes em seu processo de aprendizagem.

A cada dia se percebem os avanços das ciências e tecnologias em áreas diversas (como por exemplo, saúde, alimentação, transporte, etc.), financiados por empresas privadas ou, na maioria das vezes, por órgãos de fomento públicos. Torna-se imprescindível, portanto, a compreensão dos impactos das ciências e das tecnologias para a sociedade, uma vez que é ela quem financia em parte as pesquisas científicas e tecnológicas. Como a ciência torna-se cada vez mais dependente do apoio público e como a regulação pública atinge mais profundamente a conduta da pesquisa científica, indubitavelmente aumentará a frequência e a importância de questões políticas científicas na agenda nacional (MILLER, 1983, p. 40, tradução nossa).

Mas para que a população em geral consiga se posicionar em relação aos avanços científicos e tecnológicos é preciso também que compreenda os processos dos estudos científicos e que consiga diferenciar aquilo que pode ser considerado científico daquilo que não é ciência. Assim, para ser considerado alfabetizado cientificamente o estudante deve ter:

“[...] conhecimento de alguns dos principais esquemas conceituais (teorias) que formam os fundamentos da ciência, como elas foram obtidas, e por que eles são amplamente aceitos, como a ciência alcança a ordem a partir de um universo aleatório, e do papel de experimentação na ciência. Este indivíduo também aprecia os elementos da investigação científica, a importância do questionamento adequada, de raciocínio analítico e dedutivo, de processos de pensamento lógico, e de confiança na evidência objetiva” (SHAMOS, 1995, p. 89).

O termo “*scientific literacy*” foi cunhado por volta de 1950, e muito provavelmente foi impresso a primeira vez em 1958, quando Paul Hurd utilizou em uma publicação intitulada “*Scientific Literacy: Its Meaning for American Schools*”, discutindo a

respeito da observação da ciência, a natureza da ciência, a ciência do conhecimento e como todos estes se combinam para resolver problemas do mundo real (LAUGKSCH, 2000, p. 72, tradução nossa; SASSERON e CARVALHO, 2011, p. 61; PENICK, 1998, p. 92).

Já havia, entretanto, uma preocupação a respeito do desenvolvimento científico e tecnológico anterior à Segunda Guerra Mundial. Com o fim da guerra e o surgimento de duas potências políticas e econômicas – Estados Unidos e União Soviética – incentivou ainda mais a busca pelo desenvolvimento científico e tecnológico através do que se conhece como corrida espacial no contexto da Guerra Fria. O ímpeto pelo interesse na Alfabetização Científica durante o final da década de 1950 provavelmente teve relação com a preocupação da comunidade científica norte-americana sobre o apoio do público para a ciência, a fim de responder ao lançamento do Sputnik soviético (LAUGKSCH, 2000, p. 72, tradução nossa). Houve, por parte dos Estados Unidos, uma corrida para apressar a formação dos cientistas, o que levou à elaboração de projetos curriculares com ênfase na vivência do método científico, visado desenvolver nos jovens o espírito científico (KRASILCHIK, 1987 apud SANTOS, 2007, p. 477).

No final dos anos 1970 e início dos anos 1980, os Estados Unidos estava enfrentando duas importantes mudanças. A primeira está relacionada à emergência do poder econômico do Japão e outros países da costa do Pacífico (isto é, Coreia do Sul, Singapura, Taiwan, etc.) e a crença geral que a competitividade econômica internacional da América – e assim sua liderança industrial – estava em declínio (LAUGKSCH, 2000, p. 73, tradução nossa). A segunda mudança estava relacionada ao declínio da base da pesquisa em ciência e engenharia nos EUA (BLOCH, 1986 apud LAUGKSCH, 2000, p. 73, tradução nossa), e à má posição dos EUA em comparações internacionais de desempenho em ciências (American Association for the Advancement of Science, 1989; WIRSZUP, 1983/84 apud LAUGKSCH, 2000, p. 73, tradução nossa). Assim, devido a ameaças percebidas para a competitividade da economia dos Estados Unidos e da crise que a educação científica americana se encontrava, ressurgiu o interesse em Alfabetização Científica e o seu desenvolvimento no início dos anos 1980 (PREWITT, 1983; GRAUBARD, 1983 apud LAUGKSCH, 2000, p. 73, tradução nossa).

Concomitante a essas mudanças no contexto econômico e científico nos Estados Unidos, começou a emergir uma preocupação da educação científica voltada às questões ambientais:

“[...] com o agravamento de problemas ambientais, começou a surgir uma preocupação dos educadores em ciências por uma educação científica que levasse

em conta os aspectos sociais relacionados ao modelo de desenvolvimento científico e tecnológico. Foi assim que começaram a surgir em diversos países, no final dos anos de 1970 e no início da década seguinte, propostas curriculares para a educação básica com ênfase nas inter-relações ciência-tecnologia-sociedade (CTS) (WAKS, 1990; YAGER & ROY, 1993 apud SANTOS, 2007, p. 477). Esses currículos apresentavam o conteúdo de ciências da natureza com enfoque nas ciências sociais. Tais propostas tinham uma perspectiva marcadamente ambientalista, apresentando uma visão crítica ao modelo de desenvolvimento; por isso, alguns a identificaram como ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA)” (SANTOS, 2007, p. 477).

Atualmente, tem-se aumentado a preocupação do ensino de Ciências relacionado ao desenvolvimento e promoção da Alfabetização Científica. Assim, nos recentes anos, declarações políticas relacionadas à educação científica têm apresentado frequentes referências à Alfabetização Científica como objetivo no ensino das Ciências (ATKIN & HELMS, 1993; JENKINS, 1992 apud LAUGKSCH, 2000, p. 73, tradução nossa).

Ao estudar a literatura estrangeira relacionada à Didática das Ciências, devido a traduções para a língua portuguesa de pesquisas e estudos sobre o ensino de Ciências focalizando a Alfabetização Científica como possibilidade, Sasseron e Carvalho (2011, p. 59) perceberam uma variação no uso do termo *scientific literacy*. Segundo as pesquisadoras, devido à pluralidade semântica, encontramos hoje em dia, na literatura nacional sobre o ensino de Ciências, autores que utilizam a expressão “Letramento Científico”, “Alfabetização Científica” e também aqueles que usam a expressão “Enculturação Científica” para designarem o objetivo desse ensino de Ciências que “almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida” (SASSERON e CARVALHO, 2011, p. 60). Apesar de cada expressão ser utilizada com uma abordagem em referenciais teóricos diferenciados, a preocupação com o ensino de Ciências voltado para a “formação cidadã dos estudantes para ação e atuação em sociedade” (SASSERON e CARVALHO, 2011, p. 59 - 60) ainda permanece a mesma. Ainda que haja muita discussão em torno do termo alfabetização, utilizamos o termo “Alfabetização Científica”, assim como Sasseron e Carvalho (2011, p. 61), embasadas na concepção de alfabetização de Paulo Freire:

“... A alfabetização é mais do que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. (...) Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto” (FREIRE, 1980, p. 111 apud SASSERON E CARVALHO, 2011, p. 61).

A Alfabetização Científica não diz respeito somente ao processo de saber ler e escrever em uma linguagem científica. Muito mais do que isso, busca desenvolver habilidades nos sujeitos de modo que os tornem capazes de refletir sobre questões científicas nas mais diversas áreas de sua vida, auxiliando-os na tomada de decisões e no posicionamento crítico.

Assim, não cabe mais ao ensino escolar de ciências o ensino apenas de conceitos e fórmulas sem a devida articulação com o cotidiano dos estudantes. É preciso ir além, buscar uma formação mais integrada à realidade e profundamente relacionada à vida em sociedade. Neste sentido, promover a Alfabetização Científica, através do desenvolvimento de uma compreensão mais ampla da Ciência, contextualizada na complexa realidade que nos rodeia, pode ser considerado como uma alternativa que privilegia não só um maior compromisso com o ensino de ciências, mas também um maior compromisso com a formação de professores.

Entretanto, para considerarmos as potencialidades da Alfabetização Científica para o ensino de ciências, precisamos entender os motivos pelos quais a educação escolar, geralmente, prioriza ainda o ensino da linguagem científica sem contextualizar o conhecimento científico à realidade e ao contexto social dos estudantes. Assim se torna necessário compreender um panorama geral da educação escolar brasileira, mas mais especificamente do ensino escolar de ciências, e o contexto dos cursos de formação de professores.

Ao observar o sistema de ensino brasileiro, é possível perceber que a escola não acompanhou os avanços e o desenvolvimento do mundo atual, de modo que ela ainda é a mesma do início do século passado. Isso porque a educação, de maneira geral, vem se desenvolvendo de forma totalmente descontextualizada da realidade do mundo, através de um sistema educacional muito influenciado pelas teorias curriculares tradicionais e pela formação ainda voltada para o mercado de trabalho, não favorecendo as aprendizagens discentes. Embora ao longo dos anos tenham surgido diferentes propostas curriculares, é possível observar nas escolas que o ensino, tem sido centrado principalmente no professor e pautado no acúmulo, na repetição e na memorização dos conteúdos.

No início do século passado, uma verdadeira revolução nos processos produtivos passou a influenciar não somente toda a organização do trabalho, como também o sistema educativo. O surgimento do taylorismo e do fordismo como modalidades da organização do trabalho refletem aquilo que Santomé (1998, p. 11) refere como “políticas trabalhistas de desqualificação”. Os dois sistemas de produção implicavam conseqüentemente a “desapropriação de conhecimentos e destrezas dos trabalhadores”, sem que esses tivessem “direito a tomada de decisões nos processos produtivos”; ao mesmo tempo em que visavam à produção em massa, ou seja, a produção em larga escala em menos tempo (SANTOMÉ, 1998, p. 12). Acontece que “este processo de desqualificação e atomização de tarefas ocorrido no âmbito da produção e da distribuição também foi reproduzido no interior dos sistemas

educacionais” (SANTOMÉ, 1998, p. 13). Foi nesse cenário de massificação da classe operária em que surgiram as teorias curriculares tradicionais que propunham um sistema educacional baseado nas habilidades necessárias para exercer as atividades profissionais (SILVA, 2009, p. 23).

Ainda muito influenciado pelas teorias curriculares tradicionais, o sistema de ensino brasileiro “reforça os sistemas piramidais e hierárquicos de autoridade” (SANTOMÉ, 1998, p. 12). Mais do que a formação voltada para o trabalho, conseguimos perceber na escola “as relações de poder” (FOUCAULT, 1979) existentes em um sistema hierárquico de autoridade que prioriza uma minoria da classe dominante não levando em consideração a educação e a cultura para diversidade. O currículo escolar tem silenciado as tensões existentes dentro da sala de aula, de modo que um número cada vez maior de estudantes fica à margem do sistema de ensino brasileiro, não sendo protagonistas de seu processo de aprendizagem. Os estudantes não percebem a escola como um espaço do qual façam parte e, como consequência, assiste-se um aumento dos números de reprovação e evasão escolar.

Fazendo parte desse contexto da educação escolar brasileira, está o ensino de ciências, com o agravante de ser uma área do conhecimento com um *status* de verdade que a define. Esse *status* de verdade se deve principalmente a uma concepção da ciência amplamente difundida de que “o conhecimento científico é o conhecimento confiável porque é o conhecimento provado objetivamente” (CHALMERS, 1993, p. 18). Entretanto, essa compreensão de ciência não se sustenta mais de forma que há muito tempo estudiosos e filósofos da ciência tentam desmitificar o *status* de verdade da ciência. Entre eles, Bachelard (1996, p. 14) invalida a categoria de verdade da ciência abolindo a ideia de ciência universal e estável: “para confirmar cientificamente a verdade é preciso confrontá-la com vários e diferentes pontos de vista”. Desse modo a ciência passa a ser uma construção coletiva da realidade.

Colaborando com o *status* de verdade atribuído à Ciência está a linguagem particular da própria ciência. A linguagem científica por meio de suas nomenclaturas, gráficos e fórmulas revela também as “relações de poder” tão discutidas por Foucault (1979). Como a ciência não tinha na sua origem espaço para crenças, opiniões ou percepções pessoais, a sua linguagem acabou rompendo com o senso comum e se diferenciando da linguagem cotidiana. A linguagem científica é um gênero de discurso que foi construído por cientistas em sua prática (MORTIMER, 1998 apud SANTOS, 2007, p. 484) exigindo um nível de abstração que não permite que a ciência seja compreendida por todos. A ciência, pois, através de sua

linguagem, acaba por reforçar o sistema hierárquico de autoridade, excluindo uma parcela da sociedade de suas concepções e de seus procedimentos.

A compreensão de ciência de que o conhecimento científico deriva de hipóteses que são testadas e comprovadas seguindo um método científico, que prima pelo rigor e pela objetividade da obtenção dos dados a partir da observação e experimentação, embora tenha surgido como “consequência da Revolução Científica ainda no século XVII” (CHALMERS, 1993, p. 18) perdura até os dias atuais. De acordo com Bachelard (1983, p. 16) é essa ciência experimental que ainda ensinamos aos nossos filhos: pesar, medir, contar; desconfiar do abstrato; ver para compreender, tal é o ideal dessa estranha pedagogia. E é essa concepção e essa linguagem da ciência que tem sido transposta aos programas curriculares brasileiros sem as ressignificações necessárias e sem a contextualização com a realidade dos estudantes. Deste modo, o ensino escolar de ciências, ao priorizar o ensino de teorias e conceitos científicos, de maneira geral, vem sendo desenvolvido de forma totalmente descontextualizada, por meio da resolução ritualística de exercícios e problemas escolares que não requerem uma compreensão conceitual mais ampla (SANTOS, 2007, p. 486).

“A escola tradicionalmente não vem ensinando a os estudantes a fazer a leitura da linguagem científica e muito menos a fazer uso da argumentação científica. O ensino de ciências tem-se limitado a um processo de memorização de vocábulos, de sistemas classificatórios e de fórmulas por meio de estratégias didáticas em que os estudantes aprendem os termos científicos, mas não são capazes de extrair o significado de sua linguagem” (SANTOS, 2007, p. 484).

Embora muito se discuta nos cursos de formação de professores sobre esse contexto da educação escolar brasileira e, no caso das licenciaturas em ciências naturais, sobre o contexto do ensino de ciências, o que se observa de um modo geral é a reprodução desse sistema de ensino tradicional nas escolas. Um dos motivos não é tanto a falta de conhecimentos “psico-sócio-pedagógicos” (PÉREZ, 1982; CARVALHO, 1993 apud MALUCELLI, 2007, p. 115), mas a falta da mobilização desses conhecimentos em sua prática dentro de sala de aula, de modo que os professores em formação acabam reproduzindo modelos vivenciados ao longo de suas trajetórias, tanto acadêmicas quanto escolares.

“Um dos principais problemas da formação de professores não é tanto o desenvolvimento do conhecimento dos estudantes, das aulas e da natureza do processo educativo, e sim como facilitar aos professores em formação a integração destes conhecimentos dentro de sua própria prática” (CARVALHO, 1993 apud MALUCELLI, 2007, p. 115).

Outro motivo que pode estar colaborando para manter a estrutura de um ensino tradicional, agora específico ao caso das licenciaturas em ciências naturais, é a falta de integração entre as disciplinas relacionadas à formação científica e as disciplinas relacionadas à educação de uma maneira geral. Para Malucelli (2007, p. 114), “o resultado dessa formação

pode ser interpretado como expressão de uma imagem espontânea do ensino, concebido como algo essencialmente simples, para o qual basta um bom conhecimento da matéria, algo de prática e alguns complementos psicopedagógicos”. Desse modo, a autora ainda defende a necessidade de não se dissociar a reflexão sobre currículo e sobre formação do professor da luta pela transformação das circunstâncias, que vêm impedindo que ideias e teorias já formuladas se materializem nas salas de aula de nossas escolas e universidades (MALUCELLI, 2007, p. 116).

Dentre os aspectos relacionados à formação docente ressaltados no artigo, Santos (2007) discute a importância da produção do material didático pelo professor em formação. A produção de material didático como forma de facilitar o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos tem fundamental importância na formação de professores, uma vez que exige o planejamento, a pesquisa e a organização de recursos didáticos acerca de temáticas e conceitos. A produção de materiais didáticos alternativos elaborados com a participação do professor em formação; que ao se envolver com novas propostas, refletir sobre suas concepções relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem e sobre a mudança da qual faz parte; de acordo com Santos (2007, p. 2), tem proporcionado uma nova perspectiva ao trabalho docente.

Assim surgem, de forma geral, alguns questionamentos que fundamentaram esta pesquisa: os estudantes de licenciatura de um curso constituído de saber científico podem ser considerados alfabetizados cientificamente? Sendo considerados alfabetizados cientificamente, esses estudantes conseguem transpor suas habilidades para o material didático e para suas práticas pedagógicas? Partindo do pressuposto de que a Alfabetização Científica, através de suas três dimensões, amplia o conhecimento dos conceitos e teorias, desenvolve um maior conhecimento sobre as ciências e transpõe as ciências para a realidade, seria possível que, ao transcender o conhecimento científico conceitual, o desenvolvimento da Alfabetização Científica poderia contribuir de forma positiva para a educação em geral, auxiliando na formação de uma sociedade mais crítica e consciente?

Sendo assim, o objetivo geral desta investigação foi verificar a Alfabetização Científica de um grupo de estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas e analisar a influência desta na produção de materiais didáticos durante a disciplina de Estágio de Docência em Ciências. Também investigamos a compreensão que esses estudantes tinham a respeito do papel do ensino de Ciências para a educação e para a sociedade.

Trabalhos preliminares I

Um estudo sobre a Alfabetização Científica na formação de estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas

Resumo expandido do trabalho apresentado no formato pôster e presente nos anais do III Seminário Internacional de Educação em Ciências (SINTEC), ISSN 2358-7776, realizado em Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil, entre 22 a 24 de outubro de 2014.

UM ESTUDO SOBRE A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA FORMAÇÃO DE ESTUDANTES DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Amanda Muliterno Domingues Lourenço de Lima¹
Rosane Nunes Garcia²

Eixo Temático: Formação de Professores no ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias.

Palavras-chave: Alfabetização Científica. Formação inicial de professores. Ensino de Ciências.

Atualmente, de um modo geral, é possível observar nas escolas, que as metodologias adotadas são principalmente centradas no professor e pautadas no acúmulo, na repetição e na memorização dos conteúdos. Isso não favorece as aprendizagens discentes sobre as temáticas abordadas em sala de aula, ou fora dela, e acabam por reforçar o método tradicional de ensino. O ensino escolar de Ciências tem sido limitado a um processo tradicional, privilegiando a memorização de nomes científicos, de sistemas classificatórios e de fórmulas por meio de estratégias didáticas em que os estudantes aprendem os termos científicos, mas não são capazes de compreender o significado de sua linguagem (SANTOS, 2007).

Neste sentido, trabalhar um ensino que desenvolva a Alfabetização Científica pode ser considerado como uma alternativa que privilegia um maior compromisso do ensino com o desenvolvimento de uma compreensão mais ampla da Ciência, uma vez que almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e o uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida (SASSERON e CARVALHO, 2011). Mas qual a explicação para o fato dos modelos tradicionais de ensino, principalmente nas áreas relacionadas às Ciências da Natureza, ainda permanecerem no nosso contexto escolar? Os processos de formação inicial de professores favorecem a formação de qual tipo de educadores? Para tentar responder a estes questionamentos, realizamos esta pesquisa que tem como objetivo geral verificar o nível de alfabetização científica em estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas, investigar a compreensão que esses estudantes têm do ensino de

¹ Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – amanda.domingues@ufrgs.br

² Colégio de Aplicação (CAp) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – rosane.garcia@ufrgs.br

Ciências enquanto futuros professores e de sua formação enquanto licenciandos em Ciências Biológicas.

Utilizamos o “Test of Basic Scientific Literacy” (TBSL) desenvolvido por Laugksch e Spargo (1996) para verificar os níveis de Alfabetização científica de doze estudantes da disciplina de Estágio de Docência em Ciências do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, no primeiro semestre de 2013. O TBSL é um teste composto por 110 itens, com formato “verdadeiro – falso”, divididos em três subtestes correspondentes às três dimensões da Alfabetização Científica propostas por Miller (1983): são 72 itens correspondentes ao Conteúdo da Ciência (SCKST), 22 itens relacionados à Natureza da Ciência (NSST) e 16 itens referentes ao Impacto da Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade (ISTSST). Para avaliar a compreensão que esses estudantes têm do ensino de Ciências e de sua formação enquanto licenciandos em Ciências Biológicas foi construído um questionário aberto. As respostas desse questionário foram investigadas através da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011).

O resultado do TBSL revelou que onze estudantes são alfabetizados cientificamente. Apenas um estudante não indicava ser alfabetizado cientificamente, apresentando acertos abaixo do indicado no subteste correspondente ao entendimento dos impactos das ciências e suas tecnologias. O que se pode observar nas respostas do questionário aberto é que poucos estudantes escolhem Licenciatura pelo desejo de ser professor e/ou porque gostam de Ciências e/ou Biologia. A grande maioria dos estudantes ainda durante sua formação escolhe outras áreas - que não as relacionadas à educação - para estágios, monitorias e iniciação científica; sendo que a prática docente fica quase que restrita às disciplinas de Estágio Docente em Ciências e Biologia.

Embora os nossos resultados demonstrem que a maioria dos estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas é alfabetizada cientificamente segundo o TBSL, evidencia-se pouco dessa Alfabetização Científica no final da sua formação ou em sua prática docente. O que se observa é que a formação inicial de professores de Ciências tem replicado as metodologias de ensino tradicional. Os estudantes de licenciatura têm focado no ensino de palavras e conceitos científicos sem aprofundar discussões relacionadas à natureza da ciência e ao impacto da ciência e tecnologia sobre a sociedade. De acordo com Malucelli (2007) a formação dos professores tem se constituído em um modelo somatório de saberes acadêmicos, como base da formação dos professores de Ciências e Biologia; e tem como principal obstáculo à falta de integração dos princípios teóricos estudados nos cursos de educação com

a prática docente. Os licenciandos são aprendizes que estão ativamente construindo visões sobre ensino e aprendizagem, baseadas nas experiências pessoais desenvolvidas durante o estágio, e que são fortemente influenciadas pelas concepções, percepções, atributos e habilidades previamente construídas e trazidas para o curso, tanto sobre o conteúdo do curso, quanto sobre a natureza e o propósito da aprendizagem e do ensino (FREITAS e VILLANI, 2002).

Acreditamos que para modificar a realidade do ensino de Ciências e melhorar os níveis de Alfabetização Científica dos cidadãos é necessário um processo de mudança importante nos currículos das licenciaturas, privilegiando um ensino mais contextualizado, interdisciplinar e que proporcione o desenvolvimento de uma visão mais ampla da Ciência, para além do entendimento de conceitos.

Referências:

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011. 279 p.

FREITAS, D.; VILLANI, A. Formação de professores de ciências: um desafio sem limites. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 215-230, 2002. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>>. Acesso em: 10 de julho de 2007.

LAUGKSCH, R. C.; SPARGO, P. E. Construction of a paper-and-pencil test of basic scientific literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. *Public Understanding of Science*, v. 5, p. 331-359, 1996.

MALUCELLI, V. M. B. Formação dos professores de Ciências e Biologia: reflexões sobre os conhecimentos necessários a uma prática de qualidade. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/BS?dd1=1909&dd99=pdf>>. Acesso em: 10 de julho de 2007.

