

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

PUC-SP

Marcelo Alves Coppi

Estudo da Alfabetização Científica de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de um Colégio particular de São Paulo-SP – Elaboração de uma Proposta de Formação para os Professores de Ciências

MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO: FORMAÇÃO DE FORMADORES

SÃO PAULO – SP

2016

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

PUC-SP

Marcelo Alves Coppi

Estudo da Alfabetização Científica de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de um Colégio particular de São Paulo-SP – Elaboração de uma Proposta de Formação para os Professores de Ciências

MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO: FORMAÇÃO DE
FORMADORES

Trabalho Final apresentado à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre Profissional em Educação: Formação de Formadores, sob a orientação da Profa. Dra. Clarilza Prado de Sousa.

SÃO PAULO – SP

2016

ERRATA

Na página 21, primeiro parágrafo, onde se lê:

No Brasil, a ideia de Alfabetização Científica está proposta desde 1997 nos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs de Ciências Naturais, matrizes de referências a serem seguidas como um material de auxílio aos professores no desenvolvimento das suas práticas, estudo e reflexão (BRASIL, 1997). Estes documentos indicam que

“diferentes propostas reconhecem hoje que os mais variados valores humanos não são alheios ao aprendizado científico e que a Ciência deve ser apreendida em suas relações com a Tecnologia e com as demais questões sociais e ambientais”. (VIECHENESKI; LORENZETTI; CARLETTTO, 2012 p. 859)

Leia-se:

No Brasil, a ideia de Alfabetização Científica está proposta desde a década de 1960, constando, inclusive, ainda que sem o emprego do termo “Alfabetização Científica”, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de Ciências Naturais, matriz de referência a ser seguida como um material de auxílio aos professores no desenvolvimento das suas práticas, estudo e reflexão (BRASIL, 1997).

Banca Examinadora

À minha família, amigos e alunos que me inspiram a ser cada dia melhor.

AGRADECIMENTOS

Especialmente à minha orientadora, Profa. Dra. Clarilza Prado de Sousa, que se interessou e acreditou na minha proposta de trabalho e me propiciou apoio, dedicação e competência durante todo o processo de orientação.

Aos Professores Dr. Nelson Antonio Simão Gimenes e Dra. Rosana Louro Ferreira Silva pela valiosa colaboração no momento da Banca de Qualificação.

Aos familiares e amigos que sempre me incentivaram e apoiaram.

Aos amigos da turma do FORMEP, em especial às amigas Virgínia Traldi, Karina Azevedo, Roberta Cassará, Vanessa Rodrigues, Adriana Beatriz de Oliveira e ao amigo Wagner Neves, pelo apoio nos momentos difíceis e pelo companheirismo desde o início dessa jornada.

RESUMO

COPPI, M. A. **Estudo da Alfabetização Científica de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de um Colégio particular de São Paulo-SP - Elaboração de uma Proposta de Formação para os Professores de Ciências**. 2016. 115 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissional) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2016.

O ensino de Ciências tem como objetivo principal utilizar os conhecimentos de naturezas científica e tecnológica para que o aluno se torne um cidadão capaz de compreender e interferir no mundo em que vive. Para permitir esse desenvolvimento, durante a Educação Básica, são requeridas algumas habilidades específicas das Ciências como a construção do raciocínio científico por meio da observação, experimentação, levantamento, elaboração, teste, refutação e abandono de hipóteses, estabelecimento de relações entre fatos, fenômenos ou ideias. À medida que os alunos vão se apropriando dessas habilidades, passam a estar aptos para empregar e utilizar a Ciência na resolução de problemas do cotidiano, sendo considerados “cientificamente alfabetizados”. Assim, define-se como Alfabetização Científica o conjunto de saberes científicos e tecnológicos que capacita o indivíduo a entender, interpretar e operar no mundo em que vive, atuando, assim, como um cidadão. Entendendo que caberia aos professores de Ciências e à Escola criar uma ponte entre os conceitos científicos e tecnológicos com os problemas e fenômenos cotidianos a fim de desenvolver o aluno, procurou-se nesse trabalho analisar a Alfabetização Científica dos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental do Colégio, por meio do Teste de Alfabetização Científica Básica - TACB desenvolvido por Laugksch e Spargo, assim como, analisar os Planos de Ensino de Ciências com base na matriz proposta pelo programa *Science for All Americans*. Os resultados apontam que apenas 15,3% dos alunos são considerados cientificamente alfabetizados. A partir desse diagnóstico do nível de Alfabetização Científica desses alunos, foi elaborada uma Proposta de Formação para os Professores de Ciências em serviço que permita reformular os cursos de Ciências da Escola, indicando as habilidades básicas que deveriam ser desenvolvidas e, também, àquelas que os alunos apresentam maiores dificuldades.

Palavras-chave: Alfabetização Científica. Ensino de Ciências. Teste de Alfabetização Científica Básica. Ensino Fundamental II. Formação de Professores.

ABSTRACT

COPPI, M. A. Study of Scientific Literacy from Students of the 9th grade of Elementary School of a private School of São Paulo-SP - Formulation of a Proposal Training for the Science Teachers. 2016. 115 f. Work of Conclusion of Course (Masters) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2016.

Science education has the main objective to use the knowledge of scientific and technological nature to do the student becomes a citizen able to understand and interfere in the world who lives. To enable this development during the basic education, some specific sciences skills are required, as the construction of the scientific reasoning through observation, experimentation, survey, development, test, refutation and abandonment of hypotheses, relations establishment between facts, phenomena or ideas. To measure the students are appropriating these skills, they pass to be capable to employ and use Science in everyday troubleshooting, being considered "scientifically literate". So, Scientific Literacy are defined as the set of Scientific and Technological knowledge that empowers the individual to understand, interpret and act in the world he lives, acting, so how as a citizen. Understanding that fit to Science teachers and the School create a bridge between scientific and technology concepts with everyday problems and phenomena an end to develop of the student, it was sought in this work to analyze the Scientific Literacy of students of the 9th grade of Elementary School, by using the Test of Basic Scientific Literacy – TBSL, developed by Laugksch and Spargo, as so, the analyze the Plans Base of Science Education based on the matrix proposed by the Science for All Americans program. The results point that only 15,3% of students are considered scientifically literate. From this diagnosis to the level of Science Literacy of these students, was drafted a proposal training for the Science Teachers in service which allow reformulate the School Sciences courses, indicating the basic skills that should be developed, and also, the skills that the students have greater difficulties .

Keywords: Scientific Literacy. Science Education. Test of Basic Scientific Literacy. Elementary School. Teacher training.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
Trajetória profissional	11
O que o Ensino de Ciências deve Contemplar	13
CAPÍTULO 1- A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	19
Significado do termo	19
Alfabetização Científica no Brasil e no Mundo	21
Teste de Alfabetização Científica Básica.....	24
Pesquisas correlatas.....	25
Indicadores de Alfabetização Científica e sua utilização	26
Resultados da aplicação do Teste de Alfabetização Científica Básica.....	29
CAPÍTULO 2 - O ENSINO DE CIÊNCIAS	31
Um breve histórico.....	31
O Ensino de Ciências e a Alfabetização Científica.....	34
O Ensino de Ciências no Ensino Fundamental	36
Desafios para o Ensino de Ciências	39
CAPÍTULO 3 – MÉTODO	42
Caracterização do local do estudo.....	42
Infraestrutura	42
Formação docente.....	43
Resultados acadêmicos.....	44
Fases do estudo	44
Fase 1 - Comparação das seções do programa <i>Science for All Americans</i> , utilizados no Teste de Alfabetização Científica Básica, com os Planos de Ensino de Ciências do Ensino Fundamental II do Colégio	45
Fase 2 - Aplicação do Teste de Alfabetização Científica Básica	45
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS	48

Fase 1 - Comparação entre a proposta da matriz do programa <i>Science for All Americans</i> e os Planos de Ensino de Ciências do Ensino Fundamental II do Colégio.....	48
A natureza da Ciência.....	48
A natureza da Tecnologia.....	51
O ambiente físico.....	53
O ambiente vivo	55
O organismo humano	59
Fase 2 - Apresentação dos resultados do Teste de Alfabetização Científica Básica	61
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE FORMAÇÃO PARA OS PROFESSORES DE CIÊNCIAS DO COLÉGIO	74
Proposta de Formação para os Professores de Ciências do Ensino Fundamental II do Colégio.....	75
REFERÊNCIAS.....	85
APÊNDICES	90
Apêndice A – Roteiro de comparação da seção 1 da matriz do programa <i>Science for All Americans</i> – A natureza da Ciência.....	91
Apêndice B – Roteiro de comparação da seção 3 da matriz do programa <i>Science for All Americans</i> –A natureza da Tecnologia.....	94
Apêndice C – Roteiro de comparação da seção 4 da matriz do programa <i>Science for All Americans</i> – O ambiente físico	97
Apêndice D – Roteiro de comparação da seção 5 da matriz do programa <i>Science for All Americans</i> – O ambiente vivo	102
Apêndice E – Roteiro de comparação da seção 6 da matriz do programa <i>Science for All Americans</i> – O organismo humano	106
Apêndice F – Natureza do erro dos itens do subteste da natureza da Ciência.....	110
Apêndice G – Natureza do erro dos itens do subteste do conhecimento do conteúdo da Ciência.....	112

Apêndice H – Natureza do erro dos itens do subteste do impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade.....	116
--	-----

INTRODUÇÃO

Trajetória profissional

Desde que iniciei minha trajetória profissional como Professor de Ciências e Biologia no Ensino Básico, há seis anos, tive a oportunidade de trabalhar no Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Sempre trabalhando em escolas particulares, em diferentes contextos, percebi a existência de diferentes propostas de objetivos para o Ensino de Ciências: enquanto no Ensino Médio o foco eram as avaliações externas, os vestibulares e o ENEM, no Ensino Fundamental o objetivo principal era o desenvolvimento das competências e habilidades dos alunos.

Com o passar dos anos dentro de sala de aula, percebi que o modo de ensinar nos dois níveis de ensino era praticamente o mesmo: a simples transmissão de conteúdos para os alunos a fim de que estes os decorassem e, dessa forma, apresentassem um bom desempenho nas avaliações.

Atundo como coordenador de Ciências Naturais em uma das escolas que trabalhei, pude ver que este ensino que visa à memorização dos conteúdos não estava presente somente na minha prática, mas, também, na dos professores que eu coordenava. Suas estratégias de ensino, assim como suas avaliações, não requeriam do aluno um conhecimento necessário para resolver uma situação problema do dia a dia ou explicar a ocorrência de um fenômeno, mas sim, um conjunto de

habilidades que abordavam apenas a definição de conceitos, conteúdos e leis das Ciências que seriam cobrados nas avaliações.

Em contato com colegas da mesma área que trabalhavam em diferentes escolas, verifiquei que o mesmo ocorria na escola deles. Ou seja, estávamos formando alunos ótimos em decorar conteúdos, porém péssimos na utilização e aplicação desses conhecimentos para a resolução ou explicação de fenômenos do seu cotidiano.

Discutindo a questão com a minha coordenadora pedagógica e lendo diferentes artigos sobre o Ensino de Ciências, comecei a me perguntar: como o Ensino de Ciências no Ensino Básico interfere na formação de um cidadão? Como as minhas aulas de Ciências intervêm nesse processo? O que deve ser ensinado nas disciplinas de Ciências? Como, sem deixar de lado os exames para o ingresso nas universidades, posso criar um espírito de cientista nos meus alunos? Como avaliar a formação deste jovem cientista?

Refletindo sobre essas questões e sobre a minha prática em sala de aula, surgiu a ideia de buscar o Mestrado Profissional em Educação e me aprofundar no estudo sobre o Ensino de Ciências, já que acredito que por meio do conhecimento científico o aluno pode se tornar capaz de compreender o meio em que vive e, dessa forma, transformar sua realidade.

Vivemos em um cenário no qual os conhecimentos científicos e tecnológicos são cada vez mais valorizados devido ao crescimento, aos avanços, à presença e à utilização dessas duas áreas na sociedade, principalmente, nas últimas décadas. Sendo

assim, cabe à disciplina de Ciências romper com um grande paradigma contemporâneo: deixar de lado o ensino baseado apenas na transmissão de conteúdos e passar a ensinar de uma forma que proporcione aos alunos um desenvolvimento cultural e científico capaz de formar cidadãos críticos, aptos para enfrentar e encontrar respostas para a sociedade em que vivem (MARTELLI, 2004).

Santos (2007, p. 475) corrobora com esta ideia, afirmando que é necessário

“discutir os diferentes significados e funções que se têm atribuído à educação científica com o intuito de levantar referenciais para estudos na área de currículo, filosofia e política educacional que visem analisar o papel da educação científica na formação do cidadão”.

O que o Ensino de Ciências deve Contemplar

O Ensino de Ciências, assim como alega Santos (2006), vem passando por um grande processo de transformação visando deixar de lado a mera transmissão de conteúdos do livro didático para instigar o espírito científico dos alunos, levando em consideração as mudanças históricas, culturais, políticas e tecnológicas que a sociedade vem passando.

De acordo com o PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) de Ciências (BRASIL, 1997, p. 27)

“o estudo das Ciências Naturais de forma exclusivamente livresca, sem interação direta com os fenômenos naturais ou tecnológicos, deixa enorme lacuna na formação dos estudantes. Sonega as diferentes interações que podem ter com seu mundo, sob orientação do professor. Ao contrário, diferentes métodos ativos, com a utilização de observações, experimentação, jogos, diferentes fontes textuais para obter e comparar informações, por exemplo, despertam o interesse dos estudantes pelos conteúdos e conferem sentidos à natureza e à ciência que não são possíveis ao se estudar Ciências Naturais apenas em um livro”.

Até os anos de 1960 a Ciência era apresentada como neutra. Nessa época a qualidade da aprendizagem era definida pela quantidade de conteúdos transmitidos, ou seja, quanto mais conteúdos melhor. Somente na década de 1970, quando surgiu o movimento pedagógico conhecido como “Ciência, Tecnologia e sociedade” (CTS), é que se passou a considerar a relação entre as Ciências com a Tecnologia e a sociedade, visando uma integração e, conseqüentemente buscar a formação de cidadãos. Nesse contexto de busca e modificações iniciadas nessa época, no ano de 1980 os pesquisadores de Ensino de Ciências tiveram o aluno como foco e passaram a construir conhecimento científico a partir dos próprios alunos (SANTOS, 2006).

No entanto, apesar do esforço de muitos pesquisadores da área, o Ensino de Ciências tem mantido a mesma característica de transmissão de conteúdos ao aluno para realizar uma avaliação (BRASIL, 1997). Chassot (2003), afirma que mesmo com todos os movimentos de transformação pedagógica propostas por pesquisadores como Krasilckik (1988), o Ensino de Ciências entrou no século XXI no Brasil tendo a preocupação apenas da transmissão de conteúdos. Nesses termos um bom estudante era aquele que era detentor de conhecimentos. Segundo o autor:

“não se escondia o quanto a transmissão (massiva) de conteúdos era o que importava. Um dos índices de eficiência de um professor – ou de um transmissor de conteúdos – era a quantidade de páginas repassadas aos estudantes – os receptores. Era preciso que os alunos se tornassem familiarizados (aqui, familiarizar poderia até significar simplesmente saber de cor) com as teorias, com os conceitos e com os processos científicos.” (CHASSOT, 2003, p. 90).

Em seu trabalho “Desenvolvimento de habilidades no ensino de ciências e o processo de avaliação: análise da coerência”, Maia e Justi (2015) criticam a forma como as questões das avaliações, principalmente de avaliação de larga escala, abordam os conteúdos de Ciências. Observam as autoras, que realizaram uma análise das habilidades avaliadas nas questões de Ciências dos últimos exames de larga escala disponibilizados, entre eles o ENEM e o PISA, que até mesmo estas avaliações apresentam dificuldades em analisar habilidades de investigação como, por exemplo, a elaboração de um modelo e análise. Segundo as autoras :

“As avaliações em massa são instrumentos por meio dos quais se deseja identificar os processos e conteúdos que têm sido trabalhados no ensino, verificando a contribuição do ensino para o desenvolvimento de conhecimentos almejados para os estudantes. Desta forma, é possível afirmar que essas avaliações devem espelhar os próprios parâmetros estabelecidos para o ensino.

A análise realizada neste trabalho evidenciou a dificuldade de avaliação de habilidades de investigação, especialmente aquelas relacionadas às etapas de 'elaboração de modelo', 'análise' e 'comunicação' do ciclo de investigação, apresentando poucas oportunidades para a explicitação de conhecimentos a elas relacionados. Contudo, apesar do grande número de questões envolvendo o uso de conhecimentos declarativos, é possível perceber um movimento destas avaliações no sentido de contemplar os processos envolvidos na construção da ciência (mesmo que de forma ainda limitada), por meio da identificação da presença de questões que contemplam o uso de habilidades relacionadas ao conhecimento estratégico” (MAIA; JUSTI, 2015 p. 447).

No entanto, os esforços dos pesquisadores de Ciências nessa área de educação, tem sido no sentido de evidenciar que o Ensino de Ciências deve se voltar para a prática da cidadania, na formação de cidadãos capazes de conhecer e intervir na sociedade em que vivem (SANTOS, 2006). Somente dessa forma seria possível preparar o cidadão para enfrentar os desafios de uma sociedade em mudança contínua, habilitando-o para se posicionar frente às modificações do mundo em que vivem (SÃO PAULO, 2010).

Estas mudanças se justificam pela “necessidade de o currículo responder ao avanço do conhecimento científico e às demandas pedagógicas geradas por influência do movimento denominado Escola Nova”, movimento esse, que passou a valorizar a participação ativa do estudante no processo de aprendizagem (BRASIL, 1997, p. 19).

Além disso, é preciso ter claro que estes avanços científicos e tecnológicos de que se fala como fundamental para que o aluno alcance e ultrapasse os muros da universidade estão, cada vez mais, presentes no cotidiano da população. Na verdade, as discussões a respeito da Ciência e da Tecnologia não ficaram mais restritas ao meio acadêmico, mas presentes em quase todos os setores da sociedade, entre elas a escola de Educação Básica. (MARTELLI, 2004).

É nesse sentido que Krasilchik (1988) afirma que as influências da Ciência e da Tecnologia “estão claramente presentes no dia a dia de cada cidadão, dele exigindo, de modo premente, a análise das implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico”. (KRASILCHIK, 1988, p. 57).

Com a mesma perspectiva, o Documento oficial referente ao Currículo de Ciências e suas tecnologias do Estado de São Paulo (2010, p. 25), declara

“as Ciências da Natureza estão presentes sob muitas formas na cultura e na vida em sociedade, na investigação dos materiais, das substâncias, da vida e do cosmo. Do mesmo modo, elas se associam às técnicas, tomando parte em todos os setores de produção e de serviços: da agropecuária à medicina, da

indústria ao sistema financeiro, dos transportes à comunicação e informação, dos armamentos bélicos aos aparelhos domésticos”.

Viecheneski, Lorenzetti e Carletto (2012), também, afirmam que o conhecimento científico envolve quase todos os aspectos da vida do indivíduo e que diariamente seu domínio cresce de forma significativa. Segundo esses autores,

“todos os indivíduos, independente de sua formação e profissão, convivem diariamente com este conhecimento, necessitando de um maior e melhor entendimento da ciência, de suas aplicações e implicações” (VIECHENESKI; LORENZETTI; CARLETTO, 2012, p. 858).

Resumindo, com base nas observações de Santos (2006), pode-se que afirmar que o Ensino de Ciências deve promover a democratização do conhecimento da sociedade favorecendo uma aprendizagem que desenvolva discussões acerca das dimensões sociais, políticas e econômicas que permeiam as relações entre Ciência, Tecnologia e sociedade, tendo como objetivo a formação de cidadãos críticos, aptos para ler a natureza em que vivem, e capazes de tomar decisões a respeito das mudanças que ocorrem a sua volta. Entendendo cidadão crítico aquele que adquire a

“capacidade de entender e de participar social e politicamente dos problemas da comunidade e saiba posicionar-se pessoalmente de maneira crítica, responsável e construtiva com relação, por exemplo, a problemas científicos e tecnológicos que afetam toda a sociedade”. Santos (2006, p. 28).

Para Chassot (2003), quando o aluno compreende a Ciência, torna-se capaz de prever as transformações da natureza, criando condições para tornar tais transformações viáveis, resultando em uma melhor qualidade de vida para ele e para a sociedade em que vive. Ou seja, a utilização dos conhecimentos que foram adquiridos por meio do Ensino de Ciências, pode contribuir para melhorar a compreensão das condições em que cada um vive.

A Academia Brasileira de Ciências (2007, p. VII), corroborando com essa perspectiva do Ensino de Ciências afirma que

“o ensino de Ciências estimula o raciocínio lógico e a curiosidade, ajuda a formar cidadãos mais aptos a enfrentar os desafios da sociedade contemporânea e fortalece a democracia, dando à população em geral melhores condições para participar dos debates cada vez mais sofisticados sobre temas científicos que afetam nosso cotidiano”.

Entende-se assim, que a compreensão da Ciência permite o desenvolvimento de posturas e valores que envolvem aspectos da vida social, cultural e das relações entre o ser humano e a natureza. Estes elementos “contribuem para o aprendizado de atitudes, para saber se posicionar crítica e construtivamente diante de diferentes questões” (BRASIL, 1997, p. 30).

Para tanto, é necessário que o aluno seja questionado pelo professor em sala de aula, que seja levado a refletir sobre seu aprendizado, não com o objetivo único de avaliar o desempenho escolar a respeito de conteúdos conceituais, mas no sentido de provocar posturas críticas e contestadoras sustentadas por argumentos, fundamentados em dados científicos e lógicos (SANTOS, 2006).

A fim de responder e de alcançar tais possibilidades, a educação científica deve possibilitar aos alunos o desenvolvimento de habilidades e competências que os permitam observar fenômenos, formular hipóteses, experimentar e verificar as conclusões. Trata-se de um processo que, apesar de lento, estabelece uma base sólida para que o aluno compreenda o que acontece ao seu redor e consiga interferir no meio em que vive. (ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2007). Somente dessa forma “o ensino de ciências fornecerá aos jovens condições (atitudes, métodos e conhecimento) para produzir conhecimentos, desenvolver a confiança e a segurança necessárias à sua inserção na sociedade como cidadão” (MARTELLI, 2004, p. 8).

Este conjunto de conhecimentos básicos sobre a Ciência e a Tecnologia, capaz de capacitar os indivíduos a se comportarem como consumidores responsáveis, aptos a se posicionar acerca das questões políticas e científicas, voltadas para uma Ciência da natureza democrática, são denominados de Alfabetização Científica por Nascimento-Schulze, Camargo e Wachelke (2006). Segundo esses autores, esse termo foi utilizado pela primeira vez na década de 1950, desde então vem sendo muito utilizado quando se trata de conhecimento científico voltado para formação do cidadão.

É no contexto dessas considerações que se insere o problema de pesquisa desse trabalho: entender como o Plano de Ensino dos professores de Ciências do Ensino Fundamental II do Colégio está estruturado, de forma a preparar o aluno a utilizar os conhecimentos científicos para solucionar e esclarecer problemas do seu dia a dia. Mais especificamente pretende-se analisar o nível de Alfabetização Científica dos alunos que estão encerrando o Ensino Fundamental II e comparando-o com o plano desenvolvido pelos professores, indagar como o ensino pode ser melhorado no sentido de atender as habilidades requeridas que levariam o aluno a ser alfabetizado cientificamente.

Entende-se por Alfabetização Científica o conjunto de conhecimentos da Ciência que prepara o indivíduo para tomar decisões do seu cotidiano e atuar como cidadão consciente. Trata-se da aquisição de habilidades e conceitos que permitem reconhecer a importância da

Ciência e da Tecnologia no mundo em que vivem, assim como seus avanços e suas limitações, possibilitando a sua compreensão e alteração e a solução de problemas do seu dia a dia.

Objetivo geral do trabalho

Propor um plano de formação por meio da análise e dos conhecimentos adquiridos pela aplicação do Teste de Alfabetização Científica Básica dos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental II.

Objetivos específicos

Analisar os conhecimentos sobre Alfabetização Científica de alunos do 9º ano de um Colégio particular da capital de São Paulo, utilizando o Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB) desenvolvido por Laugksch e Spargo (1996).

Analisar os Planos de Ensino de Ciências do Ensino Fundamental II do Colégio procurando evidenciar as congruências e defasagens entre esses planos e as matrizes do programa *Science for All Americans*.

Analisar os resultados dos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental do Colégio no Teste de Alfabetização Científica Básica a fim de identificar as naturezas dos erros e dos acertos.

Propor um plano de formação para os professores de Ciências do Colégio considerando todas as análises realizadas, tendo em vista a reelaboração dos Planos de Ensino de Ciências, buscando proporcionar uma formação mais ampla e o desenvolvimento da Alfabetização Científica dos alunos.

CAPITULO 1- A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

O termo Alfabetização Científica surgiu na década de 1950 e, assim como relata Laugksch (2000, p. 72), “muito provavelmente apareceu impressa pela primeira vez quando Paul Hurd (Hurd, 1958) usou em uma publicação intitulada *Science Literacy*: seu significado para escolas americanas”. Desde então, uma das questões que norteiam a grande discussão sobre a Alfabetização Científica é a sua definição (LAUGKSCH, 2000).

Significado do termo

Para Nascimento-Schulze (2006, p. 100), o termo “Alfabetização Científica” (*Scientific Literacy*) é mais utilizado nos Estados Unidos, sendo conhecido na Inglaterra como “compreensão do público sobre a Ciência” (*public understanding of science*) e na França como “*la culture scientifique*”. No Brasil, devido a uma diferença de tradução do termo *literacy*, emprega-se os termos Alfabetização Científica e Letramento Científico. O presente trabalho utilizará o termo Alfabetização Científica.

No entanto, embora existam muitos significados, esses estão sempre relacionados a uma compreensão de conhecimentos sobre a natureza, Ciência e Tecnologia (OLIVEIRA; SILVA-FORSBERG, 2011).

A Alfabetização Científica é entendida nesse estudo como um conhecimento ou um saber sobre Ciência e Tecnologia necessário ao indivíduo para atuar como cidadão e como consumidor. Concorde-se com Miller (1996) ao afirmar que para ser considerado cientificamente alfabetizado, o indivíduo deve conhecer os conceitos científicos, compreender o método utilizado pela Ciência, assim como, entender o impacto da Ciência e da Tecnologia sobre a sociedade. Segundo o autor

“a alfabetização científica deve ser vista como o nível de compreensão da ciência e tecnologia necessária para atuar minimamente como cidadãos e consumidores em nossa sociedade. A definição de Alfabetização Científica não implica um nível ideal, ou mesmo aceitável, de compreensão, mas sim um nível mínimo. Em estudos anteriores (MILLER, 1993a, 1987, 1989, 1992), defendi que a Alfabetização Científica exige: (1) um vocabulário básico de termos e conceitos científicos e técnicos, (2) uma compreensão do processo ou métodos da ciência para testar os nossos modelos da realidade, e (3) uma compreensão do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade” (MILLER, 1999, p. 187).

Compreendendo a Ciência como uma linguagem, a Alfabetização Científica deve ser entendida como “o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem” (CHASSOT, 2000, p. 19). Sendo assim, pode-se afirmar que para ser considerado cientificamente alfabetizado é necessário “saber ler a linguagem que está escrita a natureza” (CHASSOT, 2003, p. 91).

A ideia de conceber a Ciência como uma linguagem é também compartilhada por Caniçali (2014), afirmando que para alcançar a Alfabetização Científica é necessário ler, interpretar e modificar os fenômenos naturais e que a dificuldade nesse processo pode ser comparada com a dificuldade de ler um texto em outra língua que não dominamos.

São nesses termos, que se afirma neste estudo que a Alfabetização Científica privilegia uma educação mais comprometida, possibilitando à população os conhecimentos científicos e tecnológicos indispensáveis para resolver os problemas e as necessidades diárias básicas de saúde e sobrevivência, por exemplo, tornando-os conscientes das complexas relações entre as Ciências e a sociedade, concordando com o que descreve Furió *et al.* (2001).

Tal perspectiva encontra abrigo também nas proposições da OECD – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (INEP, 2015b, p. 3), quando afirma que “o conhecimento da ciência e da tecnologia de base científica contribui de forma significativa para a vida pessoal, social e profissional dos indivíduos, sua compreensão é fundamental para a preparação para a vida de uma pessoa jovem”.

Ainda corroborando com as argumentações que pretendem justificar o valor do conhecimento científico sobre para possibilidade de garantir ao cidadão decisões fundamentadas, Viecheneski, Lorenzetti e Carletto (2012, p. 858) defendem que os conhecimentos adquiridos através do domínio da linguagem das Ciências “são fundamentais para a sua ação na sociedade, auxiliando-o nas tomadas de decisões que envolvam o conhecimento científico”.

É preciso que na formação do aluno para uma participação cidadã, se compreenda que os conhecimentos sobre a Ciência e as Tecnologias irão capacitá-los a discernir até os bens de serviço que utiliza. Por exemplo, é necessário que o aluno tenha adquirido um conhecimento que o permita

“saber que uma água mineral de pH 4,5 é ácida, para ler medidas de energia em quilowatt por hora ou para acompanhar os debates em torno da produção de grãos transgênicos ou do crescimento aparentemente acelerado do

universo. Vê-se, portanto, que as linguagens da Ciência são essenciais para acompanhar matérias em jornais diários, especificações em equipamentos domésticos e descrições em embalagens de alimentos”. (SÃO PAULO, 2010, p. 26).

Alfabetização Científica no Brasil e no Mundo

No Brasil, a ideia de Alfabetização Científica está proposta desde 1997 nos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs de Ciências Naturais, matrizes de referências a serem seguidas como um material de auxílio aos professores no desenvolvimento das suas práticas, estudo e reflexão (BRASIL, 1997). Estes documentos indicam que

“diferentes propostas reconhecem hoje que os mais variados valores humanos não são alheios ao aprendizado científico e que a Ciência deve ser apreendida em suas relações com a Tecnologia e com as demais questões sociais e ambientais”. (VIECHENESKI; LORENZETTI; CARLETTTO, 2012 p. 859)

O PCN de Ciências Naturais, além de conter os conteúdos previstos para cada série/ano, define, também, os objetivos gerais e específicos de Ciências no Ensino Fundamental II como o desenvolvimento de competências que permitam ao aluno “compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica” (BRASIL, 1997, p. 32).

Para que este objetivo seja alcançável, o Ensino de Ciências deve criar procedimentos que correspondam ao modo de buscar, organizar e comunicar seus conhecimentos (BRASIL, 1997). Sendo assim, ele deve

“dar condições para o aluno vivenciar o que se denominava método científico, ou seja, a partir de observações, levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las quando fosse o caso, trabalhando de forma a redescobrir conhecimentos” (BRASIL, 1997, p. 19-20).

Da mesma forma, o documento que define o currículo de Ciências do Estado de São Paulo afirma que para fazer uso de conhecimentos e intervir em situações reais, são necessárias algumas habilidades como: “formular questões; realizar observações; selecionar variáveis; estabelecer relações; interpretar, propor e fazer experimentos; formular e verificar hipóteses; diagnosticar e enfrentar problemas, individualmente ou em equipe” (SÃO PAULO, 2010, p. 29).

No âmbito internacional, a questão da Alfabetização Científica tem sido abordada pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes - PISA (*Programme for International Student Assessment*), desenvolvido e coordenado pela OECD - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico, que avalia a preparação dos estudantes na faixa dos 15 anos (idade que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países), nas áreas de Leitura, Matemática e Ciências. A avaliação do PISA é trienal e foi aplicada pela primeira vez no Brasil em 2003. Esta avaliação permite, além de outros fatores, a comparação internacional entre alunos com a mesma faixa etária.

Os resultados dessa avaliação tem possibilitado produzir indicadores que contribuem para a discussão da qualidade da educação nos países participantes. No caso de Ciências, o objetivo é avaliar o Letramento Científico¹, que foi definido em 2003 como "a capacidade de usar o conhecimento científico para identificar questões e tirar conclusões baseadas em evidências, a fim de compreender e ajudar a tomar decisões sobre o mundo natural e as mudanças feitas a ele por meio da atividade humana." (INEP, 2015b, p. 10).

Em 2006, o termo “conhecimento científico” foi separado em “conhecimento de Ciência” e “conhecimento sobre Ciência” e, em 2015, este último foi dividido em dois componentes: “conhecimento procedimental” e “conhecimento epistemológico” (INEP, 2015b). Dessa forma, as questões que envolvem Ciência e Tecnologia foram divididas em três competências específicas: explicar fenômenos cientificamente, avaliar e planejar experimentos científicos e interpretar dados e evidências cientificamente. Segundo o INEP (2015b, p. 5),

“a primeira é a capacidade de fornecer explicações para fenômenos naturais, artefatos técnicos e tecnologias e suas implicações para a sociedade. Tal capacidade requer um conhecimento das principais ideias explicativas da ciência e as questões que emolduram a prática e os objetivos da ciência. A segunda é a competência para usar um conhecimento e compreender a investigação científica para: identificar questões que podem ser respondidas por investigação científica; identificar se os procedimentos adequados foram utilizados e propor maneiras de eventualmente, abordar tais questões. A terceira é a competência para interpretar e avaliar dados e evidências cientificamente e avaliar se as conclusões são justificadas”.

Um sujeito cientificamente alfabetizado deve, portanto, ser capaz de realizar um conjunto básico de práticas para cada uma dessas competências propostas pelo PISA, como por exemplo: aplicar o conhecimento científico, identificar, utilizar e gerar modelos explicativos, fazer e justificar previsões, oferecer hipóteses, propor formas de explorar

¹ O PISA utiliza o termo Letramento Científico ao invés de Alfabetização Científica.

cientificamente uma questão, identificar e interpretar dados e evidências cientificamente, tirar conclusões apropriadas, distinguir entre os argumentos quais são baseados em evidência científica e quais são baseados em outras considerações (INEP, 2015a).

Nos Estados Unidos da América, país participante da OECD e do PISA, a Associação Americana para o Avanço da Ciência – AAAS – lançou, na década de 1990, o chamado Projeto 2061 com o objetivo de contribuir para o aumento do nível da Alfabetização Científica, Matemática e Tecnológica da população americana, que segundo Miller (1983, p. 29) era “deploravelmente baixo”. Sua primeira publicação foi o *Science for All Americans*, programa que estabelece recomendações sobre os conhecimentos e habilidades que todos os estudantes americanos deveriam ter nestas disciplinas ao concluírem o Ensino Médio (CAMARGO *et al.*, 2011).

Este documento incluiu recomendações específicas para a aprendizagem nas seguintes áreas: a natureza da Ciência; a natureza da Matemática; a natureza da Tecnologia; o ambiente físico; o meio ambiente; o organismo humano; a sociedade humana; o mundo projetado; o mundo matemático; perspectivas históricas; temas comuns; e os hábitos da mente. (AAAS, 1989).

A Associação Americana criou, também, uma escala para o teste da Alfabetização Científica e, baseado nesta escala e nas recomendações propostas pelo *Science for All Americans*, os pesquisadores sul-africanos Laugksch e Spargo (1996) desenvolveram e validaram um instrumento que se mostrou eficiente para averiguação do nível de Alfabetização Científica dos indivíduos, chamado de Teste de Alfabetização Científica.

Na sua primeira versão, os pesquisadores chegaram a um conjunto de 472 itens que cobriam “240 ideias e atitudes importantes sobre a Ciência, cuja compreensão foi considerada por centenas de especialistas, com o objetivo de abarcar o sentido do indivíduo cientificamente alfabetizado” (NASCIMENTO-SCHULZE, 2006 p. 103). Sua versão final, denominada de Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB), conta com 110 itens que, baseados na versão anterior, abordam cinco das doze seções que compõem o programa *Science for All Americans*, são elas: a natureza da Ciência; a natureza da Tecnologia; o ambiente físico; o ambiente vivo; e o organismo humano (AAAS, 1989).

Teste de Alfabetização Científica Básica

O Teste de Alfabetização Científica Básica, proposto por Laugksch e Spargo (1996), é composto por 110 itens, baseados nas cinco seções do programa *Science for All Americans*, que cobrem “ideias e atitudes importantes sobre a ciência, cuja compreensão foi considerada por centenas de especialistas, com o objetivo de abarcar o sentido do indivíduo cientificamente alfabetizado” (NASCIMENTO-SCHULZE, 2006, p. 102).

Laugksch e Spargo (1996) dividiram os 110 itens em três subtestes distintos: natureza da Ciência, contendo 22 itens da seção da natureza da Ciência; conhecimento do conteúdo da Ciência, contendo ao todo 72 itens, 29 da seção do ambiente físico, 24 da seção do ambiente vivo e 19 da seção do organismo humano; e impacto da Ciência e da Tecnologia na sociedade, contendo 16 itens a respeito da seção da natureza da Tecnologia.

Esses três subtestes foram baseados nas três dimensões constitutivas de Alfabetização Científica propostas por Miller (1983), natureza da Ciência, conhecimento cognitivo da Ciência e impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade. De acordo com o autor, para avaliar a Alfabetização Científica é necessário verificar primeiro a

“capacidade do público para entender o processo do estudo científico, depois para a sua compreensão de assuntos de disciplinas selecionadas e, finalmente, examinar a compreensão do público de algumas concepções políticas contemporâneas que envolvem a Ciência e a Tecnologia. Uma vez que cada uma das dimensões tenha sido medida de forma adequada, as três dimensões serão combinadas em uma única medida de Alfabetização Científica” (MILLER, 1983, p. 36 tradução própria).

Em relação à primeira dimensão, a natureza da Ciência, Miller (1983) refere-se à compreensão dos processos de uma pesquisa científica, inclusive sua definição e os meios utilizados. De acordo com o programa *Science for All Americans*, estes meios apresentam formas particulares de observar, pensar, experimentar, e validar um resultado. Tais formas representam um aspecto fundamental da natureza da Ciência e refletem como a ciência tende a diferir de outros modos de conhecer (AAAS, 1989).

Discutindo o conhecimento dos conteúdos da Ciência, o autor deixa claro que para ser cientificamente alfabetizado é necessário um vocabulário científico mínimo, capaz de permitir que o indivíduo possa participar da discussão pública de questões relacionadas à Ciência e à Tecnologia. Miller (1983, p. 38 tradução própria) afirma que

“o indivíduo que não compreende termos básicos como átomo, molécula, célula, gravidade, ou radiação vai perceber que é quase impossível acompanhar a discussão pública dos resultados científicos ou questões de políticas públicas relacionadas à Ciência e à Tecnologia. Em suma, um vocabulário científico mínimo é necessário para ser cientificamente alfabetizado”.

Com relação à dimensão do impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade, Miller (1983) aborda as questões referentes à presença, cada vez maior, dessas duas áreas nas discussões de políticas públicas, assim como no dia a dia da sociedade. Segundo ele, a Ciência

“se torna cada vez mais dependente do apoio público e, como a regulação pública atinge mais profundamente na conduta da Ciência organizada, a frequência e a importância das questões de política científica na agenda nacional, sem dúvida, aumentarão. Um pouco mais da metade dos projetos de lei apresentados no Congresso envolvem a ciência ou tecnologia em algum grau e o estabelecimento da Comissão Permanente de Ciência e Tecnologia da Câmara dos Representantes atesta a importância das questões científicas e tecnológicas no sistema de política nacional” (MILLER, 1983, p. 40 tradução própria).

O Teste de Alfabetização Científica Básica, propriamente dito, é apresentado de forma dicotômica, sendo possível a atribuição de um ponto para cada questão correta e zero para as questões erradas, tornando-se possível contabilizar a quantidade de acertos e erros no geral e por subteste.

Miller (1983, p. 42 tradução própria) defende que, “uma simples mensuração da Alfabetização Científica requer uma pontuação mínima aceitável em todas as três áreas para que um indivíduo possa ser considerado cientificamente alfabetizado”. Tal pontuação foi proposta por Laugksch e Spargo (1996), alegando que para ser considerado cientificamente alfabetizado é necessário que o aluno obtenha o mínimo de 13 acertos no subteste da natureza da Ciência, 45 no subteste do conhecimento dos conteúdos da Ciência e 10 no subteste do impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade.

Pesquisas correlatas

Com o propósito de analisar pesquisas correlatas que vem sendo desenvolvidas no Brasil e no mundo sobre a Alfabetização Científica, foi realizado um levantamento bibliográfico por meio de pesquisas nos seguintes bancos de dados: Google Acadêmico,

Banco de Teses da Capes, Scielo e na Biblioteca da PUC-SP. Para tal pesquisa, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: Alfabetização Científica, Teste de Alfabetização Científica Básica, indicadores de Alfabetização Científica.

Os resultados abordando o desenvolvimento da Alfabetização Científica no Ensino de Ciências, principalmente nas séries finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, revelaram poucas pesquisas com esses parâmetros oferecidos para busca. Ao pesquisar sobre indicadores de Alfabetização Científica, foram encontrados trabalhos que abordavam aspectos muito amplos e que se afastavam do foco do estudo dessa pesquisa. Devido a este fator, foi adicionado a esta palavra-chave o termo “Ensino de Ciências” e, assim, foram encontradas pesquisas que utilizavam, principalmente, os indicadores propostos por Sasseron e Carvalho (2008) como referencial teórico para a validação das suas pesquisas sobre a Alfabetização Científica.

Em relação ao Teste de Alfabetização Científica Básica, os trabalhos encontrados utilizaram o teste proposto por Laugksch e Spargo (1996) ou então uma versão reduzida desse para avaliar o nível de Alfabetização Científica de alunos que cursavam os anos finais do Ensino Médio e da graduação. É interessante ressaltar que somente em um teste aplicado, com alunos graduandos em Química, os resultados foram positivos quanto a Alfabetização Científica, em todos os outros estudos os índices de Alfabetização Científica foram considerados insatisfatórios.

As pesquisas correlatas focaram em dois eixos principais: os indicadores de Alfabetização Científica e os resultados da aplicação do Teste de Alfabetização Científica Básica.

Indicadores de Alfabetização Científica e sua utilização

Sasseron e Carvalho (2008) defendem a importância do desenvolvimento de habilidades associadas ao trabalho do cientista para os alunos. Segundo elas, há evidências de um desenvolvimento de Alfabetização Científica no ambiente escolar quando o aluno apresenta as seguintes habilidades: seriação, organização e classificação da informação,

raciocínio lógico e proporcional, levantamento e teste de hipóteses, justificativa, previsão e explicação de um fenômeno.

Para estas autoras, os indicadores de Alfabetização Científica são habilidades comuns, desenvolvidas para a resolução, discussão e divulgação dos problemas das Ciências por meio da investigação. Em sua pesquisa, as autoras dividiram os indicadores em três grupos: o trabalho com os dados, a estruturação do pensamento científico e o entendimento da situação analisada (SASSERON; CARVALHO, 2008).

No primeiro grupo estão os indicadores de seriação de informações, cujos objetivos são: classificar e seriar os dados, a fim de estabelecer bases para ação; organizar as informações, revelando um arranjo de informações novas com as anteriormente elencadas; e classificar as informações, ordenando-as e relacionando-as entre si (SASSERON; CARVALHO, 2008).

No segundo grupo aparecem os indicadores de raciocínio lógico, que analisam como as ideias são desenvolvidas e apresentadas, e os indicadores de raciocínio proporcional, que mostram como o pensamento é estruturado (SASSERON; CARVALHO, 2008).

A maior parte dos indicadores compõe o terceiro grupo. Esses se referem: ao levantamento de hipóteses, ou seja, as suposições acerca de um tema; ao teste de hipóteses, quando se coloca à prova as situações levantadas; à justificativa, que valida a suposição; à previsão, que afirma um evento que sucede a ação; e à explicação, que sucede a justificativa e relaciona as informações levantadas (SASSERON; CARVALHO, 2008).

As autoras utilizaram esse conjunto de indicadores para verificar a presença da Alfabetização Científica em uma sequência didática, denominada “Navegação e Meio Ambiente”. Essa sequência foi aplicada à terceira série do Ensino Fundamental I, na Escola de Aplicação da FEUSP, tendo como objetivo discutir assuntos relacionados às Ciências, Tecnologia, Saúde e Ambiente (SASSERON; CARVALHO, 2008).

A análise dos episódios se deu na busca de compreender a forma de argumentar dos alunos, trazendo indícios de como a construção da Alfabetização Científica está ocorrendo. Após a conclusão do estudo, as autoras verificaram que as argumentações não se resumiram apenas em afirmações simples, mas sempre sucedidas de justificativas e julgamentos logicamente construídos. Concluíram, então, que os alunos utilizaram as habilidades da

Alfabetização Científica na realização das tarefas propostas (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Seguindo, também, uma proposta de análise de uma sequência de ensino investigativa de Biologia para identificar a existência dos mesmos indicadores de Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008), Del-Corso *et al.* (2014) realizaram um estudo que analisou dados coletados a partir da gravação das aulas da sequência de ensino aplicada aos alunos do primeiro ano do Ensino Médio da Escola de Aplicação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo em 2013. Os autores constataram a presença de indicadores de Alfabetização Científica em todos os relatórios analisados, encontrando os indicadores de seriação, organização, classificação de informações e justificativa em todos os relatórios.

Ottz (2014), em seu estudo sobre a aprendizagem baseada na resolução de problemas, utilizou os mesmos indicadores propostos por Sasseron e Carvalho (2008) para investigar como a contextualização do cultivo da mandioca no Ensino Fundamental contribui para o processo de ensino e aprendizagem, sob a perspectiva da Alfabetização Científica. O estudo foi realizado a partir de observações, aplicação de questionários e entrevistas com alunos da sétima série do Ensino Fundamental de uma Escola Municipal do Espírito Santo. A análise dos registros identificou a existência dos três eixos estruturantes da Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008), confirmando que o Ensino de Ciências baseado na resolução de problemas contribui para o desenvolvimento de várias habilidades necessárias à atividade científica.

Estudando a presença de indícios de indicadores de Alfabetização Científica, também com alunos dos anos finais do Ensino Fundamental, Caniçali (2014) realizou um estudo de caso utilizando a observação, entrevistas e questionários com sete alunos participantes do Clube da Ciência de uma Escola Municipal do Espírito Santo. A partir dos resultados, foi possível concluir que o projeto do Clube de Ciências, que visa à realização de “atividades relacionadas à educação e divulgação científica, troca de ideias, reuniões, leituras, pesquisas; à investigação científica; a excursões, conferências e projetos especiais que relacionados com a educação científica de seus membros” (CANIÇALI, 2014 p. 25), contribuiu para o desenvolvimento da Alfabetização Científica desses alunos, além de possibilitar o desenvolvimento contextualizado e interdisciplinar com enfoque no movimento Ciência, Tecnologia, sociedade e ambiente.

Segundo o autor, indícios de Alfabetização Científica como o levantamento e o teste de hipóteses, a explicação dos fenômenos, a justificativa, a previsão e o raciocínio lógico, foram observados sob forma verbal e escrita ao longo do desenvolvimento das atividades do Clube da Ciência.

Resultados da aplicação do Teste de Alfabetização Científica Básica

A fim de obter informações a respeito do nível do conhecimento científico de parte dos alunos do Ensino Médio de Santa Catarina, Nascimento-Schulze (2006) aplicou o Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB), uma versão traduzida do instrumento de mensuração de Alfabetização Científica proposto por Laugksch e Spargo (1996). O teste busca identificar os conhecimentos, as habilidades e as atitudes que os estudantes deveriam possuir no fim do ciclo básico de ensino para ser considerado cientificamente alfabetizado.

Os resultados dessa pesquisa mostraram que apenas 36,5% dos alunos foram considerados cientificamente alfabetizados, enquanto 63,5% não obtiveram sucesso no teste. A análise permitiu, também, traçar uma diferença entre alunos da escola pública, cuja percentagem de alunos alfabetizados cientificamente foi de 29,3%, e da escola particular, cuja percentagem foi de 69% (NASCIMENTO-SCHULZE, 2006).

Esses dados corroboram com os resultados encontrados pelo PISA, de que as escolas públicas possuem índices de Alfabetização Científica inferiores ao das escolas particulares e, que os índices dessas, no entanto, não são tão bons quanto se esperava. A autora conclui seu estudo enfatizando que os resultados no teste não foram satisfatórios e que os alunos participantes não possuem competência para serem considerados cientificamente alfabetizados (NASCIMENTO-SCHULZE, 2006).

Corroborando com esses dados, Garcia e Lima (2014) investigaram o nível de Alfabetização Científica de estudantes do terceiro ano do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da UFRGS a fim de verificar se as metodologias utilizadas com a iniciação científica e o projeto denominado “um computador por aluno” aumentariam os índices de Alfabetização Científica. Para isso, aplicaram o mesmo teste criado pelos pesquisadores sul-africanos Laugksch e Spargo (1996) aos estudantes.

A análise dos resultados revelou que dos 55 estudantes, apenas 22 (40%) foram considerados cientificamente alfabetizados. Concluíram, então, que a maior parte dos alunos não é cientificamente alfabetizada, afirmando ainda que os níveis de Alfabetização Científica são semelhantes àqueles encontrados por Nascimento e Schulze (2006) (GARCIA; LIMA, 2014).