MILLER, J. D. *Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review*. The MIT Press, v. 112, n. 2, p.29-48, 1983.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 36, p. 474-550, set./dez. 2007.

SASSERON, L. H., CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: Uma Revisão Bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, p. 59-77, 2011.

Trabalhos preliminares II

A influência da Alfabetização Científica na formação de licenciandos em Ciências Biológicas

Resumo expandido do trabalho apresentado no formato pôster e publicado nos anais do XVII Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino (ENDIPE), ISBN 978-85-7826-226-6, realizado em Fortaleza, Ceará, Brasil, entre 11 e 14 novembro de 2014.

A INFLUÊNCIA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA FORMAÇÃO DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Amanda Muliterno Domingues Lourenço de Lima; Rosane Nunes Garcia, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

amanda.domingues@ufrgs.br

Frequentemente observamos que o ensino de Ciências tem sido trabalhado nas escolas de forma que não tem favorecido as aprendizagens discentes, limitando-se a processos de acúmulo, repetição e memorização de conteúdos. Neste sentido, a Alfabetização Científica tem sido considerada como alternativa que privilegia um maior compromisso do ensino de Ciências. Entendemos que a formação docente está diretamente relacionada a essas questões e é preciso fazer uma reflexão que envolva os cursos de Licenciatura. Esta pesquisa teve como objetivos verificar o nível de Alfabetização Científica em estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, bem como investigar a compreensão que esses estudantes têm da influência da Alfabetização Científica no ensino de Ciências e em sua formação. Utilizamos o “Test of Basic Scientific Literacy” (TBSL) desenvolvido por Laugksch e Spargo (1996) para verificar os níveis de Alfabetização Científica de doze estudantes da disciplina de Estágio de Docência em Ciências no primeiro semestre de 2013. Para avaliar a influência da Alfabetização Científica na formação dos licenciandos, foi utilizado um questionário aberto construído com base em habilidades descritas na literatura como necessárias para classificar um indivíduo como alfabetizado cientificamente. O resultado do TBSL revelou que onze estudantes são considerados alfabetizados cientificamente. Apenas um não pode ser considerado alfabetizado cientificamente, apresentando acertos abaixo do indicado em um dos subtestes. Dois estudantes, apesar de serem considerados alfabetizados cientificamente, expressam uma concepção do ensino de ciências profundamente relacionada apenas aos conteúdos. Entretanto, a análise das respostas do questionário indicou que há uma tendência da influência da Alfabetização Científica na formação dos licenciandos em Ciências Biológicas. Inserir estudos sobre Alfabetização Científica ao longo da formação inicial dos licenciandos poderia auxiliá-los na conscientização de seu papel no ensino de Ciências, favorecendo a construção de práticas pedagógicas que superem um ensino predominantemente conceitual.

Palavras-chave: Alfabetização Científica, formação inicial de professores, ensino de Ciências.

Problemática anunciada e desenvolvida

Atualmente, é possível observar nas escolas que o ensino de ciências, de um modo geral, tem sido centrado principalmente no professor e pautado no acúmulo, na repetição e na memorização dos conteúdos, não favorecendo as aprendizagens discentes sobre as temáticas abordadas em sala de aula, ou fora dela. O ensino escolar de Ciências tem sido limitado a um processo de memorização de nomes científicos, de sistemas classificatórios e de fórmulas por

meio de estratégias didáticas em que os estudantes aprendem os termos científicos, mas não são capazes de compreender o significado de sua linguagem (Santos, 2007). Neste sentido, trabalhar um ensino que desenvolva a Alfabetização Científica pode ser considerado como uma alternativa que privilegie um maior compromisso do ensino com o desenvolvimento de uma compreensão mais ampla da Ciência. Por ser um conceito complexo, a Alfabetização Científica é vista por alguns estudiosos como possuindo vieses distintos e necessários de serem observados para que seja compreendida. Devido à pluralidade semântica, encontramos na literatura as expressões Letramento Científico, Alfabetização Científica e Enculturação Científica para designarem o objetivo desse ensino de Ciências que almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e o uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida (Sasseron e Carvalho, 2011). Utilizamos a expressão Alfabetização Científica alicerçada na concepção de Paulo Freire (1980) de que alfabetização é mais do que o domínio psicológico e mecânico das técnicas de escrever e ler, mas é o domínio destas técnicas em termos conscientes. Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto. Para melhorar o ensino no contexto da Alfabetização em Ciências, de acordo com Penick (1998) a educação do professor deve ser encarada como qualquer outro programa educacional e com tanta seriedade quanto se faz com qualquer outro curso universitário. Para esse autor os professores necessitam de experiência clínica em escolas e tempo para refletirem sistematicamente sobre suas atividades, ou seja, necessitam de uma imersão completa na sua profissão. Mas qual a explicação para o fato do ensino de Ciências ser ainda pautado no acúmulo, repetição e memorização? Será que os estudantes de graduação durante o processo de formação inicial estão conscientes de seu papel como futuros professores de Ciências? Será que esses estudantes alguma vez se questionaram sobre a importância do ensino de Ciências para a educação e para a sociedade? De que modo processos de formação inicial de professores são de certa forma influenciados pela Alfabetização Científica? Para tentar responder a estes questionamentos, realizamos esta pesquisa que tem como objetivos verificar o nível de Alfabetização Científica em estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, bem como investigar a compreensão que esses estudantes têm da influência da Alfabetização Científica no ensino de Ciências e na sua formação enquanto licenciandos. Utilizamos o “Test of Basic Scientific Literacy” (TBSL) desenvolvido por Laugksch e Spargo (1996) para verificar os níveis de Alfabetização Científica de doze estudantes da disciplina de Estágio de Docência em Ciências do curso de

Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, no primeiro semestre de 2013. Esse teste é composto por questões fechadas dividido em três subtestes que contemplam cada uma das três dimensões de Alfabetização Científica propostas por Miller (1993): a compreensão de termos e conceitos chave das ciências; o entendimento da natureza da ciência; e o entendimento dos impactos das ciências e suas tecnologias. Para avaliar a influência da Alfabetização Científica na formação dos licenciandos, foi utilizado um questionário aberto e que foi construído com base em habilidades já descritas na literatura como necessárias para se classificar um indivíduo como alfabetizado cientificamente (Fourez, 1994 *apud* Sasseron e Carvalho, 2011). O resultado do TBSL revelou que onze estudantes são considerados alfabetizados cientificamente nos três subtestes. Apenas um estudante não pode ser considerado alfabetizado cientificamente, apresentando acertos abaixo do indicado no subteste correspondente ao entendimento do impacto da Ciência e tecnologia sobre a sociedade. Dois estudantes, apesar de serem considerados alfabetizados cientificamente, expressam ainda a concepção do ensino de Ciências profundamente relacionada apenas aos conteúdos. Entretanto, a análise das respostas do questionário indicou que há uma tendência da influência da Alfabetização Científica na formação dos licenciandos em Ciências Biológicas. De acordo com a maioria dos estudantes, o ensino de Ciências promove o conhecimento daquilo que nos cerca, gera questionamentos e facilita a compreensão das aplicações das tecnologias. Além disso, reconhecem que a ciência é necessária e importante para a educação e para a sociedade, pois desenvolve o pensamento crítico e auxilia a formação de um cidadão consciente capaz de reconhecer seu papel social, valorizando, respeitando e preservando a vida nas mais diferentes formas.

Considerações

Esse estudo nos permitiu inferir que as universidades deveriam reavaliar seus currículos e conteúdos para refletir não só as necessidades dos futuros professores, mas principalmente uma educação mais comprometida com o ensino de Ciências que supere a ênfase nas aprendizagens meramente conceituais. Inserir a Alfabetização Científica ao longo da formação inicial dos licenciandos poderia auxiliar a conscientização desses estudantes de seu papel no ensino de Ciências de modo que eles possam interferir como futuros professores em seu contexto social.

Referências bibliográficas

LAUGKSCH, R.C. SPARGO, P.E. Construction of a paper-and-pencil Test of Basic Scientific Literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. *Public Understanding of Science*, v.5, p.331-359, 1996.

MILLER, J.D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review. *Daedalus*, v.112, n. 2, p. 29-48, 1983.

PAULO, F. *Educação como prática de liberdade*, São Paulo: Paz e Terra, 1980.

PENICK, J. E. Ensinando “alfabetização científica”. *Educar*, n.14, p.91-113, 1998.

SANTOS, W. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v.12, n.36, p.474-492, 2007.

SASSERON, L.H, CARVALHO, A.M.P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.16, p.59-77, 2011.

Artigo I

A Alfabetização Científica de estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas: um estudo de caso no contexto da formação inicial de professores

Este trabalho foi apresentado oralmente e divulgado no X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), ocorrido em Água de Lindóia, São Paulo, Brasil, entre 24 a 27 de novembro de 2015.

A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DE ESTUDANTES DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: UM ESTUDO DE CASO NO CONTEXTO DA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

The Scientific Literacy undergraduate students in Biological Sciences: a case study in the context of initial teacher education

Amanda Muliterno Domingues Lourenço de Lima

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

amanda.domingues@ufrgs.br

Rosane Nunes Garcia

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

rosane.garcia@ufrgs.br

Resumo

Atualmente, observa-se que o ensino de ciências tem priorizado a aprendizagem de conceitos científicos em detrimento de uma compreensão mais ampla da ciência. A Alfabetização Científica tem sido considerada uma alternativa que privilegia um maior compromisso com o ensino e a formação de professores. Essa pesquisa foi um estudo de caso, pois investigou a Alfabetização Científica de doze estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas. Embora os estudantes sejam considerados alfabetizados cientificamente, os resultados indicam que o maior número de acertos foi relacionado ao Conteúdo da Ciência refletindo um ensino que prioriza a compreensão de conceitos científicos. Ressalta-se a importância da Alfabetização Científica no contexto de formação inicial de professores para um ensino de ciências que ultrapasse o conceitual, contribuindo para o desenvolvimento da educação científica para a cidadania.

Palavras chave: alfabetização científica, formação inicial de professores, ensino de ciências

Abstract

Currently, it is observed that science education has prioritized scientific concepts at the expense of a broader understanding of science. The Scientific Literacy has been considered an alternative that favors a greater commitment to teaching and teacher training. This was a case study that investigated the Scientific Literacy twelve students of Biological Sciences Degree. Although students are considered scientifically literate, the results indicate that the highest number of correct answers was related to Science Content reflecting an education that prioritizes scientific concepts. Thus, it emphasizes the importance of Scientific Literacy in initial teacher education to be an alternative to science education that goes beyond the essentially conceptual teaching and contributes to greater association between the pedagogical and scientific knowledge; and greater integration of knowledge to teaching practice.

Key words: scientific literacy, initial teacher education, science education

A Alfabetização Científica como potencialidade para a formação inicial de professores.

Atualmente o que se observa nas escolas, de modo geral, é que o ensino de ciências tem priorizado essencialmente a aprendizagem de conceitos, em detrimento da compreensão da ciência em suas diferentes dimensões. Como alternativa, tem-se aumentado a preocupação do ensino de Ciências relacionado ao desenvolvimento e promoção da Alfabetização Científica. Assim, não cabe mais ao ensino escolar de ciências o ensino apenas de conceitos e fórmulas sem a devida articulação com o cotidiano dos estudantes. É preciso ir além, buscar uma formação mais integrada à realidade e profundamente relacionada à vida em sociedade. Promover a Alfabetização Científica, através do desenvolvimento de uma compreensão mais ampla da Ciência, contextualizada na complexa realidade que nos rodeia, pode ser considerada como uma proposta que privilegia não só um maior compromisso com o ensino de ciências, mas também um maior compromisso com a formação de professores. Entretanto, para considerarmos as potencialidades da Alfabetização Científica para o ensino de ciências, precisamos entender os motivos pelos quais a educação escolar, geralmente, prioriza ainda o ensino da linguagem científica sem contextualizar o conhecimento científico à realidade e ao contexto social dos estudantes.

Ao observar o sistema de ensino brasileiro, é possível perceber que a escola não acompanhou os avanços e o desenvolvimento do mundo atual, de modo que ela ainda é a mesma do início do século passado. Isso porque a educação, de maneira geral, vem se desenvolvendo de forma totalmente descontextualizada da realidade do mundo, através de um sistema educacional muito influenciado pelas *teorias curriculares tradicionais*¹. Embora ao longo dos anos tenham surgido diferentes propostas curriculares, é possível observar nas escolas que o ensino tem sido pautado no acúmulo, na repetição e na memorização dos conteúdos; e centrado principalmente no professor, reforçando "os sistemas piramidais e hierárquicos de autoridade" (SANTOMÉ, 1998, p. 12). Como consequência desse currículo escolar que tem silenciado as tensões existentes dentro da sala de aula, os estudantes não percebem a escola como um espaço do qual façam parte, ficando a margem de seu processo de aprendizagem.

Como parte desse contexto da educação escolar brasileira, o ensino de ciências, possui o agravante de ser uma área do conhecimento com um status de verdade que a define. Esse status de verdade se deve principalmente a uma concepção da ciência amplamente difundida de que "o conhecimento científico é o conhecimento confiável porque é o conhecimento provado objetivamente" (CHALMERS, 1993, p. 18). Colaborando com esse status de verdade atribuído a ciência está a linguagem particular da própria ciência. Como a ciência não tinha espaço para crenças, opiniões ou percepções pessoais, a sua linguagem acabou rompendo com o senso comum e se diferenciando da linguagem cotidiana. A linguagem científica, por meio de suas nomenclaturas, gráficos e fórmulas, exige um nível de abstração que não permite que a ciência seja compreendida por todos. A ciência, pois, através de sua linguagem, acaba por reforçar o sistema hierárquico de autoridade, excluindo uma parcela da sociedade de suas concepções e de seus procedimentos. Essa concepção e essa linguagem da ciência que tem sido transposta aos programas curriculares brasileiros sem as ressignificações necessárias e sem a contextualização com a realidade dos estudantes.

Embora muito se discuta nos cursos de formação inicial de professores sobre esse contexto da educação escolar brasileira e, no caso das licenciaturas em Ciências Biológicas, sobre o contexto do ensino de ciências, o que se observa de um modo geral é a reprodução desse sistema de ensino tradicional nas escolas. Um dos motivos não é tanto a falta de conhecimentos *psico-sócio-*

¹ Em seu livro *Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo*, Silva (2009) discute o surgimento do currículo, as diferentes teorias e correntes do pensamento curricular ao longo do tempo.

*pedagógicos*², mas a falta da mobilização desses conhecimentos em sua prática dentro de sala de aula, de modo que os professores em formação acabam reproduzindo modelos vivenciados ao longo de toda sua trajetória tanto acadêmica quanto escolar. Outro motivo, agora específico ao caso das licenciaturas em Ciências Biológicas, é a falta de integração entre as disciplinas relacionadas à formação científica e as disciplinas relacionadas à educação de uma maneira geral.

Nesse sentido, ressalta-se a importância da Alfabetização Científica no contexto de formação inicial de professores de maneira a contribuir para uma maior associação entre os conhecimentos pedagógicos e científicos; e uma maior integração desses conhecimentos à prática pedagógica. A Alfabetização Científica amplia a compreensão de conceitos científicos básicos, buscando contextualizar o ensino de ciências com a vida em sociedade e promover um maior protagonismo dos estudantes em seu processo de aprendizagem, tornando-os sujeitos capazes de refletir sobre questões científicas nas mais diversas áreas de sua vida e auxiliando-os em seu posicionamento crítico e na tomada de decisões.

Ao verificar o nível de Alfabetização Científica de estudantes de licenciatura, o que se busca é uma forma desses estudantes, enquanto professores, conseguirem transpor essa Alfabetização Científica para as práticas docentes dentro da sala de aula de modo a contribuir para a formação de sujeitos críticos e capazes de se posicionar frente a discussões políticas e éticas em relação as ciência e tecnologias. Sendo assim, objetivo desta investigação foi verificar a Alfabetização Científica de um grupo de estudantes no contexto de formação inicial³.

Um estudo de caso no contexto da licenciatura em Ciências Biológicas

A pesquisa se constituiu como um estudo de caso, pois buscou investigar o nível de Alfabetização Científica de doze estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) de duas turmas da disciplina de Estágio de Docência em Ciências no primeiro semestre de 2013. O estudo de caso é um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade (YIN, 2015, p. 17) e se propõe, portanto, a analisar hipóteses de interesse a partir de um contexto restrito, ou seja, de uma realidade social delimitada que poderá ou não ser ampliada a realidades distintas.

A coleta de dados foi realizada através da aplicação do teste padronizado “Test of Basic Scientific Literacy” (TBSL) desenvolvido por Laugksch e Spargo (1996) e um questionário, que foi analisado através da análise de conteúdo (BARDIN, 2011) com o auxílio do software QSR International NVivo 10. O teste TBSL utilizado para quantificar o nível de Alfabetização Científica dos estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas é composto por 110 itens com o formato “verdadeiro-falso” dividido em três subtestes correspondentes às três dimensões de Alfabetização Científica propostas por Miller (1983). São 72 itens correspondentes ao Conteúdo da Ciência (SCKST), 22 itens relacionados à Natureza da Ciência (NSST) e 16 itens referentes ao Impacto da Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade (ISTSST). Para serem considerados alfabetizados cientificamente os estudantes deveriam apresentar um número de acertos mínimo em cada subteste: 45 itens correspondentes ao Conteúdo da Ciência (SCKST), 13 itens relacionados à Natureza da Ciência (NSST) e 10 itens referentes ao Impacto da Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade (ISTSST) (LAUGKSCH e SPARGO, 1996, p. 339). O questionário foi elaborado para ser confrontado com o TBSL e tinha como objetivo verificar se os estudantes tinham desenvolvidas habilidades destacadas por Fourez (1994 apud Sasseron e Carvalho 2011, p. 67-70) que possibilitariam considerá-los como alfabetizados cientificamente. O quadro (Quadro 1) identifica as habilidades destacadas em cada questão formulada.

² Carvalho e Gil-Pérez (1993, p. 68) discutem em seu livro Formação de professores de ciências: tendências e inovações que a formação inicial tem se estruturado a partir de “uma justaposição do tratamento dos conhecimentos científicos e de uma preparação psico-sócio pedagógica geral”.

³ Essa investigação faz parte de uma pesquisa de mestrado que tem como objetivo verificar a influência da Alfabetização Científica de um grupo de estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) nos materiais didáticos que produzem no contexto da disciplina de Estágio de Docência em Ciências no primeiro semestre de 2013.

Questões do questionário	Habilidades
1. Defina brevemente os seguintes termos: (a) Fotossíntese; (b) Gene; (c) Ecossistema; (d) Seleção natural; (e) Célula.	1. Utiliza os conceitos e é capaz de integrar valores, e sabe fazer por tomar decisões responsáveis no dia a dia. 5. Conhece os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e é capaz de aplicá-los.
2. Você se julga uma pessoa preocupada com a natureza? Como você demonstra isso?	1. Utiliza os conceitos e é capaz de integrar valores, e sabe fazer por tomar decisões responsáveis no dia a dia. 2. Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e tecnologias refletem na sociedade.
3. Você vê relação entre o desenvolvimento tecnológico/científico e o progresso econômico? Explique.	3. Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias por meio do viés das subvenções que a elas concede. 4. Reconhece também os limites da utilidade das ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano.
4. Alguns experimentos realizados em períodos históricos importantes foram pioneiros e possibilitaram grandes descobertas. Você conhece algumas dessas descobertas? Escreva um pouco a respeito disso.	11. Possua suficientes saber e experiência para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico. 12. Extraia da formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante. 14. Uma certa compreensão da maneira como as ciências e as tecnologias foram produzidas ao longo da história.
5. Você já utilizou ou utiliza algum conhecimento científico e/ou tecnológico em sua vida cotidiana? Qual?	5. Conhece os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e é capaz de aplicá-los. 6. Aprecia as ciências e as tecnologias pela estimulação intelectual que elas suscitam.
6. Quais as fontes de informação que você utilizaria para entender algum termo científico?	13. Conheça as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorra a elas quando diante de situações de tomada de decisões.
7. Fale brevemente sobre uma descoberta científica atual que você julga importante. Qual o impacto da sua aplicação na sociedade?	10. Compreende as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações.
8. O que você julga necessário para que um conhecimento possa ser considerado científico?	7. Compreende que a produção dos saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos. 8. Faz distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal.
9. Em sua opinião, o conhecimento científico é transitório ou permanente? Por quê?	9. Reconhece a origem da ciência e compreende que o saber científico é provisório, e sujeito a mudanças a depender do acúmulo de resultados.

Quadro 1: Habilidades destacadas por Fourez (1994 apud SASSERON e CARVALHO 2011, p. 67-70) utilizadas na elaboração do questionário que visava à verificação da Alfabetização Científica dos estudantes

Resultados e discussão

O resultado do TBSL (Quadro 2) indicou que dos doze estudantes que participaram da pesquisa, onze podem ser considerados alfabetizados cientificamente nos três subtestes, com exceção do estudante de número 7, que não pode ser considerado alfabetizado cientificamente no subteste correspondente ao Impacto da Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade (ISTSST). O subteste SCKST que se refere ao conteúdo da Ciência foi que obteve o maior percentual de acertos para a maioria dos estudantes (em negrito no quadro). Isto pode indicar que os estudantes têm maior sucesso nas questões que abordam o conteúdo devido à própria natureza da formação que receberam.

Estudantes	Número de acertos em cada subteste				Porcentagem de acertos em cada subteste			
	SCKST	NSST	ISTSST	Total	SCKST (%)	NSST (%)	ISTSST (%)	Total (%)
1	66	16	13	95	91,67	72,73	81,25	86,36
2	63	16	11	90	87,50	72,73	68,75	81,82
3	57	16	12	85	79,17	72,73	75,00	77,27
4	64	15	12	91	88,89	68,18	75,00	82,73
5	61	15	10	86	84,72	68,18	62,50	78,18
6	59	15	12	86	81,94	68,18	75,00	78,18
7	64	19	9	92	88,89	86,36	56,25	83,64
8	66	17	13	96	91,67	77,27	81,25	87,27
9	56	16	10	82	77,78	72,73	62,50	74,55
10	56	16	14	86	77,78	72,73	87,50	78,18
11	66	18	12	96	91,67	81,82	75,00	87,27
12	67	16	12	95	93,06	72,73	75,00	86,36
μ	62,08	16,25	11,67	90,00	86,23	73,86	72,92	81,82

Quadro 2: Número e percentual de acertos dos doze estudantes investigados em cada subteste do TBSL

O resultado do segundo questionário (Quadro 3) indicou que os estudantes podem ser considerados alfabetizados cientificamente, embora algumas habilidades destacadas por Fourez (1994 apud Sasseron e Carvalho, 2011, p. 67-70) não estejam desenvolvidas em alguns estudantes.