Especificamente em relação ao Ensino Fundamental, Oliveira e Silva-Forsberg (2011) realizaram um estudo cujo objetivo foi o de avaliar os níveis de compreensão sobre os conteúdos de Ciência e Tecnologia de 200 estudantes da última série do Ensino Fundamental de duas zonas urbanas da Cidade de Manaus, tendo em vista a constatação de índices insatisfatórios na área de Ciências Naturais dos estudantes da Região Norte no PISA.

Esse estudo utilizou uma versão reduzida do Teste de Alfabetização Científica Básica, composto por 60 questões. Dessas, 40 estavam relacionadas aos conteúdos de Ciências naturais e as outras 20 sobre os impactos da Ciência e Tecnologia na sociedade. Os resultados mostraram que os conhecimentos dos alunos sobre Ciências são limitados, apontando níveis muito baixos de Alfabetização Científica (OLIVEIRA; SILVA-FORSBERG, 2011).

O único trabalho encontrado que apresentou resultados positivos em relação à Alfabetização Científica foi realizado por Camargo *et al.* (2011). Nesse estudo foi aplicado o Teste de Alfabetização Científica Básica, elaborado pelos sul-africanos Laugksch e Spargo (1996), a 45 alunos ingressantes e 13 alunos concluintes do curso de Licenciatura em Química de uma Universidade Comunitária do Estado do Rio Grande do Sul. Os resultados revelaram que todos os estudantes analisados apresentaram um nível de Alfabetização Científica acima do nível proposto por Laugksch e Spargo (1996), sendo considerados cientificamente alfabetizados (CAMARGO *et al.* 2011).

CAPÍTULO 2 - O ENSINO DE CIÊNCIAS

O presente Capítulo analisa o Ensino de Ciências, principalmente no Ensino Fundamental II. Para isso, está dividido em quatro tópicos: um breve histórico do Ensino de Ciências no Brasil, o Ensino de Ciências e a Alfabetização Científica, o Ensino de Ciências no Ensino Fundamental e os desafios para o Ensino de Ciências.

Um breve histórico

O Ensino de Ciências, principalmente no Ensino Fundamental, tem uma história relativamente recente no Brasil. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais,

“até a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases n. 4.024/61, ministravam-se aulas de Ciências Naturais apenas nas duas últimas séries do antigo curso ginásial. Essa lei estendeu a obrigatoriedade do ensino da disciplina a todas as séries ginasiais. Apenas a partir de 1971, com a Lei n. 5.692, Ciências Naturais passou a ter caráter obrigatório nas oito séries do primeiro grau.” (BRASIL, p. 19).

Além de ampliar a participação da Ciência no currículo escolar, “no curso colegial houve também substancial aumento da carga horária de Física, Química e Biologia” (KRASILCHIK, 2000, p. 86).

Durante esse percurso, o Ensino de Ciências passou por diversas mudanças, orientado por diferentes tendências que, até hoje, influenciam as práticas de sala de aula (BRASIL, 1997). Krasilchik (2000) afirma que as reformas educacionais estão relacionadas com o reconhecimento da Ciência e da Tecnologia no desenvolvimento da nação, segundo a autora,

“na medida em que a Ciência e a Tecnologia foram reconhecidas como essenciais no desenvolvimento econômico, cultural e social, o ensino das Ciências em todos os níveis foi também crescendo de importância, sendo objeto de inúmeros movimentos de transformação do ensino, podendo servir de ilustração para tentativas e efeitos das reformas educacionais” (KRASILCHIK, 2000, p. 85).

Até a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) n. 4.024/61, o Ensino de Ciências seguia um programa oficial estabelecido pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), baseado em um ensino tradicional, no qual os professores transmitiam os

conhecimentos aos alunos por meio de aulas expositivas, enquanto esses apenas absorviam as informações. Segundo os PCNs de Ciências Naturais,

“o cenário escolar era dominado pelo ensino tradicional, ainda que esforços de renovação estivessem em processo. Aos professores cabia a transmissão de conhecimentos acumulados pela humanidade, por meio de aulas expositivas, e aos alunos, a absorção das informações. O conhecimento científico era tomado com o neutro e não se punha em questão a verdade científica. A qualidade do curso era definida pela quantidade de conteúdos trabalhados” (BRASIL, p. 19).

A partir de 1961, as disciplinas de Ciências passaram a objetivar o desenvolvimento da cidadania e do espírito crítico, a aquisição de conhecimentos científicos atualizados e vivenciar os processos da investigação científica por meio do método científico (NASCIMENTO, FERNANDES E MENDONÇA, 2010). Dessa forma, o indivíduo deveria ser preparado para pensar lógica e criticamente, a fim de tomar decisões baseadas em dados concretos (KRASILCHIK, 2000). De acordo com a LDB,

“o objetivo fundamental do ensino de Ciências Naturais passou a ser dar condições para o aluno vivenciar o que se denominava método 20 científico, ou seja, a partir de observações, levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las quando fosse o caso, trabalhando de forma a redescobrir conhecimentos” (BRASIL, 1997, p. 19-20).

Durante esse período, as atividades relacionadas ao Ensino de Ciências tinham como objetivo a formação de cientistas e a ênfase no método científico, levando alguns professores a identificarem a metodologia científica como a metodologia do Ensino de Ciências (BRASIL, 1997). Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010, p. 229) afirmam que

“as mudanças curriculares preconizavam a substituição de métodos expositivos de ensino por métodos ativos e enfatizavam a importância da utilização do laboratório no oferecimento de uma formação científica de qualidade aos estudantes. As atividades educativas tinham por finalidade motivá-los e auxiliá-los na compreensão de fatos e conceitos científicos, facilitando-lhes a apropriação dos produtos da ciência”.

Nessa perspectiva, considerava-se que por meio da memorização dos diferentes passos da pesquisa científica, os alunos estariam capacitados a realizar suas próprias investigações. Desse modo, “as aulas práticas eram entendidas como o principal meio para garantir a transformação do ensino de ciências, visto que estas possibilitariam aos estudantes a realização de pesquisas e a compreensão do mundo científico-tecnológico em que viviam” (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010 p. 230).

Entretanto, após a ditadura militar em 1964, o Ensino de Ciências, assim como a Escola, deixou de lado o desenvolvimento da cidadania para buscar a formação do

trabalhador, já que este passou a ser considerado como peça importante para o desenvolvimento econômico do país (KRASILCHIK, 2000). Segundo Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010, p. 229), “o projeto nacional do governo militar preconizava modernizar e desenvolver o país num curto período de tempo. O ensino de ciências era considerado um importante componente na preparação de trabalhadores qualificados”. Apesar dos esforços, o Ensino de Ciências ainda apresentava uma visão pretensamente neutra e objetiva da Ciência.

Na década de 70, quando ocorreu a crise energética, decorrente da crise econômica mundial devido à ruptura do movimento desenvolvimentista após Segunda Guerra Mundial, a crença na neutralidade da Ciência foi abalada, tornando necessária a discussão da influência da Ciência e da Tecnologia na sociedade. De acordo com os PCNs de Ciências Naturais, fez-se necessária

“a discussão das implicações políticas e sociais da produção e aplicação dos conhecimentos científicos e tecnológicos, tanto em âmbito social como nas salas de aula. No campo do ensino de Ciências Naturais as discussões travadas em torno dessas questões iniciaram a configuração de uma tendência do ensino, conhecida como “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS)” (BRASIL, 1997, p. 20).

Essa tendência, “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS), foi realmente praticada durante os anos de 1980 e na década de 1990, quando, além de seguir o movimento CTS, “o ensino de ciências passou a contestar as metodologias ativas e a incorporar o discurso da formação do cidadão crítico, consciente e participativo” (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010 p. 232).

Enfatizava-se, no Ensino de Ciências, a necessidade do desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo, para que os alunos fossem capazes de compreender e questionar as relações existentes entre Ciência, Tecnologia, sociedade e o meio ambiente (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

Desde então, o Ensino de Ciências reforçou a percepção da Ciência como construção humana e não como uma verdade natural. Assim como afirmam os PCNs de Ciências Naturais,

“o processo de construção do conhecimento científico pelo estudante passou a ser a tônica da discussão do aprendizado, especialmente a partir de pesquisas, realizadas desde a década anterior, que comprovaram que os estudantes possuíam ideias, muitas vezes bastante elaboradas, sobre os fenômenos naturais, tecnológicos e outros, e suas relações com os conceitos científicos” (BRASIL, 1997, p. 21).

No final da década de 1990, com a aprovação da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº 9.394/96, e na década de 2000, a educação científica teve como foco a formação do cidadão, visando às complexas interações entre a Ciência, Tecnologia e a sociedade. Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010) afirmam que no Ensino de Ciências

“as questões relacionadas à formação cidadã deveriam ser centrais, possibilitando aos estudantes reconsiderar suas visões de mundo; questionar sua confiança nas instituições e no poder exercido por pessoas ou grupos; avaliar seu modo de vida pessoal e coletivo e analisar previamente a consequência de suas decisões e ações no âmbito da coletividade” (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010, p. 233).

Atualmente, as propostas para o Ensino de Ciências estão voltadas para o desenvolvimento da Alfabetização Científica da população, ou seja, o conhecimento de conceitos ligados à Ciência e à Tecnologia, necessários para compreender os benefícios e os impactos dessas áreas dentro da sociedade atual (MILLER, 1996). Entretanto, ainda existe certa resistência na implantação dessa tendência no Ensino de Ciências,

“as novas teorias de ensino, mesmo as que possam ser amplamente debatidas entre educadores especialistas e pesquisadores, continuam longe de ser uma presença efetiva em grande parte de nossa educação fundamental. Propostas inovadoras têm trazido renovação de conteúdos e métodos, mas é preciso reconhecer que pouco alcançam a maior parte das salas de aula onde, na realidade, persistem velhas práticas. Mudar tal estado de coisas, portanto, não é algo que se possa fazer unicamente a partir de novas teorias, ainda que exija sim uma nova compreensão do sentido mesmo da educação, do processo no qual se aprende” (BRASIL, 1997, p. 21).

O Ensino de Ciências e a Alfabetização Científica

Desde a década de 1970, apresentando maior ênfase nas décadas de 1980 e 1990 e persistindo até os dias de hoje, surgiu a tendência do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Esse movimento teve como objetivo auxiliar os alunos a construírem habilidades para tomar decisões sobre as questões de Ciência e Tecnologia na sociedade (NASCIMENTO, FERNANDES E MENDONÇA, 2010).

Tal objetivo se aproxima muito daquele pretendido pela Alfabetização Científica que, segundo Miller (1996), é permitir que o aluno possa compreender e interferir na influência da Ciência e da Tecnologia sobre a sociedade, utilizando, para isso, os conhecimentos e as teorias científicas. Segundo Santos (2007, p. 482), embora tenham surgido em contextos

diferentes ambas “apresentam pontos em comum, quando destacam a função social do ensino de Ciências”.

Consolida-se, assim, um Ensino de Ciências voltado à cultura científica e de fundamental importância para a formação de cidadãos. Viecheneski e Carletto (2013, p. 525) corroboram com essa ideia, afirmando que o Ensino de Ciências

“pode contribuir para que os alunos sejam inseridos em uma nova cultura, a cultura científica, que lhes possibilitará ver e compreender o mundo com maior criticidade e com conhecimentos para discernir, julgar e fazer escolhas conscientes em seu cotidiano, com vistas a uma melhor qualidade de vida”.

Lorenzetti e Delizoicov (2001) afirmam que aumentar o entendimento público da Ciência é uma necessidade de sobrevivência do homem. Segundo os autores, trata-se de “uma necessidade cultural ampliar o universo de conhecimentos científicos, tendo em vista que hoje se convive mais intensamente com a ciência, a tecnologia e seus artefatos” (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p. 5).

Ampliar os conhecimentos científicos dos alunos não significa apenas aumentar a quantidade de termos e conceitos sobre a Ciência e a Tecnologia, mas, também, incluir “habilidades e compreensões relativas aos procedimentos e processos que fazem da Ciência um dos caminhos para o conhecimento, ou seja, não se dicotomizam os processos e os produtos da Ciência” (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p. 5).

Segundo Chassot (2003, p. 23), “a alfabetização científica pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida”. Dentro dessa perspectiva, o Ensino de Ciências, de acordo com os princípios da Alfabetização Científica, contribui para que os alunos possam discutir os assuntos científicos e tecnológicos que envolvem o ambiente em que vivem (VIECHENESKI; CARLETTO, 2013).

Diversos autores (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; VIECHENESKI; LORENZETTI; CARLETTO, 2012; CHASSOT, 2003; VIECHENESKI; CARLETTO, 2013) propõem que a Alfabetização Científica deve ser trabalhada desde os anos iniciais do Ensino Fundamental. Para Lorenzetti e Delizoicov (2001, p.43),

“a alfabetização científica no ensino de Ciências Naturais nas séries iniciais é aqui compreendida como o processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade”.

Essa ideia está presente, também, nos PCNs de Ciências Naturais, os quais orientam que

“desde o início do processo de escolarização e alfabetização, os temas de natureza científica e técnica, por sua presença variada, podem ser de grande ajuda, por permitirem diferentes formas de expressão. Não se trata somente de ensinar a ler e escrever para que os alunos possam aprender Ciências, mas também de fazer usos das Ciências para que os alunos possam aprender a ler e a escrever” (BRASIL, 1997, p. 62).

Chassot (2003) vai além, afirmando que a Alfabetização Científica deve ser uma preocupação significativa não só para o Ensino Fundamental e Ensino Médio, mas, também, para o Ensino Superior. Segundo o autor,

“é recomendável enfatizar que essa deve ser uma preocupação muito significativa no ensino fundamental, mesmo que se advogue a necessidade de atenções quase idênticas também para o ensino médio. Sonhadamente, ampliaria a proposta para incluir também, mesmo que isso possa causar arrepio em alguns, o ensino superior” (CHASSOT, 2003, p. 23).

Para que o Ensino de Ciências, no Ensino Fundamental, Médio ou Superior, seja capaz de proporcionar aos alunos o desenvolvimento da Alfabetização Científica, precisa relacionar os conhecimentos científicos e as inovações tecnológicas com seus efeitos para a sociedade e o meio ambiente. Sendo assim, o Ensino de Ciências deve

“partir de atividades problematizadoras, cujas temáticas sejam capazes de relacionar e conciliar diferentes áreas e esferas da vida de todos nós, ambicionando olhar para as ciências e seus produtos como elementos presentes em nosso dia-a-dia e que, portanto, apresentam estreita relação com nossa vida” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 66).

O Ensino de Ciências no Ensino Fundamental

O Ensino de Ciências no Ensino Fundamental encontra-se fortemente comprometido com a ideia de formação do cidadão (SANTOS, 2006). Dessa forma, tem como objetivos básicos desenvolver no aluno, entre outras, as capacidades de compreender a natureza como algo dinâmico, identificar relações entre o conhecimento científico e tecnológico com a sociedade, colocar em prática os conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidas no aprendizado escolar. Segundo os PCNs de Ciências Naturais,

“os objetivos de Ciências Naturais no Ensino Fundamental são concebidos para que o aluno desenvolva competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica” (BRASIL, 1997, p. 30).

Partindo desse pressuposto, as propostas para um Ensino de Ciências coerente com tais objetivos devem fornecer uma aprendizagem comprometida com as dimensões sociais, políticas e econômicas que permeiam as relações entre Ciência, Tecnologia e sociedade. Os alunos devem ser capazes de refletir criticamente a respeito das implicações do conhecimento científico na qualidade de vida de cada cidadão (SANTOS, 2006).

Os PCNs de Ciências Naturais propõem quatro blocos temáticos para o Ensino de Ciências, são eles: ambiente; ser humano e saúde; recursos tecnológicos; e Terra e Universo.

“Os três primeiros blocos se desenvolvem ao longo de todo o ensino fundamental, apresentando alcances diferentes nos diferentes ciclos. O bloco Terra e Universo só será destacado a partir do terceiro ciclo e não será abordado neste documento, completo apenas para os dois primeiros ciclos” (BRASIL, 1997, p. 34).

Carvalho (1997, p. 153) afirma que “é no Ensino Fundamental que os alunos tomam contato, pela primeira vez, com certos conceitos científicos em uma situação de ensino, e muito da aprendizagem subsequente em Ciências depende desse primeiro contato”. Para isso, o Ensino de Ciências no Ensino Fundamental necessita promover a prática de procedimentos fundamentais que permitam a investigação, a comunicação e o debate de fatos e ideias. Consta nos PCNs de Ciências Naturais que

“a observação, a experimentação, a comparação, o estabelecimento de relações entre fatos ou fenômenos e ideias, a leitura e a escrita de textos informativos, a organização de informações por meio de desenhos, tabelas, gráficos, esquemas e textos, a proposição de suposições, o confronto entre suposições e entre elas e os dados obtidos por investigação, a proposição e a solução de problemas, são diferentes procedimentos que possibilitam a aprendizagem. Da mesma forma que os conteúdos conceituais, os procedimentos devem ser construídos pelos alunos por meio de comparações e discussões estimuladas por elementos e modelos oferecidos pelo professor” (BRASIL, 1997, p. 28).

A sala de aula deve se tornar um local que promove a aprendizagem significativa do conhecimento historicamente acumulado (BRASIL, 1997), além disso, “requer atividades práticas bem elaboradas que desafiem as concepções prévias do aprendiz, encorajando-o a reorganizar suas teorias pessoais” (DRIVER *et al*, 1999 p. 31).

O ato de reorganizar as teorias pessoais se dá gradualmente ao longo do Ensino Fundamental. De acordo com os PCNs de Ciências Naturais, “nos primeiros ciclos o aluno constrói repertórios de imagens, fatos e noções, sendo que o estabelecimento dos conceitos científicos se configura nos ciclos finais” (BRASIL, 1997, p. 28). Carvalho (1997, p. 154) corrobora com esta ideia afirmando que o “Ensino de Ciências, nessas primeiras etapas do

Ensino Fundamental, tem a obrigação de dar o primeiro passo com os alunos na caminhada que os levará dos conceitos espontâneos aos conhecimentos científicos” e que na segunda metade do Ensino Fundamental “os significados e os conhecimentos provisórios deverão ser reorganizados, tomando novos significados” (CARVALHO, 1997, p. 154).

Vale ressaltar que as diferentes pesquisas sobre o Ensino de Ciências compartilham o fato de que “o conhecimento não é diretamente transmitido, mas construído ativamente pelo aprendiz” (DRIVER *et al*, 1999 p. 31). Portanto, cabe ao professor

“assumir a função crítica de cotejar as hipóteses e os resultados encontrados pelos alunos com os conhecimentos já sistematizados, de propor novas questões para que os alunos pensem, de levantar dúvidas pedindo novas sistematizações que englobem mais fatos, criar um ambiente na aula muito próximo ao encontrado nos debates científicos” (CARVALHO, 1997, 157).

Driver (*et al*, 1999) afirma que aprender Ciências não significa ampliar o conhecimento do jovens sobre os fenômenos. Para os autores,

“aprender Ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; é tornar-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento (DRIVER *et al*, 1999 p. 36).

Nessa perspectiva, os autores consideram que as salas de aula são locais nos quais os alunos se engajam na tentativa de compreender e interpretar fenômenos e “onde a interação social em grupos é vista como algo que fornece o estímulo de perspectivas diferentes sobre as quais os indivíduos possam refletir” (DRIVER *et al*, 1999 p. 33). Ainda nessa linha de raciocínio, Carvalho (1997, p. 157) afirma que “temos que criar um ambiente intelectualmente ativo que os envolva, organizando grupos cooperativos e facilitando o intercâmbio entre eles”.

Corroborando com as ideias acima citadas, Lorenzetti e Delizoicov (2001) afirmam que “as escolas, através de seu corpo docente, precisam elaborar estratégias para que os alunos possam entender e aplicar os conceitos científicos básicos nas situações diárias, desenvolvendo hábitos de uma pessoa cientificamente instruída”. (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p. 5)

Considerando o que foi exposto, o Ensino de Ciências no Ensino Fundamental deve se dar por meio da evolução dos conceitos, a fim de levar o aluno do conhecimento espontâneo ao conhecimento científico socialmente aceito. Dessa forma, devem ser utilizadas situações problema que deem aos alunos a “oportunidade de levantar as próprias hipóteses e testá-las,

criando condições para que essas ideias sejam discutidas em grupo, e que o processo seja dirigido pelo professor” (CARVALHO, 1997, p. 158).

Desafios para o Ensino de Ciências

O Ensino de Ciências vem sendo orientado por diferentes tendências metodológicas que surgiram e vem se modificando ao longo das décadas. Embora tenha passado por algumas mudanças e a tendência atual seja o de desenvolver a Alfabetização Científica, em muitas instituições o Ensino de Ciências ainda segue os moldes da década de 1950, nos quais o professor apenas transmite o conhecimento aos alunos. Consta nos PCNs de Ciências Naturais que

“muitas práticas, ainda hoje, são baseadas na mera transmissão de informações, tendo como recurso exclusivo o livro didático e sua transcrição na lousa; outras já incorporam avanços, produzidos nas últimas décadas, sobre o processo de ensino e aprendizagem em geral e sobre o ensino de Ciências em particular” (BRASIL, 1997, p. 19).

Malafaia e Rodrigues (2008) corroboram com esta ideia, afirmando que, embora o método tradicional de transmissão de conteúdos ainda prevaleça no Ensino de Ciências no Brasil, nas últimas cinco décadas foram percebidas mudanças no direcionamento de vários aspectos do Ensino de Ciências como, por exemplo, nos objetivos. Esses, segundo os autores, passaram a envolver propostas que “procuram relacionar Ciência, Tecnologia e sociedade” (MALAFAIA, RODRIGUES, 2008 p. 1).

O Ensino de Ciências precisa romper com o esse método praticado na escola. Assim como afirma Santos (2007, p. 483), a educação científica como prática social “implica um desenho curricular que incorpore práticas que superem o atual modelo de ensino de Ciências predominante nas escolas”.

Este modelo tradicional contrapõe-se às ideias da Alfabetização Científica, no sentido de compreender a linguagem científica e poder fazer o uso da argumentação na solução de problemas, limitando-se “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). Nesse modelo, a Ciência é vista pelos alunos como algo distante, incapaz de exercer qualquer influência direta sobre a sociedade, já que eles não

compreendem a existência de relações complexas entre as teorias científicas e as realidades social, econômica e tecnológica em que vivem (NASCIMENTO, FERNANDES E MENDONÇA, 2010).

Além disso, o atual currículo de Ciências está voltado, quase que exclusivamente, para os conteúdos dos exames de aprovação adotados pelas Instituições de Ensino Superior. O problema é que esses exames não avaliam muitos aspectos da Alfabetização Científica, afastando-os do currículo escolar. Santos (2007) corrobora com essa afirmação, segundo ele

“o currículo da maioria das outras escolas tem-se limitado às questões bem elementares do processo de Alfabetização Científica, ou seja, tem-se restringido a conteúdos básicos escolares, geralmente prescritos em livros didáticos que enfatizam a memorização de fórmulas, de sistemas de classificação e da nominalização de fenômenos, bem como a resolução de questões por algoritmos. Esses processos são facilmente avaliados pelos professores e podem ser aprendidos com facilidade pelos alunos, simplificando a tarefa pedagógica e atestando o conhecimento básico em ciência pela posse do seu mais elementar saber: o reconhecimento de alguns de seus vocábulos” Santos (2007, p. 486).

Outro grande problema encontrado no Ensino de Ciências é a utilização de pacotes de ensino produzidos por empresas ditas de educação, que Escolas, principalmente as particulares, acabam comprando, certas de que estariam facilitando o desenvolvimento do ensino. Nesses pacotes, não há realmente uma preocupação com o desenvolvimento da Alfabetização Científica, principalmente porque se orientam a preparar o aluno para responder a provas de vestibular, ou para se sair bem em avaliações de larga escala. Assim, é massiva a utilização de questionários de respostas únicas ou listas de exercícios que enfatizam a memorização dos conteúdos, termos científicos e a definição de conceitos. Não que a habilidade de memorização não seja importante, de fato é, mas que ela possa ser utilizada para “identificar problemas, elaborar perguntas sobre eles e pensar em hipóteses sobre suas causas e possíveis soluções” (MALAFAIA, RODRIGUES, 2008 p. 5).

Segundo a Associação Brasileira de Ciências (2007), a ênfase do Ensino de Ciências deve se dar no sentido da compreensão da natureza e do meio ambiente em que vivemos, tornando-se, portanto, parte essencial da cidadania nas sociedades modernas. Para Krasilchik (1988), o desafio está na preparação de currículos e programas escolares que considerem a relação entre a cidadania e o Ensino de Ciências. Segundo a autora,

“um tratamento adequado para esses problemas na escola implica uma complexidade que transcende o da transmissão de conhecimento, pois envolve ações que devem substituir preconceitos e visões estereotipadas inculcadas por mecanismos manipuladores por uma capacidade autônoma de

ver e pensar acerca de problemas que atingem direta ou indiretamente o estudante. Implica também possibilitar ao estudante: pensar por si mesmo, obedecendo à razão e não à autoridade; ser capaz de identificar os mecanismos de controle exercidos sobre o cidadão; sistematizar o conhecimento parcial fragmentário, adquirido em contatos com a família e com os amigos no mundo do trabalho; entender o papel e o significado da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea, compreendendo o que se faz em ciência, por que se faz e como se faz” (KRASILCHIK, 1988 p. 58 - 59).

A reforma no Ensino de Ciências deve romper com o modelo tradicional, pautado na transmissão de conteúdos do professor para o aluno, e assumir que “a quantidade de informação que deve ser trabalhada com o aluno não pode ser enfatizada em detrimento da sua formação, bem como a memorização em detrimento da compreensão” (MALAFAIA, RODRIGUES, 2008 p. 5). É necessário, portanto, que o Ensino de Ciências desenvolva nos alunos habilidades relacionadas ao entendimento dos conceitos e das teorias científicas, permitindo a eles compreender e modificar o ambiente em que vivem e atuar como cidadãos críticos e responsáveis, capazes de opinar a respeito das questões que envolvem a Ciência, a Tecnologia e a sociedade.

Maia (2009) afirma que o rompimento desta visão tradicional das Ciências tem assumido papel de destaque nas discussões sobre o Ensino de Ciências em todo o mundo. Segundo a autora,

“pesquisadores da área de educação em Ciências e professores têm defendido o rompimento com um ensino pautado na memorização de conceitos e classificações e têm valorizado a promoção de um ensino pautado no desenvolvimento de habilidades mais gerais, associadas ao pensamento científico” (MAIA, 2009 p. 10).

CAPÍTULO 3 – MÉTODO

O estudo foi realizado em uma Escola particular da capital de São Paulo que, a partir de agora, será denominada de Colégio.

O local foi escolhido pelo fato do autor dessa pesquisa ser professor da instituição e poder contribuir, com o presente estudo, para o aperfeiçoamento do Ensino de Ciências do próprio Colégio.

Nesse Capítulo, descrevem-se as características do Colégio, as fases do estudo, o instrumento utilizado, os participantes, os procedimentos de coleta de dados de cada fase e, finalmente, os procedimentos de análise realizados.

Caracterização do local do estudo

As informações do Colégio estão descritas a seguir, abordando os indicadores de: infraestrutura, formação docente, esforço docente, resultados acadêmicos, perfil socioeconômico dos alunos e quantidade de alunos. Para isso, foram utilizados dados do QEDU (2014) e de indicadores disponíveis INEP (2014) referentes ao ano de 2014.

Infraestrutura

Trata-se de um Colégio privado, de grande porte, localizado na Zona Norte de São Paulo – SP que, segundo os dados do INEP (2014), atende um público com nível socioeconômico muito alto, definido pelo nível de escolaridade dos pais, assim como, suas posses de bens e rendas e a contratação de serviços pela família dos alunos.

Isto significa que, em sua maioria, as famílias apresentam um alto poder aquisitivo, formação no Ensino Superior e Pós-Graduação, além de possuírem um quantitativo alto de bens elementares, como geladeiras e televisões; de bens complementares, como computador, acesso à internet; e de bens suplementares, como três ou mais carros, empregada mensalista ou diarista (INEP, 2014).

O Colégio atende todos os setores da Educação Básica, distribuídos em dois turnos, matutino e vespertino. Atualmente o Ensino Infantil conta com 418 alunos, o Ensino Fundamental, 1593 alunos e o Ensino Médio, 488 alunos (QEDU, 2014a).

Sua infraestrutura dispõe de Laboratórios de Ciências (Biologia, Física e Química), Laboratórios de Informática, Biblioteca, quadra de esportes, campo de futebol, entre outros. Cada sala de aula possui, além da lousa, um computador e um projetor inteligente disponível para o uso do professor. Além disso, o Colégio disponibiliza para os professores e, também para os alunos, acesso à internet via WI-FI em todas as suas dependências (QEDU, 2014a).

Formação docente

O Colégio conta com um corpo docente especializado na sua área de formação. Segundo o INEP (2014), a média de professores com formação no Ensino Superior é de 83,3% na Educação Infantil, 96,2% no Ensino Fundamental e 96,7% no Ensino Médio (INEP, 2014).

Entretanto, nem todos os professores da Educação Infantil lecionam na disciplina em que possui formação superior. O mesmo acontece no Ensino Fundamental e no Ensino Médio, nos quais somente um pouco mais da metade dos professores estão adequados à sua disciplina de formação. Segundo o Indicador de Adequação da Formação do Docente da Educação Básica divulgado pelo INEP (2014), 81,5% dos professores da Educação Infantil, 56,4% dos professores do Ensino Fundamental e 58% dos professores do Ensino Médio estão classificados na Categoria 1, ou seja, grupo de docentes com formação superior de licenciatura na mesma disciplina que lecionam, ou bacharelado na mesma disciplina com curso de complementação pedagógica concluído.

Outro indicador utilizado pelo INEP (2014), o de esforço docente, que mostra o esforço empreendido pelos professores no exercício da sua profissão, revela que o esforço docente dos professores deste Colégio não é alto. De acordo com esse indicador, tanto no Ensino Fundamental (aproximadamente 43 professores) quanto no Ensino Médio (aproximadamente 50 professores), a maior parte dos professores está classificada no Nível 3 de esforço, nível esse no qual se enquadram docentes que possuem entre 25 e 300 alunos, que atuam em um ou mais turnos e em uma única escola e etapa.

Vale ressaltar que para ser considerado com um alto nível de esforço o docente do Ensino Fundamental deve pertencer ao Nível 5, ou seja, ter mais de 300 alunos e atuar nos três turnos, em duas ou três escolas e em duas ou três etapas. E no Ensino Médio, o docente deve se enquadrar no Nível 6, aquele que tem mais de 400 alunos e atua nos três turnos, em duas ou três escolas e em duas ou três etapas.

Resultados acadêmicos

O Colégio apresenta uma alta taxa de aprovações em todos os ciclos do Ensino Básico. Segundo o QEDU (2014b), a taxa de aprovação do Ensino Fundamental nos anos iniciais é de 97,7%, o que representa 871 aprovações; nos anos finais, a taxa é de 93,1%, representando 671 aprovações; e no Ensino Médio a taxa é de 95,9%, representando 468 aprovações.

Além de altos índices de aprovações, o Colégio apresentou, também em 2014, baixas taxas de reprovações: nos anos iniciais do Ensino Fundamental a taxa de reprovação foi de 0,3%, um total de 3 reprovações; nos anos finais do Ensino Fundamental esta taxa foi de 6,9%, representando 50 reprovações; e no Ensino Médio a taxa foi de 4,1%, representando 21 reprovações.

Em relação aos resultados nas Avaliações externas, especificamente ao Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM, o Colégio obteve em 2013 as médias de 603 pontos em Ciências Humanas, 581 pontos em Ciências da Natureza, 571 pontos em Linguagens e Códigos, 651 pontos em Matemática e 706 pontos em Redação (QEDU, 2014b).

Fases do estudo

A fim de analisar a formação acadêmica dos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental em relação à Alfabetização Científica e de propor uma formação para os professores de Ciências, o estudo foi realizado em três fases:

Fase 1 - Comparação das seções do programa *Science for All Americans*, utilizados no Teste de Alfabetização Científica Básica, com os Planos de Ensino de Ciências do Ensino Fundamental II do Colégio

A análise da matriz do programa *Science for All Americans* e dos Planos de Ensino de Ciências de todos os anos do Ensino Fundamental II foi elaborada a partir de um roteiro de comparação composto por cinco elementos: três deles relacionados ao programa *Science for All Americans* (seções, subseções e conceitos / conteúdos de Ciências), indicando quais os conceitos e conteúdos das Ciências estão presentes em cada item do Teste de Alfabetização Científica Básica, e outros dois relacionados às informações do Colégio (contemplado e ano), informando se determinado conceito ou conteúdo consta no Plano de Ensino de Ciências do Colégio e, caso isso ocorra, o ano em que ele é trabalhado.

O modelo foi estruturado conforme o exposto abaixo.

Seção do <i>Science for All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
A natureza da Ciência	O empreendimento científico	Devido à sua natureza social, o progresso da Ciência depende da disseminação da informação científica.	X	9º

Fase 2 - Aplicação do Teste de Alfabetização Científica Básica

Instrumento

Para a análise da Alfabetização Científica foi utilizada a versão traduzida do Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB) desenvolvida por Laugksch e Spargo (1996).

O instrumento esteve composto por 110 itens com formato das seguintes opções de resposta: verdadeiro, falso e não sei.

Participantes

O teste foi aplicado a 189 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental do Colégio. Apenas 7 alunos do 9º ano não participaram do estudo, pois não estavam presentes no dia em que o teste foi aplicado.

Por se tratar de indivíduos menores de idade, os responsáveis de todos aqueles que responderem ao teste estavam cientes e autorizaram a participação dos menores nos procedimentos de coleta e divulgação dos dados para esta pesquisa através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Procedimento

Os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental responderam o teste em sala de aula, com a presença do pesquisador responsável.

O tempo de realização do teste não ultrapassou o tempo de 50 minutos, tempo disponível de uma aula.

Análise de dados

Os dados referentes aos resultados do Teste de Alfabetização Científica Básica foram analisados utilizando a estatística descritiva simples.

Por meio dessa, foi calculada a proporção de alunos que, segundo a lógica do Teste de Alfabetização Científica Básica, poderiam ser considerados cientificamente alfabetizados por terem alcançado, pelo menos, a quantidade mínima de acertos nos itens dos três subtestes.

O desenvolvimento do estudo envolverá também a elaboração de uma Proposta de Formação dos Professores de Ciências do Colégio. A referida proposta se dará a partir de todas as análises realizadas em relação à matriz do programa *Science for All Americans*, aos

Planos de Ensino de Ciências do Colégio, aos resultados da aplicação do Teste de Alfabetização Científica Básica e à Conclusão realizada.

O plano formativo consistirá em elaborar uma sequência didática que permita aos professores de Ciências do Colégio refletir acerca das discrepâncias entre os Planos de Ensino de Ciência do Colégio e a matriz do programa *Science for All Americans*, e das defasagens apresentadas pelos alunos no Teste de Alfabetização Científica Básica.

A proposta deve levá-los à compreensão da atual situação dos alunos em relação à sua formação acadêmica e à Alfabetização Científica, além de possibilitar a reelaboração dos seus Planos de Ensino com base nas três dimensões de Alfabetização Científica propostas por Miller (1983), que são: a natureza da Ciência, o conhecimento e conteúdo da Ciência e o impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS

A apresentação dos resultados e das análises será realizada em duas fases: a primeira que consistiu em apresentar a comparação da proposta do *Science for All Americans* com Plano de Ensino de Ciências do Ensino Fundamental II do Colégio; e a segunda que se refere à análise dos resultados do Teste de Alfabetização Científica Básica.

As análises permitiram a elaboração da Proposta de Formação dos Professores de Ciências, visando à preparação dos alunos a fim de que se tornem cientificamente alfabetizados.

Fase 1 - Comparação entre a proposta da matriz do programa *Science for All Americans* e os Planos de Ensino de Ciências do Ensino Fundamental II do Colégio

O roteiro de comparação permitiu a análise da presença dos conceitos referentes à Alfabetização Científica, propostos pela matriz do programa *Science for All Americans*, no Plano de Ensino de Ciências do Ensino Fundamental II do Colégio.

O resultado dessa análise será apresentado por meio de sínteses, nas quais constam: os conceitos dos itens do Teste de Alfabetização Científica Básica aplicado aos alunos do 9º ano do Colégio, a informação se eles estão contemplados no Plano de Ensino de Ciências do Colégio e o ano em que isso ocorre².

Esses conceitos estão agrupados em cinco seções no programa *Science for All Americans*: a natureza da Ciência, a natureza da Tecnologia, o ambiente físico, o ambiente vivo e o organismo humano. Dessa forma, as sínteses foram realizadas de acordo com tais seções.

A natureza da Ciência

² O roteiro de comparação completo entre a matriz do programa *Science for All Americans* e o Plano de Ensino de Ciências do Colégio está disponível nos Apêndices A, B, C, D e E.

A primeira seção do projeto *Science for All Americans*, a natureza da Ciência, aborda conceitos relacionados aos fundamentos básicos da Ciência, como por exemplo, a observação, o pensamento, a experimentação e a validação dos fenômenos (AAAS, 1989). Esta seção contém vinte e dois itens e está dividida em três subseções: a visão científica do mundo, métodos científicos de investigação e a natureza do empreendimento científico (AAAS, 1989).

A primeira subseção, a visão científica do mundo, é composta por quatro itens que tratam do conhecimento científico, mais especificamente ao fato de que os cientistas compartilham suas crenças e atitudes sobre como eles veem e fazem seu trabalho, à incapacidade da Ciência de fornecer explicações para todas as perguntas existentes e, também, à ideia de que a Ciência pressupõe que os acontecimentos no universo seguem regras consistentes, passíveis de compreensão através de um estudo sistemático e metodológico (AAAS, 1989).

Na subseção dos métodos científicos de investigação, o tema principal é a investigação científica e a validade das afirmações baseadas na observação e no teste de hipóteses. Seus itens dizem respeito à interpretação de dados, a presença e a influência do viés na pesquisa e a importância do teste das evidências para a validade do conhecimento.

Já a última subseção, o empreendimento científico, retrata a Ciência como uma atividade capaz de refletir perspectivas e valores sociais distintos, cuja divulgação deve ser realizada seguindo as normas éticas (AAAS, 1989). Dessa forma, contém itens relacionados às diversas áreas científicas e às diferenças entre elas, à disseminação da informação científica, à ética na Ciência, à linguagem utilizada pelos cientistas, assim como seus pontos de vista, e à influência do financiamento na pesquisa.

A comparação destes itens com o do Plano de Ensino de Ciências do Ensino Fundamental II do Colégio indicou que apenas nove dos vinte e dois itens (40,9%) referentes à seção da natureza da Ciência estão contemplados no Plano de Ensino, sendo todos eles pertencentes ao conteúdo do 9º ano.

Desses nove itens contemplados, um deles, relacionado à impossibilidade de analisar todas as questões e fenômenos de forma científica, pertence à subseção da visão científica do mundo; seis competem à subseção do método científico, relacionados ao fato de que embora os cientistas formulem diversas hipóteses na tentativa de explicar um determinado fenômeno, a Ciência carece da apresentação e do teste das evidências obtidas a partir das observações

feitas para que seu conhecimento seja válido; e os últimos dois itens referem-se à subseção do empreendimento científico, trabalhando com a ideia de que a publicação de uma informação científica, devido ao seu caráter social, é crucial para o progresso da Ciência, mas que deve ser realizada de acordo com a ética da Ciência.

A análise comparativa realizada indicou que dois terços dos conceitos e conteúdos desta subseção, propostos pelo programa *Science for all Americans* e que visam à Alfabetização Científica, não estão sendo trabalhados nas aulas de Ciências do Colégio. Esse fato indica que os alunos são impedidos de ter uma visão mais clara do “fazer Ciência” e da prática do sujeito-pesquisador que faz Ciência. Em última instância, os itens dessa seção que pretendem dar aos alunos uma compreensão do funcionamento da Ciência e dos seus princípios, são justamente aqueles que os Planos de Ensino de Ciências do Colégio não contemplam.

Esse fato corrobora com Carvalho (2001 p. 146), quando afirma que

“os dados das pesquisas realizadas até agora e uma análise rigorosa da prática do ensino das Ciências indicam que, em nenhum nível de ensino, a dimensão epistemológica tem estado presente de forma articulada e explicitamente consciente por parte da maioria dos professores em sala de aula”.

Além disso, os Planos de Ensino deixam de proporcionar ao aluno o conhecimento e a oportunidade de desenvolver uma prática investigativa e de atuar como um indivíduo reflexivo dentro da sociedade em que vive. Ações essas que constam nos PCNs de Ciências Naturais, quando afirmam que é

“necessário favorecer o desenvolvimento de postura reflexiva e investigativa, de não-aceitação, a priori, de ideias e informações, assim como a percepção dos limites das explicações, inclusive dos modelos científicos, colaborando para a construção da autonomia de pensamento e de ação” (BRASIL, 1991 p. 23).

Ressalta-se ainda, que todos os itens da subseção da natureza da Ciência estão presentes apenas no Plano de Ensino do 9º ano, deixando de proporcionar aos outros anos deste ciclo o contato com a investigação científica, cuja prática requer “procedimentos de observação, de experimentação, de hipotetização, de quantificação, de comparação e a busca de rigor nos resultados” (BRASIL, 1991 p. 24) dos fenômenos observados.

Esses procedimentos acima citados, assim como os outros conceitos apontados por esta seção do programa *Science for All Americans*, deveriam estar presentes em todos os anos deste ciclo de ensino. Dessa forma, o Ensino de Ciências orientaria o aluno

“para uma reflexão mais crítica acerca dos processos de produção do conhecimento científico-tecnológico e de suas implicações na sociedade e na qualidade de vida de cada cidadão. É preciso preparar os cidadãos para que sejam capazes de participar, de alguma maneira, das decisões que se tomam nesse campo, já que, em geral, são disposições que, mais cedo ou mais tarde, terminam por afetar a vida de todos. Essa participação deverá ter como base o conhecimento científico adquirido na escola e a análise pertinente das informações recebidas sobre os avanços da ciência e da tecnologia” (SANTOS, 2006 p. 25).

A natureza da Tecnologia

A seção da natureza da Tecnologia aborda conhecimentos relativos à importância da produção e da utilização da Tecnologia para o desenvolvimento da sociedade, assim como a importância da sua aliança com a Ciência. Contém dezesseis itens divididos em três subseções: a Ciência e a Tecnologia, princípios da Tecnologia e os projetos e sistemas que conectam a Tecnologia com a sociedade (AAAS, 1989).

Os cinco itens pertencentes à subseção da Ciência e a Tecnologia expressam conceitos afirmando que a Tecnologia toma como base a Ciência, sendo capaz de proporcionar a esta, não só equipamentos, ferramentas e máquinas, mas motivação e orientação para a pesquisa. Além disso, faz a comparação entre a engenharia e a Ciência, afirmando que, assim como as investigações científicas identificam padrões que tornam o mundo compreensível, a engenharia, também por meio de padrões, torna o mundo manipulável (AAAS, 1989).

Na subseção de projetos e sistemas, estão presentes sete itens referentes à criação, ao teste, ao custo, às falhas, à análise de risco e à implantação de novos projetos na sociedade, principalmente dos projetos de engenharia, que afetam mais diretamente e rapidamente os sistemas social e cultural do que a investigação científica (AAAS, 1989).

A última subseção da seção da natureza da Tecnologia, denominada de questões em Tecnologia, aborda conceitos relativos à influência, na maioria das vezes positiva, da evolução da Tecnologia na história da humanidade, assim como seus efeitos nocivos à sociedade. As temáticas se relacionam com os potenciais e as restrições do uso da Tecnologia em benefício da população mundial (AAAS, 1989).

A comparação entre os itens desta seção com o Plano de Ensino de Ciências do Ensino Fundamental II do Colégio verificou que dos dezesseis itens, apenas um (6,25%) estava contemplado nos Planos de Ensino. Esse único item refere-se à restrição dos projetos de

engenharia às leis da física e da química como, por exemplo, a conservação de energia e as propriedades físico-químicas dos elementos.

Os outros quinze itens não foram constatados no Plano de Ensino. Desses, cinco pertencem à subseção da Ciência e a Tecnologia, cinco à subseção de projetos e sistemas e cinco à subseção das questões em Tecnologia.

Esse fato permite relatar a significativa falta de comunicação entre a Ciência e a Tecnologia nas aulas de Ciências do Colégio, contrariando o modelo atual de sociedade que, a cada dia mais, amplia a relação entre essas duas áreas, marcando presença e modificando o mundo e o próprio ser humano (BRASIL, 2007).

De acordo com os PCNs de Ciências Naturais, é ao longo do Ensino Fundamental que podem ser “aprendidos os princípios operativos dos equipamentos, aparelhos, sistemas e processos de natureza tecnológica, especialmente aqueles presentes na vida doméstica e social dos alunos” (BRASIL, 2007 p. 78) e utilizar esse aprendizado para analisar seus impactos sociais e ambientais e entender como a tecnologia é capaz de permitir a compreensão do mundo e de interferir no dia a dia da população (BRASIL, 2007).

A ausência dos conceitos referentes à seção da natureza da Tecnologia nos Planos de Ensino de Ciências do Colégio evidencia as ideias de Teixeira (2003, p. 178), quando afirma que

“as características que permeiam o ensino das disciplinas científicas continuam demonstrando que, na maioria das vezes, o ensino nessa área fica demarcado pelas abordagens internalistas, que privilegiam profundamente os conteúdos específicos de cada disciplina, desconsiderando os acontecimentos presentes na sociedade”,

como por exemplo, o avanço da tecnologia e sua capacidade de modificar a sociedade.

Nota-se que o Ensino de Ciências do Colégio está defasado em relação a este aspecto da Alfabetização Científica, que “inclui questões relacionadas à Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) em todas as áreas do conhecimento, especialmente no ensino de Ciências” (FILHO *et al*, 2013). Tal defasagem é vista, também, em relação a um dos objetivos da disciplina de Ciências no Ensino Fundamental II presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais que é o de

“identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica, e compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas,

sabendo elaborar juízo sobre riscos e benefícios das práticas científico-tecnológicas” (BRASIL, 1997 p. 33).

O ambiente físico

A quarta seção do projeto *Science for All Americans* é a que contém a maior quantidade de itens no Teste de Alfabetização Científica Básica, vinte e nove no total. Essa seção apresenta conceitos relacionados ao conhecimento básico da estrutura geral do Universo e dos princípios físicos que o rege, oferecendo relativo destaque ao Planeta Terra e ao seu Sistema Solar. Ela é dividida em sete subseções: o Universo, o planeta Terra, processos de formação do planeta Terra, a estrutura da matéria, as transformações de energia, o movimento e as forças da natureza (AAAS, 1989).

A primeira subseção, o Universo, trabalha com a ideia de que ele é grande e antigo, e que a maior parte do que se conhece a seu respeito se deve a inferências realizadas por cientistas que utilizam diversos instrumentos para observar pequenas unidades de espaço e tempo. Considera-se, também, que existem milhões de outros planetas, sistemas solares, estrelas, e outros astros com características distintas do planeta Terra (AAAS, 1989).

Os itens da subseção do planeta Terra abordam conceitos relativos à composição física e química da Terra, à sua distância do Sol, aos movimentos que realiza, às características que lhe permitem a existência de seres vivos, à variedade de padrões climáticos que consistem em diferentes condições de temperatura, chuva, umidade, vento, pressão e outros fenômenos e às diferentes fontes de energia existentes no planeta (AAAS, 1989).

Já os três itens da subseção dos processos de formação do planeta Terra, trabalham conceitos referentes à história da formação rochosa do planeta, aos eventos de vulcanismo, terremotos e de outros fenômenos naturais e, também, às combinações químicas entre os diferentes elementos que constituem o planeta Terra e à influência dos seres vivos no ciclo desses elementos (AAAS, 1989).

A quarta subseção, a estrutura da matéria, apresenta quatro itens relacionados à composição da matéria, à constituição do átomo e à relação entre as diferentes ligações entre eles para a constituição dos diferentes materiais que existem no planeta Terra (AAAS, 1989).

Na subseção da transformação de energia, quatro itens contemplam conceitos sobre as formas de energia - sonora, térmica, luminosa, gravitacional, potencial, entre outras - e como

essas podem ser transformadas em outras formas de energia. Contemplam, também, questões relativas à associação dos níveis de energia com as diferentes configurações de átomos nas moléculas (AAAS, 1989).

A subseção do movimento contém apenas três itens que se referem ao estudo do movimento e das variáveis capazes de interferi-lo, como por exemplo, a aceleração e a mudança de direção (AAAS, 1989). Ela enfatiza o fato de que o movimento faz parte do mundo físico tanto quanto a matéria e a energia.

Na última subseção, as forças da natureza, estão presentes também três questões abordando conceitos relativos às forças conhecidas, como a força gravitacional e eletromagnética, assim como, suas importâncias para a manutenção do Universo (AAAS, 1989).