Estudantes	Presença (x) ou ausência (-) das habilidades em cada questão								
	1 (H1;H5)	2 (H1;H2)	3 (H3;H4)	4 (H11;H12;H14)	5 (H5;H6)	6 (H13)	7 (H10)	8 (H7;H8)	9 (H9)
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	x	x	x	NR	x	x	x	x	x
3	x	x	x	x	x	x	x	x	-
4	x	x	x	x	-	x	-	x	x
5	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	x	x	x	x	x	x	NR	x	x
7	x	x	x	x	x	x	-	x	x
8	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	x	x	x	x	x	x	x	-	x
10	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	x	x	x	x	NR	NR	NR	NR	NR
12	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Quadro 3: Resultado do questionário quanto a presença das habilidades destacadas por Fourez (1994 apud SASSERON e CARVALHO 2011, p. 67-70) para classificar uma pessoa como alfabetizada cientificamente. NR=não respondeu; H= Habilidades

Embora os estudantes possam ser considerados alfabetizados cientificamente de acordo com o TBSL, com exceção do estudante 7 na dimensão relacionada ao Impacto da Ciência e Tecnologia na Sociedade (ISTSST), nem todos apresentam as habilidades destacadas por Fourez (1994 apud Sasseron e Carvalho, 2011, p. 67-70) como necessárias para classificar uma pessoa alfabetizada cientificamente. Para o estudante 3 o conhecimento científico é permanente e por isso foi considerado que ele não apresentava a habilidade relacionada à compreensão que o saber científico é provisório e sujeito a mudanças a depender do acúmulo de resultados. O estudante 4 não apresentou nenhum

exemplo do cotidiano em que se utilize algum conhecimento científico e/ou tecnológico e por isso foi considerado que ele não apresentava desenvolvidas as habilidades relacionadas à capacidade de aplicar os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e à apreciação das ciências e tecnologias pela estimulação intelectual que suscitam. Os estudantes 4 e 7 não conseguiram perceber o impacto da aplicação de alguma descoberta científica atual para a sociedade e por isso foi considerado que não apresentavam desenvolvida a habilidade relacionada à compreensão das aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações. O estudante 9 acreditava que conhecimento é qualquer coisa que se aprenda, pense e reflita, o fato de ser científico é meramente por se tratar de Ciências. Para esse estudante o conhecimento científico é aquele que busca explicações e por isso foi considerado que ele não apresentava desenvolvidas as habilidades relacionadas à compreensão que a produção de saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos; e a distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal. Em destaque, o estudante 2, 6 e 11 que não responderam a algumas das perguntas (NR) e por isso não puderam ser avaliados quanto a essas questões. Ainda que o estudante 7 não possa ser considerado alfabetizado cientificamente, no subteste relacionado ao Impacto da Ciência e Tecnologia na Sociedade (ISTSST) ele não apresentou apenas uma habilidade podendo, portanto, assim como os outros estudantes ser considerado alfabetizado cientificamente de acordo com o questionário.

Mesmo que os estudantes possam ser considerados alfabetizados cientificamente, algumas observações se tornam importantes no sentido de estabelecer uma relação entre a Alfabetização Científica e a formação inicial de professores. Ao analisar os resultados do TBSL observa-se que o resultado percentual relacionado ao Conteúdo da Ciência (SCKST) foi maior em relação aos outros dois subtestes relacionados às outras duas dimensões propostas por Miller (1983): Natureza da Ciência (NSST) e Impacto da Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade (ISTSST). Além disso, ao observar os resultados do segundo questionário se observa que as habilidades não desenvolvidas pelos estudantes estão relacionadas também a essas duas dimensões. Essas observações têm fundamental importância para a formação inicial de licenciados em Ciências Biológicas, pois reflete um ensino de ciências valoriza essencialmente a compreensão de termos e conceitos científicos, em detrimento da compreensão da ciência em suas diferentes dimensões. O indivíduo que não compreende termos científicos básicos, de acordo com Miller (1983, p. 38-39, tradução nossa), dificilmente terá possibilidade de participar de discussão pública dos resultados científicos ou questões de política pública pertencentes à ciência e tecnologia. Segundo o autor, um mínimo de vocabulário científico é necessário para ser alfabetizado cientificamente. Entretanto, embora seja importante que os estudantes tenham um vocabulário científico básico para compreenderem questões relacionadas às ciências e às tecnologias; torna-se necessário uma contextualização do ensino de ciências à vida em sociedade.

É possível identificar certo consenso entre professores e pesquisadores da área de educação em ciência que o ensino dessa área tem como uma de suas principais funções a formação do cidadão cientificamente alfabetizado, capaz de não só identificar o vocabulário da ciência, mas também de compreender conceitos e utilizá-los para enfrentar desafios e refletir sobre seu cotidiano (KRASILCHICK e MARANDINO, 2007, p. 19).

Por isso, a Alfabetização Científica no contexto da formação inicial de professores, pode ser uma alternativa que viabiliza um ensino de ciências mais comprometido e que ultrapassa um ensino essencialmente conceitual e que segue ainda um modelo tradicional. Assim, é preciso refletir sobre a formação inicial de professores não só a partir de maior integração entre o conhecimento *psico-sócio-pedagógico* e o conhecimento científico, levando em consideração as três dimensões da Alfabetização Científica; mas também no sentido de uma maior mobilização desses conhecimentos nas práticas pedagógicas desses estudantes que se tornarão os futuros profissionais em educação.

Em síntese, (re)pensar/discutir a formação docente para o Ensino de Ciências significa perceber que a valorização do conhecimento científico e

tecnológico pela sociedade contemporânea exige do professor a realização de um trabalho que rompa com os conceitos que lidam com as Ciências de forma dogmática, acrítica e descontextualizada da realidade global, a fim de que ele possa contribuir para a formação de cidadãos críticos, alfabetizados cientificamente. (SILVA e BASTOS, 2012, p. 152)

Conclusão

Essa pesquisa teve importância no sentido de despertar uma reflexão a respeito dos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas e sobre a necessidade de buscar o desenvolvimento da Alfabetização Científica no contexto da formação inicial de professores. Ao observar que o ensino de Ciências, ainda muito influenciado por um modelo curricular tradicional, prioriza a memorização de conceitos científicos sem uma contextualização da ciência ao cotidiano dos estudantes se ressalta a necessidade de se romper com uma visão de ciência acabada e imutável. O desenvolvimento de um ensino de Ciências e Biologia que esteja contextualizado e contribua para o desenvolvimento de um pensamento crítico torna-se essencial para que ocorram as mudanças necessárias no processo de formação de professores capazes de romper com um ciclo que se repete há décadas. Apesar da maioria dos estudantes analisados apresentarem a maioria das habilidades desenvolvidas e em linhas gerais, poderiam ser considerados alfabetizados cientificamente, esta investigação mostrou que algumas questões relacionadas ao ensino de ciências essencialmente conceitual, ainda permanecem presentes no perfil destes licenciandos. Tendo em vista estes resultados, parece interessante que mais questões relacionadas à Alfabetização Científica de futuros professores de Ciências e Biologia sejam investigadas, a fim de que seja possível aprofundar as reflexões a respeito da formação inicial de professores.

Agradecimentos e apoios

Um agradecimento especial às duas professoras da disciplina de Estágio de Docência em Ciências do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da UFRGS que gentilmente nos permitiram realizar a pesquisa durante suas aulas.

Referências

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 1993.
- CHALMERS, A. F. **O que é Ciência afinal?** Tradução: Raul Filker. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.
- KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2007.
- LAUGKSCH, R. C.; SPARGO, Peter E. Construction of a paper-and-pencil Test of Basic Scientific Literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. *Public Understanding of Science*, V. 5, n. 4, 1996, p. 331-359.
- MILLER, J. D. Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus*, V. 112, n. 2, 1983, p. 29-48.
- QSR International Pty Ltd. NVivo qualitative data analysis software; Version 10, 2012.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Tradução Cláudia Schilling. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, V. 16, n. 1, 2011, p. 59-77.

SILVA, V. F.; BASTOS, FERNANDO. Formação de Professores de Ciências: reflexões sobre a formação continuada. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, V. 5, n. 2, 2012, p. 150-188.

SILVA, T. T. **Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo**. 3.ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução Cristhian Matheus Herrera. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

Artigo II

A Alfabetização Científica de estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas e sua influência na produção de materiais didáticos

Este artigo foi submetido à revista Ciência & Educação ISSN versão on-line
ISSN 1980-850X em 21 de dezembro de 2015.

A Alfabetização Científica de estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas e sua influência na produção de materiais didáticos

The Scientific Literacy undergraduate students in Biological Sciences and its influence on the production of teaching materials

Amanda Muliterno Domingues Lourenço de Lima
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida em Saúde
Instituto de Ciências Básicas da Saúde
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil
amanda.domingues@ufrgs.br
Rua Ramiro Barcelos, 2600 – Prédio Anexo – 90035-003 – Bairro Santana – Porto Alegre –
Rio Grande do Sul – Brasil

Rosane Nunes Garcia
Colégio de Aplicação
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil
rosane.nunes@ufrgs.br

O ensino de ciências vem sendo desenvolvido de forma descontextualizada priorizando a memorização de conceitos científicos. Embora muito se discuta sobre essa realidade, o que se observa é a reprodução do modelo curricular tradicional. Uma formação que busque desenvolver a Alfabetização Científica (AC) pode promover uma compreensão mais ampla da ciência e um maior compromisso com a formação de professores. Essa pesquisa utilizou como método o estudo de caso para investigar a influência da AC na produção de materiais didáticos de doze estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas. Embora alfabetizados cientificamente, os estudantes não conseguiram transpor essa alfabetização para os materiais didáticos. Isso pode indicar que o modelo curricular tradicional esteja influenciando esses estudantes ao longo de sua formação e, ao tornarem-se professores, acabam adotando-o em suas práticas pedagógicas. Para superar essa realidade propomos um currículo para a formação de professores que tenha como perspectiva as três dimensões da AC.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Alfabetização Científica. Formação de professores. Materiais didáticos. Licenciatura em Ciências Biológicas.

Abstract

The science education is being developed in a decontextualized way prioritizing memorizing scientific concepts. Although much is discuss this reality, what is observed is playing the traditional curriculum model. A formation that seeks to develop Scientific Literacy (SL) can promote a broader understanding of science and a greater commitment to the training of teachers. This research method used as the case study to investigate the influence of the AC in the production of teaching materials from twelve students of Biological Sciences Degree. Although scientifically literate, students failed to transpose that literacy for teaching materials. This may indicate that the traditional curriculum model is influencing these students throughout their training and to become teachers, end up adopting it into their teaching practices. To overcome this situation we propose a curriculum for teacher education that has as its perspective the three dimensions of SL.

Key-words: Science Teaching. Scientific literacy. Teacher training. Teaching materials. Biological Sciences Degree.

INTRODUÇÃO

O ensino de ciências, tal como vem sendo desenvolvido, tem impossibilitado não só a compreensão de conceitos científicos básicos, mas também da ciência em toda sua complexidade. Isso porque tem enfatizado o ensino/aprendizagem através da memorização e repetição de conceitos científicos de forma totalmente descontextualizada da realidade do mundo, influenciado por um modelo curricular tradicional.

A escola tradicionalmente não vem ensinando a os estudantes a fazer a leitura da linguagem científica e muito menos a fazer uso da argumentação científica. O ensino de ciências tem-se limitado a um processo de memorização de vocábulos, de sistemas classificatórios e de fórmulas por meio de estratégias didáticas em que os estudantes aprendem os termos científicos, mas não são capazes de extrair o significado de sua linguagem (SANTOS, 2007, p. 484).

O que se tem percebido nas escolas é um modelo de ensino baseado na transmissão de conteúdos, ainda que muitas discussões nos cursos de formação de professores possibilitem uma reflexão em torno dessa realidade do ensino de ciências. A rejeição do modelo tradicional de ensino tem sido unânime por parte dos professores em formação, embora não percebam o quanto o “ensino tradicional” está profundamente consolidado ao longo dos muitos anos em que, como estudantes, acompanharam as atuações de seus professores, constituindo-se como algo natural e sem estar submetida a uma crítica explícita (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011, p.39). A reprodução desse modelo de ensino não se deve tanto a uma falta de conhecimentos psicopedagógicos (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011, p. 68), mas a falta de integração entre a teoria e prática.

Um dos principais problemas da formação de professores não é tanto o desenvolvimento do conhecimento dos estudantes, das aulas e da natureza do processo educativo, e sim como facilitar aos professores em formação a integração destes conhecimentos dentro de sua própria prática (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011 p. 80).

Outro fator importante neste contexto é que o observado hoje é o resultado de uma tradição docente (e social) que considera o ensino uma tarefa simples, para a realização da qual bastam conhecer a matéria, ter alguma prática docente e ter alguns conhecimentos “pedagógicos” de caráter geral (CACHAPUZ et al, 2011, p.186). Assim, o currículo dos cursos de formação inicial de professores carece de uma maior integração entre as disciplinas relacionadas à formação científica e as disciplinas relacionadas à educação.

A Alfabetização Científica (AC) surge como uma forma de possibilitar uma maior integração entre conteúdos científicos e a realidade dos estudantes, através de um ensino mais contextualizado e relacionado à vida em sociedade. A AC busca desenvolver habilidades nos sujeitos de modo a os capacitar refletir, tomar decisões e se posicionar criticamente sobre questões científicas nas mais diversas áreas de sua vida. Assim, a AC pode ser considerada como uma alternativa que visa uma responsabilidade maior com o ensino de ciências através de um maior compromisso com a formação de professores.

De fato, é importante que os estudantes adquiram um vocabulário científico básico para compreenderem questões relacionadas às ciências e às tecnologias; mas mais do que isso, se torna necessário uma contextualização do ensino de ciências com a vida em sociedade e principalmente um maior protagonismo dos estudantes em seu processo de aprendizagem. O indivíduo que não compreende termos científicos básicos, de acordo com Miller (1983, p. 38-39, tradução nossa), dificilmente terá possibilidade de participar de

discussão pública dos resultados científicos ou questões de políticas públicas pertencentes à ciência e tecnologia. Segundo ele, um mínimo de vocabulário científico é necessário para ser alfabetizado cientificamente.

A cada dia se percebem os avanços das ciências e tecnologias em áreas diversas (como por exemplo, saúde, alimentação, transporte, etc.), financiados por empresas privadas ou órgãos públicos. Torna-se imprescindível, portanto, a compreensão dos impactos das ciências e das tecnologias para a sociedade, uma vez que é ela quem financia direta ou indiretamente as pesquisas científicas e tecnológicas. Como a ciência torna-se cada vez mais dependente do apoio público e como a regulação pública atinge mais profundamente a conduta da pesquisa científica, indubitavelmente aumentará a frequência e a importância de questões políticas científicas na agenda nacional (MILLER, 1983, p. 40, tradução nossa).

Mas para que a população em geral consiga se posicionar em relação aos avanços científicos e tecnológicos é preciso também que compreenda os processos dos estudos científicos e que consiga diferenciar aquilo que pode ser considerado científico daquilo que não é ciência. Assim, para ser considerado alfabetizado cientificamente o indivíduo deve ter:

[...] conhecimento de alguns dos principais esquemas conceituais (teorias) que formam os fundamentos da ciência, como elas foram obtidas, e por que eles são amplamente aceitos, como a ciência alcança a ordem a partir de um universo aleatório, e do papel de experimentação na ciência. Este indivíduo também aprecia os elementos da investigação científica, a importância do questionamento adequada, de raciocínio analítico e dedutivo, de processos de pensamento lógico, e de confiança na evidência objetiva (SHAMOS, 1995, p. 89).

Para considerarmos a AC como possibilidade de uma formação mais integrada e contextualizada com a realidade social surgem, de forma geral, alguns questionamentos que fundamentaram esta pesquisa: os estudantes de licenciatura de um curso constituído de saber científico podem ser considerados alfabetizados cientificamente? Sendo considerados alfabetizados cientificamente, esses estudantes conseguem transpor suas habilidades para o material didático e para suas práticas pedagógicas? Partindo do pressuposto de que a AC amplia o conhecimento dos conceitos e teorias, desenvolve um maior conhecimento sobre as ciências e transpõe as ciências para a realidade, seria possível que, ao transcender o conhecimento científico conceitual, o desenvolvimento da AC poderia contribuir para a educação em geral, auxiliando na formação de uma sociedade mais crítica e consciente? Sendo assim, objetivo geral desta investigação foi verificar a AC de um grupo de estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas e analisar a influência desta na produção de materiais didáticos durante a disciplina de Estágio de Docência em Ciências.

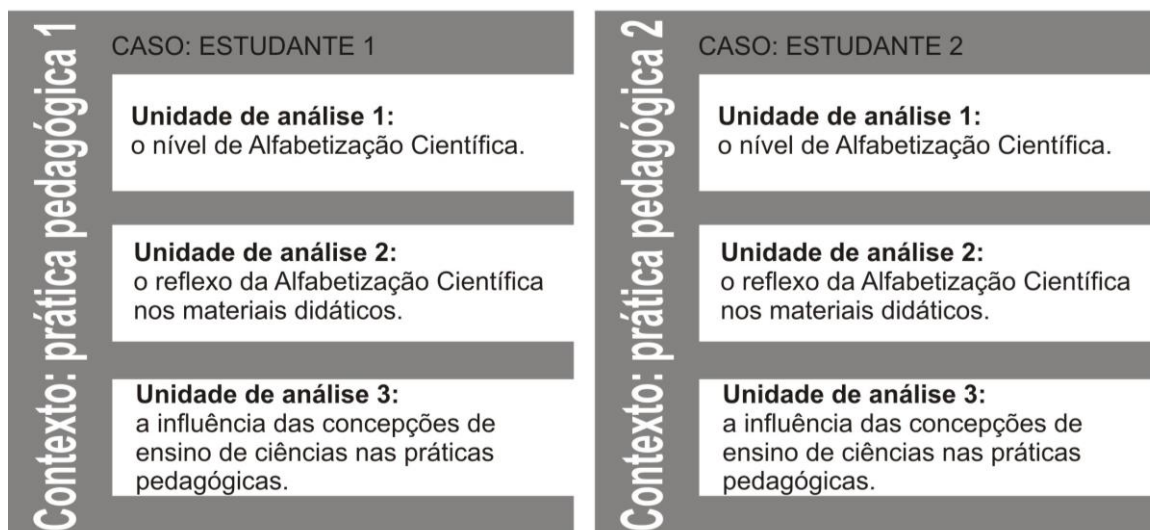
MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

A pesquisa qualitativa foi escolhida como abordagem deste estudo, pois buscou verificar a AC de um grupo de doze estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas, através da investigação de como eles percebiam os conceitos científicos, o impacto do desenvolvimento científico e tecnológico para o ambiente e para a sociedade e as concepções de ciência e do fazer científico, que foram construídos pelos estudantes ao longo de suas vivências acadêmicas. Estes fatores se apresentaram como de fundamental importância para a pesquisa, pois incitaram reflexões sobre o ensino de ciências nas escolas e a formação dos futuros professores de ciências.

A pesquisa constituiu-se de um estudo de caso múltiplo integrado e instrumental (YIN, 2015, p. 58; VENTURA, 2007, p. 384). Foram investigados simultaneamente 12 estudantes em um contexto em que todos estavam diretamente envolvidos com práticas docentes no final do curso de licenciatura, mas desenvolvendo atividades pedagógicas

diferentes. A partir da análise de 12 casos, buscou-se compreender melhor uma realidade mais ampla (VENTURA, 2007, p. 384). Para cada caso estudado foram investigados diferentes unidades de análise – o nível de AC dos estudantes, o reflexo do nível da AC nos materiais didáticos produzidos ao longo do estágio e a influência das concepções de ensino de ciências nas suas práticas pedagógicas (Figura 1).

Figura 1: Exemplo de esquema de método de análise utilizado na pesquisa



Fonte: Elaborada pelos autores embasados em (YIN, 2015, p. 53)

Para as coletas de dados foram utilizados o teste padronizado “Test of Basic Scientific Literacy” (TBSL) desenvolvido por Laugksch e Spargo (1996) e mais dois questionários de perguntas abertas (VIEIRA, 2009, p. 50), bem como os materiais didáticos produzidos pelos estudantes anexados aos relatórios de estágio. As respostas obtidas nos questionários e os relatórios foram analisados utilizando como metodologia a análise de conteúdo (BARDIN, 2011, p. 48), com o auxílio do software QSR International NVivo 10. Este software foi desenvolvido para facilitar técnicas qualitativas comuns para organizar, analisar e compartilhar dados, independentemente do método utilizado.

O teste TBSL utilizado para quantificar o nível de AC dos estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas é composto por 110 itens com o formato “verdadeiro-falso” e foi originalmente utilizado para mensurar o nível de AC de estudantes técnicos e universitários de primeiro ano (LAUGKSCH; SPARGO, 1999, p. 428). A tradução do TBSL aqui no Brasil “Teste de Alfabetização Científica Básica” (TACB) foi utilizado por Nascimento-Schulze (2006, p. 105) para medir o nível de AC de estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de escolas públicas e privadas de Santa Catarina. Utilizamos o teste em estudantes que estão concluindo o curso de licenciatura em Ciências Biológicas por ser mais uma ferramenta utilizada na triangulação dos dados e que traz dados quantitativos para a análise. O teste é dividido em três subtestes correspondentes às três dimensões de AC propostas por Miller (1983, p. 36-40, tradução nossa): “a compreensão da abordagem científica”; “a compreensão constructos básicos científicos”; e “a compreensão de questões políticas da ciência”. São 72 itens correspondentes ao Conteúdo da Ciência (SCKST), 22 itens relacionados à Natureza da Ciência (NSST) e 16 itens referentes ao Impacto da Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade (ISTSST). Para serem considerados alfabetizados cientificamente os estudantes deveriam apresentar um número de acertos mínimo em cada subteste: 45 itens no subteste SCKST, 13 itens no subteste NSST e 10 itens no subteste ISTSST (LAUGKSCH; SPARGO, 1996, p. 339).

O primeiro questionário de perguntas abertas teve a principal função de conhecer o perfil dos respondentes quanto a sexo, a idade, a rede de ensino básico que haviam estudado e o período de ingresso na universidade.

O segundo questionário teve como objetivo verificar se os estudantes tinham desenvolvidas as habilidades que possibilitariam considerá-los como alfabetizados cientificamente. Fourez (2005, p. 25 – 39, tradução nossa) no livro “Alfabetização Científica e Tecnológica” faz uma análise a respeito do que a Associação de Professores de Ciências dos Estados Unidos (National Science Teacher Association - NSTA) entendia por uma Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), destacando quatorze habilidades apontadas como necessárias para considerar uma pessoa alfabetizada cientificamente. Estas habilidades analisadas por Fourez foram a referência utilizada para elaboração do segundo questionário. O Quadro 1 identifica as habilidades destacadas em cada questão formulada.

Quadro 1: Questões elaboradas a partir de habilidades necessárias para classificar um indivíduo como alfabetizado cientificamente

Questões do segundo questionário	Habilidades
1. Defina brevemente os seguintes termos: (a) Fotossíntese; (b) Gene; (c) Ecossistema; (d) Seleção natural; (e) Célula.	1. Utiliza os conceitos e é capaz de integrar valores, e sabe fazer por tomar decisões responsáveis no dia a dia.
	5. Conhece os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e é capaz de aplicá-los.
2. Você se julga uma pessoa preocupada com a natureza? Como você demonstra isso?	1. Utiliza os conceitos e é capaz de integrar valores, e sabe fazer por tomar decisões responsáveis no dia a dia.
	2. Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e tecnologias refletem na sociedade.
3. Você vê relação entre o desenvolvimento tecnológico/científico e o progresso econômico? Explique.	3. Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias por meio do viés das subvenções que a elas concede.
	4. Reconhece também os limites da utilidade das ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano.
4. Alguns experimentos realizados em períodos históricos importantes foram pioneiros e possibilitaram grandes descobertas. Você conhece algumas dessas descobertas? Escreva um pouco a respeito disso.	11. Possua suficientes saber e experiência para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico.
	12. Extraia da formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante.
	14. Uma certa compreensão da maneira como as ciências e as tecnologias foram produzidas ao longo da história.
5. Você já utilizou ou utiliza algum conhecimento científico e/ou tecnológico em sua vida cotidiana? Qual?	5. Conhece os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e é capaz de aplicá-los.
	6. Aprecia as ciências e as tecnologias pela estimulação intelectual que elas suscitam.
6. Quais as fontes de informação que você utilizaria para entender algum termo científico?	13. Conheça as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorra a elas quando diante de situações de tomada de decisões.
7. Fale brevemente sobre uma descoberta científica atual que você julga importante. Qual o impacto da sua aplicação na sociedade?	10. Compreende as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações.
8. O que você julga necessário para que um conhecimento possa ser considerado científico?	7. Compreende que a produção dos saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos.
	8. Faz distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal.
9. Em sua opinião, o conhecimento científico é transitório ou permanente? Por quê?	9. Reconhece a origem da ciência e compreende que o saber científico é provisório, e sujeito a mudanças a depender do acúmulo de resultados.

Fonte: Elaborada pelos autores embasados nas habilidades listadas pela Associação de Professores de Ciências dos Estados Unidos (National Science Teacher Association – NSTA) e analisadas por Fourez (2005, p. 25 – 39)

Nota: A ordem das habilidades foi preservada, conforme aparece no livro que foi utilizado como referência.

Os materiais didáticos produzidos pelos estudantes foram textos, resumos, poemas, músicas, história em quadrinhos, tabelas, figuras, imagens, mapas, vídeos, apresentações em PowerPoint, embalagens, cartazes, pôsteres, murais, maquetes, móveis, jogos, esquemas, instruções, explicações, experimentos, práticas, observações, dinâmicas, encenações, atividades, exercícios, questionários, perguntas, sondagens, tarefas, temas, trabalhos, revisão, avaliações, provas, recuperações, etc. A análise desses materiais didáticos foi realizada, utilizando como ferramenta de registro fichas que continham a descrição do material didático e as frequências das habilidades (H) analisadas por Fourez (exemplo no Quadro 2).

Quadro 2: Exemplo de análise com a frequência das habilidades (H) (Fourez, 2005, p. 25 – 39) em cada material didático produzido pelos estudantes.

H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14
			2	12									

Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 2: Exemplo de análise do material didático de número 15, texto “Protistas”, de autoria do estudante 5.

Estudante 5

Material didático 15 - texto “Protistas” (elaborado pelo estudante 5)

Habilidade 5:
conhece os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e é capaz de aplicá-los.

“Os protozoários: são organismos unicelulares e heterotróficos.” (1)
 “Alimentam-se de bactérias, restos orgânicos e outros organismos microscópicos.” (2)
 “Suas células apresentam formas variadas.” (3)
 “A maioria dos protozoários é aquática e de vida livre.” (4)
 “Existem também protozoários parasitas, que vivem no interior de outros seres vivos, causando doenças.” (5)
 “São classificados de acordo com a presença de estruturas especializadas para locomoção: flagelados, ciliados, rizópodes e esporozoários.” (6)
 “As algas: elas podem ser tanto unicelulares como pluricelulares.” (7)
 “São encontradas em ambientes aquáticos (marinhos e de água doce) ou em ambientes terrestres úmidos.” (8)
 “Quanto ao tipo de alimentação, elas são autotróficas fotossintetizantes.” (9)
 “Algas unicelulares que flutuam nas águas, em conjunto com outros microrganismos aquáticos autótrofos, formam fitoplâncton, que constituem a base da maioria das cadeias alimentares aquáticas.” (10)
 “São importantes fontes de alimento para outros organismos.” (11)
 “As algas podem apresentar outros tipos de pigmento além da clorofila, o que permite organizá-las em: verdes, pardas (ou marrons) e vermelhas.” (12)

Habilidade 4:
reconhece também os limites da utilidade das ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano.

“Além da importância ecológica, as algas também apresentam grande importância econômica sendo utilizadas na alimentação e como matéria-prima para indústria farmacêutica e de produtos químicos.” (1)
 “O fitoplâncton é o principal responsável pela liberação de oxigênio no ambiente.” (2)

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de trechos retirados do texto “Protistas” de autoria do estudante 5.

Nota: Os números entre parênteses indicam os trechos que foram utilizados para categorização. As habilidades listadas pela Associação de Professores de Ciências dos Estados Unidos (National Science Teacher Association – NSTA) foram numeradas conforme aparecem no livro de Fourez (2005, p. 25 – 39), utilizado como referência.

Com a finalidade de relacionar a análise dos materiais didáticos descrita anteriormente com as principais dimensões da AC proposta por Miller (1983, p. 36 – 40, tradução nossa), as categorias que se relacionavam com as habilidades analisadas por Fourez foram organizadas conforme o quadro que segue (Quadro 3).

Quadro 3: Categorias de análise relacionadas às habilidades para classificar uma pessoa como alfabetizada cientificamente e as dimensões de Alfabetização Científica

Dimensões	Habilidades	Categorias
A compreensão de termos e conceitos chave das Ciências	1. Utiliza os conceitos e é capaz de integrar valores, e sabe fazer por tomar decisões responsáveis no dia a dia.	Referência a conceitos integrados ao cotidiano e à decisões políticas e éticas;
	5. Conhece os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e é capaz de aplicá-los.	Referência a conceitos, hipóteses, teorias científicas;
	10. Compreende as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações.	Descrição do funcionamento de equipamentos, tecnologias, etc.;
	12. Extraia da formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante.	Descrição de curiosidades e descobertas científicas;
	13. Conheça as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorra a elas quando diante de situações de tomada de decisões.	Referência a vídeos, textos, reportagens, etc.
O entendimento da natureza da Ciência	6. Aprecia as ciências e as tecnologias pela estimulação intelectual que elas suscitam.	Descrição de experimento ou investigação prática de um fenômeno;
	7. Compreende que a produção dos saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos.	Referência à metodologia científica e/ou aos procedimentos necessários para a realização de pesquisas científicas;
	8. Faz distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal.	Referência à diferença entre a opinião própria e o conhecimento científico;
	9. Reconhece a origem da ciência e compreende que o saber científico é provisório, e sujeito a mudanças a depender do acúmulo de resultados.	Referência à transitoriedade da ciência;
	11. Possua suficientes saber e experiência para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico.	Apreço pela ciência como construção cultural da humanidade;
	14. Uma certa compreensão da maneira como as ciências e as tecnologias foram produzidas ao longo da história.	Referência ao contexto histórico de determinada descoberta científica;
O entendimento dos impactos das ciências e suas tecnologias.	2. Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e tecnologias refletem na sociedade.	Reflexão das consequências do uso das ciências e tecnologias para a sociedade;
	3. Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias por meio do viés das subvenções que a elas concede.	Reflexão sobre o controle do uso da ciência e tecnologia pela sociedade;
	4. Reconhece também os limites da utilidade das ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano.	Reflexão sobre os malefícios e os benefícios da utilização da ciência e tecnologias;

	10. Compreende as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações.	Reflexão sobre como o desenvolvimento de certas tecnologias estão envolvidas em uma época;
	11. Possua suficientes saber e experiência para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico.	Discussões políticas que envolvam ciências e tecnologias;

Fonte: Elaborada pelos autores embasados nas habilidades listadas pela Associação de Professores de Ciências dos Estados Unidos (National Science Teacher Association – NSTA), analisadas por Fourez (2005, p. 25 – 39), e nas dimensões propostas por Miller (1983, p. 36-40, tradução nossa)

Nota: A ordem das habilidades foi preservada, conforme aparece no livro que foi utilizado como referência.

Esta organização foi a base que possibilitou a categorização dos dados levantados nos materiais didáticos de cada estudante, permitindo identificar a frequência de ocorrência de cada habilidade, bem como as relações com as respostas do segundo questionário.

Os resultados obtidos ao longo da pesquisa a partir do teste padronizado TBSL, da análise dos dois questionários e dos materiais didáticos organizados em relatórios, foram confrontados entre eles em um processo de “triangulação dos dados” (YIN, 2015, p. 124). De acordo com Newby (2010, p. 128, tradução nossa), a triangulação “permite ao pesquisador comparar resultados de forma complementar. Eles não podem validar um ao outro com alguma precisão, mas eles podem reforçar um ao outro”. A triangulação dos dados ajuda a reforçar a validade do estudo de caso através da convergência de evidências (YIN, 2015, p. 125).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da coleta de dados do primeiro questionário nos permitiram caracterizar a amostra pesquisada de acordo com a faixa etária, sexo, origem, ingresso na universidade e rede de ensino onde o estudante cursou o ensino básico (Tabela 1).

Tabela 1: Amostra de estudantes de duas turmas de Estágio de Docência em Ciências do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da UFRGS – primeiro semestre de 2013

N	Idade	Gênero	Cidade de origem	Ensino Fundamental	Ensino Médio	Ingresso na UFRGS
1	24	M	Porto Alegre - RS	Pública	Pública	2008/2
2	21	M	Porto Alegre - RS	Privada	Privada	2010/1
3	23	F	Porto Alegre - RS	Privada	Privada	2008/1
4	21	M	Boqueirão do Leão - RS	Pública	Pública	2010/1
5	27	F	Porto Alegre - RS	Privada	Privada	2005/2
6	26	M	Porto Alegre - RS	Pública	Pública/Privada	2008/2
7	25	M	Novo Hamburgo - RS	Privada	Privada	2008/1
8	24	F	São Paulo - SP	Privada	Privada	2009/1
9	22	F	Porto Alegre - RS	Privada	Privada	2009/2
10	25	F	Chapecó - SC	Pública	Pública	2007/1
11	26	F	Sapucaia do Sul - RS	Pública	Pública	2008/2
12	24	F	Rio de Janeiro - RJ	Privada	Privada	2008/1

Fonte: Elaborada pelos autores

Nota: Sinais convencionais utilizados:

M Atribuído ao gênero masculino.

F Atribuído ao gênero feminino.

Os conhecimentos científicos e tecnológicos estão profundamente relacionados à constituição do sujeito como um ser social. Os resultados apresentaram um grupo de jovens adultos que tinham em média 24 anos; mista quanto ao sexo; heterogênea quanto à instituição de ensino; a maioria havia ingressado na universidade no ano de 2008; e tinham origem na cidade de Porto Alegre – RS, local onde a pesquisa foi realizada. Amostras heterogêneas pode ser um fator importante para favorecer inferências para grupos mais amplos. O perfil dos estudantes nos permitiu compreender a maneira como esses estudantes se inseriam no grupo e auxiliou a compreender o contexto histórico e social do grupo analisado, de modo que as respostas dos estudantes estavam relacionadas a esses contextos específicos.

A partir da análise dos resultados do teste baseado no “Test of Basic Scientific Literacy” (TBSL) desenvolvido por Laugksch e Spargo (1996) pode-se considerar que todos os estudantes investigados são alfabetizados cientificamente. O resultado indicou que dos doze estudantes que participaram da pesquisa, onze podem ser considerados alfabetizados cientificamente nos três subtestes, com exceção do estudante 7 na dimensão relacionada ao Impacto da Ciência e Tecnologia na Sociedade (ISTSST). Embora os estudantes de números 5 e 9 tenham respondido o mínimo de acertos, de acordo com o TBSL, estes estudantes podem ser considerados alfabetizados cientificamente.

A média de acertos correspondente a cada subteste foi: 62,08 itens correspondentes ao Conteúdo da Ciência (SCKST); 16,05 itens relacionados à Natureza da Ciência (NSST); e 11,67 itens referentes ao Impacto da Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade (ISTSST). A média de total de acertos do teste pelos estudantes foi de 90 itens.

O percentual total de acertos no teste foi de 81,82%, sendo que o resultado percentual maior relacionado ao Conteúdo da Ciência (SCKST) (86,23%) mostra que os estudantes têm maior sucesso nestas questões (em negrito na Tabela 2) em relação aos outros dois subtestes relacionados às duas outras dimensões propostas por Miller (1983), a Natureza da Ciência (NSST) (73,86%) e o Impacto da Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade (ISTSST) (72,92%).

Tabela 2: Resultado e percentual de acertos em cada subteste do TBSL de estudantes de duas turmas de Estágio de Docência em Ciências do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da UFRGS – primeiro semestre de 2013

N	SCKST	NSST	ISTSST	Total	SCKST (%)	NSST (%)	ISTSST (%)	Total (%)
1	66	16	13	95	91,67	72,73	81,25	86,36
2	63	16	11	90	87,50	72,73	68,75	81,82
3	57	16	12	85	79,17	72,73	75,00	77,27
4	64	15	12	91	88,89	68,18	75,00	82,73
5	61	15	10	86	84,72	68,18	62,50	78,18
6	59	15	12	86	81,94	68,18	75,00	78,18
7	64	19	9	92	88,89	86,36	56,25	83,64
8	66	17	13	96	91,67	77,27	81,25	87,27
9	56	16	10	82	77,78	72,73	62,50	74,55
10	56	16	14	86	77,78	72,73	87,50	78,18
11	66	18	12	96	91,67	81,82	75,00	87,27
12	67	16	12	95	93,06	72,73	75,00	86,36
μ	62,08	16,25	11,67	90,00	86,23	73,86	72,92	81,82

Fonte: Elaborada pelos autores embasados em (LAUGKSCH; SPARGO, 1996)

Nota: A coluna em negrito destaca o maior número de acertos no subteste SCKST que está relacionado ao

conteúdo da ciência.

Não foi observada nenhuma relação do nível de AC com a idade, sexo, origem, instituição de ensino (público ou privado), ou tempo de permanência na universidade, tendo em vista que a quase totalidade dos estudantes mostrou-se alfabetizada cientificamente pelo teste. Entretanto, cabe destacar que outros estudos já encontraram diferenças significativas entre alguns desses parâmetros, verificando um nível de AC maior no sexo masculino (LAUGKSCH; SPARGO, 1999, p. 429) e um melhor desempenho dos estudantes de escolas particulares no que diz respeito ao conhecimento científico (NASCIMENTO-SCHULZE, 2006, p.112).

O resultado do segundo questionário (Tabela 3) indicou que os estudantes podem ser considerados alfabetizados cientificamente, embora algumas habilidades analisadas por Fourez (2005, p. 25 – 39, tradução nossa) não estejam desenvolvidas em alguns. A Tabela 3 mostra a presença (x) ou ausência (-) das habilidades em cada questão. Os estudantes 2, 6 e 11 não responderam (NR) algumas perguntas e não puderam ser avaliados quanto a essas questões.

Tabela 3: Presença das habilidades para classificar uma pessoa como alfabetizada cientificamente em estudantes de duas turmas de Estágio de Docência em Ciências do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da UFRGS – primeiro semestre de 2013

N	1 (H1;H5)	2 (H1;H2)	3 (H3;H4)	4 (H11;H12;H14)	5 (H5;H6)	6 (H13)	7 (H10)	8 (H7;H8)	9 (H9)
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	x	x	x	NR	x	x	x	x	x
3	x	x	x	x	x	x	x	x	-
4	x	x	x	x	-	x	-	x	x
5	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	x	x	x	x	x	x	NR	x	x
7	x	x	x	x	x	x	-	x	x
8	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	x	x	x	x	x	x	x	-	x
10	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	x	x	x	x	NR	NR	NR	NR	NR
12	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fonte: Elaborada pelos autores embasados nas habilidades listadas pela Associação de Professores de Ciências dos Estados Unidos (National Science Teacher Association – NSTA) e analisadas por Fourez (2005, p. 25 – 39)

Nota: Sinais convencionais utilizados:

x Atribuído quando há a presença da habilidade.

- Dado numérico igual a zero.

NR Atribuído aos estudantes que não responderam as questões.

O estudante 3 não compreende que o conhecimento científico é provisório e sujeito a mudanças (H9). Olhando o resultado deste estudante é interessante chamar a atenção ao que Fourez (2005, p. 32, tradução nossa) aponta como uma das dificuldades no ensino de ciências. Para uma alfabetização científica e tecnológica os docentes deveriam mostrar aos estudantes que as ciências estão sujeitas a mudanças, tanto por suas interações com uma história humana e social, como por suas correspondências com o mundo das coisas. O ensino de história e filosofia da ciência nas licenciaturas poderia ser um fator importante para o desenvolvimento desta habilidade, não só devido ao seu aspecto cultural, mas também como uma forma de se associar os conhecimentos científicos com os problemas que originaram sua

construção (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011, p. 23). De acordo com Loguercio e Del Pino (2006, p. 69), a história e filosofia da ciência podem ter um papel facilitador da AC do cidadão. Segundo os autores, a inclusão desses saberes na formação de professores poderia contribuir para modificar suas concepções sobre Ciência, método científico, construção do conhecimento científico, minimizando problemas no ensino de Ciências, como o dogmatismo, a a-historicidade e a metodologia de ensino.

O estudante 4 não conseguiu responder a questão que relacionava as habilidades correspondentes à capacidade de aplicar os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas (H5) e a apreciação das ciências e tecnologias pela estimulação intelectual que suscitam (H6). Os estudantes 4 e 7 não conseguiram perceber o impacto da aplicação de alguma descoberta científica atual para a sociedade, e por isso foi considerado que não possuem desenvolvida a habilidade relacionada à compreensão das aplicações das tecnologias e às decisões implicadas nestas utilizações (H10). Observando os resultados dos estudantes percebemos que a aplicação dos conhecimentos científicos e tecnológicos tem se restringido à instrumentalidade das ciências e das tecnologias. Para promover a alfabetização científica e tecnológica, os professores deveriam estender o significado do termo “aplicação” para além de uma utilização instrumental, mas uma compreensão do termo em um sentido cultural. Assim, de acordo com Fourez (2005, p. 20, tradução nossa), o que deve focar uma alfabetização científica-técnica, não é, pois uma série de conhecimentos particulares precisos, mas um conjunto global que permita orientar-se em nosso universo. Dentro dessa perspectiva, a tecnologia se torna mais que uma ferramenta que se utiliza, mas implica uma visão crítica e humanista em nossa maneira de pensar, de organizarmos e de atuar em sociedade. Também com o objetivo de exceder a instrumentalidade das ciências e tecnologias, Fourez (2005, p. 30, tradução nossa) destaca o papel do prazer estético da descoberta científica: “é o prazer de sentir uma coordenação entre nossa inteligência, nosso corpo, assim como suas expressões individuais e sociais, e o mundo inteiro em sua globalidade”. Há sempre um prazer intelectual em fazer frente a um desafio científico e técnico.

O estudante 9 não compreende que a produção de saberes científicos depende de processos de pesquisas e de conceitos teóricos (H7); e a distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal (H8). Para esse estudante o conhecimento é qualquer coisa que se aprenda e pense e reflita, o fato de ser científico é meramente por se tratar de Ciências. Ele acredita que o conhecimento científico é aquele que busca explicações. Observando o resultado deste estudante é importante chamar a atenção para outra dificuldade no ensino de ciência que está diretamente relacionada à natureza da ciência. Para Fourez (2005, p. 30, tradução nossa), a produção de conhecimento científico não é um processo puramente teórico, nem sequer teórico-experimental; mas implica o ser humano que está inserido em uma cultura e uma história. Assim, a produção de saberes científicos depende não só de conceitos teóricos, mas envolve um capital humano e social. Fourez (2005, p. 31) destaca ainda a necessidade de evitar interpretar que há, por uma parte, opiniões pessoais necessariamente subjetivas, e por outra, verdades totalmente objetivas que apresentam as ciências. Para o autor, os resultados científicos são mais que modelos correntemente admitidos pela comunidade científica e estabilizados dentro dela; tem, pois um aspecto sócio-histórico. Assim, a educação tem o papel de tornar as populações conscientes da relatividade das produções intelectuais (provenientes de comunidades precisas e historicamente situadas). Por esse motivo é que o ensino de ciências não pode mais refletir as ideias de verdades absolutas que têm sido amplamente transmitidas nas escolas, mas deve considerar que os conhecimentos científicos são produções humanas (e coletivas), engendrados em um contexto histórico e social e por isso devem ser interpretados considerando seu aspecto sócio-histórico.

O resultado do questionário que avaliou as habilidades analisadas por Fourez (2005) pareceu indicar que a maioria não desenvolvida pelos estudantes estava relacionada às

dimensões Natureza da Ciência (NSST) e Impacto da Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade (ISTSST). Mesmo que os estudantes possam ser considerados alfabetizados cientificamente, os resultados do TBSL e do questionário que avaliou as habilidades dos estudantes podem ser evidência de uma formação acadêmica que prioriza ainda a compreensão de termos e conceitos científicos, em detrimento da compreensão da ciência em suas diferentes dimensões.

A análise dos materiais didáticos produzidos pelos estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas permitiu verificar que a habilidade H5, referente ao conhecimento dos conceitos, hipóteses e teorias científicas, estava presente em todos os materiais didáticos e é a habilidade de maior frequência e maior média. A habilidade que menos apareceu nos materiais didáticos é a H3, que se refere à compreensão que a sociedade exerce controle sobre as ciências e tecnologias por meio das subvenções que a elas concede. Embora tenha aparecido em um pouco mais da metade dos materiais didáticos a habilidade H8, referente à distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal, é a habilidade que apresentou a menor média de frequência nos materiais didáticos. As habilidades H5, H6, H12, H13 estavam presentes na maioria dos materiais didáticos e as habilidades H3, H9, H10, H11 foram as que tiveram menor destaque, conforme Tabela 4. Assim, as habilidades relacionadas à compreensão de conceitos e termos chave de ciências tiveram uma ênfase maior em comparação com as habilidades relacionadas à compreensão da natureza das ciências e as habilidades referentes à compreensão dos impactos das ciências e tecnologias, corroborando com os resultados da pesquisa.

Tabela 4 - Frequência e média de referências relacionadas às habilidades para classificar uma pessoa como alfabetizada cientificamente nos materiais didáticos produzidos por estudantes de duas turmas de Estágio de Docência em Ciências do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da UFRGS – primeiro semestre de 2013

N	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14
1	21	12	-	4	106	29	-	-	-	-	3	47	2	1
2	2	-	-	-	87	5	7	-	11	-	-	34	6	2
3	11	9	-	-	201	-	-	-	-	-	-	83	20	-
4	17	17	-	-	95	9	-	4	4	-	-	58	7	18
5	-	-	-	21	203	19	18	7	3	-	-	61	5	8
6	-	8	-	4	201	22	16	1	-	-	-	43	31	-
7	18	8	1	9	120	64	-	2	-	7	-	125	8	2
8	-	-	-	-	60	9	-	-	-	-	-	64	2	-
9	1	-	-	-	126	32	11	5	8	-	2	161	8	-
10	82	-	-	-	192	20	22	-	-	38	34	99	3	25
11	133	26	3	32	78	43	6	3	-	91	5	91	28	-
12	17	9	7	30	185	10	37	3	23	13	17	52	4	25
μ	33,56	12,71	3,67	16,67	137,83	23,82	16,71	3,57	9,80	37,25	12,20	76,50	10,33	11,57

Fonte: Elaborada pelos autores embasados nas habilidades listadas pela Associação de Professores de Ciências dos Estados Unidos (National Science Teacher Association – NSTA) e analisadas por Fourez (2005, p. 25 – 39)

Nota: Sinais convencionais utilizados:
- Dado numérico igual a zero.