Na comparação dos itens dessa seção com os Planos de Ensino de Ciências do Ensino Fundamental II do Colégio constatou-se que vinte e sete dos vinte e nove itens (93,1%) desta seção estão contemplado nos Planos de Ensino. Esses itens contemplados fazem parte de sete subseções e pertencem aos conteúdos dos 6º e 9º anos: os itens das subseções do Universo, do planeta Terra e dos processos de formação da Terra constam no Plano de Ensino de Ciências do 6º ano, enquanto os itens das subseções da estrutura da matéria, da transformação de energia, do movimento e das forças da natureza fazem parte do Plano de Ensino de Ciências do 9º ano.

Os dois itens não contemplados pertencem à subseção da transformação de energia e estão relacionados ao crescimento ordenado dos sistemas energéticos e às diferentes formas de energia existentes, como a radiação, o movimento dos corpos, o estado excitado dos átomos e a tensão entre as moléculas.

A ausência desses conceitos nos Planos de Ensino de Ciências do Colégio implica em uma defasagem quanto ao entendimento sobre energia, de que ela não se manifesta em uma forma particular, mas em diferentes formas, sendo capaz de se transformar em outros tipos de energia. Além disso, os alunos deixam de ter uma visão clara de que os arranjos dos átomos de todas as substâncias existentes no planeta estão relacionados aos diferentes níveis de energia das moléculas.

Levando em consideração que a maior parte dos itens dessa seção é contemplada nos Planos de Ensino de Ciências do Colégio e que seus conteúdos estão distribuídos em todos os

anos deste ciclo do Ensino Fundamental II, pode-se inferir que os conceitos relativos ao ambiente físico, propostos pelo programa *Science for All Americans* e que fazem parte dos conceitos necessários para a Alfabetização Científica, estão sendo trabalhados em sala de aula, possibilitando o desenvolvimento de capacidades como a de “saber utilizar conceitos científicos básicos, associados a energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida” (BRASIL, 1997, p. 37).

Além disso, percebe-se que a sequência com que esses conceitos, presentes nos Planos de Ensino do Colégio, estão sendo trabalhados está de acordo com a ordem proposta pelos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais, nos quais constam que o estudo deste eixo temático nos anos iniciais do Ensino Fundamental II “amplia a orientação espaço-temporal do aluno, a conscientização dos ritmos de vida, e propõe a elaboração de uma concepção do Universo, com especial enfoque no Sistema Terra-Sol-Lua” (BRASIL, 1997 p. 62), possibilitando aos alunos do final deste ciclo a compreensão de fenômenos mais complexos e distantes no tempo e no espaço, como por exemplo, a composição da matéria, as transformações de energia, as referências de distância entre os corpos celestes, bem como os conceitos de força da gravidade, envolvidos nos movimentos da Terra e dos outros astros (BRASIL, 1997).

O Ensino de Ciências do Colégio parece ser mais vasto em relação aos conhecimentos sobre o ambiente físico, contemplando a maior parte dos conceitos necessários para o alcance da Alfabetização Científica, conforme a proposta do programa *Science for All Americans*.

O ambiente vivo

Esta seção do *Science for All Americans* descreve conceitos básicos sobre as diferentes formas de vida existentes, suas necessidades básicas para sobrevivência, sua interação com os organismos da sua espécie e de espécies diferentes e a importância da preservação ambiental na manutenção dos ecossistemas. É composta por vinte e quatro itens do Teste de Alfabetização Científica Básica, divididos em seis subseções: a diversidade da vida, a hereditariedade, as células, a independência da vida, o fluxo de matéria e energia e a evolução da vida (AAAS, 1989).

Em sua primeira subseção, a diversidade da vida, os três itens trabalhados dizem respeito à existência de milhões de espécies que habitam o planeta Terra e à importância da sua preservação para o meio ambiente e, também, para o ser humano (AAAS, 1989).

Na subseção seguinte, a hereditariedade, o conceito principal dos dois itens presentes é a reprodução. O primeiro trabalha com a ideia de que na reprodução assexuada são criados descendentes idênticos aos pais, clones, enquanto o segundo enfatiza a ideia de que na reprodução sexuada ocorre uma combinação de genes ao acaso, resultando em uma grande variedade de combinações genéticas nos descendentes (AAAS, 1989).

A terceira subseção, as células, contém cinco itens relacionados ao conceito de que todos os organismos vivos, capazes de se autoduplicar, são formados por células e que estas são as unidades funcionais desses organismos, pois são responsáveis pelos processos de divisão celular, eliminação de resíduos, produção de energia e proteínas, entre outros. Além disso, os itens estão relacionados ao tamanho, à composição, à informação genética, à estrutura, à origem e à reprodução das células (AAAS, 1989).

Em relação à subseção da independência da vida, os quatro itens referem-se aos conceitos de interdependência de organismos dentro de um mesmo ecossistema, das interações interespecíficas e intraespecíficas, do equilíbrio ecológico e da problemática da extinção das espécies (AAAS, 1989).

A penúltima subseção, o fluxo de matéria e energia, aborda cinco itens relativos aos princípios físicos e químicos que envolvem a transformação e a conservação de energia, à importância do Sol como fonte primária de energia para os sistemas terrestres, ao ciclo da matéria, à importância dos seres decompositores nesse processo de reciclagem de nutrientes e ao processo de armazenamento e liberação de energia pelas células (AAAS, 1989).

Já a última subseção desta seção, a evolução da vida, contém seis itens que trabalham conceitos sobre: a evolução das formas atuais de vida da Terra a partir de ancestrais comuns, ao longo de aproximadamente quatro bilhões de anos atrás; a importância dos conhecimentos das áreas da geologia, anatomia e biologia na busca de evidências para a explicação do processo de evolução; a relação entre as mutações genéticas e as diferentes combinações entre os genes dos pais na criação de novas características hereditárias; a importância da seleção natural na manutenção, predominância e extinção de diversas espécies; e as concepções da evolução da vida no planeta Terra (AAAS, 1989).

A análise entre a matriz do programa *Science for All Americans* e os Planos de Ensino de Ciências do Colégio revela que quinze dos vinte e quatro itens estão contemplados nos Planos de Ensino de todos os anos do Ensino Fundamental II.

No sexto ano são contemplados três itens referentes à subseção da diversidade da vida, dois itens da subseção da independência da vida e dois dos cinco itens da subseção fluxo de matéria e energia. Esses itens estão relacionados à interdependência das espécies, à influência das mudanças climáticas ou da introdução de espécies para um ecossistema e à importância da energia do sol e da reciclagem dos nutrientes.

Já no sétimo ano estão presentes um item da subseção de hereditariedade, que diz respeito à reprodução assexuada, um item da subseção de células, tratando da sua composição química, e três itens da subseção da evolução da vida, relacionados ao fato de que as formas atuais de vida evoluíram de ancestrais comuns e à seleção natural.

No oitavo ano, um item pertence à subseção da hereditariedade e está relacionado à reprodução sexuada; dois itens fazem parte da subseção das células, abordando o tamanho e origem das células; e um item está presente na subseção do fluxo de energia e de matéria, que diz respeito à liberação de energia através da queima dos compostos orgânicos pelas células e dos combustíveis fósseis pelas máquinas. Esse último item também está contemplado no Plano de Ensino do nono ano.

Em relação aos oito itens não contemplados pelo Plano de Ensino de Ciências do Colégio, um deles pertence à subseção das células e está relacionado à informação genética presente no seu DNA; dois fazem parte da subseção da independência da vida e abordam conceitos a respeito das flutuações cíclicas dos ecossistemas complexos e da sua estabilidade ao longo do tempo; outros dois pertencem à subseção do fluxo de matéria e energia, trazendo conceitos relativos a uma grande interrupção no fluxo de energia que, aparentemente, ocorreu há milhões de anos atrás e, também, ao fato de que todos os organismos vivos compartilham dos mesmos princípios físicos de transformação de matéria e energia; e os últimos três, referem-se à subseção da evolução da vida, tratando da importância da combinação das evidências geológicas, anatômicas e moleculares na tentativa de montar a história da vida na Terra, da influência da combinação de genes dos pais ou das mutações na manifestação de novas características hereditárias e do conceito moderno de evolução.

A ausência desses conceitos sobre informação genética nos conteúdos de Ciências do Colégio impede que os alunos compreendam que, além de ter importância fundamental na

hereditariedade, o DNA é o centro de controle de todas as características do ser vivo e que ele fornece instruções para a montagem de moléculas de proteínas que compõem as células dos organismos.

Em relação aos conceitos de ecologia, o Ensino de Ciências do Colégio deixa de abordar questões relativas ao equilíbrio de um ecossistema e, que embora existam variações cíclicas, na maioria das vezes, esse equilíbrio resulta da interdependência dos organismos no decorrer de centenas ou milhares de anos. Dessa forma os alunos não são capazes de entender que o tempo de reconstrução de uma área ambiental degradada pela ação do homem ou por desastres naturais é longo e que pode trazer consequências trágicas para a maioria dos seres vivos que ali vivem, inclusive para o ser humano.

Quanto à defasagem dos conceitos de evolução da vida, os alunos deixam de compreender que a evolução não é a simples substituição de formas de vida menos evoluídas por formas superiores, mas o resultado do surgimento de novas características, aptas ao meio ambiente, resultantes da combinação ou da mutação aleatória dos genes.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais consta que o Ensino de Ciências pode “proporcionar ao estudante a ampliação de conhecimentos sobre os ambientes e seus problemas, sobre os seres vivos, entre eles os seres humanos, e as condições para a vida” (BRASIL, 1997 p. 67). Além disso, ele é capaz de promover

“um conhecimento maior sobre a vida e sobre sua condição singular na natureza permitindo ao aluno se posicionar acerca de questões polêmicas como os desmatamentos, o acúmulo de poluentes e a manipulação gênica. Deve poder ainda perceber a vida humana, seu próprio corpo, como um todo dinâmico, que interage com o meio em sentido amplo, pois tanto a herança biológica quanto as condições culturais, sociais e afetivas refletem-se no corpo” (BRASIL, 1997 p. 22).

Tendo em vista o que foi exposto acima, percebe-se que, embora nove itens não estejam contemplados nos Planos de Ensino de Ciências do Colégio, a maior parte dos conceitos (16 dos 24 – 66,6%) desta seção está presente em todos os anos do Ensino Fundamental II. Isso mostra que, em parte, o Ensino de Ciências do Colégio está contribuindo para a reconstrução da relação entre o ser humano e a natureza, contribuindo para a consciência social e planetária (BRASIL, 1997).

Entretanto, a ausência desses conteúdos de informação genética, ecologia e evolução da vida, que não estão contemplados nos Planos de Ensino de Ciências do Colégio, é considerada significativa quando relacionada aos objetivos da Alfabetização Científica, já que

praticamente um terço dos conteúdos não está sendo trabalhado. Vale ressaltar que além de fazer parte do programa *Science for All Americans*, também constam nos objetivos dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências da Natureza, afirmando que os estudantes devem desenvolver, entre outras, as capacidades de

“compreender a história evolutiva dos seres vivos, relacionando a aos processos de formação do planeta; caracterizar as transformações tanto naturais como induzidas pelas atividades humanas, na atmosfera, na litosfera, na hidrosfera e na biosfera, associadas aos ciclos dos materiais e ao fluxo de energia na Terra, reconhecendo a necessidade de investimento para preservar o ambiente em geral e, particularmente, em sua região” (BRASIL, 1997 p. 90).

Sendo assim, nota-se que existe uma defasagem considerável nos Planos de Ensino do Colégio quanto aos conceitos dessa seção do programa *Science for All Americans*, que devem ser revistos a fim de que os alunos alcancem a Alfabetização Científica. Assim, os alunos poderão compreender a importância da relação entre os seres vivos de um ecossistema, inclusive deles próprios como parte integrante deste ecossistema, entendendo que suas ações podem interferir no equilíbrio do meio ambiente em que vivem.

O organismo humano

A sexta e última seção do programa *Science for All Americans* presente no Teste de Alfabetização Científica Básica é a do organismo humano. Essa seção consta com dezenove itens que abordam conceitos relacionados à quais características da espécie humana a torna tão peculiar dentre as demais espécies, como por exemplo, a composição do corpo, a relação com seus ancestrais, as suas características particulares e os conceitos relacionados à sua saúde. Ela é composta por seis subseções: a identidade humana, o desenvolvimento humano, as funções básicas, a aprendizagem, a saúde física e a saúde mental (AAAS, 1989).

A primeira subseção, a identidade humana, contém três itens que estabelecem uma comparação entre seres humanos e os demais organismos vivos em relação a alguns aspectos específicos, como os aspectos biológicos, por exemplo. Apresenta, também, as diferenças existentes entre eles, como por exemplo, o fato do ser humano ser o único capaz de estabelecer culturas e produzir Tecnologia (AAAS, 1989).

Na subseção do desenvolvimento humano existem apenas dois itens. O primeiro contempla o desenvolvimento embriológico e fetal, assim como as graves consequências à

vida do indivíduo decorrentes de uma possível falha durante alguma etapa do desenvolvimento. O segundo trata sobre a importância da infância como um período de grandes ganhos biológicos e sociais (AAAS, 1989).

A subseção das funções básicas apresenta conceitos relacionados à composição dos diferentes sistemas que constituem o organismo humano – digestório, circulatório, respiratório, nervoso, imunológico, excretor, reprodutor, entre outros – e, também, às suas funções e possíveis disfunções (AAAS, 1989).

A quarta subseção é a do aprendizado, nela são trabalhados quatro itens com os seguintes conceitos: as habilidades e os comportamentos inatos pertencentes a todos os indivíduos de determinadas espécies que permitem manifestar um comportamento previsivelmente predeterminado sem que haja uma experiência anterior; as diferenças na complexidade entre os cérebros de cada espécie, permitindo àquelas que possuem o cérebro mais complexo apresentar maior flexibilidade e repertório comportamental; os estímulos necessários para a aprendizagem; e a importância da subjetividade e da experiência de cada indivíduo no aprendizado de uma nova informação (AAAS, 1989).

Na subseção da saúde física, três itens relacionam-se à importância de uma dieta equilibrada para a manutenção de uma vida saudável e às consequências das doenças infecciosas, da desorientação física e da ingestão de substâncias nocivas para o organismo humano (AAAS, 1989).

E na última subseção, a saúde mental, os quatro itens presentes abordam a definição de saúde mental; a interação dos sistemas psicológicos, biológicos, fisiológicos, sociais e culturais na manutenção de uma boa saúde mental, a existência de alguns tipos de distúrbios psicológicos e a dificuldade do diagnóstico e do tratamento desses distúrbios (AAAS, 1989).

A análise da comparação dos itens dessa seção do *Science for All Americans* com os Planos de Ensino de Ciências do Ensino Fundamental II do Colégio constatou que, dos dezenove itens, nove não estão contemplados, enquanto os outros dez itens estão presentes nos Planos de Ensino de Ciências dos 8º e 9º anos do Colégio.

Desses nove itens não contemplados, dois deles pertencem à subseção do desenvolvimento humano e tratam de possíveis falhas passíveis de ocorrer durante o desenvolvimento embrionário, três fazem parte da subseção do aprendizado, envolvendo conceitos relativos aos comportamentos inatos das espécies e aos processos que envolvem a

aprendizagem, e os outros quatro itens pertencem da subseção da saúde mental, relacionados à definição de saúde mental, à interação dos sistemas psicológicos, biológicos, fisiológicos, sociais e culturais na manutenção sua manutenção e à dificuldade do diagnóstico e do tratamento das doenças mentais.

Considerando, pois, a análise feita, percebe-se que apenas um pouco mais da metade dos itens dessa seção (10 de 19 – 52,6%), propostos pelo programa *Science for All Americans*, estão sendo trabalhados nas aulas de Ciências do Colégio. Os conceitos deixados de lado referem-se ao desenvolvimento humano, à saúde mental e ao aprendizado, criando uma grande lacuna para o desenvolvimento da Alfabetização Científica dos alunos, já que os alunos deixam de compreender o valor dos cuidados que envolvem o desenvolvimento fetal e embriológico, e a importância das saúdes física e mental e dos serviços de saúde e educação para o crescimento e desenvolvimento do ser humano.

Além disso, deixa de seguir as diretrizes propostas pelos próprios Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais, que recomendam que no Ensino Fundamental sejam trabalhados os temas “ser humano e saúde”, a fim de relacioná-los às

“questões gerais do desenvolvimento e funcionamento do corpo. São questões importantes: as características das etapas de vida em seu ciclo, a obtenção, o transporte e a transformação de energia, de água e de outros materiais, os sistemas de defesa do organismo, bem como as relações entre esses processos entre si e com o meio. Uma constante na abordagem dessas questões é a manutenção da saúde” (BRASIL, 1997 p. 45).

Fase 2 - Apresentação dos resultados do Teste de Alfabetização Científica Básica

A análise dos resultados da aplicação do Teste de Alfabetização Científica Básica aos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental do Colégio indicou que apenas 15,3% deles (29 alunos) acertaram a quantidade mínima de itens nos três subtestes (13 no subteste sobre a natureza da Ciência, 45 no subteste sobre o conhecimento do conteúdo da Ciência e 10 no subteste sobre o impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade), podendo, portando serem considerados cientificamente alfabetizados. Os outros 84,7% (160 alunos), não alcançaram a quantidade mínima de acertos para serem assim classificados.

Os dados referentes aos índices de alunos cientificamente alfabetizados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição da quantidade de alunos do 9º ano cientificamente e não cientificamente alfabetizados.

Cientificamente alfabetizados		Não cientificamente alfabetizados		Total	
n	%	n	%	n	%
29	15,3%	160	84,7%	189	100%

Os resultados mostram, também, que 24 alunos (12,6%) acertaram a quantidade mínima de itens em pelo menos dois subtestes, 50 alunos (26,4%) alcançaram apenas os acertos mínimos de um subteste e, 86 alunos (45,5%), não obtiveram êxito mínimo em nenhum subteste. A Tabela 2 mostra a quantidade de alunos não cientificamente alfabetizados que obtiveram o mínimo de acertos em pelo menos dois subtestes, somente em um subteste e em nenhum subteste.

Tabela 2. Quantidade de alunos não cientificamente alfabetizados que obtiveram o mínimo de acertos em pelo menos dois subtestes, somente em um subteste e em nenhum subteste.

Alunos que conseguiram o mínimo de acertos em:					
Pelo menos dois subtestes.		Somente em um subteste.		Nenhum subteste.	
n	%	n	%	n	%
24	12,6%	50	26,4%	86	45,5%

É preciso ressaltar que a aplicação do Teste de Alfabetização Científica Básica foi realizada no início do ano letivo e que, portanto, os conteúdos de Ciências referentes ao 9º ano não foram trabalhados com esses alunos.

Esse fato poderia influenciar no resultado do estudo, já que somente um pouco mais da metade dos alunos (56,5%) acertaram os 21 itens referentes a esses conteúdos. Além disso, dos 24 alunos que não foram considerados cientificamente alfabetizados por não atingir o mínimo de itens em apenas um dos subtestes, 17 poderiam ter alcançado a Alfabetização Científica caso tivessem acertado esses itens. Para os outros 7 alunos, apenas o acerto desses itens não seriam o suficiente para serem considerados cientificamente alfabetizados, seria

necessário, também, terem tido êxito em itens cujos conceitos se referiam aos outros anos do Ensino Fundamental II.

Em relação aos resultados por subteste, a análise revelou que não houve grande discrepância entre os três subtestes. O subteste da natureza da Ciência apresentou uma taxa de 49,2% de acertos, o subteste do impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade apresentou 53,6% e o subteste do conhecimento do conteúdo da Ciência apresentou 55, 2% de acertos. Os dados referentes aos acertos de cada subteste são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Índices de acertos por subteste.

Subtestes					
Natureza da Ciência		Conhecimento do conteúdo da Ciência		Impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade	
Itens	% de acertos	Itens	% de acertos	Itens	% de acertos
22	49,2%	72	55, 2%	16	53,6%

Percebe-se que não existe prevalência de nenhum subteste e que em todos eles o número de itens acertados ficou próximo dos 50%, mostrando certa uniformidade de conhecimentos por parte dos alunos. Esse resultado corrobora, em partes, com aqueles encontrados pelo roteiro de comparação entre a matriz do programa *Science for All Americans* e os Planos de Ensino de Ciências de Colégio, considerando que em relação ao subteste da natureza da Ciência a média de acertos foi de 49,2%, sendo que 40,9% dos itens (9 de 22 itens) estão contemplados nos Planos de Ensino de Ciências. Já no subteste dos conhecimentos dos conteúdos da Ciência a média de acertos foi de 55,2%, um pouco abaixo do esperado, tendo em vista que a porcentagem de itens contemplados no Plano de Ensino foi de 73,6% (53 de 72 itens).

O subteste que apresentou a maior discrepância dos dados foi o do impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade, cuja média de acertos foi de 53,6%, enquanto apenas 6,2% dos itens (1 de 16) estão contemplados nos Planos de Ensino de Ciências do Colégio. Levando em consideração que os conceitos presentes nos itens deste subteste estão relacionados, principalmente, à importância e aos efeitos da Tecnologia na sociedade e que os alunos que participaram do teste pertencem a uma geração com grande influência e criação de novas tecnologias, pode-se presumir que esse conhecimento, embora não tenha sido trabalhado nas

aulas de Ciências, pode, além de ter sido trabalhado em outras disciplinas, ser resultado da própria vivência pessoal dos alunos.

O fato de apresentar uma média de acertos muito superior à quantidade de itens presentes nos Planos de Ensino de Ciências não isenta a responsabilidade do Ensino de Ciências do Colégio de contemplar os conceitos relativos aos impactos da Ciência e Tecnologia na sociedade. Assim como àqueles referentes aos dois outros subtestes, já que a média de acertos nos três subtestes não ultrapassou 60% e que apenas 15,3% dos alunos podem ser considerados cientificamente alfabetizados.

Analisando o resultado do Teste de Alfabetização Científica Básica, percebeu-se que em 44,5% dos itens (49 de 110 itens), a média de acertos dos alunos se deu abaixo de 50%. Desses itens, 11 pertencem ao subteste da natureza da Ciência, 32 ao subteste do conhecimento do conteúdo da Ciência e 6 ao subteste do impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade. A Tabela 4 contém os dados referentes à quantidade de itens de cada subteste com a porcentagem de acertos abaixo de 50%.

Tabela 4. Quantidade de itens por subteste com a porcentagem de acertos abaixo de 50%.

Subtestes						Teste de Alfabetização Científica Básica	
Natureza da Ciência		Conhecimento do conteúdo da Ciência		Impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade			
N	% de itens do subteste	n	% de itens do subteste	n	% de itens do subteste	n	% de itens do teste
11	50%	32	44,5%	6	37,5%	49	44,5%

Sendo assim, o subteste que apresentou a maior quantidade de itens com porcentagem de acertos acima de 50% foi o do impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade (62,5%), seguido pelo subteste do conhecimento do conteúdo da Ciência (55,5%) e pelo subteste da natureza da Ciência (50%). A Tabela 5 mostra a porcentagem de acertos acima de 50% em cada um dos subtestes.

Tabela 5. Quantidade de itens por subteste com a porcentagem de acertos acima de 50%.

Subtestes						Teste de Alfabetização Científica Básica	
Natureza da Ciência		Conhecimento do conteúdo da Ciência		Impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade			
Itens	% de acertos	Itens	% de acertos	Itens	% de acertos	n	% de itens do teste
11/22	50%	40/72	55,5%	10/16	62,5%	61	55,5%

Analisando a natureza do erro dos itens que obtiveram média de acerto abaixo dos 50%, notou-se que os índices mais baixos, abaixo de 25%, foram encontrados, em sua maioria, nos itens referentes à pesquisa científica e à influência da Ciência e da Tecnologia na sociedade. Esses dados corroboram com os resultados da análise do roteiro de comparação, os quais revelaram que apenas 40,9% e 6,2% dos conceitos trabalhados, respectivamente, pelos subtestes da natureza da Ciência e do impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade estão contemplados nos Planos de ensino de Ciências do colégio.

As Tabelas 6, 7 e 8 especificam a natureza do erro dos itens que obtiveram a quantidade de acertos abaixo de 50% em cada um dos subtestes³.

Tabela 6. Natureza do erro dos itens que obtiveram a média de acertos abaixo de 50% no subteste da natureza da Ciência.

Subteste – Natureza da Ciência			
Item	Conceito	n	%
16	Cientistas dividem suas crenças e atitudes sobre como eles fazem e como eles veem seu trabalho.	85	45%
17	Cientistas partem da premissa de que as coisas e eventos no universo ocorrem em padrões consistentes.	43	23%

³ A análise da natureza do erro de todos os itens do Teste de Alfabetização Científica Básica está disponível, por subteste, nos Apêndices F, G e H.