Apenas nos materiais didáticos utilizados pelo estudante 12 estavam presentes todas as habilidades. Os materiais didáticos utilizados por outros estudantes como os de número 7 e 11 apresentavam a maioria das habilidades, com exceção de apenas duas ou três. Embora todos os estudantes possam ser considerados alfabetizados cientificamente, observamos que nem todos os materiais didáticos apresentavam as habilidades analisadas por

Fourez (2005) como necessárias para considerar um indivíduo alfabetizado cientificamente. Os materiais didáticos utilizados ou produzidos pelos estudantes 3 e 8 foram os que apresentaram um menor número de habilidades desenvolvidas, apenas cinco e quatro habilidades respectivamente. Os materiais didáticos dos outros estudantes apresentavam em média em torno de oito e nove habilidades desenvolvidas. Embora os estudantes 4, 7 e 9 não apresentem algumas das habilidades destacadas por Fourez (2005) (Tabela 3), conseguem nos materiais didáticos ou nas práticas utilizadas em sala de aula desenvolver habilidades que aparentemente não apresentam (Tabela 4).

Pode-se observar que as habilidades destacadas nos materiais didáticos estavam também relacionadas quase essencialmente à compreensão de conceitos e termos chave das ciências (subteste SCKST do TBSL). A AC dos estudantes não parece ser implicada na produção ou seleção dos materiais didáticos. Isso pode indicar que as práticas educativas desses estudantes não foram influenciadas por seu nível de AC, mas foram um reflexo da natureza da sua formação ao longo de toda trajetória escolar e acadêmica.

A pesquisa permitiu observar que os estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas, mesmo sendo alfabetizados cientificamente, não conseguem implicar seus conhecimentos em suas práticas educativas. Embora os estudantes tenham uma formação científica e conhecimento pedagógico, muito provavelmente não conseguem mobilizar esses conhecimentos devido ao “pensamento docente espontâneo” (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011, p. 27). Esse pensamento tem origem de uma tradição docente (e social) extremamente enraizada que consideram o ensino uma tarefa simples, para a qual basta apenas algum conhecimento sobre a matéria, ter alguma prática docente e ter alguns conhecimentos “pedagógicos” de caráter geral (CACHAPUZ et al, 2011, p. 186), reduzindo o ensino de ciências à transmissão de conteúdos conceituais.

A dificuldade dos professores em formação de integrar os conhecimentos específicos aos pedagógicos provavelmente é o que os fazem assumir uma orientação pedagógica voltada ao ensino tradicional. A rejeição pelo “ensino tradicional” costuma-se expressar-se com contundência, sobretudo por parte dos professores em formação, embora, demonstre-se que o que eles denominam pejorativamente como “ensino tradicional” neles está profundamente impregnado ao longo dos muitos anos em que, como estudantes, acompanharam as atuações de seus professores (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011, p. 39). Talvez o “ensino tradicional” esteja tão radicado nesses estudantes que no momento em que se tornam professores, reproduzem o mesmo modelo vivenciado ao longo de sua formação em suas práticas pedagógicas como algo “natural”, sem que consigam perceber a que orientação pedagógica estão se submetendo. Esse pode ter sido o motivo pelo qual nos testes utilizados para mensurar o nível de AC e nos materiais didáticos o Conteúdo da Ciência (subteste SCKST no TBSL) tenha tido maior destaque. Assim, parece estar havendo no contexto dos cursos de formação inicial de professores:

[...] uma falta de discussão por parte de licenciandos e professores de ciências em serviço a propósito das implicações sociais, culturais e ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico, o que favoreceu o ensino de ciências voltado para a transmissão passiva de informações, sem sua necessária relação com os contextos sociais e históricos que influíram em sua origem e constituição, perdendo, dessa forma, o sentido social e cultural (PÉREZ; SIERRA, 2013, p.34).

Como alternativa propõem-se que a formação inicial de professores leve em consideração as três dimensões da AC para a construção de um currículo em que os conteúdos científicos sejam mais integrados aos conhecimentos pedagógicos, históricos e filosóficos. Entretanto, não se pode ser ingênuo ao pensar que apenas uma mudança curricular nos cursos de licenciatura seja capaz de garantir que os futuros professores extrapolem o ensino conceitual a uma compreensão mais ampla da ciência. A melhoria dos cursos de licenciatura

“só será possível se acompanhada de uma verdadeira mudança de paradigma no desenvolvimento dos cursos de formação de professores” (CARVALHO, 1992, p. 54) e nas concepções relativos ao processo de ensino/aprendizagem.

A AC no contexto da formação inicial de professores pode ser uma alternativa que viabiliza um ensino de ciências mais comprometido e que ultrapassa um ensino essencialmente conceitual e que segue ainda um modelo tradicional. Assim, é preciso refletir sobre a formação inicial de professores não só a partir de maior integração entre o conhecimento psicossociopedagógico e o conhecimento científico, levando em consideração as três dimensões da AC; mas também no sentido de uma maior mobilização desses conhecimentos nas práticas pedagógicas desses estudantes que se tornarão os futuros profissionais em educação.

Em síntese, (re)pensar/discutir a formação docente para o Ensino de Ciências significa perceber que a valorização do conhecimento científico e tecnológico pela sociedade contemporânea exige do professor a realização de um trabalho que rompa com os conceitos que lidam com as Ciências de forma dogmática, acrítica e descontextualizada da realidade global, a fim de que ele possa contribuir para a formação de cidadãos críticos, alfabetizados cientificamente (SILVA; BASTOS, 2012, p. 152).

Um dos prováveis motivos para um modelo de ensino baseado essencialmente na transmissão dos conteúdos por parte dos estudantes de licenciatura se refere à formação incidental. Os futuros professores acabam adotando o ensino tradicional porque esse foi o modelo que vivenciaram ao longo de suas experiências escolares e acadêmicas. Embora seja importante que os estudantes tenham um vocabulário científico básico, é fundamental que tenham uma formação científica consistente para que consigam refletir sobre questões relacionadas às ciências e às tecnologias e compreender os aspectos históricos, políticos e sociais envolvidos nessas questões.

É possível identificar certo consenso entre professores e pesquisadores da área de educação em ciência que o ensino dessa área tem como uma de suas principais funções a formação do cidadão cientificamente alfabetizado, capaz de não só identificar o vocabulário da ciência, mas também de compreender conceitos e utilizá-los para enfrentar desafios e refletir sobre seu cotidiano (KRASILCHICK; MARANDINO, 2007, p. 19).

Uma das maneiras de se superar o ensino essencialmente conceitual e de se transmitir uma visão dinâmica da ciência é aproximar o ensino de ciências da natureza da ciência. De acordo com Hodson (1992 apud CACHAPUZ et al, 2011, p.30), “os estudantes desenvolvem melhor a sua compreensão conceitual e aprendem mais sobre a natureza da ciência quando participam em investigações científicas”. Por isso um dos enfoques da formação inicial de professores com uma perspectiva de se promover a AC é “conhecer as orientações metodológicas empregadas na construção dos conhecimentos” (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011, p. 24). Não desejamos com isso um currículo orientado para a formação de futuros cientistas como muitos trabalhos relacionados à AC propõe, mas que os estudantes enquanto futuros professores tenham um mínimo de compreensão quanto ao “fazer científico”. Ressalta-se assim a:

Necessidade de ir mais além da habitual transmissão de conhecimentos científicos, de incluir uma aproximação à natureza da ciência e à prática científica e, sobretudo, de enfatizar as relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, de modo a favorecer a participação dos cidadãos na tomada fundamentada de decisões (AIKENHEAD, 1985, 466)

Entretanto, a formação inicial de professores com uma possibilidade de se promover a AC deve estar orientada principalmente no enfoque do impacto das ciências e tecnologias para a sociedade de modo a ampliar a compreensão de conceitos científicos básicos. A interação ciência-tecnologia-sociedade pode promover uma maior contextualização das ciências com a vida dos estudantes, tornando-os sujeitos capazes de refletir sobre questões científicas nas mais diversas áreas de suas vidas, permitindo-lhes de participar na tomada de decisões e, portanto, promovendo um maior protagonismo desses estudantes em seu processo de aprendizagem. Por fim, é a partir dessa interação que a AC no contexto de formação inicial de professores pode contribuir para uma maior integração entre os conhecimentos na prática pedagógica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo se dedicou a uma reflexão acerca do contexto do ensino de ciências que ainda hoje é muito influenciado por um modelo curricular tradicional que prioriza a memorização de conceitos científicos sem uma contextualização da ciência ao cotidiano dos estudantes. O desenvolvimento de um ensino de ciências que esteja contextualizado e que contribua para o desenvolvimento de um pensamento crítico torna-se essencial para que ocorram as mudanças necessárias no processo de formação de professores capazes de romper com um ciclo que se repete há décadas. Assim, a AC surge como uma alternativa para uma compreensão mais ampla das ciências.

Embora os estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas investigados possam ser considerados alfabetizados cientificamente de acordo com os testes utilizados, há evidências de uma formação que prioriza ainda a compreensão de termos e conceitos científicos, em detrimento da compreensão da ciência em suas diferentes dimensões. Além disso, os estudantes de licenciatura não conseguiram nos materiais didáticos que produziram ou selecionaram, expressar as habilidades necessárias para favorecer em sala de aula o desenvolvimento da AC nos seus estudantes da Educação Básica. Isso pode ser um indício de que o modelo curricular tradicional esteja influenciando fortemente nesses estudantes ao longo de sua formação e que, ao tornarem-se professores, acabam adotando em suas práticas pedagógicas um modelo de ensino que destaca mais aspectos conceituais. Como alternativa sugerimos um currículo para a formação inicial de professores que tenha como perspectiva as três dimensões da Alfabetização Científica.

Essa pesquisa teve importância, portanto no sentido de despertar a necessidade de se refletir nos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas sobre as potencialidades da AC no contexto do ensino de ciências e da formação inicial de professores. Tendo em vista os resultados desse estudo, nos parece interessante que mais pesquisas sejam realizadas, a fim de que seja possível aprofundar as reflexões em torno deste tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIKENHEAD, G. S. Collective decision making in the social context of science. **Science Education**, v.69 n.4, p. 453-475, 1985.
- BACHELARD, G. A “novidade” das ciências contemporâneas. In: BACHELARD, G. A **epistemologia**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores. 1983, p. 13-17
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.
- CACHAPUZ, A. et al. A necessária renovação do ensino das Ciências. 3. Ed. São Paulo: Cortez, 2011.

- CARVALHO, A. M. P. de. Reformas nas licenciaturas: a necessidade de uma mudança de paradigma mais do que de mudança curricular. *Aberto*, v. 52, p. 51-63, 1992.
- CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. Formação de professores de ciências: tendências e inovações. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 127 p. (Questões de nossa época, v. 28)
- FOUREZ, G. Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. 1ª. ed. 3º reimp. – Buenos Aires: Colihue, 2005.
- FOUCAULT, Michel. Microfísica do poder. Organização e tradução de Roberto Machado. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1979.
- KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2007.
- LAUGKSCH, R. C.; SPARGO, P. E. Construction of a paper-and-pencil Test of Basic Scientific Literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. **Public Understanding of Science**, v. 5, n. 4, p. 331-359, 1996.
- LAUGKSCH, R. C.; SPARGO, P. E. Scientific Literacy of Selected South African Matriculants Entering Tertiary Education: A Baseline Survey. **South African journal of science**, v. 95, p. 427-432, 1999.
- LOGUERCIO, R. de Q.; DEL PINO, J. C. Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química/History and philosophy of science contributions to the construction of scientific knowledge in chemistry. **Acta Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 67-78, 2012.
- MILLER, J. D. Scientific literacy: A conceptual and empirical review. **Daedalus**, p. 29-48, 1983.
- NASCIMENTO-SCHULZE, C. M. Um estudo sobre alfabetização científica com jovens catarinenses. **Psicologia: teoria e prática**, v. 8, n. 1, p. 95-106, 2006.
- NEWBY, P. Research methods for education. Harlow: Pearson Education Limited, 2010.
- PÉREZ, L. F. M.; SIERRA, D. F. M. A formação crítica de professores no contexto da perspectiva: ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. In: CHAPANI, D. T.; SILVA, J. dos S. **Debates em Educação Científica**, São Paulo: Escrituras Editora, 2013. p. 33-44.
- SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista brasileira de educação**, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.
- SHAMOS, M. H. The myth of scientific literacy. Rutgers University Press, 1995.
- SILVA, V. F. e; BASTOS, Fernando. Formação de Professores de Ciências: reflexões sobre a formação continuada. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 2, p. 150-188, 2012.
- VENTURA, M. M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Revista SoCERJ**, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007.
- VIEIRA, S. Como elaborar questionários. São Paulo: Atlas, 2009.
- YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. Tradução Cristhian Matheus Herrera. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

Artigo III

Concepções sobre o ensino e a ciência: uma análise sobre a formação inicial de professores

Este artigo foi submetido à Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias ISSN 1579-1513 em 03 de janeiro de 2016.

Concepções sobre o ensino e a ciência: uma análise sobre a formação inicial de professores

Amanda Muliterno Domingues Lourenço de Lima

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, amanda.domingues@ufrgs.br

Rosane Nunes Garcia

Colégio de Aplicação, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, rosane.garcia@ufrgs.br

Tendo em vista que as ciências têm sido ensinadas nas escolas através de uma perspectiva dogmática, fixista e atemporal buscamos através desse estudo compreender a percepção dos professores em formação em relação aos processos educativos e às possíveis visões deformadas da ciência e da tecnologia. Esses dois fatores podem estar contribuindo para que o ensino de ciências esteja sendo desenvolvido de forma descontextualizada. O principal objetivo do estudo foi verificar as concepções sobre o ensino e a natureza das ciências de um grupo de doze estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas. Essa foi uma pesquisa qualitativa em que se utilizou como método a análise de conteúdo através de dois questionários abertos. Os resultados apresentados nesta pesquisa demonstram que, embora a maioria das concepções sobre o ensino destaque a importância de se aproximar a ciência da realidade das pessoas e da importância das ciências para a educação e para a sociedade, ainda existem muitas deformações nas visões relativas à própria ciência. O reconhecimento destas concepções pode ser importante para instrumentalizar ações direcionadas à estruturação dos currículos dos cursos de licenciaturas e reflexões sobre o processo de formação inicial de professores.

Palavras-chave: concepções sobre ensino, concepções sobre Ciência, formação inicial de professores.

Conceptions of science: an analysis of the initial teacher training at the prospect of Scientific Literacy

Abstract: Considering that the sciences have been taught in schools through a dogmatic, fixist and timeless perspective we seek through this study to understand the perception of student teachers in relation to educational processes and possible distorted views of science and technology. These two factors may be contributing to the teaching of science is being developed in a decontextualized way. The main objective of the study was to investigate the conceptions about the teaching of science and the nature of a group of twelve students of degree in Biological Sciences. This was a qualitative study which used as a method of content analysis through two open questionnaires. The results presented in this study demonstrate that while most conceptions of the highlight teaching the importance of approaching the science of reality of people and the importance of science for education and society, there are still many distortions in visions relating to own science. The recognition of these concepts may be important to equip actions aimed at structuring the curricula of undergraduate courses and reflections on the process of initial teacher education.

Keywords: conceptions about education, conceptions about science, initial formation teachers.

Introdução e Fundamentação Teórica

O ensino de ciências vem sendo desenvolvido nas escolas de uma forma que tem transmitido uma imagem reducionista e distorcida das ciências. De acordo com Cachapuz et al. (2011, p. 38-51) as

ciências têm sido ensinadas nas escolas através de uma visão que a apresenta como sendo descontextualizada; individualista e elitista; empiro-indutivista e ateuca; rígida, algorítmica e infalível; aproblemática e ahistórica; exclusivamente analítica; e acumulativa. Para Santos (2007, p. 484), isso está relacionado à forma como esse ensino vem sendo abordado na escola em um modelo por transmissão em que não há reflexão epistemológica.

As concepções sobre o ensino e sobre a ciência são construídas a partir de experiências vivenciadas pelos estudantes ao longo de sua trajetória escolar e acadêmica. São essas concepções que irão influenciá-los no futuro, enquanto professores, em como conduzirão as aulas. Tardif (2014, p. 33-52) discute sobre a diversidade de saberes que permeiam a prática docente. Para o autor, esses saberes não são produzidos pelos próprios docentes isoladamente ou oriundos do trabalho cotidiano apenas, mas, sobretudo, são provenientes das relações sociais, das suas inserções culturais, das experiências escolares anteriores, das práticas formativas etc., ou seja, são saberes pessoais, curriculares, que são socialmente construídos e que, inevitavelmente, alicerçam a formação profissional.

Por muito tempo acreditou-se que o ensino era essencialmente uma tarefa simples, para a realização da qual basta conhecer a matéria, ter alguma prática docente e ter alguns conhecimentos “pedagógicos” de caráter geral (Cachapuz et al., 2011, p. 186). Essa ideia errônea, mas bem difundida estabelece o pensamento docente espontâneo (Carvalho, e Gil-Pérez, 2011, p. 27). Essa concepção sobre o ensino se deve a dois motivos principais: a formação ambiental e a orientação dos cursos de formação inicial de professores. O primeiro motivo para esse pensamento comum é a influência de uma formação ambiental que reflete aulas experimentadas e modelos vivenciados como algo natural que passam a ser incorporados pelo professor em formação, constituindo-se como verdadeiro obstáculo às práticas educativas. O outro se refere à orientação dos cursos de licenciatura que correspondem à soma de uma formação científica básica e de uma preparação psicopedagógica geral.

Além dessas concepções de ensino, as concepções sobre a ciência também acabam influenciando as práticas pedagógicas dos futuros professores em sala de aula. Muitos estudos tem demonstrado que o ensino transmite visões da ciência que não refletem como se constroem e evoluem os conhecimentos científicos (Cachapuz et al., 2011, p. 36), excluindo uma parcela da sociedade de suas concepções e de seus procedimentos. A ciência possui um *status* de verdade que a define devido principalmente à ideia muito difundida de que “o conhecimento científico é o conhecimento confiável porque é o conhecimento provado objetivamente” (Chalmers, 1993, p. 18). A visão da ciência de que o conhecimento científico deriva de hipóteses testadas e comprovadas seguindo um método científico, que prima pelo rigor e pela objetividade da obtenção dos dados, a partir da observação e experimentação, tem sido amplamente aceita e transmitida nas escolas. Embora essa concepção de senso comum da ciência remonte o século XVII como consequência da Revolução Científica, ela perdura até os dias atuais. E é essa concepção de ciência que tem sido transposta aos programas curriculares brasileiros sem as ressignificações necessárias e sem a contextualização com a realidade dos estudantes.

Isto está relacionado com o fato de que o ensino científico – inclusive o universitário – reduziu-se basicamente à apresentação de conhecimentos já elaborados, sem dar ocasião aos estudantes de se aproximarem das atividades características do trabalho científico. Deste modo, as concepções dos estudantes – incluindo as dos futuros docentes – não se afastam daquilo a que se pode chamar uma imagem “folk”, “naif” ou popular da ciência, socialmente aceita, associada a um suposto Método Científico, com maiúsculas, perfeitamente definido (Cachapuz et al. 2011, p. 36).

Vivemos em um mundo onde cada vez mais aumentam as demandas por inovações científicas e tecnológicas. Assim é imprescindível que se tenha um mínimo de conhecimento científico para refletir e tomar decisões em relação a essas questões. Para conseguir se posicionar criticamente em relação aos avanços científicos e tecnológicos é preciso também que se compreenda como os conhecimentos científicos se constituem e evoluem, como se desenvolvem os estudos científicos e quais são os processos relacionados ao seu desenvolvimento, como diferenciar entre aquilo que pode ser considerado científico daquilo que não é ciência. Nesse contexto, o professor em formação poderia ter um papel importante para questionar as visões de ciências que são trabalhadas de forma repetitiva,

acrítica e socialmente neutra, a fim de romper com essas visões simplistas sobre o ensino de ciências vinculadas ao senso comum.

Tendo em vista que as ciências têm sido ensinadas através de uma perspectiva dogmática, fixista e atemporal caberia, portanto, refletir a respeito das concepções sobre o ensino e as visões das ciências construídas pelos professores ao longo de sua formação. Esses dois fatores podem estar contribuindo para que o ensino de ciências esteja sendo desenvolvido de forma descontextualizada. Assim, ressalta-se a necessidade de uma reflexão em torno dos processos de formação inicial e continuada de professores, no sentido de romper com essas visões simplistas de ensino e a ideia de ciência universal e estável.

Mas quais são as concepções dos futuros professores sobre o ensino? Quais foram as motivações que levaram esses estudantes das licenciaturas a escolher se tornarem professores? Qual a percepção deles em relação à importância do ensino de ciências para a educação e para a sociedade? Quais as visões que estes estudantes têm sobre a origem e evolução do conhecimento científico? Esses foram alguns dos questionamentos que motivaram essa pesquisa, que teve como principal objetivo verificar as concepções sobre o ensino da Ciência e as possíveis visões deformadas da Ciência e da Tecnologia de um grupo de doze estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas.

Metodologia

Essa pesquisa se constitui de uma pesquisa qualitativa, pois buscou investigar as concepções sobre ciência e sobre o ensino de ciências de doze estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) no primeiro semestre de 2013. Os estudantes foram identificados por números. A pesquisa qualitativa foi escolhida como abordagem de estudo, pois “se preocupa em retratar a perspectiva dos sujeitos da investigação” (Bogdan, e Biklen, 1994, p.16).

A coleta de dados foi realizada através da aplicação de dois questionários constituídos por questões abertas. O primeiro permitiu investigar aspectos mais gerais do perfil dos estudantes, bem como algumas questões que permitiram verificar alguns aspectos relacionados à concepção sobre ciências e o ensino de ciências:

Questionário 1

1. Por que você escolheu Licenciatura em Ciências Biológicas?
2. Você já realizou algum estágio, iniciação científica ou monitoria? Quais? Em que área?
3. Você possui alguma experiência no Ensino de Ciências? Qual(is)?
4. Você possui alguma experiência no Ensino de Biologia? Qual(is)?
5. Para você o que é ensinar Ciências?
6. Em sua opinião, como deveria ser uma aula de Ciências?
7. Quais são as fontes de informação que você recorre para preparar suas aulas?
8. Para você, qual o papel do ensino de Ciências para a Educação?
9. Para você, qual a importância das ciências para a sociedade?

O segundo questionário possibilitou verificar mais especificamente as concepções sobre ciência construídas por estes estudantes ao longo de sua formação. As questões foram estruturadas a partir das habilidades apontadas pela Associação de Professores de Ciências dos Estados Unidos (National Science Teacher Association - NSTA) como necessárias para classificar uma pessoa como alfabetizada cientificamente. Estas habilidades foram analisadas por Fourez (2005, p. 25 – 39, tradução nossa), o que serviu de base teórica para a esta e outras pesquisas realizadas pelo nosso grupo.