18	Cientistas assumem que as regras básicas sobre como o Universo opera são as mesmas por todo o Universo.	36	19%
20	Não existem passos fixos que os cientistas devem seguir para levá-los sem erros ao conhecimento científico.	23	12%
22	Cientistas concordam que os princípios do raciocínio lógico que conecta evidências com conclusões.	72	38%
25	Teorias científicas devem explicar observações adicionais que não eram usadas no desenvolvimento de teorias inicialmente.	81	43%
27	Cientistas podem, em razão de sua experiência, crenças pessoais e valores, enfatizarem diferentes interpretações das evidências.	82	43%
30	Ainda que a ciência seja uma atividade exercida por muitas pessoas diferentes, a ciência não reflete valores e pontos de vista relacionados com a sociedade (por exemplo, opiniões sobre mulheres, convicções políticas).	82	43%
32	Não existem limites ou fronteiras para o conhecimento científico.	72	38%
36	Ética científica (isto é, sistema de moral) está preocupada com, entre outras coisas, os eventuais efeitos nocivos da aplicação dos resultados da investigação.	88	47%
37	Cientistas raramente podem apresentar respostas para as questões finais do debate público (por exemplo, a energia nuclear ou a conservação do ambiente).	53	28%

Tabela 7. Natureza do erro dos itens que obtiveram a média de acertos abaixo de 50% no subteste do conhecimento do conteúdo da Ciência.

Subteste – Conhecimento do Conteúdo da Ciência			
Item	Conceito	n	%
3	A luz da estrela mais próxima do nosso Sol demora mais do que alguns minutos para nos alcançar.	83	44%

5	A maioria do conhecimento sobre o nosso universo vem da observação de pequenas regiões do espaço e pequenos intervalos de tempo.	83	44%
6	Comparado ao diâmetro terrestre, uma grande camada de ar circunda toda a Terra.	29	15%
8	Não há água líquida na superfície de nenhum outro planeta além da Terra.	90	48%
10	A variação da radiação proveniente do interior quente da Terra não é a causa básica de mudanças no clima terrestre.	76	40%
12	Os oceanos e a atmosfera somente podem ser modificados até certo limite, antes de afetarem desfavoravelmente as atividades humanas.	86	46%
13	Elementos como carbono, oxigênio, nitrogênio e enxofre movem-se lentamente através do solo, oceanos e atmosfera. Enquanto fazem isso, os elementos mudam suas combinações químicas.	53	28%
15	Atividades humanas não têm mudado drasticamente a superfície da Terra, oceanos e atmosfera.	12	6%
38	Biólogos classificam organismos em grupos e subgrupos. Isto é feito de acordo com a estrutura e comportamento dos organismos.	76	40%
40	Na obtenção da energia e dos materiais necessários para a vida, os seres humanos são dependentes das teias alimentares (isto é, cadeias alimentares interligadas).	90	48%
44	A informação genética codificada nas moléculas do DNA desempenha importante papel na montagem das moléculas de proteína.	81	43%
46	A maioria dos organismos tem muitas diferentes células. Nesses organismos, a maioria das células desempenha apenas suas funções específicas.	77	41%
48	A interdependência dos organismos em um ecossistema muitas vezes resulta em um sistema quase estável durante períodos muito longos de tempo.	56	30%

50	Os ecossistemas não podem evitar mudanças quando muitas espécies novas diferentes aparecem.	91	48%
51	Os organismos vivos compartilham com outros sistemas naturais os mesmos princípios de conservação da matéria e da energia.	63	33%
52	A maior parte da vida na Terra é mantida basicamente por transformações da energia do Sol.	92	49%
53	Os elementos que compõem as moléculas dos seres vivos estão continuamente sendo reciclados.	68	36%
55	O dióxido de carbono foi removido da atmosfera ao longo de milhões de anos. Ao queimar combustíveis como o carvão e o petróleo, o dióxido de carbono retorna para a atmosfera a um ritmo muito mais rápido do que quando foi retirado da atmosfera.	92	49%
59	A seleção natural provavelmente conduz organismos bem adaptados à sobrevivência em ambientes particulares.	77	41%
60	Evolução não é uma escada em que formas de vida menos evoluídas são substituídas por formas superiores.	74	39%
78	Todas as coisas do mundo físico são compostas de diferentes combinações de cerca de 100 elementos químicos.	65	34%
80	A maneira como átomos ligam-se entre si é determinada pelo arranjo das camadas mais externas em cada átomo.	68	36%
81	Um nível baixo de radiação de fundo existe naturalmente no meio ambiente geral (isto é, no mundo ao nosso redor).	84	44%
83	Sempre que a energia em uma forma ou em um lugar (por exemplo, calor) diminui, a energia em outro lugar ou em outra forma aumenta de uma mesma quantidade.	66	35%
84	Arranjos de átomos em moléculas estão relacionados com diferentes níveis de energia das moléculas.	56	30%
85	A energia, assim como a matéria, ocorre em unidades discretas (isto é, “pacotes” separados) no nível de moléculas e átomos.	62	33%

87	Cargas em movimento são sempre devido a efeitos de forças não balanceadas.	70	37%
90	As forças eletromagnéticas atuando entre átomos são imensamente mais fortes do que forças gravitacionais atuando entre eles.	58	31%
91	Forças elétricas e magnéticas estão relacionadas uma com a outra.	92	49%
92	Na maioria dos aspectos biológicos, os seres humanos não são diferentes de outros organismos vivos.	50	26%
105	A boa condição de saúde dos indivíduos depende do esforço coletivo de preservar o ar, o solo e a água.	91	48%
108	As ideias sobre o que é uma boa saúde mental mudaram de acordo com as diferentes épocas da história.	83	44%

Tabela 8. Natureza do erro dos itens que obtiveram a média de acertos abaixo de 50% no subteste do impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade.

Subteste - Impacto da Ciência e Tecnologia na Sociedade			
Item	Conceito	n	%
65	No curto prazo, a engenharia afeta sociedades e culturas mais diretamente do que a investigação científica.	60	32%
66	Decisões de engenharia sem falhas envolvem julgamentos científicos. Estas decisões envolvem também valores sociais e pessoais.	93	49%
70	Apesar da grande complexidade dos sistemas tecnológicos modernos, nem todos os efeitos secundários de novas concepções tecnológicas são previsíveis.	85	45%
71	As reações psicológicas ao risco nas pessoas (por exemplo, o medo de voar ou de dirigir) nem sempre correspondem à realidade dos riscos envolvidos.	33	17%

75	Fatos técnicos relevantes por si só geralmente não resolvem as questões relacionadas com a tecnologia (como se uma central nuclear deve ser construída perto de uma cidade) a favor ou contra a decisão.	44	23%
77	A maioria das decisões sobre questões relacionadas com a tecnologia necessitam ser tomadas com base em informações incompletas.	37	20%

No que diz respeito ao índice de acertos por seção do *Science for All Americans*, o resultado do Teste de Alfabetização Científica Básica revelou uma ligeira predominância de acertos nos itens da seção 6 - O organismo humano (63,9%), seguido, respectivamente, das seções 5 - O ambiente vivo (55,3%), 3 - A natureza da Tecnologia (53,6), 4 - O ambiente físico (49,6%) e 1 - A natureza da Ciência (49,3%).

Os dados da porcentagem de acertos dos itens de cada seção do programa *Science for All American* que constam no Teste de Alfabetização Científica Básica são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Índices de acertos dos itens por seção do *Science for All Americans*.

Seções do <i>Science for All Americans</i>									
A natureza da Ciência		A natureza da Tecnologia		O ambiente físico		O ambiente vivo		O organismo humano	
Itens	% de acertos	Itens	% de acertos	Itens	% de acertos	Itens	% de acertos	Itens	% de acertos
22	49,3%	16	53,5%	29	49,6%	24	55,3%	19	63,9%

As análises revelaram, também, que a seção do programa *Science for All Americans* que apresentou a maior quantidade de itens com porcentagem de acertos abaixo de 50% foi a seção do ambiente físico (17 de 29 itens), seguida, respectivamente, pelas seções da natureza da Ciência (11 de 22 itens), do ambiente vivo (12 de 24 itens), da natureza da Tecnologia (6 de 16 itens) e do organismo humano (3 de 9 itens).

A Tabela 10 contém os dados referentes à quantidade de itens de cada seção do programa *Science for All Americans* com a porcentagem de acertos abaixo de 50%.

Tabela 10. Quantidade de itens por seção do programa *Science for All Americans* com média de acertos abaixo de 50%.

Seções do <i>Science for All Americans</i>									
A natureza da Ciência		A natureza da Tecnologia		O ambiente físico		O ambiente vivo		O organismo humano	
N	% de acertos abaixo de 50%	n	% de acertos abaixo de 50%	n	% de acertos abaixo de 50%	n	% de acertos abaixo de 50%	n	% de acertos abaixo de 50%
11/22	50%	6/16	37%	17/29	58,6%	12/24	50%	3/9	33,3%

Comparando os resultados acima com aqueles encontrados na análise do roteiro de comparação das seções do *Science for All Americans* com o Plano de Ensino de Ciências do Colégio, verificou-se que os dados de ambas as análises estão compatíveis: no caso da seção da natureza da Ciência, na qual 40,9% dos conceitos dos itens do Teste de Alfabetização Científica Básica estão contemplados nos Planos de Ensino, houve um índice de acerto de 49,3% dos itens; em relação à seção do ambiente vivo, houve um índice de acerto de 53,5% dos itens, dos quais 66,6% estavam contemplados nos Planos de Ensino; e na seção do organismo humano, 52,6% dos itens estavam contemplados nos Planos de Ensino, e o índice de acertos nos itens foi de 55,3%.

As outras duas seções, a natureza da Tecnologia e o ambiente físico, apresentaram uma grande discrepância entre a quantidade de itens acertados e a quantidade de itens contemplados pelos Planos de Ensino de Ciência do Colégio. Na seção da natureza da Tecnologia houve 53,5% de acerto nos itens, enquanto somente 6,25% dos conteúdos dessa seção estavam contemplados nos Planos de Ensino. Já a seção do ambiente físico apresentou um índice de acertos de 49,6%, sendo que 93,1% dos conceitos dos itens estavam contemplados pelos Planos de Ensino de Ciências.

Esses fatos revelam certa interdependência entre o êxito no Teste de Alfabetização Científica Básica e a presença dos conteúdos nos Planos de Ensino de Ciências do Colégio. Exceções ocorreram nas seções da natureza da Tecnologia e do ambiente físico. No caso da

primeira seção, é possível inferir que o conhecimento nessa área ocorreu fora de sala de aula e a partir da experiência individual dos alunos, que vivem em uma época na qual o avanço da Tecnologia e a sua utilização na sociedade é realizada em larga escala. Já na segunda seção, os resultados mostraram que, embora os contemplados nos Planos de Ensino de Ciências do Colégio, os alunos compreendem apenas metade dos conceitos dessa seção.

Dessa forma, é necessário averiguar o que está acontecendo com o ensino desses conteúdos nas aulas de Ciências, rever se estão sendo trabalhados, de que forma estão sendo trabalhados e verificar quais estratégias são utilizadas, já que embora os itens estejam contemplados no Plano de Ensino, o resultado no Teste de Alfabetização Científica Básica é insatisfatório.

A análise geral dos resultados do Teste de Alfabetização Científica Básica revelou que a maior parte dos alunos do nono ano do Colégio não atingiu os requisitos mínimos para ser considerado cientificamente alfabetizado. O índice de apenas 15,3% de alunos cientificamente alfabetizados encontrado neste estudo está abaixo daqueles relatados por Laugksch e Spargo (1999) e por Nascimento-Schulze (2006), respectivamente, de 36% e de 36,5%.

O estudo realizado por Laugksch e Spargo (1999) analisou os índices de Alfabetização Científica de 4.223 estudantes recém-formados no Ensino Básico que ingressaram na Universidade ou em um Ensino Técnico. Segundo os próprios autores, a escolha dessa população se deu por três motivos principais: primeiro pelo fato de que é mais fácil aplicar o teste aos alunos do Ensino Superior do que em um grande número de escolas de Ensino Médio; segundo, porque os alunos matriculados no Ensino Superior representam um grupo bem sucedido em relação aos que não entraram na Universidade; e terceiro, porque a maior parte dos estudantes de Western Cape, local de realização da pesquisa, estavam nas Universidades e nos Ensinos Técnicos (LAUGKSCH; SPARGO, 1999).

Já Nascimento-Schulze (2006), aplicou o Teste de Alfabetização Científica Básica a 754 alunos do Ensino Médio de diferentes escolas das redes pública e particular dos municípios de Florianópolis, São José, Palhoça e Criciúma. A escolha dessa população para o teste se deu a fim de “suprir uma lacuna de informações sobre o nível do conhecimento científico por parte de estudantes do ensino médio em Santa Catarina” (NASCIMENTO-SCHULZE, 2006 p. 98). Os resultados do estudo revelaram níveis de Alfabetização Científica não satisfatórios e semelhantes àqueles encontrados por Laugksch e Spargo (1999).

O índice de alunos cientificamente alfabetizados encontrados no presente estudo, também, ficaram abaixo daqueles relatados por Oliveira e Silva-Forsberg (2011). Em seu trabalho, os pesquisadores aplicaram o Teste de Alfabetização Científica Básica a 200 estudantes da última série do Ensino Fundamental das escolas da Região Norte, em especial da Cidade de Manaus/AM. Os resultados revelaram que 66,5% dos alunos (133 de 200) obtiveram os acertos mínimos no teste para serem considerados cientificamente alfabetizados.

Entretanto, o teste utilizado por Oliveira e Silva-Forsberg (2011) foi uma versão adaptada do Teste de Alfabetização Científica Básica. O teste aplicado foi dividido em apenas dois subtestes, o conhecimento do conteúdo da Ciência e o impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade, sendo composto por 60 questões afirmativas, com duas opções de respostas: “certo” ou “errado” (OLIVEIRA; SILVA-FORSBERG, 2011). Ou seja, além de conter um número menor de itens, o teste utilizado deixou de contemplar uma das subseções do teste aplicado pelo presente estudo, a subseção da natureza da Ciência, impossibilitando uma comparação mais profunda entre os estudos.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE FORMAÇÃO PARA OS PROFESSORES DE CIÊNCIAS DO COLÉGIO

As análises realizadas nesse estudo indicaram que os resultados dos alunos da população estudada foram insatisfatórios em relação ao Teste de Alfabetização Científica Básica, evidenciando que apenas 15,3% dos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental do Colégio puderam ser considerados cientificamente alfabetizados, enquanto os outros 84,7% não atingiram a quantidade mínima de acertos nos três subtestes utilizados para a coleta dos dados.

Os resultados do Teste de Alfabetização Científica Básica revelaram que não houve discrepância do número de acertos nos itens dos três subtestes, sendo suas médias próximas dos 50% de acertos. Sendo assim, tornou-se necessário rever de que forma os conceitos presentes nessas três dimensões da Alfabetização Científica estão sendo trabalhadas nas aulas de Ciências do Colégio, a fim de que estes índices passem a ser satisfatórios na busca da Alfabetização Científica.

A análise dos Planos de Ensino de Ciências do Colégio constatou a ausência de diversos conceitos relacionados à Alfabetização Científica presentes na matriz do programa *Science for All Americans*, principalmente daqueles referentes aos subtestes da natureza da Ciência e dos impactos da Ciência e Tecnologia na sociedade. Notou-se que as porcentagens de itens desses dois subtestes contemplados nos Planos de Ensino de Ciências foram de apenas 40,9% e 6,2%. Em relação ao subteste do conhecimento do conteúdo de Ciências, 73,6% dos conceitos presentes na matriz do programa *Science for All Americans* estavam contemplados pelos Planos de Ensino de Ciências do Colégio.

Fica evidente, portanto, que o Ensino de Ciências do Colégio não trabalha a maior parte dos conteúdos propostos pelo *Science for All Americans* que visam à Alfabetização Científica. Considerando que os conhecimentos referentes a esses conteúdos foram baseados nas três dimensões de Alfabetização Científica propostas por Miller (1983), que trazem uma visão mais ampla das Ciências, reconhecida pelos pesquisadores na área do Ensino de Ciências (CAMARGO *et al.*; 2011; LAUGKSCH; SPARGO, 1999; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; MILLER, 1983; NASCIMENTO-SCHULZE, 2006; NASCIMENTO-SCHULZE; CAMARGO; WACHELKE, 2006; OLIVEIRA, W. F. A. de; SILVA-

FORSBERG, M. C., 2011; SANTOS, 2007; SASSERON; CARVALHO, 2008), a recomendação básica que o presente estudo nos indica é, além da necessidade dos professores do Colégio aprofundar os estudos em relação às diretrizes indicadas pelo programa *Science for All Americans*, que eles revejam e reelaborem seus Planos de Ensino para que esses passem a contemplar os conhecimentos necessários para que os alunos do Colégio desenvolvam a Alfabetização Científica.

É válido lembrar que os resultados obtidos neste estudo referem-se a um contexto específico de uma escola particular de grande porte da zona norte de São Paulo-SP e que as informações nele contidas trazem dados importantes para o Ensino de Ciências, principalmente para os professores, podendo ser utilizadas em novas pesquisas, com diferentes contextos, a fim de identificar os níveis de Alfabetização Científica dos estudantes. Dessa forma, pesquisadores e os próprios professores poderão construir novos currículos e estratégias para o desenvolvimento da Alfabetização Científica e para a melhoria do Ensino de Ciências.

Para tanto, após o diagnóstico realizado do nível de Alfabetização Científica dos alunos do Colégio, construiu-se uma Proposta de Formação dos Professores de Ciências, especialmente para os professores do Colégio, visando à capacitação e a reconstrução didática e pedagógica do Ensino de Ciências ministrado por esses professores no Colégio.

É o que será apresentado a seguir.

Proposta de Formação para os Professores de Ciências do Ensino Fundamental II do Colégio

Orientação geral

A organização da proposta de formação está baseada em duas orientações básicas. A primeira se refere ao diagnóstico elaborado no presente estudo e a segunda às três dimensões de Alfabetização Científica propostas por Miller (1983) presentes na matriz do programa *Science for All Americans*. O desenvolvimento da proposta de formação envolverá dois blocos de três sequências didáticas, totalizando seis encontros, nos quais serão utilizadas estratégias diversificadas, incluindo trechos de filmes, artigos de autores que tratam da temática, discussões em grupo e a apresentação dos dados da pesquisa.

Primeiro bloco

O primeiro bloco está relacionado ao Ensino de Ciências, mais precisamente aos seus objetivos, estratégias de ensino, produção do conhecimento, papel do professor e à influência da Ciência na sociedade.

Objetivos do primeiro bloco

O primeiro bloco levará os professores à reflexão a respeito das mudanças que ocorreram com o Ensino de Ciências, assim como suas consequências ao longo do tempo, da compreensão dos seus objetivos, dos fundamentos do *Science for All Americans*, do papel do professor em um ensino voltado para a Alfabetização Científica e da importância da investigação científica na formação do cidadão. Para isso, esse bloco é composto por três encontros de duas horas.

Orientação das atividades

No primeiro encontro será realizada a leitura e a análise do artigo: KRASILCHIK, M. Ensino de Ciências e a formação do cidadão. **Em Aberto**, Brasília, ano 7, n. 40, p. 55-60, out./dez. 1988. Nesse artigo, a autora trata sobre a evolução dos objetivos do Ensino de Ciências e, principalmente, para um Ensino de Ciências voltado à cidadania. Para ela,

“o processo de formação do conhecimento em relação ao ensino de Ciências pode ser abordado pelo menos sob dois ângulos: a produção de conhecimento sobre o aprendizado de Ciências e a produção de conhecimento como resultado do ensino de Ciências. Evidentemente os dois processos estão bastante interligados e seguiram evolução em instâncias distintas. Assim, seu curso merece análise para que possam sofrer mudanças efetivas, com vantagens, ao final, para os estudantes e cidadãos” (KRASILCHIK, 1998 p. 55).

Por meio desse encontro, os professores poderão refletir a respeito das diversas mudanças que ocorreram com o Ensino de Ciências ao longo do tempo, assim como compreender o papel do Ensino de Ciências na formação do cidadão.

No segundo encontro, os professores irão assistir a alguns trechos dos seguintes filmes: *Eu sou a lenda* (2007) da *Warner Bros*, dirigido por Francis Lawrence; *Guerra mundial Z* (2013) da *Plan B Entertainment*, dirigido por Marc Forster; *Interestelar* (2014) da *Warner Bros*, dirigido por Christopher Nolan; e *O jogo da imitação* (2014) da *Warner Bros* dirigido por Morten Tyldum. Os quatro filmes evidenciam o papel de diferentes cientistas e sua importância para a sociedade, assim como, as diferentes estratégias utilizadas por eles para realizarem a investigação científica.

Pretende-se, por meio de fragmentos desses filmes, levar os professores a perceberem a importância da pesquisa científica para a sociedade, do emprego de diferentes métodos científicos, da elaboração, teste e validação de hipóteses para a resolução dos problemas e, também, compreenderem que, como uma atividade humana, a pesquisa científica sofre interferências relacionadas a valores, convicções, nacionalidade, sexo e origem dos cientistas. Serão selecionados os trechos que deixam claro essa importância, seja na fala dos atores ou na apresentação de situações do enredo do filme.

No terceiro encontro deste bloco, haverá a leitura do Capítulo 1 do livro “Ensino de Ciências – unindo a pesquisa e a prática”: CARVALHO, A.M.P. Critérios estruturantes para o ensino de ciências. Em Carvalho, A.M.P. (org.). **Ensino de ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2004, p. 1-17. Nesse capítulo, a autora trabalha com questões básicas referentes ao Ensino de Ciências, como o conteúdo proposto, a metodologia utilizada e a função do professor nesse processo. Segundo ela, esses são os três grandes critérios teóricos estruturantes que

“proporcionam um mapa dos problemas a serem enfrentados na estruturação de uma Didática de Ciências, ou seja, de uma reflexão-ação para o ensino de ciências. Nesse sentido, esses critérios teóricos estruturantes constituem uma ferramenta de análise de propostas de ensino, pois permitem identificar o grau de complexidade e coerência teórica intrínseco em cada uma delas e, portanto, permite uma avaliação das suas qualidades didáticas” (CARVALHO, 2004 p.13).

Utilizando esse texto, almeja-se que os professores de Ciências do Colégio, além de compreender o seu papel e o da linguagem científica para a sociedade, possam identificar as habilidades, competências e atitudes que devem ser desenvolvidas por meio das suas aulas.

Descrição das ações

1º Encontro – Análise de um artigo científico

Objetivos

- Desenvolver a compreensão das mudanças que ocorreram com o Ensino de Ciências ao longo do tempo.
- Compreender a relação entre o Ensino de Ciências e a formação do cidadão.
- Compreender qual o objetivo do Ensino de Ciências no Ensino Básico.

Encaminhamentos

- Leitura do artigo: KRASILCHIK, M. Ensino de Ciências e a formação do cidadão. **Em Aberto**, Brasília, ano 7, n. 40, p. 55-60, out./dez. 1988.
- Após a leitura, será realizada uma discussão em grupo orientada pelas seguintes perguntas:
 - Qual o objetivo do Ensino de Ciências do Colégio?
 - Como o ensino de Ciências pode interferir na formação cidadã dos alunos?
 - Qual a relação entre o método científico e preparação do cidadão para cooperar com o bem coletivo?
 - Vocês concordam com a existência de uma crise no Ensino de Ciências?
 - Qual é a relação entre o Ensino de Ciências e a formação de cientistas?
- Após a discussão das questões, será proposta uma resposta coletiva única para cada uma delas. Posteriormente, as respostas serão encaminhadas aos professores participantes da formação e ao Coordenador Pedagógico do Colégio.

2º Encontro – Análise de trechos de filmes

Objetivos

- Identificar as estratégias utilizadas pelos cientistas para explicar um fenômeno ou solucionar um problema.
- Compreender a importância da formulação e do teste de hipóteses na pesquisa científica.
- Compreender que a Ciência é uma atividade humana e, por isso, sofre interferências da nacionalidade, sexo, origem, valores sociais e convicções dos cientistas.
- Compreender que existem diversas áreas científicas e que essas se diferem em muitos aspectos como os fenômenos estudados, as técnicas, os resultados esperados e a linguagem utilizada.
- Compreender que falhas podem existir em qualquer pesquisa e que os cientistas se esforçam para minimizá-las.

Encaminhamento

- O grupo de professores de Ciências assistirá aos trechos selecionados dos filmes:
 - Eu sou a lenda (2007) da *Warner Bros*, dirigido por Francis Lawrence.

- Guerra mundial Z (2013) da *Plan B Entertainment*, dirigido por Marc Forster.
 - Interestelar (2014) da *Warner Bros*, dirigido por Christopher Nolan.
 - O jogo da imitação (2014) da *Warner Bros* dirigido por Morten Tyldum.
- Em seguida, será realizada uma discussão partindo dos seguintes questionamentos:
 - Qual a função do cientista?
 - Como o cientista chega a uma conclusão?
 - Como se dá uma investigação científica?
 - Qual a importância da formulação, teste e validação de hipóteses?
 - Qual a importância da ética na pesquisa científica?
- Após a discussão das questões, será proposta uma resposta coletiva única para cada uma delas. Posteriormente, as respostas serão encaminhadas aos professores participantes da formação e ao Coordenador Pedagógico do Colégio.

3º Encontro – Análise de um artigo científico

Objetivos

- Compreender o papel do professor de Ciências.
- Compreender a importância da linguagem científica para atuar como cidadão.
- Identificar quais habilidades, competências e atitudes devem ser desenvolvidas nas aulas de Ciências.
- Propor atividades capazes de desenvolver as habilidades, competências e atitudes esperadas para o Ensino de Ciências.

Encaminhamento

- Leitura do Capítulo 1 do Livro “Ensino de Ciências – unindo a pesquisa e a prática”: CARVALHO, A.M.P. Critérios estruturantes para o ensino de ciências. Em Carvalho, A.M.P. (org.). **Ensino de ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2004, p. 1-17.
- Em seguida, será realizada uma discussão partindo dos seguintes questionamentos:
 - Qual a melhor forma de ensinar Ciências?
 - Quais são as habilidades, competências e atitudes desenvolvidas nas aulas de Ciências?

- Quais atividades podem ser realizadas nas aulas de Ciências para que sejam desenvolvidas essas habilidades, competências e atitudes?
- Qual é o papel do professor de Ciências?
- Qual a importância do entendimento da linguagem científica?
- Após a discussão das questões, será proposta uma resposta coletiva única para cada uma delas. Posteriormente, as respostas serão encaminhadas aos professores participantes da formação e ao Coordenador Pedagógico do Colégio.

Segundo bloco

O segundo bloco terá como foco de estudo os Planos de Ensino de Ciências do Colégio e a matriz do programa *Science for All Americans*, contendo as três dimensões de Alfabetização Científica propostas por Miller (1983): a natureza da Ciência, o conhecimento dos conteúdos de Ciência e o impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade.

Objetivos do segundo bloco

O objetivo geral desse bloco é que os professores possam reelaborar os Planos de Ensino de Ciências do Colégio por meio da análise dos conceitos e conteúdos propostos pelo programa *Science for All Americans*, que devem ser trabalhados nas aulas de Ciências a fim de que os alunos desenvolvam a Alfabetização Científica. Para isso, esse bloco, também, é composto por três encontros de duas horas.

Orientação das atividades

No primeiro encontro será trabalhada a dimensão da natureza da Ciência, por meio da leitura dos tópicos da matriz do programa *Science for All Americans* que compõem o Teste de Alfabetização Científica Básica, cuja principal temática é a investigação científica, ou seja, os métodos utilizados, a compreensão do trabalho do cientista, os argumentos científicos, a validação dos resultados alcançados, o viés atribuído ao investigador, as implicações sociais e políticas da investigação científica e a ética na Ciência (AAA, 1989).

Já o segundo encontro, abordará a dimensão do conhecimento dos conteúdos da Ciência. Para isso, serão utilizadas as seções da matriz do programa *Science for All Americans* que contemplam esta dimensão no Teste de Alfabetização Científica Básica. Esses tópicos abordam os temas referentes ao ambiente físico, ao ambiente vivo e ao organismo humano, cujos conceitos, termos e vocabulários são necessários para o desenvolvimento da

Alfabetização Científica (AAA, 1989) e, conseqüentemente, para a participação de discussões sociais relacionadas à Ciência e à Tecnologia (MILLER, 1983).

A temática do terceiro encontro trata do impacto da Ciência e da Tecnologia na sociedade, utilizando a seção da natureza da Tecnologia pertencente à matriz do programa *Science for All Americans*. Essa seção aborda conceitos relacionados aos efeitos e à presença, cada vez maior, dessas duas áreas no dia a dia da sociedade (AAA, 1989; MILLER, 1983).

Espera-se contar com a presença do Coordenador Pedagógico (CP) em todos os encontros. Nesse sentido, será apresentada ao CP a proposta de formação para ajustes e contribuições apresentadas, mantendo, no entanto, as orientações básicas.

Descrição das ações

1º Encontro – Análise da dimensão da natureza da Ciência

Objetivos

- Identificar os conceitos e conteúdos referentes à seção da natureza da Ciência presentes na matriz do programa *Science for All Americans*.
- Verificar quais conceitos e conteúdos não são contemplados pelos Planos de Ensino de Ciências.
- Discutir quais deles deveriam fazer parte dos Planos de Ensino de Ciências.
- Identificar os anos em que esses conceitos deverão ser incluídos.
- Reelaborar os Planos de Ensino de Ciências do Ensino Fundamental II do Colégio quanto aos conhecimentos referentes à dimensão da natureza da Ciência.
- Propor ações para trabalhar com esses conceitos nas aulas de Ciências do Ensino Fundamental II.

Conteúdos

- Seção da natureza da Ciência do programa *Science for All Americans*.
- Planos de Ensino de Ciências do Colégio.

Encaminhamentos

- Leitura da seção da natureza da Ciência presente no programa *Science for All Americans*.

- Análise dos conceitos e conteúdos que não fazem parte dos Planos de Ensino de Ciências do Colégio.
- Discussão sobre qual desses devem compor os Planos de Ensino de Ciências do Colégio, como e em quais anos eles devem ser trabalhados nas aulas de Ciências.
- Após a discussão dos conceitos que devem fazer parte dos Planos de Ensino, será realizada a reelaboração dos Planos de Ensino de Ciências do Colégio. Posteriormente, este documento será encaminhado aos professores participantes e ao Coordenador Pedagógico do Colégio.

2º Encontro – Análise da dimensão do conhecimento dos conteúdos da Ciência

Objetivos

- Identificar os conceitos e conteúdos referentes às seções do conhecimento dos conteúdos da Ciência presentes na matriz do programa *Science for All Americans*.
- Verificar quais conceitos e conteúdos não são contemplados pelos Planos de Ensino de Ciências.
- Discutir quais deles deveriam fazer parte dos Planos de Ensino de Ciências.
- Identificar os anos em que esses conceitos deverão ser incluídos.
- Reelaborar os Planos de Ensino de Ciências do Ensino Fundamental II do Colégio quanto aos conhecimentos referentes à dimensão do conhecimento dos conteúdos da Ciência.
- Propor ações para trabalhar com esses conceitos nas aulas de Ciências do Ensino Fundamental II.

Conteúdos

- Seções do conhecimento dos conteúdos da Ciência do programa *Science for All Americans*:
 - O ambiente físico.
 - O ambiente vivo.
 - O organismo humano.
- Planos de Ensino de Ciências do Colégio.

Encaminhamentos

- Leitura seções do conhecimento dos conteúdos da Ciência presentes no programa *Science for All Americans*.
- Análise dos conceitos e conteúdos que não fazem parte dos Planos de Ensino de Ciências do Colégio.
- Discussão sobre qual desses devem compor os Planos de Ensino de Ciências do Colégio, como e em quais anos eles devem ser trabalhados nas aulas de Ciências.
- Após a discussão dos conceitos que devem fazer parte dos Planos de Ensino, será realizada a reelaboração dos Planos de Ensino de Ciências do Colégio. Posteriormente, este documento será encaminhado aos professores participantes e ao Coordenador Pedagógico do Colégio.

3º Encontro – Análise da dimensão do impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade

Objetivos

- Identificar os conceitos e conteúdos referentes à seção da natureza da tecnologia presentes na matriz do programa *Science for All Americans*.
- Verificar quais conceitos e conteúdos não são contemplados pelos Planos de Ensino de Ciências.
- Discutir quais deles deveriam fazer parte dos Planos de Ensino de Ciências.
- Identificar os anos em que esses conceitos deverão ser incluídos.
- Reelaborar os Planos de Ensino de Ciências do Ensino Fundamental II do Colégio quanto à dimensão dos impactos da Ciência e Tecnologia na sociedade.
- Propor ações para trabalhar com esses conceitos nas aulas de Ciências do Ensino Fundamental II.

Conteúdos

- Seção da natureza da Tecnologia do programa *Science for All Americans*.
- Planos de Ensino de Ciências do Colégio.

Encaminhamentos

- Leitura seção da Natureza da Tecnologia presente no programa *Science for All Americans*.
- Análise dos conceitos e conteúdos que não fazem parte dos Planos de Ensino de Ciências do Colégio.
- Discussão sobre qual desses devem compor os Planos de Ensino de Ciências do Colégio, como e em quais anos eles devem ser trabalhados nas aulas de Ciências.
- Após a discussão dos conceitos que devem fazer parte dos Planos de Ensino, será realizada a reelaboração dos Planos de Ensino de Ciências do Colégio. Posteriormente, este documento será encaminhado aos professores participantes e ao Coordenador Pedagógico do Colégio.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. 2007. **O Ensino de ciências e a educação básica: propostas para superar a crise.** Disponível em: <<http://www.schwartzman.org.br/simon/abcedcient.pdf>>. Acesso em: 22 dez 2015.

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (AAAS). **Project 2061: Science for all Americans.** Washington: AAAS, 1989. Disponível em: <<http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>>. Acesso em: 07 jan 2016.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais (PCNs).** Ciências naturais. Ensino Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997. 136p.

CAMARGO, A. N. B. de; PILAR, F. D.; RIBEIRO, M. E. M.; FANTINEL, M.; RAMOS, M. G. Alfabetização Científica: a evolução ao longo da formação de licenciandos ingressantes, concluintes e de professores de química. **Momento**, Rio Grande, v. 2, n. 20, p.19-29, ago. 2011.

CANIÇALI, M. A. F. **Análise pedagógica do Clube de Ciências como extensão escolar nos anos finais do ensino fundamental: em busca da alfabetização científica com enfoque CSTA.** 2014. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

CARVALHO, A.M.P. 1997. Ciências no Ensino Fundamental. **Caderno de Pesquisa**, 101: 152-168.

CARVALHO, A.M.P. Critérios estruturantes para o ensino de ciências. Em Carvalho, A.M.P. (org.). **Ensino de ciências: Unindo a pesquisa e a prática.** São Paulo: Pioneira Thomson, 2004, p. 1-17.

CARVALHO, L. M de. A natureza da Ciência e o ensino das Ciências Naturais: tendências e perspectivas na formação de professores. **Pro-posições**, Campinas, v. 12, n. 1, p.139-150, mar. 2001. Disponível em: <<http://www.proposicoes.fe.unicamp.br/proposicoes/textos/34-artigos-carvalholm.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2016.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação.** Ijuí: Unijuí, 1ª ed. 2000, 434 p., 2ª ed. 2001, 438 p.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, jan./fev./mar/abr., 2003.

DEL-CORSO, T. M. *et al.* Indicadores da Alfabetização Científica em uma SEI de Biologia: a proposição das inscrições literárias como um novo indicador. **Revista da SBEnBio**, São Paulo, v. 1, n. 7, p.7252-7263, out. 2014.

DRIVER, R. *et al.* Construindo o conhecimento científico na sala de aula. **Química na Nova Escola**, São Paulo, n. 9, p. 31-40, 1999.

EU SOU A LENDA. Direção de Francis Lawrence. [s.i]: Warner Bros. e Village Roadshow Pictures, 2007. (101 min.), color.

FILHO, D. de O. B. et al. Alfabetização científica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade: implicações para a formação inicial e continuada de professores. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, v. 12, n. 2, p.313-333, 2013. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen12/reec_12_2_5_ex649.pdf>. Acesso em: 26 maio 2016.

FURIÓ, C.; VILVHES, A.; GUIASOLA, J.; ROMO, V. Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o propedéutica? **Enseñanza de las ciencias**, v. 19, nº 3, p. 365-376, 2001.

GARCIA, R. N.; LIMA, J. S. Estudo longitudinal dos níveis de Alfabetização Científica de estudantes do terceiro ano do ensino médio do Colégio de Aplicação UFRGS. In: **2º Congresso Internacional de Educação em Ciências, 2014, Foz do Iguaçu**. Anais do 2º Congresso Internacional de Educação em Ciências, 15 anos do Journal of Science Education, 2014. v. 15. p. 026-239.

GUERRA MUNDIAL Z. Direção de Marc Forster. [s.i]: Plan B Entertainment, 2013. (123 min.), color.

INEP. **Exemplos de itens liberados de Ciências**. 2015a. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/itens/2015/itens_liberados_ciencias_pisa_2015.pdf>. Acesso em: 06 jan 2016.

INEP. **Indicadores Educacionais**. Brasília: INEP/Ministério da Educação, 2014. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/indicadores-educacionais>>. Acesso em: 26 de novembro de 2015.

INEP. **Matriz de avaliação de Ciências**. 2015b. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/marcos_referenciais/2015/matriz_de_ciencias_PISA_2015.pdf>. Acesso em: 07 jan 2016.

INEP. **O que é o Pisa**. 2015c. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/pisa-programa-internacional-de-avaliacao-de-alunos>>. Acesso em: 06 jan 2016.

INTERESTELAR. Direção de Christopher Nolan. [s.i]: Warner Bros., 2014. (169 min.), color.

KRASILCHIK, M. Ensino de Ciências e a formação do cidadão. **Em Aberto**, Brasília, ano 7, n. 40, p. 55-60, out./dez. 1988.

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

LAUGKSCH, R. C. Scientific Literacy: a conceptual overview. **Science Education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

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.

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, n.10, p. 427-432, 1999.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. (2001). Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, jun. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/35/66>>. Acesso em: 06 jul 2016.

MAIA, P. F. **Habilidades investigativas no ensino fundamentado em modelagem**. 2009. 230 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

MAIA, P. F; JUSTI, R. Desenvolvimento de habilidades no ensino de ciências e o processo de avaliação: análise da coerência. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru , v. 14, n. 3, p. 431-450, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132008000300005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 21 fev 2016.

MALAFIA, G.; RODRIGUES, A.S.L. Uma reflexão sobre o ensino de Ciências no nível fundamental da educação. **Ciência & Ensino**, Campinas, Brasil, v. 2, n. 2, p. 1-9, 2008.

MARTELLI, J. M. **Os desafios da prática pedagógica do ensino de ciências biológicas frente às mudanças de paradigmas**. 2004. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Educação, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2004.

MILLER, J. D. 1996. **Scientific literacy for effective citizenship**. In: YAGER, Robert E. (Ed.), *Science/Technology/Society as Reform in Science Education*, 185–204 p.

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

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de Ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n.39, p. 225-24, 9, set.2010. Disponível em: <http://www.histedbr.fae.unicamp.br/revista/edicoes/39/index.html> Acesso: 04 jul 2016.

NASCIMENTO-SCHULZE, C. M. Um estudo sobre Alfabetização Científica com jovens catarinenses. **Psicologia: Teoria e Prática**, Santa Catarina, v. 8, n. 1, p.95-106, 2006.

NASCIMENTO-SCHULZE, C. M.; CAMARGO, B.; WACHELKE, J. Alfabetização científica e representações sociais de estudantes de ensino médio sobre ciência e tecnologia. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, Santa Catarina, v. 58, n. 2, p.24-37, jan. 2006.

O JOGO DA IMITAÇÃO. Direção de Morten Tyldum. [s.i]: Warner Bros., 2014. (114 min.), color.

OLIVEIRA, W. F. A. de; SILVA-FORSBERG, M. C. Níveis de Alfabetização Científica de estudantes da última série do Ensino Fundamental. In: **VIII ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2012, Campinas, SP. Anais do VIII Enpec e I CIEC. Rio de Janeiro: Abrapec, 2011. p. 00-11.

OTTZ, P. R. C. **Alfabetização Científica a partir da aprendizagem baseada na resolução de problemas: a contextualização do cultivo da mandioca no Ensino Fundamental**. 2014. 252 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

QEDU. **Matrículas e Infraestrutura**. 2014a. Disponível em: <http://www.qedu.org.br/escola/189216-santa-teresinha-colegio-salesiano/sobre>. Acesso em: 26 nov 2015.

QEDU. **Taxas de rendimento.** 2014b. Disponível em: <<http://www.qedu.org.br/escola/189216-santa-teresinha-colegio-salesiano/taxas-rendimento>>. Acesso em: 26 nov 2015.

SANTOS, P. R. dos. O Ensino de Ciências e a Ideia de Cidadania. **Mirandum**, Porto (Portugal), v. 10, n. 17, p. 25-34. 2006. Disponível em: <<http://hottopos.com/mirand17/prsantos.htm>>. Acesso em: 23 nov 2015.

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

SÃO PAULO (ESTADO) SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias.** Secretaria da Educação; coordenação geral ,Maria Inês Fini; coordenação de área, Luis Carlos de Menezes. – São Paulo: SEE, 2010.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, São Paulo, v. 13, n. 3, p.333-352, jul. 2008.

TEIXEIRA, M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. No ensino de ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p.177-190, out. 2003. Disponível em: <<file:///C:/Users/Marcelo/Downloads/Dialnet-AEducacaoCientificaSobAPerspectivaDaPedagogiaHisto-5274164.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2016.

VIECHENESKI, J. P.; CARLETTO, M. R. Iniciação à alfabetização científica nos anos iniciais: contribuições de uma sequência didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 18, n. 3, p. 525-543, 2013.

VIECHENESKI, J. P.; LORENZETTI, L.; CARLETTO, M. R. Desafios e práticas para o ensino de ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 7, n. 3, p. 853-876. set./dez. 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ROTEIRO DE COMPARAÇÃO DA SEÇÃO 1 DA MATRIZ DO PROGRAMA SCIENCE FOR ALL AMERICANS – A NATUREZA DA CIÊNCIA

Os Quadros 1, 2 e 3 contém os conceitos/conteúdos propostos pela matriz do programa *Science for All Americans* sobre a natureza da Ciência, utilizados no Teste de Alfabetização Científica Básica, que são contemplados nos Planos de Ensino de Ciências do Colégio, assim como, o ano em que isso ocorre.

Quadro 1 – Roteiro de comparação da Seção 1 - A natureza da Ciência, Subseção – A visão do mundo científico.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
A natureza da Ciência	A visão do mundo científico	Os cientistas compartilham suas crenças e atitudes sobre eles fazem e como eles veem o seu trabalho.		
		A Ciência pressupõe que as coisas e os acontecimentos no universo ocorrem em padrões consistentes, compreensíveis através de um estudo sistemático.		
		A Ciência assume que o universo é um vasto sistema único, no qual as regras básicas operam sobre o todo.		
		Há muitos aspectos que não podem ser utilmente analisados de uma forma científica.	X	9º

Quadro 2 – Roteiro de comparação da Seção 1 - A natureza da Ciência, Subseção – O método científico.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
A natureza da Ciência	O método científico	A investigação científica não é facilmente descrita para além do âmbito das investigações particulares.		
		Cedo ou tarde, a validade das afirmações científicas é estabelecida por referência a observação de fenômenos.	X	9º

		Embora todos os tipos de imaginação e pensamento possam ser usados na formulação de hipóteses e teorias, os argumentos científicos posteriores devem estar em conformidade com os princípios do raciocínio lógico, isto é, testar a validade dos argumentos, aplicando determinados critérios de inferência, demonstração e bom senso.	X	9º
		Os cientistas não trabalham apenas com dados e teorias bem desenvolvidas, muitas vezes eles têm apenas hipóteses.	X	9º
		Os cientistas se esforçam para dar sentido às observações de fenômenos através da construção de explicações que utilizem princípios científicos.	X	9º
		A essência da ciência é a validação pela observação.	X	9º
		Quando confrontados com uma afirmação de que algo é verdadeiro, os cientistas requerem evidências que sustentem a afirmação.	X	9º
		A nacionalidade, sexo, origem étnica, idade, convicções políticas, entre outros fatores próprios dos cientistas podem levá-los a enfatizar diferentes interpretações das evidências.		
		O viés atribuído ao investigador, à amostra, ao método ou ao instrumento pode não ser totalmente evitável em todos os casos, mas os cientistas procuram saber quais as possíveis fontes de viés e como esses podem influenciar nas evidências.		
		Na Ciência, é conveniente recorrer a outras fontes de conhecimento, de informação e de opinião, geralmente às pessoas que se especializam em disciplinas relevantes.		

Quadro 3 – Roteiro de comparação da Seção 1 - A natureza da Ciência, Subseção – O empreendimento científico.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplada	Ano
A natureza da Ciência	O empreendi- mento científico	Como uma atividade social, a Ciência, inevitavelmente, reflete os valores e os pontos de vista da sociedade.		
		Devido à sua natureza social, o progresso da Ciência depende da disseminação da informação científica.	X	9º
		As diferentes áreas científicas diferem umas das outras em muitos aspectos, incluindo história, fenômenos estudados, técnicas e de linguagem utilizada, e os tipos de resultados desejados.		
		As agências de financiamento influenciam no rumo da Ciência em virtude das decisões que tomam, nas quais a investigação deve apoiar.		
		A maioria dos cientistas comporta-se de acordo com as normas éticas da Ciência.	X	9º
		A ética científica se preocupa com os possíveis danos que poderiam resultar dos experimentos científicos.		
		A ética científica também se refere aos eventuais efeitos nocivos da aplicação dos resultados da investigação.		
		Os cientistas raramente podem trazer respostas definitivas para questões de debate público.		

**APÊNDICE B – ROTEIRO DE COMPARAÇÃO DA SEÇÃO 3 DA MATRIZ DO
PROGRAMA *SCIENCE FOR ALL AMERICANS* – A NATUREZA DA TECNOLOGIA**

Os Quadros 4, 5 e 6 contém os conceitos/conteúdos propostos pela matriz do programa *Science for All Americans* sobre a natureza da Tecnologia, utilizados no Teste de Alfabetização Científica Básica, que são contemplados nos Planos de Ensino de Ciências do Colégio, assim como, o ano em que isso ocorre.

Quadro 4 – Roteiro de comparação da Seção 3 - A natureza da Tecnologia, Subseção – Ciência e Tecnologia.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplada	Ano
A natureza da Tecnologia	Ciência e Tecnologia	A tecnologia proporciona o desenvolvimento de instrumentos e técnicas que contribuem para a investigação científica.		
		A tecnologia não fornece apenas ferramentas para a Ciência, mas, também, motivação e orientação para a teoria e pesquisa.		
		Cientistas enxergam padrões em fenômenos tornando o mundo compreensível e engenheiros tornam o mundo manipulável.		
		A engenharia afeta o sistema social e o cultural mais diretamente e rapidamente do que a investigação científica, com implicações imediatas para o sucesso ou fracasso das empresas e para benefícios ou danos pessoais.		
		Decisões de engenharia envolvem valores sociais e pessoais, bem como julgamentos científicos.		

Quadro 5 – Roteiro de comparação da Seção 3 - A natureza da Tecnologia, Subseção – Projetos e sistemas.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplada	Ano
A natureza da Tecnologia	Projetos e sistemas	Nos projetos de engenharia existem restrições, as leis físicas por exemplo, tais como a conservação de energia ou propriedades físicas, tais como limites de flexibilidade, condutividade elétrica, e atrito.	X	9º
		Projetos de engenharia quase sempre requerem testes, especialmente quando o projeto é incomum ou complicado; quando o produto final ou processo é caro ou perigoso; quando a falha tem um custo muito elevado.		
		Não são apenas as grandes tecnologias - de reatores nucleares ou da agricultura - que estão propensas aos efeitos colaterais, mas, também as pequenas, as diárias.		
		Alguns efeitos colaterais são inesperados, devido à falta de interesse ou de pesquisas para prevê-los.		
		A análise de risco e projeto pode ser complicada.		
		Todos os meios de prevenir ou minimizar uma falha são susceptíveis ao aumento do custo do projeto.		

Quadro 6 – Roteiro de comparação da Seção 3 - A natureza da Tecnologia, Subseção – Questões em Tecnologia.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
A natureza da Tecnologia	Questões em Tecnologia	A população da Terra já duplicou três vezes durante o século passado.		
		A evolução da tecnologia têm trazido enormes benefícios para a sociedade.		
		A tecnologia influenciou fortemente o curso da história e da natureza da sociedade humana, e continua a fazê-lo.		
		Historicamente, alguns teóricos sociais acreditam que a mudança tecnológica (tal como industrialização e produção em massa) proporcionou a mudança social, enquanto outros acreditavam que a mudança social (tais como mudanças políticas ou religiosas) levaria a mudanças tecnológicas.		
		Para a maior parte, os valores profissionais de engenharia são muito semelhantes aos da Ciência, incluindo as vantagens vistas na partilha aberta de conhecimento.		