Questionário 2

1. Você vê relação entre o desenvolvimento tecnológico/científico e o progresso econômico? Explique.

2. Alguns experimentos realizados em períodos históricos importantes foram pioneiros e possibilitaram grandes descobertas. Você conhece algumas dessas descobertas? Escreva um pouco a respeito disso.
3. Você já utilizou ou utiliza algum conhecimento científico e/ou tecnológico em sua vida cotidiana? Qual?
4. Fale brevemente sobre uma descoberta científica atual que você julga importante. Qual o impacto da sua aplicação na sociedade?
5. O que você julga necessário para que um conhecimento possa ser considerado científico?
6. Em sua opinião, o conhecimento científico é transitório ou permanente? Por quê?

As respostas dos dois questionários foram analisadas através da análise de conteúdo, um método que se utiliza quando se pretende analisar as comunicações e se pretende ir além dos seus significados imediatos.

“A análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens” (Bardin, 2011, p. 48).

Para auxiliar nas análises das respostas foi utilizado o software QSR International NVivo 10. Este software foi desenvolvido para facilitar técnicas qualitativas comuns para organizar, analisar e compartilhar dados, independentemente do método utilizado.

Os critérios utilizados para analisar as respostas das questões que buscaram investigar as concepções dos estudantes sobre o ensino de ciências fundamentaram-se nos saberes envolvidos na formação profissional docente discutidos por Tardif (2014, p. 33-52). Para o autor, a prática profissional integra diferentes saberes: saberes oriundos da formação profissional, pedagógicos, disciplinares, curriculares e experienciais. Os saberes oriundos da formação profissional estão relacionados ao conjunto de saberes transmitidos pelas instituições de formação de professores. Os saberes pedagógicos apresentam-se como concepções provenientes de reflexões sobre a prática educativa, reflexões racionais e normativas que conduzem a representação e a orientação da atividade educativa. Saberes disciplinares (por exemplo, ciências) correspondem aos diversos campos do conhecimento e são transmitidos nos cursos e departamentos universitários independente das faculdades de educação e dos cursos de formação de professores. Os saberes curriculares correspondem aos discursos, objetivos, conteúdos e métodos a partir dos quais a instituição escolar categoriza e apresenta os saberes sociais por ela definidos e selecionados. Os saberes experienciais ou práticos emergem da experiência e são por ela validados.

Considerando a hipótese de que as concepções sobre o ensino e sobre a ciência podem ter uma influência muito grande nas práticas pedagógicas desses estudantes de licenciatura enquanto professores, torna-se importante verificar como eles se relacionam com esses saberes construídos ao longo de sua trajetória, pois “o saber dos professores é plural, composto, heterogêneo e que envolve no próprio exercício do trabalho conhecimentos de fontes variadas e, provavelmente, de natureza diferente” (Tardif, 2014, p. 18). Assim, categorias criadas na análise do questionário que investigou as concepções dos estudantes sobre ciência, foram embasadas nas visões deformadas da ciência discutidas por Cachapuz et al. (2011, p. 38-51). A visão descontextualizada da ciência desconsidera o impacto da atividade científica e tecnológica no meio natural e social e os interesses da sociedade no seu desenvolvimento; além disso, considera a tecnologia como uma aplicação dos conhecimentos científicos. A visão individualista e elitista da ciência se relaciona a uma percepção da atividade científica reservada a minorias especialmente dotadas sendo, portanto realizada exclusivamente por cientistas em laboratório. A concepção empiro-indutivista e atórica se relaciona a ideia de descobrimento científico atribuído à essência da atividade científica e a importância do papel da observação e experimentação. A visão rígida, algorítmica e infalível se relaciona a uma percepção do papel da atividade científica para a comprovação das teorias científicas através de um suposto “Método Científico”. A visão ergo acabada e dogmática consiste em transmitir conhecimentos já elaborados sem relacioná-los aos problemas que suscitaram a sua investigação e sem relacioná-los ao seu contexto histórico, dificultando a percepção de como evolui esses conhecimentos. A visão

analítica está associada a uma apreciação do papel da análise no processo científico que pode levar a simplificações parcializadas dos resultados das pesquisas científicas e incorrer em generalizações artificiais. A visão acumulativa incide em apresentar o desenvolvimento científico como produto de um crescimento linear, não considerando as crises e rompimentos implicados nas atividades científicas. As atividades docentes estão sobre a influência dessas deformações que, segundo Cachapuz et al. (2011, p.38), estão estritamente relacionadas entre si.

Resultados e discussão

O resultado das análises do questionário 1 (Tabela 1) a respeito do ensino de Ciências indicou que há uma grande heterogeneidade no grupo analisado quanto às percepções dos estudantes em relação ao ensino.

Tabela 1: Resultados obtidos quanto ao perfil geral e as percepções dos estudantes em relação ao ensino de ciências.

Critérios avaliados	Categorias	N	Estudantes
Motivação	Gostar de Ciências/Biologia	4	2, 4, 9, 11
	Desejar ser professor	4	1, 2, 4, 9
	No decorrer do curso acabou gostando de lecionar	2	7, 12
	Acreditar em uma educação mobilizadora de mudanças na sociedade e na preservação do ambiente	1	6
	Formação voltada para o mercado de trabalho	2	5, 8
	Formação mais completa	3	3, 7, 10
Experiência	Estágio, extensão, iniciação científica, monitoria nas demais áreas de atuação do curso de Ciências Biológicas	12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
	Estágio, extensão, iniciação científica, monitoria em educação	4	1, 2, 5, 12
	Educação ambiental	3	1, 6, 7
	Pré-vestibular popular	4	1, 6, 8, 11
	Estágio de Docência em Ciências	12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Ensinar ciências	Estágio de Docência em Biologia	2	3, 7
	Despertar nos alunos a vontade de conhecer o mundo	4	2, 3, 4, 6, 8
	Relacionar as ciências ao cotidiano	3	8, 11, 12
	Compreender que faz parte do mundo e por isso deve preservá-lo	3	1, 2, 4
	Saber como as coisas funcionam	2	9, 12
Aula de ciências	Ensinar os conteúdos e disciplinas	2	5, 10
	Próxima da realidade dos alunos	5	1, 2, 5, 7, 8, 10
	Prática	5	4, 6, 7, 9, 10, 11
Fontes e lugares de aquisição	Dinâmica, interativa, interdisciplinar, interessante, contextualizada, divertida e diferente	4	3, 5, 11, 12
	Internet	11	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
	Livros didáticos	9	1, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12
	Revistas	7	2, 5, 6, 7, 9, 11, 12
	Vídeos e documentários	4	3, 6, 9, 11
	Atividades práticas e aulas da graduação	4	5, 6, 8, 9
	Banco de dados de atividades lúdicas e didáticas	1	1
Experiência própria	1	8	
Papel do ensino de ciências para a educação	Formar pessoas que sejam críticas, questionadoras e conscientes	4	2, 4, 6, 7, 11
	Promover o conhecimento e o entendimento dos processos naturais	3	1, 3, 10

	Despertar o interesse e a curiosidade	2	8, 9
	Melhorar a educação e as metodologias didáticas	1	5
Importância das ciências para a sociedade	Perceber que a ciência está presente em nosso cotidiano	5	1, 8, 9, 10, 12
	Construir uma consciência crítica	4	3, 4, 5, 11
	Conhecer o mundo para saber utilizar os recursos de modo sustentável	3	2, 6, 7
	Respeitar e valorizar a vida e a natureza	2	3, 4
	Gerar conhecimento	1	4

Fonte: As categorias foram elaboradas pelas autoras, embasadas nos saberes docentes discutidos por Tardif (2014, p. 33-52)

Nota: Os estudantes são identificados apenas por números.

Sinais convencionais utilizados:

N Indica a quantidade de estudantes em determinada categoria.

Há certo consenso de que as práticas pedagógicas e o desenvolvimento profissional docente são influenciados por experiências anteriores vivenciadas ao longo da trajetória de vida dos futuros professores. Para Carvalho e Gil-Pérez (2011, p. 82) os professores assumem uma identidade profissional em decorrência de uma formação docente anterior adquirida ambientalmente ao longo dos muitos anos em que, como alunos, estiveram em contato com seus professores. De fato, o primeiro contato dos professores com a profissão ocorre ainda enquanto são alunos na escolarização básica; assim, antes mesmo de começarem a ensinar os professores já sabem de muitas maneiras o que é o ensino em razão de toda sua história escolar anterior (Tardif, 2014, p. 20). Essa imersão anterior na profissão para Tardif (2014, p. 20) é necessariamente formadora, pois leva os futuros professores a adquirirem crenças, representações e certezas sobre a prática do ofício de professor.

Ao analisar as motivações que levaram os estudantes escolher o curso de licenciatura pôde-se investigar as concepções dos estudantes em relação à identidade docente. De acordo com Brando e Caldeira (2009, p.156), a escolha profissional é feita a partir de um rol diversificado de atividades, muitas vezes pouco conhecidas no momento da opção. Uma profissão é escolhida, pois no imaginário dos indivíduos, contenta-os e proporciona um reconhecimento sociocultural que possa refletir condições dignas de profissionalismo que garanta sobrevivência e assegure a manutenção do status de profissão. A partir dos resultados obtidos na Tabela 1, podemos perceber que a motivação que levou os estudantes investigados a escolher o curso de Ciências Biológicas são dois principais: gostar de ciências e/ou biologia e a vontade de querer ser professor; e formação voltada para o mercado de trabalho. Considerando sobre a profissão docente, que a figura do professor está presente precocemente na vida de qualquer cidadão (Brando, e Caldeira, 2009, p.156), acreditamos que essa tenha sido a grande influência na escolha dos estudantes:

“Sempre gostei muito de Ciências e a ideia de ser professora também me agradava muito desde pequena” (Estudante 9).

“Acredito que a licenciatura, possa ser um dos modos, possíveis, para mudarmos nossa sociedade atual; conscientizar as futuras gerações, da importância da preservação do ambiente em que vivemos. Acredito, que para isso, é necessário uma mudança de pensamento, e comportamento da nossa sociedade como um todo. É claro que para isso, é necessário esforços não só da área da educação; mas considero que a licenciatura (educação) seja uma das áreas fundamentais” (Estudante 6).

Entretanto, observamos que a formação voltada para o mercado de trabalho foi a justificativa apontada por cinco estudantes:

“Inicialmente, por ser uma alternativa para futuros empregos, pois professores são mais facilmente contratados” (Estudante 8).

“Me formei primeiro no bacharelado, estou fazendo licenciatura como complementação” (Estudante 10).

Essa motivação pode ser um reflexo de um currículo tradicional que prima ainda pela formação profissional e de uma concepção de ensino como uma atividade simples. As filosofias taylorista e fordista revolucionaram os processos produtivos e a organização do trabalho; e passaram a ser reproduzidos no âmbito do sistema educacional (Santomé, 1998, p. 13), influenciando o currículo e a identidade profissional docente. Além disso, essa motivação pode ser interpretada como expressão de uma imagem espontânea do ensino como uma tarefa simples para o qual basta um bom conhecimento da matéria, ter alguma prática docente e alguns complementos psicopedagógicos de caráter geral (Carvalho, e Gil-Pérez, 2011, p.14; Cachapuz et al., 2014, p. 186), o que têm contribuído para a desqualificação da profissão docente.

Outro fator que têm contribuído para a desvalorização profissional docente é uma concepção muito difundida entre os educadores de que não há a necessidade de se pesquisar e refletir sobre a atividade docente. Os resultados da pesquisa indicam que as experiências dos estudantes são em sua maioria relacionadas às demais áreas de atuação biólogo, de modo que alguns poucos exercem atividades de monitoria, pesquisa, extensão e iniciação científica relacionadas a educação. Mesmo sendo um curso de licenciatura, alguns estudantes só experimentaram a docência através do Estágio de Docência, sendo essa uma disciplina obrigatória e de final de curso. Há um reconhecimento do estágio pedagógico como um dos períodos mais marcantes da formação inicial dos futuros professores constituindo um período único e significativo na vida pessoal e profissional de qualquer professor, assim como é um momento decisivo da capacitação e integração do licenciando à profissão docente. De acordo com Caires (2006, p.87), a observação e a interação com profissionais mais experientes, a sua socialização no universo-escola e na profissão docente, a experientiação direta e a reflexão sobre o ato de ensinar, ou, ainda, a assunção de um novo conjunto de papéis e responsabilidades surgem como alguns dos desafios mais comuns, e acabam por influenciar na constituição da identidade profissional docente do futuro professor. Entretanto, os resultados da pesquisa parecem apontar para uma concepção de identidade docente que também é reflexo das filosofias produtivas as quais dividiram o trabalho em atividades técnicas e científicas (Santomé, 1998). Como reflexo da expressão dessas filosofias, “os educadores e os pesquisadores, o corpo docente e a comunidade científica tornam-se dois grupos cada vez mais distintos, destinados a tarefas especializadas de transmissão e produção dos saberes sem nenhuma relação entre si” (Tardif, 2014, p. 35). Esse processo de desvalorização profissional do professor se deve em parte por um sistema socialmente organizado que se expressa pela existência de instituições que se destinam à produção de saberes, à manutenção e ao controle do acesso sistemático dos saberes sociais disponíveis, permanecendo os processos de aquisição e de aprendizagem subordinados às atividades de pesquisa e produção de novos conhecimentos e à atividade técnica de transmissão de conhecimento pelos professores.

No tocante à profissão docente, a relação cognitiva com o trabalho é acompanhada de uma relação social: os professores não usam “o saber em si”, mas sim saberes produzidos por esse ou por aquele grupo, oriundos dessa ou daquela instituição, incorporados ao trabalho por meio desse ou daquele mecanismo social (formação, currículos, instrumentos de trabalho, etc.) (Tardif, 2014, p. 19). Assim, as concepções sobre o ensino e aula de ciências representam os discursos incorporados pelos estudantes ao longo de sua vida provenientes dos grupos sociais com os quais o sujeito se relaciona (família, amigos, etc.) e sua formação escolar e acadêmica (professores, colegas, etc.).

Observamos que os resultados apresentam concepções de ensino e de aula de ciências para a maioria dos estudantes que estão relacionadas a uma aproximação das ciências a realidade:

“Ela deveria ser o mais próxima da realidade e necessidade do aluno, respeitando seu tempo e, sempre que possível, seus interesses” (Estudante 1).

“Deveria ser uma aula que interesse os alunos, instigue-os a questionar como funciona tudo a sua volta e que discutam isso, critique e busquem conhecer, que saibam buscar informações e como utilizá-las” (Estudante 2).

Entretanto, para dois estudantes a concepção de ensino está relacionada ao ensino de conteúdos e disciplinas ficando evidente a concepção tecnicista do trabalho docente de transmissão de saberes.

“É ensinar todas as disciplinas que englobam leis que regem e ditam a vida no nosso planeta. São elas: a física, a química, a biologia. Ensinar Ciências e, de fato, algo muito abrangente” (Estudante 5).

“É trabalhar de maneira inicial os conteúdos relacionados ao corpo humano e ao ambiente” (Estudante 10)

Outra observação importante é que os estudantes destacaram o papel da prática nas aulas de ciências. Esse papel, entretanto não foi enfatizado como uma forma de se promover uma investigação científica, mas destacado quanto a seu aspecto demonstrativo utilizado como comprovação da teoria:

“Inicialmente prática, fora da sala de aula. Posteriormente com alguma teoria” (Estudante 4).

“Dinâmica, com muitas perguntas tanto dos alunos como dos professores. Deveria ter bastante experiências e também conteúdo que explicasse o experimento é claro” (Estudante 11).

Além das concepções de ensino e de aula de ciências, o desenvolvimento da profissão docente de acordo com Tardif (2014, p. 68) está associado tanto às suas fontes e lugares de aquisição. Nesse sentido, o saber profissional está, de um certo modo, na confluência entre várias fontes de saberes provenientes da história de vida individual, da sociedade, da instituição escolar, dos outros atores educativos, dos lugares de formação, etc. (Tardif, 2014, p. 64). A concepção quanto à validade das fontes de informação influenciam não apenas no momento do planejamento da aula, mas também interferem enquanto constituição da identidade profissional. Fourez (2005, p. 35) destaca três objetivos relacionados a essa concepção: o conhecimento prático das fontes de informações úteis quando se tem um problema (livros, especialistas, enciclopédias, etc.); a capacidade de selecionar e utilizar as informações; e a adquirir o hábito de utilizar esses recursos frente a uma situação na qual é necessário decidir. A seleção dos materiais utilizados no planejamento das aulas e a validade das informações contidas neles influenciam na maneira como determinado conteúdo será abordado. A internet foi a fonte de informação mais citada pela maioria dos estudantes devido à facilidade de acesso. A velocidade da divulgação e facilidade de acesso das informações possibilitam uma atualização dos conteúdos escolares. Entretanto, Demo (2010, p. 23) destaca a importância de não se confundir informação e conhecimento, de modo que as informações são elementos que podem ser reconstruídos para só então poderem se tornar conhecimento. Devido à velocidade de divulgação pela mídia, muitas vezes não há tempo hábil para que ocorra essa reconstrução de modo que as informações muitas vezes passam a ser difundidas sem haver uma investigação detalhada sobre o assunto. Outra fonte de informação muito citada foram os livros didáticos que foram utilizados pelos estudantes como material de apoio, orientando a seleção dos conteúdos abordados e o planejamento das aulas. As aulas e as atividades práticas da graduação foram também citadas pelos estudantes. Essas fontes tem uma influência muito grande no desenvolvimento da profissão docente, pois de acordo com Tardif (2014, p. 48) constituem um dos fundamentos de sua competência. A capacidade de selecionar as informações surge no sentido da criação do hábito de realizar verdadeiras investigações e isso se reflete na constituição do docente enquanto pesquisador. A pesquisa como princípio educativo proporciona a expectativa da cidadania ancorada em pesquisa ou produção própria de conhecimento, possibilitando a combinação de educação e ciência (Demo, 2010, p.19).

A ciência como um corpus do conhecimento influencia a educação através de sua episteme e seus métodos de investigação e pesquisa. Por isso o ensino de ciências tem grande importância para os processos educativos de um modo geral, pois influencia os diversos campos do saber através de sua construção como conhecimento. Perceber a importância do ensino das ciências para a educação também influencia de sobremaneira as práticas pedagógicas utilizadas em sala de aula. Com exceção do estudante 5, a concepção dos estudantes em relação ao ensino de ciências como parte de uma educação geral estava orientada para a formação de cidadãos questionadores, críticos, conscientes, interessados, curiosos e capazes de compreender os processos naturais:

“O ensino de Ciências abrange muitas disciplinas. O ensino de Ciências ajuda a melhorar a Educação bem como o desenvolvimento de metodologias didáticas que possam ajudar/facilitar o entendimento do aluno” (Estudante 5).

“Gerar pessoas críticas e questionadoras tanto da sociedade, como questionadoras dos processos que ocorrem na natureza” (Estudante 6)

“Formar um cidadão consciente, que respeite o meio ambiente” (Estudante 7).

Considerar a educação científica para a formação dos cidadãos, de acordo com Cachapuz et al. (2011, p. 29), se trata de ajudar a grande maioria da população a tomar consciência das complexas relações entre ciência e sociedade, de modo a permitir-lhes participar na tomada de decisões, e em definitivo, considerar a ciência como parte da cultura de nosso tempo.

Assim, além de ser importante para a educação, o ensino de ciências possui fundamental importância para a sociedade, uma vez que vivemos em um mundo onde a cada dia aumentam as demandas por inovações científicas e tecnológicas. Os resultados obtidos nesta investigação indicam que os estudantes atribuem uma importância da ciência para a sociedade através de sua aproximação com o cotidiano, construção de uma consciência crítica, respeito e valorização da vida, reconhecimento e utilização dos recursos de forma consciente:

“É importante na formação de crianças/adolescentes mais críticos e opinativos capazes de compreender e opinar sobre assuntos tão polêmicos nos dias de hoje como: uso de células-tronco, código florestal, descriminalização do aborto e drogas, etc.” (Estudante 5).

“É importante a sociedade conhecer o planeta onde está inserida, saber a limitação dos recursos e como utilizá-los de modo sustentável” (Estudante 2).

Incluir uma aproximação à natureza da ciência e à prática científica e, sobretudo, de enfatizar as relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente pode favorecer a participação dos cidadãos na tomada fundamentada de decisões (Ainkehead, 1985, p. 466, tradução nossa). A participação na tomada fundamentada de decisões necessita por parte dos cidadãos, de acordo com Cachapuz et al. (2014, p. 23), mais do que um nível de conhecimento muito elevado, a vinculação de um mínimo de conhecimentos específicos, perfeitamente acessível a todos, com abordagens globais e considerações éticas que não exigem especialização alguma. Dessa forma, o ensino de ciências possibilita a Alfabetização Científica, auxiliando em assumir uma posição consciente acerca dessas inovações e das implicações destas para o ambiente e para a sociedade.

Os resultados dos estudantes 5, 8 e 10 apontam, enfim, para uma concepção de ensino que está sobre a influência de um currículo tradicional, reflexo das filosofias que revolucionaram a organização do trabalho e dividiram as atividades científicas e técnicas, culminando com a desvalorização da identidade profissional docente. Essa influência têm se refletido na formação escolar e na orientação acadêmica dos cursos de licenciatura que se expressam como uma simples soma dos conteúdos científicos e as disciplinas relacionadas à educação. Além disso, os estudantes também estão sob a influência de uma formação ambiental que tem se refletido nas práticas pedagógicas dos futuros professores. Essa formação é herdada da experiência escolar e persiste através do tempo de modo que formação acadêmica não consegue transformá-la e muito menos abalá-la (Tardif, 2014, p. 20). Esse saber experiencial se desenvolve através de discursos, comportamentos, representações, etc. e acaba por constituir a identidade docente. E é essa concepção que tem influenciado os estudantes no momento de refletirem sobre o ensino, a atividade profissional, a prática pedagógica e o planejamento das aulas. Entretanto, para a maioria dos estudantes as concepções que motivaram à escolha profissional, as concepções de ensino, a importância deste para educação e para a sociedade, parecem estar relacionadas com uma modificação na visão do campo profissional da docência e implicadas na aproximação das ciências ao cotidiano dos estudantes e na formação cidadã dos estudantes.

O resultado das análises do questionário 2 (Tabela 2) permitiu identificar a presença de algumas deformações das visões de ciência referidas por Cachapuz et al. (2011, p. 38-51) nas respostas.

Tabela 2: Resultados obtidos a partir dos critérios utilizados para avaliar as concepções dos estudantes em relação às ciências.

Critérios avaliados	Categorias	N	Estudantes
Contexto sócio-econômico	Estabeleceu uma relação positiva do desenvolvimento científico/ tecnológico e o progresso econômico	8	1, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12

	Estabeleceu uma relação negativa do desenvolvimento científico/ tecnológico e o progresso econômico	3	2, 3, 7
	Estabeleceu uma relação superficial do desenvolvimento científico/ tecnológico e o progresso econômico	6	1, 2, 3, 6, 7, 9
	Não explicou como ocorre a relação entre o desenvolvimento científico/ tecnológico e o progresso econômico	3	4, 5, 12
	Conseguiu diferenciar ciência e tecnologia	2	8, 10
Contextualização com o cotidiano	Percebeu a utilização de algum conhecimento científico no cotidiano	9	1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12
	Percebeu a utilização de conhecimento científico e tecnológico na pesquisa	1	5
	Não percebeu a presença de conhecimento científico e tecnológico no cotidiano	1	4
Impacto	Percebeu o impacto de alguma descoberta científica atual para a sociedade	3	1, 5, 9
	Estabeleceu uma relação superficial do impacto de alguma descoberta científica atual para a sociedade	5	2, 3, 8, 10, 12
	Não percebeu o impacto de alguma descoberta científica	4	4, 6, 7, 11
Contexto histórico	Não há referência ao período histórico em que determinado conhecimento surgiu	11	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12
	Apenas citam alguma descoberta científica	7	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	Argumentam sobre alguma descoberta científica relacionando a atualidade	3	10, 11, 12
Constituição	Buscar explicações	2	8, 9
	Buscar comprovação	4	3, 4, 8, 10
	Passível de experimentos ou testes	3	1, 5, 6
	Passível de réplica ou repetição	4	1, 5, 7, 8
	Ter embasamento científico	1	12
	Seguir o método científico	2	2, 6
	Ser descrito como foi feito	1	3
	Passível de questionamento, contestação e refutação	2	4, 6
	Inteligível entre os cientistas e também entre a população	1	4
	Não precisa ser feito em laboratório	1	7
Evolução	Depende da forma que se pesquisa	1	1
	Sujeito a novas pesquisas	3	9, 10, 12
	Refutar alguma teoria anteriormente aceite	7	2, 4, 5, 6, 7, 8, 10
	Algumas teorias acabam se consolidando permanentemente, embora possam ser utilizadas para novas descobertas	4	3, 4, 6, 8

Fonte: Os critérios foram elaborados pelas autoras embasados nas visões deformadas de ciência discutidas por Cachapuz et al. (2011, p. 38-51)

Nota: Os estudantes são identificados apenas por números.

Sinais convencionais utilizados:

N Indica a quantidade de estudantes em determinada categoria.

Embora a maioria dos estudantes tenha conseguido contextualizar a ciências e a tecnologia com a realidade da escola e essa seja uma das suas concepções de ensino, os resultados apontam para uma descontextualização da ciência e da tecnologia, de modo que nove estudantes não percebem a relação entre a ciência e a tecnologia e o desenvolvimento econômico. A visão descontextualizada e socialmente neutra esquece as dimensões essenciais da atividade científica e tecnológica, com seu impacto no meio natural e social, ou os interesses e influências da sociedade no seu desenvolvimento (Cachapuz et al., 2011, p. 38). As referências mais frequentes ao contexto sócio-econômico da ciência e tecnologia têm-se reduzido à enumeração de algumas aplicações dos conhecimentos científicos,

culminando em uma exaltação simplista da ciência como fator absoluto de progresso. Entretanto, um cientificismo positivista e triunfante não é necessariamente um fator de progresso (Fourez, 2005, p. 27). Contrapondo essa ingênua visão de raiz positivista surgiu como tendência responsabilizar a ciência e tecnologia pela situação atual de deterioração crescente do planeta, o que não deixa de ser uma nova simplificação maniqueísta (Cachapuz et al., 2011, p. 41). Embora os estudantes pesquisados consigam citar alguns exemplos positivos ou negativos, a metade deles estabelece uma relação sem reflexões aprofundadas da ciência/tecnologia e o progresso econômico:

“A descoberta da penicilina foi considerada uma das maiores descobertas do século XX mas não sei dizer qual era o contexto socioeconômico mundial da época” (Estudante 5).

Além de não perceberem o impacto da ciência/tecnologia com o progresso econômico, observamos que apenas três estudantes tiveram ideias relacionadas ao impacto das descobertas científicas para a sociedade:

“A descoberta das nuvens de aminoácidos espaciais, o que nos leva a crer que não é tão difícil a síntese de tais monômeros como propuseram os cientistas. Esses estudos embasam os conhecimentos de origem da vida e prenunciam o fim dela, fator importante para a sociedade” (Estudante 1).

Eles não estabeleceram uma reflexão aprofundada do impacto social da ciência/tecnologia e citaram apenas alguns exemplos de aparelhos, instrumentos e descobertas. Para Fourez (2011, p. 32-33) a implicação de uma descoberta científica vai além de compreender o funcionamento de determinado aparelho, mas compreender que um sistema tecnológico se engendra em uma organização de sociedade e implica uma visão crítica e humanista no modo no qual as tecnologias modificam a nossa maneira de pensar, de organizar e de atuar:

“Não lembro nenhum agora, mas as descobertas relativas à saúde humana são as que aparentemente tem mais impacto na sociedade, quero dizer, as que mais são levadas em conta pela sociedade em geral” (Estudante 4).

“Se eu não me engano saiu esses tempos os primeiros resultados de pesquisas com alimentos transgênicos e se viu que faz mal. É importante porque se trata de alimento, a base da saúde e vida” (Estudante 7).

“Eletricidade, quase tudo atualmente depende de eletricidade, direta ou indiretamente” (Estudante 2).

“Ondas de rádio. A sociedade possui aparelhos de comunicação em massa (rádio e televisão) graças a elas” (Estudante 8).

Observamos também a presença da concepção individualista e elitista da ciência (Cachapuz et al., 2011, p. 42) através da resposta de um dos estudantes, que disse utilizar o conhecimento científico e tecnológico na pesquisa em laboratório:

“Todos os dias. Trabalho com pesquisa na área da genética humana/médica e utilizo rotineiramente técnicas de biologia molecular como PCR e sequenciamento de DNA” (Estudante 5).

A concepção desse estudante parece estar orientada a uma concepção que associa o trabalho científico, quase exclusivamente, com esse trabalho no laboratório, onde apenas o cientista experimenta e observa (Cachapuz et al., 2011, p. 42-43). As concepções individualistas e elitistas acabam por reforçar a visão descontextualizada da ciência. Porém, foi possível verificar nas respostas de outros estudantes um rompimento com uma visão individualista e elitista da ciência. Algumas respostas apontaram que o conhecimento científico deve ser passível de questionamento, constatação ou refutação (estudantes 4 e 6); tem que ser acessível não apenas a cientistas, mas a população em geral (estudante 4) e não precisa necessariamente ser originada em laboratório (estudante 7). Para esses estudantes a ciência possui um caráter de construção humana coletiva e por isso seus resultados devem ser acessíveis a toda população em geral, não estando restrita aos cientistas e ao trabalho exclusivo em laboratório:

“Ele deve ser refutável, contestável, comprovável. Deve ser inteligível entre os cientistas e também entre toda a população (dentro do possível)” (Estudante 4).

Contribuindo para a concepção individualista e elitista está a falta de atenção à tecnologia. Para Cachapuz et al. (2011, p. 42) de um lado é evidente a complexidade do trabalho científico-tecnológico que exige a integração de diferentes conhecimentos; por outro lado, menospreza-se a contribuição do trabalho técnico que com frequência tem tido um papel essencial no desenvolvimento científico-tecnológico. Apenas dois estudantes conseguiram perceber a distinção da ciência e tecnologia, provavelmente porque a tecnologia tem sido considerada como uma mera aplicação dos conhecimentos científicos. Até muito recentemente, o estudo da tecnologia não tinha sido parte da educação geral dos cidadãos, senão tinha ficado relegado à chamada formação profissional, que estava orientada para estudantes com o pior rendimento escolar, frequentemente vindos de setores sociais mais desfavorecidos (Cachapuz et al., 2011, p. 39); de modo que isso pode ser o reflexo da tradicional divisão do trabalho em que prevalece a importância social do trabalho intelectual frente às atividades práticas manuais, próprias das técnicas. A interdependência da ciência e da tecnologia continua crescendo devido à sua incorporação nas atividades industriais e produtivas, e isso torna hoje difícil, e ao mesmo tempo, desinteressante classificar um trabalho como puramente científico ou puramente tecnológico (Cachapuz et al., 2011, p. 40).

Os estudantes pesquisados também não conseguiram perceber o contexto histórico em que determinada descoberta surgiu. Com exceção do estudante 6, foi possível verificar que uma concepção aproblemática e ahistórica (ergo acabada e dogmática):

“Não consigo pensar em algum experimento e relacioná-lo a algum período e relacioná-lo a algum período histórico importante nesse momento” (Estudante 2).

“A descoberta das micro-ondas durante a 1ª (ou 2ª) guerra, das ondas de celular em experimentos espaciais” (Estudante 4).

“Os fertilizantes químicos surgiram após o final da II Guerra Mundial ou I, derivados das bombas e armas químicas que foram desenvolvidas por causa da guerra” (Estudante 7).

De acordo com Cachapuz et al. (2011, p. 47) o fato de se transmitir na sociedade conhecimentos já elaborados, conduz muito frequentemente a ignorar quais foram os problemas que originalmente se pretendiam resolver, qual tem sido a evolução desses conhecimentos, as dificuldades encontradas etc., e mais ainda, a não ter em conta as limitações do conhecimento científico atual ou as perspectivas abertas. Ainda de acordo com o autor, este esquecimento dificulta captar a racionalidade do processo científico e faz com que os conhecimentos apareçam como construções arbitrárias. Por sua parte, ao não completar a evolução dos conhecimentos, ou seja, ao não ter em conta a história das ciências, desconhece-se quais foram as dificuldades, os obstáculos epistemológicos que foram precisos superar, o que resulta fundamental para compreender as dificuldades detectadas no grupo de estudantes pesquisados. Foi possível verificar que nas respostas de apenas três estudantes foram estabelecidas relações entre determinada descoberta científica com o contexto atual; os demais somente citaram alguns aparelhos e instrumentos. Assim, promover a discussão ao longo da formação docente sobre as relações da ciência e da tecnologia e sociedade pode contribuir para evitar um positivismo dogmático e promover uma reflexão mais aprofundada a respeito do impacto social do desenvolvimento científico e tecnológico.

Quanto à constituição do conhecimento científico, as respostas apresentaram, de uma forma geral, visões deformadas de ciência que são repetidamente difundidas e acabam sendo socialmente aceitas: uma concepção empiro-indutivista e ateuca; uma concepção rígida, algorítmica e infalível; e uma concepção exclusivamente analítica do trabalho científico. Estas concepções aparecem associadas entre si, como expressão de uma imagem ingênua da ciência que tem sido amplamente difundida e socialmente aceita. Nas respostas analisadas aparecem ideias indicando que para um conhecimento ser considerado científico deve ter embasamento científico ou seguir o método científico; ser experimentado ou testado de modo que possa ser repetido ou replicado e para isso deve ser descrito como foi feito:

“Ele deve poder ser testado, comprovado. Deve ser descrito a maneira pela qual ele foi feito” (Estudante 3).

“Que tenham estudos sobre ele que comprovem o que é dito” (Estudante 10).

“Para ser um conhecimento científico, a sua hipótese tem de ser testável. O experimento que levou a este conhecimento tem de ser replicável em qualquer lugar do mundo. Isso é ciência” (Estudante 5).

“Possibilidade de réplica, comprovação por número amostral suficiente, repetição do experimento em diferentes circunstâncias” (Estudante 8).

Ainda para os estudantes 8 e 9 o conhecimento científico é aquele que busca explicações, sendo que para o estudante 9 o fato de ser científico é meramente por se tratar de Ciências; demonstrando uma concepção simplista da ciência:

“Acho que um conhecimento é qualquer coisa que se aprenda e pense e reflita, o fato de ser científico é meramente por se tratar de Ciências, então creio que o conhecimento científico é aquele que busca explicações” (Estudante 9).

As respostas dos estudantes parecem refletir uma concepção amplamente difundida, marcada por um empirismo extremo.

O ensino embasado na simples transmissão de conhecimentos elaborados não só impede a compreensão do papel do desenvolvimento científico e tecnológico, mas também consagram o trabalho experimental como elemento de um suposto “método científico”. A definição de conhecimento científico dos estudantes parece estar associada a uma concepção rígida, algorítmica e infalível que, de acordo com Cachapuz et al. (2011, p. 46), se refere ao método científico como uma sequência de etapas definidas, em que se destaca o papel da observação e experimentação rigorosas contribuindo à exatidão dos resultados obtidos. Ainda de acordo com o autor, essas concepções podem ser mantidas, uma vez que o conhecimento científico tem sido transmitido sem dar aos estudantes a oportunidade de constatar as limitações desse suposto “método científico”.

Corroborando, a concepção empiro-indutivista e atórica é uma visão que defende o papel da observação e da experimentação neutra, esquecendo o papel da observação e dos corpos coerentes de conhecimentos disponíveis, que orientam todo o processo. Cachapuz et al. (2011, p. 44) destaca a necessidade de perceber a importância dada através dos discursos concernentes à observação e experimentação, destacando o caráter experimental puramente ilustrativo. Essa concepção também está relacionada ao fato dos estudantes destacarem a importância da prática para as aulas de ciências. Esse caráter experimental puramente ilustrativo se associa à concepção empiro-indutivista e atórica na medida em que se atribui a essência da atividade científica à experimentação. Ainda em relação a essa concepção, Cachapuz et al. (2011, p. 43) defende a importância da epistemologia da ciência e insiste na importância do desenvolvimento do trabalho científico, que inclui eventuais mudanças e surgimento de novos paradigmas teóricos.

Para Cachapuz et al. (2011, p. 48), a concepção exclusivamente analítica está associada ao apreço do papel da análise no processo científico, em detrimento do papel essencial das hipóteses que orientam todo o processo de investigação científica. O trabalho científico exige tratamentos analíticos, mas isto não supõe incorrer necessariamente a visões parciais e simplistas. Isso significa que o desenvolvimento do trabalho científico se trata de análises e simplificações conscientes, sendo fundamental a necessidade de síntese e de estudos de complexidade crescente.

Quanto à evolução dos conhecimentos científicos, sete estudantes acabaram demonstrando o caráter dinâmico da ciência, pois de acordo com eles o conhecimento científico é transitório podendo estar sujeito a novas descobertas, a refutar alguma teoria anteriormente aceita ou ainda obter resultados diferentes, dependendo da forma que se investiga:

“Transitório, pois diversas formas de experimentar podem levar a diversas interpretações, o que torna o conhecimento científico um fator dinâmico e sujeito a mudanças” (Estudante 1).

“Transitório. Acredito que assim como o mundo muda o tempo todo, os conhecimentos também são relativos. Nem sempre eles são a verdade absoluta e eles se modificam com a intensificação das pesquisas” (Estudante 9).

“Transitório, pois constantemente se descobrem novas coisas, pela continuação dos estudos/pesquisas que podem complementar ou contrariar as conclusões anteriores que se tinha sobre o assunto” (Estudante 10).

Entretanto, os estudantes 4, 6 e 8 embora compreendam que a ciência está suscetível a mudanças, ainda concebem (assim como o estudante 3) que, embora possam ser utilizadas para novas descobertas, algumas teorias acabam se consolidando permanentemente:

“Depende. Há ideias que acabam se consolidando ao longo do tempo, depois de passar por vários “testes”. Já outras são/estão menos “firmes”. De um modo geral, considero transitório, porque descobertas sempre podem vir a mudar alguns pensamentos antes tidos como imutáveis, fixos” (Estudante 4).

“Acredito que sejam transitórios e permanentes, porque a ciência é dinâmica e o que julga certo hoje, pode ser derrubado e considerado errado, entretanto para que isso ocorra foi necessário construir o conhecimento anterior. Mesmo que não seja considerado como certo pelo mundo científico, ele está lá permanente” (Estudante 6).

“Depende. O conhecimento adquirido pode ser utilizado por muitos anos (por exemplo Leis de Newton), até serem provadas erradas. Permanência é um termo muito absoluto para algo que aceita variação como a ciência” (Estudante 8).

“Acredito que é permanente, pois todo o conhecimento científico pode ser usado para novas descobertas” (Estudante 3).

Essa ideia de permanência dos conhecimentos científicos está relacionada a uma visão acumulativa e de crescimento lineal (Cachapuz et al., 2011, p. 49). Para o autor, essa deformação consiste em apresentar o desenvolvimento científico como fruto de um crescimento lineal, puramente acumulativo. A visão acumulativa é uma interpretação simplista da evolução dos conhecimentos científicos ao longo do tempo, como conjunto de investigações realizadas em determinado campo. Esta é uma visão simplista à qual o ensino costuma contribuir, ao apresentar as teorias hoje aceitas sem mostrar o processo do seu estabelecimento, nem ao referir às frequentes confrontações entre as diferentes correntes teóricas e filosóficas.

Os resultados apresentados nesta pesquisa para o grupo de estudantes analisados demonstram que, embora para a maioria as concepções sobre o ensino destaquem a importância de se aproximar a ciência da realidade das pessoas e da importância das ciências para a educação e para a sociedade, ainda existem muitas deformações nas visões relativas à própria ciência. Os estudantes não conseguem perceber as profundas relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico e o progresso econômico, também não conseguem perceber o como se desenvolvem os conhecimentos científicos. Muitas dessas concepções deformadas parecem ser reforçadas ao longo da formação destes estudantes, de modo que, enquanto futuros professores podem acabar transmitindo e validando essas deformações.

Conclusões e Implicações

Esse artigo se dedicou a uma reflexão acerca das concepções de um grupo de estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas em relação ao ensino e a ciência. A identificação das concepções de ensino dos estudantes tem fundamental importância, pois permitem verificar a influência de uma formação ambiental que tem se refletido nas práticas pedagógicas dos futuros professores e contribuído para uma construção da identidade profissional docente. Ficou evidente no grupo de estudantes pesquisados uma concepção em relação ao ensino de Ciências bastante heterogênea. Apresentaram, ao mesmo tempo, uma concepção de ensino relacionada ao ensino de conteúdos e disciplinas, evidenciando ideias relacionadas à concepção tecnicista do trabalho docente de transmissão de saberes, mas também concepções de ensino que parecem estar orientadas a uma modificação na visão profissional docente, implicadas com a aproximação das ciências ao cotidiano dos estudantes e

com a formação cidadã. Este panorama provavelmente foi construído ao longo do processo de formação no curso, mas traz também a influência de elementos da própria história individual de cada estudante. O reconhecimento destas concepções pode ser importante para instrumentalizar reflexões e ações direcionadas à estruturação dos currículos dos cursos de licenciaturas, na medida em que expõe alguns pontos que poderiam ser considerados no processo de formação. Em relação às concepções de Ciência dos estudantes nossos resultados apontam para uma visão deformada da natureza da ciência e da construção do conhecimento científico que acabam sendo amplamente aceitas e difundidas pela sociedade. As concepções que foram evidenciadas no grupo pesquisado sobre a ciência podem representar expressões dessa visão comum da sociedade devido, principalmente, a um ensino que se limita a simples transmissão de conhecimentos já elaborados e ao caráter experimental puramente ilustrativo, sem que haja uma reflexão aprofundada sobre a atividade técnica e científica, sobre a história e a filosofia da Ciência e sobre seu impacto para a sociedade. Essa pesquisa pode ser importante, portanto, no sentido de despertar a necessidade de se refletir e discutir nos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas sobre as concepções que os estudantes trazem ao longo de sua formação a propósito das implicações que estas podem estar contribuindo para reforçar o modelo da transmissão passiva de conhecimentos ainda presente na educação científica. Sem desenvolver a necessária relação da Ciência com os contextos sociais e históricos que influíram em sua origem e constituição, pode dificultar dessa forma, a construção do sentido social e cultural do fazer científico dos futuros docentes.

Referências bibliográficas

- Aikenhead, G.S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, 69(4), 453-475. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.3730690403/pdf>
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70.
- Bogdan, R.C., e BIKLEN, S.K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Tradutores Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Revisor António Branco Vasco. Porto: Porto Editora.
- Brando, F.R., e Caldeira, A.M.A. (2009) Investigação sobre a identidade profissional em alunos de Licenciatura em Ciências Biológicas. *Ciência & Educação (Bauru)*, 15(1), 155-173. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/8322>
- Cachapuz, A. [et al.]. (2011). *A necessária renovação do ensino das Ciências*. 3. ed. São Paulo: Cortez.
- Caires, S. (2006). Vivências e percepções do estágio pedagógico: Contributos para a compreensão da vertente fenomenológica do “Tornar-se professor”. *Análise Psicológica*, 24(1), 87-98. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/aps/v24n1/v24n1a09.pdf>
- Carvalho, A.M.P., e GIL-PÉREZ, D. (2011). *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. 10. ed. São Paulo: Cortez. (Questões de nossa época, v. 28)
- Chalmers, A.F. (1993). *O que é Ciência afinal?* Tradução: Raul Filker. São Paulo: Editora Brasiliense.
- Demo, P. (2010). *Educação e Alfabetização Científica*. Campinas: Editora Papirus. (Coleção Papirus Educação)
- Fourez, G. (2005). *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. 1. ed. 3. reimp. Buenos Aires: Colihue.
- QSR International Pty Ltd. NVivo qualitative data analysis software; Version 10, 2012.
- Santomé, J.T. (1998). *Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Tradução Cláudia Schilling. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda.
- Santos, W.L.P. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista brasileira de educação*, 12(36), 475, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v12n36/a07v1236.pdf>
- Tardif, M. (2014) *Saberes docentes e formação profissional*. 17. ed. Petrópolis, RJ: Vozes.

CONCLUSÃO GERAL

Os resultados dos trabalhos realizados na presente pesquisa indicam que o grupo de estudantes pesquisados pode ser considerado alfabetizado cientificamente de acordo com o teste TBSL e com o questionário que avalia as habilidades necessárias para classificar uma pessoa alfabetizada cientificamente. Os resultados do teste TBSL, dos questionários e da análise dos materiais didáticos indicam que os estudantes, de forma geral, possuem mais familiaridade com as questões que abordam o conteúdo da ciência, do que com as questões relacionadas à natureza da ciência e ao impacto da ciência e da tecnologia para o ambiente e para a sociedade. Entretanto, mesmo sendo alfabetizados cientificamente, os estudantes não conseguiram transpor essa alfabetização para os materiais didáticos que selecionaram ou produziram porque provavelmente trazem consigo concepções de ensino e da ciência que acabam influenciando suas práticas docentes. Acreditamos que essa familiaridade se deve principalmente à natureza da formação que esses estudantes receberam ao longo do processo escolar e acadêmico. A importância dessa formação ambiental é significativa, pois legitima as abordagens didáticas e as práticas de ensino que são incorporadas pelos professores ao longo dos anos em que foram estudantes, de modo que a formação acadêmica pode não transformar ou modificar essa experiência herdada da formação escolar. A influência dessa formação se constitui como um obstáculo para o ensino de ciências no sentido que reforça as concepções de ensino implicando em uma construção de identidade docente que valida as visões deformadas de ciência, contribuindo para um modelo de ensino baseado na transmissão passiva de conhecimentos.

A pesquisa possibilitou uma reflexão sobre a importância da discussão por parte dos professores em formação a propósito das implicações que as suas concepções deformadas em relação ao ensino e à ciência podem estar contribuindo e/ou influenciando a educação científica, que sem sua necessária relação com os contextos sociais e históricos que influíram em sua origem e constituição, perde o sentido social e cultural do fazer científico. Para superar essa realidade propomos que a formação inicial de professores considere as três dimensões da AC como perspectiva para a construção de um currículo em que os conteúdos científicos sejam mais integrados aos conhecimentos pedagógicos, históricos e filosóficos. A AC no contexto da formação inicial de professores pode ser uma alternativa que viabiliza um ensino de ciências mais comprometido e que ultrapassa um ensino essencialmente conceitual. Assim ressaltamos importância da AC no contexto de formação inicial de professores para um ensino de ciências que ultrapasse o conceitual, contribuindo para o desenvolvimento da educação científica para a cidadania.

A inclusão da AC no currículo para formação de professores, seja nas Ciências Biológicas ou em quaisquer outras áreas relacionadas às Ciências, pode contribuir para uma formação científica consistente de modo que os estudantes consigam refletir sobre questões relacionadas às ciências e às tecnologias e compreender os aspectos históricos, políticos e sociais envolvidos nessas questões. A partir dessa perspectiva, a educação tem o papel de tornar as populações conscientes da relatividade das produções intelectuais e apresentar os conhecimentos científicos como produções humanas e coletivas, engendrados em um contexto histórico e social e que por isso devem ser interpretados considerando seu aspecto sócio-histórico. A interação ciência-tecnologia-sociedade pode promover uma maior contextualização das ciências e a vida dos estudantes, tornando-os sujeitos capazes de refletir e de participar na tomada de decisões sobre questões científicas; promovendo, portanto um maior protagonismo em seu processo de aprendizagem, bem como em seu papel enquanto docentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIKENHEAD, G. S. Collective decision making in the social context of science. **Science Education**, v.69 n.4, p. 453-475, 1985.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BOGDAN, R. C. BIKLEN, S. K. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Tradutores Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Revisor António Branco Vasco. Porto: Porto Editora, 1994.
- BRANDO, F. da R.; CALDEIRA, A. M. de A. Investigação sobre a identidade profissional em estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas. **Ciência & Educação** (Bauru), v.15, n.1, p. 155-173, 2009.
- CACHAPUZ, A. et al. A necessária renovação do ensino das Ciências. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. de. Reformas nas licenciaturas: a necessidade de uma mudança de paradigma mais do que de mudança curricular. *Aberto*, v. 52, p. 51-63, 1992.
- CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. Formação de professores de ciências: tendências e inovações. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 127 p. (Questões de nossa época, v. 28)
- CAIRES, S. Vivências e percepções do estágio pedagógico: Contributos para a compreensão da vertente fenomenológica do “Tornar-se professor”. **Análise Psicológica**, v. 24, n. 1, p. 87-98, 2006.
- CHALMERS, A. F. O que é Ciência afinal? Tradução: Raul Filker. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.
- DEMO, P. Educação e Alfabetização Científica. Campinas: Editora Papyrus, 2010. (Coleção

Papirus Educação)

DOS SANTOS, Flávia Maria Teixeira. Unidades temáticas-produção de material didático por professores em formação inicial. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.2, n. 1, p. 01-11, 2007.

FOUCAULT, M. Microfísica do poder. Tradução Roberto Machado. 4. ed. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1984.

FOUREZ, G. Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. 1. ed. 3^o reimp. – Buenos Aires: Colihue, 2005.

FREITAS, D.; VILLANI, A. Formação de professores de ciências: um desafio sem limites. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 215-230, 2002.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2007.

LAUGKSCH, R. C.; SPARGO, P. E. Construction of a paper-and-pencil Test of Basic Scientific Literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. **Public Understanding of Science**, v. 5, n. 4, p. 331-359, 1996.

LAUGKSCH, R. C.; SPARGO, P. E. Scientific Literacy of Selected South African Matriculants Entering Tertiary Education: A Baseline Survey. **South African journal of science**, v. 95, p. 427-432, 1999.

LOGUERCIO, R. de Q.; DEL PINO, J. C. Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química/History and philosophy of science contributions to the construction of scientific knowledge in chemistry. **Acta Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 67-78, 2012.

MALUCELLI, V. M. B. Formação dos professores de Ciências e Biologia: reflexões sobre os conhecimentos necessários a uma prática de qualidade. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/BS?dd1=1909&dd99=pdf>>. Acesso em: 10 de julho de 2015.

MILLER, J. D. Scientific literacy: A conceptual and empirical review. **Daedalus**, p. 29-48, 1983.

NASCIMENTO-SCHULZE, C. M. Um estudo sobre alfabetização científica com jovens catarinenses. **Psicologia: teoria e prática**, v. 8, n. 1, p. 95-106, 2006.

NEWBY, P. Research methods for education. Harlow: Pearson Education Limited, 2010.

PAULO, F. Educação como prática de liberdade, São Paulo: Paz e Terra, 1980.

PENICK, J. E. Ensinando “alfabetização científica”. *Educar*, n.14, p. 91-113, 1998.

PÉREZ, L. F. M.; SIERRA, D. F. M. A formação crítica de professores no contexto da perspectiva: ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. In: CHAPANI, D. T.; SILVA, J. dos S. *Debates em Educação Científica*, São Paulo: Escrituras Editora, 2013. p. 33-44.

QSR International Pty Ltd. NVivo qualitative data analysis software; Version 10, 2012.

- SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista brasileira de educação**, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.
- SANTOMÉ, J. T. Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado. Tradução Cláudia Schilling. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, V. 16, n. 1, 2011, p. 59-77.
- SHAMOS, M. H. The myth of scientific literacy. **Rutgers University Press**, 1995.
- SILVA, T. T. Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo. 3.ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.
- SILVA, V. F.; BASTOS, FERNANDO. Formação de Professores de Ciências: reflexões sobre a formação continuada. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, V. 5, n. 2, 2012, p. 150-188.
- TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional. 17. Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014. 325p.
- VENTURA, M. M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Revista SoCERJ**, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007.
- VIEIRA, S. Como elaborar questionários. São Paulo: Atlas, 2009.
- YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. Tradução Cristhian Matheus Herrera. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ANEXO I

Questionário 1

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Programa de Pós-Graduação em Ciências:
Química da Vida e Saúde

Nome: _____ Idade: _____ Sexo: ()F ()M

Cidade de origem: _____ Ano/Semestre que entrou na UFRGS: _____

1. Em qual instituição realizou o Ensino Fundamental?

() Pública () Privada () EJA () Outra. Qual? _____

2. Em que tipo de instituição realizou o Ensino Médio?

() Pública () Privada () EJA () Ensino Técnico () Outra. Qual? _____

3. Por que você escolheu Licenciatura em Ciências Biológicas?

4. Você já realizou algum estágio, iniciação científica ou monitoria? Quais? Em que área?

5. Você possui alguma experiência no Ensino de Ciências? Qual(is)?

6. Você possui alguma experiência no Ensino de Biologia? Qual(is)?

7. Para você o que é ensinar Ciências?

8. Em sua opinião, como deveria ser uma aula de Ciências?

9. Quais são as fontes de informação que você recorre para preparar suas aulas?

10. Para você, qual o papel do ensino de Ciências para a Educação?

11. Para você, qual a importância das ciências para a sociedade?

ANEXO II

Questionário 2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Nome: _____

1. Defina brevemente os seguintes termos:

Fotossíntese: _____

Gene: _____

Ecossistema: _____

Seleção natural: _____

Célula: _____

2. Você se julga uma pessoa preocupada com a natureza? Como você demonstra isso?

3. Você vê relação entre o desenvolvimento tecnológico/científico e o progresso econômico? Explique.

4. Alguns experimentos realizados em períodos históricos importantes foram pioneiros e possibilitaram grandes descobertas. Você conhece algumas dessas descobertas? Escreva um pouco a respeito disso.

5. Você já utilizou ou utiliza algum conhecimento científico e/ou tecnológico em sua vida cotidiana? Qual?

6. Quais as fontes de informação que você utilizaria para entender algum termo científico?

7. Fale brevemente sobre uma descoberta científica atual que você julga importante. Qual o impacto da sua aplicação na sociedade?

8. O que você julga necessário para que um conhecimento possa ser considerado científico?

9. Em sua opinião, o conhecimento científico é transitório ou permanente? Por quê?

ANEXO III

Teste embasado no Test of Basic Scientific Literacy (TBSL)¹

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Nome: _____

Instruções: As questões estão na forma de afirmações. Por favor, leia cada afirmação com muito cuidado e decida qual é **VERDADEIRAS (V)**, **FALSA (F)** ou, quando realmente você não souber a resposta, assinale **NÃO SEI (?)**. Marque com um X a resposta escolhida.

Algumas vezes uma sentença em *itálico* é escrita antes da afirmação que deve ser analisada. O trecho em *itálico* é **VERDADEIRO!** A sentença que deve ser analisada e respondida refere-se a esta verdadeira em *itálico*. Por favor, leia e analise com cuidado e, se possível, responda todas as afirmações.

1. A Terra é tão antiga quanto o Universo.	V	F	?
2. Nossa galáxia contém apenas alguns milhares de estrelas.	V	F	?
3. A luz da estrela mais próxima ao nosso Sol leva cerca de poucos minutos para chegar até nós.	V	F	?
4. No Universo há muitos outros corpos semelhantes ao nosso Sol.	V	F	?
5. A maioria do nosso conhecimento a respeito do universo advém da observação de uma porção muito pequena do espaço e de porções pequenas de intervalos de tempo.	V	F	?
6. Comparado ao diâmetro da Terra, um cobertor muito grosso de ar envolve a Terra inteira.	V	F	?
7. Muitos dos planetas e luas do nosso sistema solar parecem capazes de suportar a vida como nós a conhecemos.	V	F	?
8. Não há água líquida na superfície de outros planetas tal como na Terra.	V	F	?
9. <i>O eixo da Terra é inclinado.</i> Essa inclinação produz mudanças sazonais no clima da Terra.	V	F	?
10. A variação da radiação do interior quente da Terra é a causa básica das mudanças no clima da Terra.	V	F	?
11. O clima da Terra irá permanecer o mesmo ao longo de milhares de anos.	V	F	?
12. Os oceanos e a atmosfera podem somente ser modificados em quantidades limitadas antes de afetar desfavoravelmente as atividades humanas.	V	F	?
13. <i>Elementos como carbono, oxigênio, nitrogênio e enxofre, movem-se lentamente através da Terra, dos oceanos e da atmosfera.</i> Enquanto isso, mudam as combinações de elementos químicos.	V	F	?
14. A atmosfera da Terra ficou inalterada pela presença de vida.	V	F	?
15. As atividades humanas têm alterado pouco a superfície terrestre, oceanos e atmosfera.	V	F	?
16. Cientistas compartilham certas crenças e atitudes sobre o que fazem e como vêem o seu trabalho.	V	F	?
17. A Ciência tem como certo que as coisas e acontecimentos no universo não ocorrem em padrões coerentes.	V	F	?

¹ O teste “Test of Basic Scientific Literacy” (TBSL) foi desenvolvido por Laugksch e Spargo (1996) e no Brasil a tradução do teste “Teste de Alfabetização Científica Básica” (TACB) foi utilizado por Nascimento-Schulze (2006).

18. A Ciência assume que as regras básicas sobre como funciona o universo são as mesmas em todo o universo.	V	F	?
19. Há muitos aspectos da nossa vida que não podem ser examinados de maneira científica.	V	F	?
20. Existem etapas fixas que os cientistas constantemente seguem para levá-los, sem falhas, ao conhecimento científico.	V	F	?
21. Mais cedo ou mais tarde, a validade (veracidade) das afirmações científicas é estabelecida pela referência a observações de fenômenos.	V	F	?
22. Os cientistas discordam sobre os princípios do raciocínio lógico que conectam a evidência com a conclusão.	V	F	?
23. O processo de propor e testar hipóteses (explicações provisórias) <u>não</u> é uma das atividades dos cientistas.	V	F	?
24. <i>Cientistas tentam fazer com que os fenômenos façam sentido inventando explicações para eles.</i> Essas explicações raramente usam princípios científicos aceitos.	V	F	?
25. Teorias científicas deveriam justificar observações adicionais que <u>não</u> foram usadas no desenvolvimento inicial de uma teoria.	V	F	?
26. Provas científicas podem ser tendenciosas (distorcidas) na forma como os dados são interpretados, gravados, comunicados ou selecionados.	V	F	?
27. Os cientistas podem, por causa de sua origem, crenças e valores pessoais, enfatizar diferentes interpretações das evidências.	V	F	?
28. Cientistas tentam identificar possíveis influências no trabalho de outros cientistas.	V	F	?
29. Na realização de uma investigação, nenhum cientista pode ser preparado para sentir que ele / ela deva chegar a um resultado específico.	V	F	?
30. Apesar de a Ciência ser uma atividade realizada por várias pessoas diferentes, a Ciência quase nunca reflete valores e pontos de vista relacionados com a visão da sociedade (exemplo: pontos de vista sobre as mulheres, convicções políticas).	V	F	?
31. A disseminação da informação científica é sem importância para o progresso da Ciência.	V	F	?
32. Campos científicos, tais como a química e a biologia, têm fronteiras ou limites fixos.	V	F	?
33. As instituições de financiamento (por exemplo, os diferentes departamentos governamentais) que fornecem dinheiro para pesquisa influenciam o rumo da Ciência (qual pesquisa empreender).	V	F	?
34. Por causa das tradições fortemente arraigadas na Ciência, a maioria dos cientistas se comporta com profissionalismo e ética (ou seja, de uma forma moral e honesta).	V	F	?
35. Ética científica (o sistema moral) está preocupada com, entre outras coisas, os possíveis danos que poderiam resultar de experiências científicas.	V	F	?
36. Ética científica (o sistema moral) está preocupada, entre outras coisas, com os eventuais efeitos nocivos da aplicação dos resultados da investigação.	V	F	?
37. Os cientistas quase sempre podem trazer respostas definitivas para as questões de debate público (por exemplo, a energia nuclear ou a conservação do meio ambiente).	V	F	?
38. <i>Os biólogos classificam os organismos em grupos e subgrupos.</i> Isso é feito de uma maneira que não está relacionada com a estrutura e o comportamento dos organismos.	V	F	?
39. Manter uma grande variedade de espécies na Terra é sem importância para os seres humanos.	V	F	?
40. Na obtenção da energia e dos materiais necessários para a vida, os seres humanos são independentes das teias alimentares (cadeias alimentares interligadas).	V	F	?

41. Cada gene é um - ou mais de um - segmento específico de uma molécula de DNA.	V	F	?
42. A "mistura" de genes na reprodução sexual resulta em uma grande variedade de combinação de genes entre os descendentes (ou seja, jovens) de dois pais.	V	F	?
43. Muitas das funções básicas dos organismos, tais como a extração de energia a partir de nutrientes, são realizadas em nível da célula.	V	F	?
44. A informação genética codificada nas moléculas de DNA não desempenha nenhum papel na montagem de moléculas de proteína.	V	F	?
45. O processo químico na célula é controlado de dentro e de fora da célula.	V	F	?
46. <i>A maioria dos organismos tem muitas células diferentes.</i> Em tais organismos, a maioria das células desempenha apenas as funções de base comum a todas as células.	V	F	?
47. Em um ecossistema, as espécies são normalmente independentes de qualquer outra espécie.	V	F	?
48. A interdependência dos organismos em um ecossistema muitas vezes resulta em um sistema quase estável durante períodos de tempo muito longos.	V	F	?
49. Ecossistemas não podem evitar a mudança quando o clima muda.	V	F	?
50. Os ecossistemas não podem evitar mudanças quando aparecem muitas espécies novas diferentes.	V	F	?
51. Organismos vivos <u>não</u> compartilham os mesmos princípios da conservação de matéria e energia com outros sistemas naturais.	V	F	?
52. Apenas uma pequena proporção de vida na Terra é basicamente mantida por transformações da energia do Sol.	V	F	?
53. Os elementos que compõem as moléculas dos seres vivos são continuamente reciclados.	V	F	?
54. Carvão e petróleo foram formados há milhões de anos. .	V	F	?
55. <i>O dióxido de carbono foi retirado da atmosfera durante milhões de anos.</i> Pela queima de combustíveis como o carvão e o petróleo, o dióxido de carbono é passado de volta para a atmosfera a uma taxa muito mais rápida do que a que foi removida da atmosfera.	V	F	?
56. As formas de vida da Terra presentes hoje evoluíram de ancestrais comuns ao longo de muitos milhões de anos.	V	F	?
57. A vida na Terra existe há apenas alguns milhares de anos.	V	F	?
58. Novas combinações ou mutações de genes dos pais não resultam em características novas que possam ser herdadas.	V	F	?
59. É possível a seleção natural conduzir os organismos com características bem adaptadas a sobreviver em ambientes específicos.	V	F	?
60. A evolução <u>não</u> é uma progressão em que as menores formas de vida são substituídas por formas superiores.	V	F	?
61. O conceito moderno de evolução fornece um princípio unificador para a compreensão da história da vida na Terra.	V	F	?
62. Novos instrumentos e técnicas que estão sendo desenvolvidos através da tecnologia trazem uma pequena contribuição para a investigação científica.	V	F	?
63. A tecnologia apenas fornece ferramentas para a Ciência - ela raramente também proporciona motivação e orientação para a teoria e pesquisa em Ciência.	V	F	?
64. Os engenheiros podem criar soluções para todos os nossos problemas.	V	F	?
65. Em curto prazo, a engenharia afetará as sociedades e culturas mais diretamente que a pesquisa científica.	V	F	?
66. <i>Decisões de engenharia sem falhas envolvem julgamento científico.</i> Essas decisões envolvem também valores sociais e pessoais.	V	F	?
67. <i>Em engenharia, um projeto leva em conta todas as restrições (por exemplo, as leis da física, economia, política).</i> Um ótimo (ou seja, "o melhor") projeto é	V	F	?

aquele que chega a algum acordo razoável (ou seja, equilíbrio) entre as diferentes restrições.			
68. Projetos de engenharia quase sempre precisam ser testados.	V	F	?
69. <i>Os efeitos do grande número de objetos relativamente simples (por exemplo, geladeiras ou fogões solares) podem ser individualmente pequenos. No entanto esses efeitos podem ser coletivamente significantes.</i>	V	F	?
70. Apesar da grande complexidade dos modernos sistemas tecnológicos, todos os efeitos secundários dos novos projetos tecnológicos são previsíveis (ou seja, podem ser previstos).	V	F	?
71. Reações psicológicas das pessoas ao risco (por exemplo, medo de voar ou de condução) coincidem com a realidade dos riscos envolvidos.	V	F	?
72. Não importa que sejam tomadas precauções ou quanto dinheiro for gasto, qualquer sistema tecnológico poderá falhar.	V	F	?
73. Forças sociais e econômicas de um país possuem pouca influência em quais tecnologias serão desenvolvidas dentro daquele país.	V	F	?
74. A tecnologia teve pouca influência na natureza da sociedade humana.	V	F	?
75. Os fatos técnicos relevantes sozinhos geralmente <u>não</u> resolvem questões tecnológicas (tal como se uma central nuclear deveria ser construída perto de uma cidade), em apoio ao lado contrário ou favorável à decisão.	V	F	?
76. O efeito total das decisões tomadas individualmente por um grande número de pessoas pode influenciar o uso em larga escala da tecnologia, tanto quanto exercer pressão sobre as decisões de governo.	V	F	?
77. A maioria das decisões sobre as questões relacionadas com a tecnologia devem ser feitas usando informações incompletas.	V	F	?
78. Todas as coisas do mundo físico são formadas por diferentes combinações de cerca de 100 elementos químicos.	V	F	?
79. Dependendo da temperatura e pressão, cada substância pode existir em diferentes estados físicos (sólido, líquido e gasoso).	V	F	?
80. A forma como os átomos se unem é determinadas pelo arranjo das regiões ultraperiféricas dos elétrons em cada átomo.	V	F	?
81. Um baixo nível de radiação de fundo existe naturalmente no ambiente em geral (no mundo que nos rodeia).	V	F	?
82. No universo, a energia aparece somente em uma forma particular.	V	F	?
83. Sempre que a energia de uma forma (calor, por exemplo) ou lugar diminui, a energia em outro lugar ou forma aumenta na mesma quantidade.	V	F	?
84. Arranjos de átomos em moléculas não estão relacionados com diferentes níveis de energia das moléculas.	V	F	?
85. Energia, e também a matéria, ocorre em unidades discretas (isto é, separadas em "pacotes") ao nível de moléculas e átomos.	V	F	?
86. Nada no universo - dos átomos dos seres vivos às estrelas - está em repouso, mas sim está sempre se movendo em relação a outra coisa.	V	F	?
87. Mudanças no movimento devem-se ao não equilíbrio de forças.	V	F	?
88. As coisas parecem ter cores diferentes, porque refletem ou dispersam da luz visível certos comprimentos de onda mais do que outros.	V	F	?
89. Cada objeto no universo exerce forças gravitacionais sobre todos os outros objetos.	V	F	?
90. As forças eletromagnéticas agindo entre os átomos são muito mais fortes do que as forças gravitacionais agindo entre eles.	V	F	?
91. As forças magnéticas e elétricas são independentes umas das outras.	V	F	?
92. Na maioria dos aspectos <i>biológicos</i> , os seres humanos não são como os outros organismos vivos.	V	F	?
93. Apesar das variações em características como tamanho e cor da pele, os seres humanos são uma única espécie.	V	F	?

94. A tecnologia tem sido de pouca utilidade para superarmos nossas desvantagens biológicas em nossa vida cotidiana.	V	F	?
95. A taxa de morte de crianças independe de fatores como saneamento (drenagem e tratamento de esgotos), higiene e cuidados médicos.	V	F	?
96. A tecnologia tem acrescentado muito às escolhas que as pessoas fazem em controlar quando e quantos filhos elas terão.	V	F	?
97. O sistema de órgãos do corpo humano tem funções não especializadas.	V	F	?
98. O sistema imunológico desempenha um papel importante na autoproteção humana de doenças.	V	F	?
99. <i>Controle interno (a coordenação) é necessário para a gestão e coordenação do sistema complexo de órgãos no corpo humano.</i> Hormônios desempenham um importante papel nesse controle.	V	F	?
100. Qualquer animal recém-nascido irá mostrar certos padrões de comportamento, sem ter sido ensinado sobre tal comportamento.	V	F	?
101. O comportamento das diferentes pessoas resulta da interação entre o que elas herdaram biologicamente e diferenças nas experiências das pessoas.	V	F	?
102. Grande parte da aprendizagem parece ocorrer por via de um novo fragmento de informação com um fragmento de informação existente.	V	F	?
103. As ideias existentes nas pessoas normalmente não influenciam a aprendizagem, mesmo se as ideias afetarem como as pessoas interpretam novos fatos e ideias.	V	F	?
104. Para operar normalmente, o organismo humano não necessita da reposição dos materiais do qual o corpo é feito.	V	F	?
105. A boa saúde dos indivíduos independe do esforço coletivo das pessoas em tomar medidas para manter ar, solo e água em segurança.	V	F	?
106. Genes anormais não afetam o funcionamento de partes dos sistemas ou do corpo humano.	V	F	?
107. Boa saúde mental não envolve a interação de aspectos psicológicos, biológicos, fisiológicos, sociais e culturais da vida das pessoas.	V	F	?
108. Ideias sobre o que é a boa saúde mental são as mesmas em diferentes períodos de tempo (ou seja, em diferentes momentos da história).	V	F	?
109. Anormalidades biológicas (tais como um desequilíbrio químico no cérebro) causam algum tipo de distúrbio psicológico grave.	V	F	?
110. Angústias psicológicas (como a morte de um familiar próximo) não mudam a chance de qualquer pessoa se tornar fisicamente doente.	V	F	?