**APÊNDICE C – ROTEIRO DE COMPARAÇÃO DA SEÇÃO 4 DA MATRIZ DO
PROGRAMA *SCIENCE FOR ALL AMERICANS* – O AMBIENTE FÍSICO**

Os Quadros 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 contém os conceitos/conteúdos propostos pela matriz do programa *Science for All Americans* sobre o Ambiente Físico, utilizados no Teste de Alfabetização Científica Básica, que são contemplados nos Planos de Ensino de Ciências do Colégio, assim como, o ano em que isso ocorre.

Quadro 7 – Roteiro de comparação da Seção 4 – O ambiente físico, Subseção – O Universo.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O ambiente físico	O Universo	O Universo é grande e antigo, em escalas inimagináveis para a mente humana.	X	6°
		Nosso Sol é uma estrela de tamanho médio, orbitando perto da borda do braço de uma galáxia comum em forma de disco de estrelas, parte da qual podemos ver como uma vasta faixa brilhante que atravessa o céu em uma noite clara (a Via Láctea).	X	6°
		Usando nossos foguetes mais rápidos, ainda levaríamos milhares de anos para alcançar a estrela mais próxima nosso Sol.	X	6°
		Existem diferentes tipos de estrelas que são muito maiores e muito menores, muito mais quentes e muito mais frias, muito mais velhas e muito mais jovens do que o nosso Sol.	X	6°
		A maior parte do que conhecemos sobre o Universo vem da observação de pequenas regiões do espaço e pequenos intervalos de tempo.	X	6°

Quadro 8 – Roteiro de comparação da Seção 4 – O ambiente físico, Subseção – A Terra.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O ambiente físico	A Terra	Ao contrário dos planetas exteriores, que são principalmente de gás, a Terra é principalmente rochosa, com três quartos de sua superfície coberta por uma camada relativamente fina de água e todo o planeta envolto por uma manta fina de ar.	X	6°
		De todos os diversos planetas e luas do nosso sistema solar, somente a Terra parece ser capaz de suportar vida como a conhecemos.	X	6°
		A distância da Terra ao Sol assegura que a energia atinja o planeta a uma taxa suficiente para sustentar a vida, e ainda assim, não tão rápido para que a água evapore ou que as moléculas necessárias para a vida não se formem.	X	6°
		A rotação do planeta sobre seu eixo, a cada 24 horas, produz o ciclo dia/noite e, para os observadores na Terra, faz parecer com que o Sol, os planetas, as estrelas, e a lua estejam orbitando a Terra.	X	6°
		A Terra tem uma variedade de padrões climáticos, que garantem em diferentes condições de temperatura, chuva, umidade, vento, pressão do ar, e outros fenômenos atmosféricos.	X	6°
		Os climas da Terra mudaram radicalmente e espera-se que eles continuem a mudar devido, principalmente, aos efeitos das mudanças geológicas, tais como o avanço ou recuo das geleiras ao longo de séculos ou a uma série de enormes erupções vulcânicas em um curto espaço de tempo.	X	6°
		Os ventos, as marés, e radiação solar são continuamente disponíveis e podem ser aproveitadas para fornecer fontes de energia.	X	6°

Quadro 9 – Roteiro de comparação da Seção 4 – O ambiente físico, Subseção – Processos de formação da Terra.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O ambiente físico	Processos de formação da Terra	Elementos como carbono, oxigênio, nitrogênio e o do enxofre ciclaram lentamente através da terra, oceanos e atmosfera, mudando sua localização e suas combinações químicas.	X	6º
		Camadas de rocha enterradas podem ser forçadas novamente a compor a superfície da Terra e, eventualmente, até mesmo das montanhas.	X	6º
		A composição e a textura do solo, assim como a sua fertilidade e resistência à erosão, são muito influenciados pelas raízes das plantas, detritos, bactérias e fungos que adicionam matéria orgânica ao solo, e por insetos, vermes e animais escavadores que as quebram.	X	6º

Quadro 10 – Roteiro de comparação da Seção 4 – O ambiente físico, Subseção – Estrutura da matéria.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O ambiente físico	Estrutura da matéria	As coisas do mundo físico parecem ser constituídas por uma matriz incrivelmente variada de materiais.	X	9º
		A premissa básica da teoria moderna da matéria é que os elementos consistem de alguns tipos diferentes de átomos - partículas muito pequenas para serem vistas em um microscópio - que se juntam em diferentes configurações para formar substâncias.	X	9º
		Cada átomo é composto de um núcleo positivamente carregado rodeado por uma nuvem de elétrons muito mais leves, negativamente carregados.	X	9º
		Como a temperatura sempre aumenta, eventualmente, a energia das colisões quebra todas as moléculas em átomos, e levam os elétrons para longe de átomos, produzindo íons.	X	9º

Quadro 11 – Roteiro de comparação da Seção 4 – O ambiente físico, subseção – Transformação de energia.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O ambiente físico	Transformação de energia	A energia aparece em muitas formas, incluindo a radiação, o movimento dos corpos, estados excitados de átomos, e tensão dentro e entre as moléculas.		
		As formas de energia podem ser descritas de diferentes maneiras: a energia do som é principalmente o movimento de vai-e-vem regular de moléculas; energia térmica é o movimento aleatório das moléculas; energia gravitacional reside na separação de massas mutuamente atraídas; a energia armazenada nas tensões mecânicas envolve a separação mútua de cargas eletricamente atraídas.	X	9º
		É inteiramente possível para alguns sistemas crescer ordenadamente - contanto que os sistemas ligados a eles cresçam desordenadamente.		
		Os diferentes níveis de energia estão associados às diferentes configurações dos átomos nas moléculas.		

Quadro 12 – Roteiro de comparação da Seção 4 – O ambiente físico, Subseção – Movimento.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O ambiente físico	O movimento	Assim como a matéria e a energia, o movimento também faz parte mundo físico.	X	9º
		Mudanças no movimento - aceleração, desaceleração e mudança de direção - se devem aos efeitos das forças.	X	9º
		Materiais que permitem que uma gama de comprimentos de onda os atravessem podem absorver outros tipos de ondas completamente.	X	9º

Quadro 13 – Roteiro de comparação da Seção 4 – O ambiente físico, Subseção – Forças da natureza.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O ambiente físico	Forças da natureza	Os dois tipos de forças que são comumente conhecidas são a gravitacional e a eletromagnética.	X	9º
		Tudo no universo exerce forças gravitacionais sobre todas as outras coisas, embora os efeitos possam ser facilmente perceptíveis somente quando pelo menos uma massa muito grande está envolvida (como uma estrela ou planeta).	X	9º
		Dependendo de quantas cargas elétricas estão livres para se mover, os materiais mostram grandes diferenças nas respostas às forças elétricas.	X	9º

APÊNDICE D – ROTEIRO DE COMPARAÇÃO DA SEÇÃO 5 DA MATRIZ DO PROGRAMA *SCIENCE FOR ALL AMERICANS* – O AMBIENTE VIVO

Os Quadros 14, 15, 16, 17, 18 e 19 contêm os conceitos/conteúdos propostos pela matriz do programa *Science for All Americans* sobre o Ambiente Vivo, utilizados no Teste de Alfabetização Científica Básica, que são contemplados nos Planos de Ensino de Ciências do Colégio, assim como, o ano em que isso ocorre.

Quadro 14 – Roteiro de comparação da Seção 5 – O ambiente vivo, Subseção – Diversidade da vida.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O ambiente vivo	Diversidade da vida	Existem milhões de diferentes tipos de organismos que habitam a Terra em qualquer momento - alguns muito semelhantes entre si, outros muito diferentes.	X	6º
		A preservação da diversidade de espécies é importante para os seres humanos.	X	6º
		Nós dependemos de duas cadeias alimentares para obter a energia e os materiais necessários para a vida.	X	6º

Quadro 15 – Roteiro de comparação da Seção 5 – O ambiente vivo, Subseção – Hereditariedade.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O ambiente vivo	Hereditariedade	Descendentes de organismos assexuados (clones) herdam todos os genes dos pais.	X	7º
		O sorteio e a combinação de genes na reprodução sexuada resultam uma grande variedade de combinações genéticas nos descendentes de dois pais.	X	8º

Quadro 16 – Roteiro de comparação da Seção 5 – O ambiente vivo, Subseção – Células.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O ambiente vivo	Células	Embora algumas células gigantes, tais como ovos de galinha, possam ser vistas a olho nu, a maioria das células são microscópicas.	X	8º

		Moléculas celulares são compostas por átomos de um pequeno número de elementos químicos, principalmente carbono, hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, fósforo e enxofre.	X	7º
		A informação genética codificada em moléculas de DNA fornece instruções para a montagem de moléculas de proteína.		
		Todas as células de um organismo são descendentes de um único óvulo fertilizado, apresentando a mesma informação do DNA.	X	8º

Quadro 17 – Roteiro de comparação da Seção 5 – O ambiente vivo, Subseção – Independência da vida.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O ambiente vivo	Independência da vida	Cada espécie está ligada, direta ou indiretamente, com uma infinidade de outras em um ecossistema.	X	6º
		A interdependência dos organismos em um ecossistema, muitas vezes, resulta em uma estabilidade ao longo de centenas ou milhares de anos.		
		Como muitos sistemas complexos, os ecossistemas tendem a mostrar flutuações cíclicas em torno de um estado aproximado de equilíbrio.		
		Em longo prazo os ecossistemas inevitavelmente mudam, devido às mudanças climáticas ou quando novas espécies aparecem como resultado da migração ou evolução.	X	6º

Quadro 18 – Roteiro de comparação da Seção 5 – O ambiente vivo, Subseção – Fluxo de matéria e energia.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O ambiente vivo	Fluxo de matéria e energia	Por mais complexo que seja o funcionamento dos organismos vivos, eles compartilham com todos os outros sistemas naturais os mesmos princípios físicos da conservação e transformação de matéria e energia.		
		Quase toda a vida na terra é mantida por transformações de energia a partir do Sol.	X	6º
		Os elementos químicos que compõem as moléculas dos seres vivos são continuamente reciclados.	X	6º
		Uma interrupção importante no fluxo normal da energia, aparentemente, ocorreu há milhões de anos atrás, quando o crescimento das plantas terrestres e organismos marinhos excedeu a capacidade dos decompositores reciclá-los.		
		A energia armazenada na estrutura molecular de uma substância pode ser liberada pela sua queima. E a civilização moderna depende de imensas quantidades de energia provindas da queima dos combustíveis fósseis que são extraídos da terra.	X	8º e 9º

Quadro 19 – Roteiro de comparação da Seção 5 – O ambiente vivo, Subseção – evolução da vida.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O ambiente vivo	Evolução da vida	As formas de vida atuais da Terra aparentemente evoluíram de ancestrais comuns, que os remetem aos organismos unicelulares mais simples há quase quatro bilhões de anos atrás.	X	7º
		Embora os detalhes da história da vida na Terra ainda estejam sendo montados junto com a combinação geológica, anatômica e a evidência molecular, as principais características desta história geralmente são acordadas.		
		Novas características hereditárias podem resultar de novas combinações entre os genes dos pais ou de mutações destes.		
		A seleção natural é susceptível de conduzir a organismos com características que se adaptam bem para a sobrevivência em ambientes particulares.	X	7º
		A operação contínua da seleção natural tem produzido uma sucessão de diversas e novas espécies.	X	7º
		O conceito moderno da evolução fornece um princípio unificador para a compreensão da história da vida na Terra, das relações entre todos os seres vivos e da dependência da vida ao ambiente físico.		

APÊNDICE E – ROTEIRO DE COMPARAÇÃO DA SEÇÃO 6 DA MATRIZ DO PROGRAMA *SCIENCE FOR ALL AMERICANS* – O ORGANISMO HUMANO

Os Quadros 20, 21, 22, 23, 24 e 25 contêm os conceitos/conteúdos propostos pela matriz do programa *Science for All Americans* sobre o Organismo Humano, utilizados no Teste de Alfabetização Científica Básica, que são contemplados nos Planos de Ensino de Ciências do Colégio, assim como, o ano em que isso ocorre.

Quadro 20 – Roteiro de comparação da Seção 6 – O organismo humano, Subseção – Identidade humana.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O organismo humano	Identidade humana	Na maioria dos aspectos biológicos, os seres humanos são como os outros organismos vivos.	X	8º
		À semelhança de outros organismos complexos, os seres humanos variam em tamanho, forma, cor da pele, proporções do corpo, características faciais, força muscular, destreza manual, e assim por diante.	X	8º
		Assim como nossa espécie é biológica, social e cultural, ela também é tecnológica.	X	8º

Quadro 21 – Roteiro de comparação da Seção 6 – O organismo humano, Subseção – Desenvolvimento humano.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O organismo humano	Desenvolvimento humano	Se ao nascer, o desenvolvimento de uma criança é incompleto, o nascimento prematuro e os cuidados precários da saúde da criança pode levá-la à morte.		
		A infância é definida legalmente e socialmente, bem como biologicamente, sendo sua duração e significado diferentes de acordo com as culturas e os períodos históricos.		

Quadro 22 – Roteiro de comparação da Seção 6 – O organismo humano, Subseção – Funções básicas.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O organismo humano	Funções básicas	O corpo humano é um complexo sistema de células, a maioria das quais são agrupadas em sistemas de órgãos que têm funções especializadas.	X	8º
		A contínua necessidade de energia compromete os sentidos e os músculos esqueléticos na obtenção de alimentos, o sistema digestório a digerir-los em compostos utilizáveis e no descarte de materiais não digeridos; os pulmões no fornecimento de oxigênio para a combustão dos alimentos e no descarte do dióxido de carbono produzido; o sistema urinário para a eliminação de resíduos de outros produtos dissolvidos na atividade celular; a pele e os pulmões para se livrar do excesso de calor (no qual a maioria da energia dos alimentos eventualmente se degrada); e o sistema circulatório para mover todas estas substâncias para as células.	X	8º
		Como todos os organismos, os seres humanos têm seus meios de se proteger.	X	8º

Quadro 23 – Roteiro de comparação da Seção 6 – O organismo humano, Subseção – Aprendizado.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O organismo humano	Aprendizado	Entre os organismos vivos muitos comportamentos são inatos, no sentido de que qualquer membro de uma espécie mostrará, previsivelmente, determinado comportamento sem ter tido quaisquer experiências particulares que levaram a ele a essa atitude.		
		Quanto mais complexo o cérebro de uma espécie, mais flexível seu repertório comportamental será.	X	8º

		Grande parte da aprendizagem parece ocorrer por associação: se duas entradas chegam ao cérebro aproximadamente ao mesmo tempo, elas são susceptíveis de se tornarem ligadas na memória, e uma percepção conduzirá a uma expectativa da outra.		
		As ideias das pessoas podem afetar a aprendizagem, alterando como elas interpretam novas percepções e ideias: as pessoas estão inclinadas a responder ou procurar a informação que suporta as ideias que eles já têm e, por outro lado, a negligenciar ou ignorar a informação que é incompatível com suas ideias.		

Quadro 24 – Roteiro de comparação da Seção 6 – O organismo humano, Subseção – Saúde física.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O organismo humano	Saúde física	A quantidade de energia alimentar (calorias) que uma pessoa requer varia com seu tamanho corporal, idade, sexo, nível de atividade e taxa metabólica.	X	8º
		As principais substâncias dentre aquelas que cada indivíduo pode evitar são o tabaco, drogas que causam dependência, e quantidades excessivas de álcool.	X	8º
		As doenças infecciosas não são as únicas ameaças para a saúde humana.	X	6º

Quadro 25 – Roteiro de comparação da Seção 6 – O organismo humano, Subseção – Saúde mental.

Seção do <i>Science For All Americans</i>	Subseção	Conceitos / Conteúdos	Contemplado	Ano
O organismo humano	Saúde mental	Uma boa saúde mental envolve a interação dos sistemas psicológicos, biológicos, fisiológicos, sociais e culturais.		
		A saúde mental geralmente é caracterizada pela capacidade de lidar com as circunstâncias comuns que as pessoas encontram em suas vidas pessoal, profissional e social.		

		O diagnóstico e o tratamento de distúrbios mentais podem ser particularmente difíceis, porque grande parte da vida mental das pessoas, geralmente, não é acessível nem mesmo para elas.		
		Alguns tipos de distúrbios psicológicos graves que se pensava serem puramente espirituais ou mentais podem ter uma base na anormalidade biológica.		

**APÊNDICE F – NATUREZA DO ERRO DOS ITENS DO SUBTESTE DA
NATUREZA DA CIÊNCIA**

Tabela 11. Natureza do erro dos itens do subteste da natureza da Ciência.

Subteste – Natureza da Ciência			
Item	Conceito	n	%
16	Cientistas dividem suas crenças e atitudes sobre como eles fazem e como eles veem seu trabalho.	85	45%
17	Cientistas partem da premissa de que as coisas e eventos no universo ocorrem em padrões consistentes.	43	23%
18	Cientistas assumem que as regras básicas sobre como o universo opera são as mesmas por todo o universo.	36	19%
19	Há muitos aspectos de nossas vidas que não podem ser utilmente examinados de uma forma científica.	131	69%
20	Não existem passos fixos que os cientistas devem seguir para levá-los sem erros ao conhecimento científico.	23	12%
21	Cedo ou tarde a validade (isto é, a verdade) de princípios científicos é estabelecida por referência a observação de fenômenos.	133	70%
22	Cientistas concordam que os princípios do raciocínio lógico que conecta evidências com conclusões.	72	38%
23	O processo de apresentar e testar hipóteses (isto é, explicações provisórias) é uma das principais atividades dos cientistas.	144	76%
24	Cientistas tentam dar sentido aos fenômenos inventando explicações para eles. Essas explicações utilizam princípios científicos atualmente aceitos.	117	62%
25	Teorias científicas devem explicar observações adicionais que não eram usadas no desenvolvimento de teorias inicialmente.	81	43%
26	Evidências científicas podem ser tendenciosas (isto é, distorcidas) na maneira em que os dados são interpretados, gravados, reportados ou selecionados.	120	63%
27	Cientistas podem, em razão de sua experiência, crenças pessoais e valores, enfatizarem diferentes interpretações das evidências.	82	43%
28	Cientistas tentam identificar possíveis tendências no trabalho de outros cientistas.	115	61%
29	Ao realizar uma investigação, nenhum cientista deve pensar que alcançou um resultado particular.	105	56%
30	Ainda que a ciência seja uma atividade exercida por muitas pessoas diferentes, a ciência não reflete valores e pontos de vista relacionados com a sociedade (por exemplo, opiniões sobre mulheres, convicções políticas).	82	43%

31	A disseminação da informação científica é importante para o progresso da ciência.	145	77%
32	Não existem limites ou fronteiras para o conhecimento científico.	72	38%
33	Os organismos (por exemplo, os diferentes departamentos governamentais) que disponibilizam recursos financeiros para pesquisa influenciam o rumo da ciência (isto é, qual pesquisa realizar).	110	58%
34	Devido à forte tradição realizada na ciência, a maioria dos cientistas comporta-se profissionalmente e eticamente (isto é, em um caminho honesto e moral).	115	61%
35	Ética científica (isto é, sistema de moral) está preocupada com, entre outras coisas, os possíveis danos que poderiam resultar dos experimentos científicos.	97	51%
36	Ética científica (isto é, sistema de moral) está preocupada com, entre outras coisas, os eventuais efeitos nocivos da aplicação dos resultados da investigação.	88	47%
37	Cientistas raramente podem apresentar respostas para as questões finais do debate público (por exemplo, a energia nuclear ou a conservação do ambiente).	53	28%

**APÊNDICE G – NATUREZA DO ERRO DOS ITENS DO SUBTESTE DO
CONHECIMENTO DO CONTEÚDO DA CIÊNCIA.**

Tabela 12. Natureza do erro dos itens do subteste do conhecimento do conteúdo da Ciência.

Subteste – Conhecimento do conteúdo da Ciência			
Item	Conceito	n	%
1	A Terra não é tão antiga quanto o universo.	158	84%
2	Nossa galáxia contém milhares de estrelas.	114	60%
3	A luz da estrela mais próxima do nosso Sol demora mais do que alguns minutos para nos alcançar.	83	44%
4	No universo há muitos outros corpos similares ao nosso Sol.	102	54%
5	A maioria do conhecimento sobre o nosso universo vem da observação de pequenas regiões do espaço e pequenos intervalos de tempo.	83	44%
6	Comparado ao diâmetro terrestre, uma grande camada de ar circunda toda a Terra.	29	15%
7	Nenhum planeta ou lua no nosso sistema solar, aparentemente, é capaz de suportar a vida como nós a conhecemos.	129	68%
8	Não há água líquida na superfície de nenhum outro planeta além da Terra.	90	48%
9	O eixo terrestre é inclinado. Essa inclinação produz mudanças sazonais no clima terrestre.	141	75%
10	A variação da radiação proveniente do interior quente da Terra não é a causa básica de mudanças no clima terrestre.	76	40%
11	O clima terrestre mudou muito ao longo de milhares de anos.	113	60%
12	Os oceanos e a atmosfera somente podem ser modificados até certo limite, antes de afetarem desfavoravelmente as atividades humanas.	86	46%
13	Elementos como carbono, oxigênio, nitrogênio e enxofre movem-se lentamente através do solo, oceanos e atmosfera. Enquanto fazem isso, os elementos mudam suas combinações químicas.	53	28%
14	A atmosfera terrestre tem sido alterada pela presença de vida.	153	81%
15	Atividades humanas não têm mudado drasticamente a superfície da Terra, oceanos e atmosfera.	12	6%
38	Biólogos classificam organismos em grupos e subgrupos. Isto é feito de acordo com a estrutura e comportamento dos organismos.	76	40%
39	A manutenção de uma grande variedade de espécies sobre a Terra é importante para os seres humanos.	148	78%
40	Na obtenção da energia e dos materiais necessários para a vida, os seres humanos são dependentes das teias alimentares (isto é, cadeias alimentares interligadas).	90	48%
41	Cada gene é um - ou mais de um - segmento específico de molécula de DNA.	147	78%

42	A "mistura" de genes na reprodução sexuada resulta em uma grande variedade de combinações de genes entre os descendentes (isto é, jovens) de dois pais.	133	70%
43	Muitas das funções básicas dos organismos, como a extração de energia dos nutrientes, são realizadas ao nível da célula.	119	63%
44	A informação genética codificada nas moléculas do DNA desempenha importante papel na montagem das moléculas de proteína.	81	43%
45	Os processos químicos na célula são controlados a partir de dentro e de fora da célula.	120	63%
46	A maioria dos organismos tem muitas diferentes células. Nesses organismos, a maioria das células desempenha apenas suas funções específicas.	77	41%
47	Em um ecossistema, cada espécie depende, direta ou indiretamente, das demais espécies desse sistema.	148	78%
48	A interdependência dos organismos em um ecossistema muitas vezes resulta em um sistema quase estável durante períodos muito longos de tempo.	56	30%
49	Os ecossistemas não podem evitar mudanças quando o clima muda.	99	52%
50	Os ecossistemas não podem evitar mudanças quando muitas espécies novas diferentes aparecem.	91	48%
51	Os organismos vivos compartilham com outros sistemas naturais os mesmos princípios de conservação da matéria e da energia.	63	33%
52	A maior parte da vida na Terra é mantida basicamente por transformações da energia do Sol.	92	49%
53	Os elementos que compõem as moléculas dos seres vivos estão continuamente sendo reciclados.	68	36%
54	O carvão e o petróleo foram formados há milhões de anos.	173	92%
55	O dióxido de carbono foi removido da atmosfera ao longo de milhões de anos. Ao queimar combustíveis como o carvão e o petróleo, o dióxido de carbono retorna para a atmosfera a um ritmo muito mais rápido do que quando foi retirado da atmosfera.	92	49%
56	As formas de vida na Terra de hoje evoluíram a partir de ancestrais comuns ao longo de milhões de anos.	159	84%
57	A vida na Terra existe há milhares de anos.	105	56%
58	Novas combinações ou mutações dos genes paternos não resultam em novas características que podem ser herdadas.	122	65%
59	A seleção natural provavelmente conduz organismos bem adaptados à sobrevivência em ambientes particulares.	77	41%
60	Evolução não é uma escada em que formas de vida menos evoluídas são substituídas por formas superiores.	74	39%
61	O conceito moderno de evolução fornece um princípio unificador para a compreensão da história da vida na Terra.	98	52%
78	Todas as coisas do mundo físico são compostas de diferentes combinações de cerca de 100 elementos químicos.	65	34%
79	Dependendo da temperatura e pressão, cada substância pode	156	83%

	existir em um número de diferentes estados (isto é, um sólido, líquido e gás).		
80	A maneira como átomos ligam-se entre si é determinada pelo arranjo das camadas mais externas em cada átomo.	68	36%
81	Um nível baixo de radiação de fundo existe naturalmente no meio ambiente geral (isto é, no mundo ao nosso redor).	84	44%
82	No Universo, a energia pode aparecer de diversas formas.	120	63%
83	Sempre que a energia em uma forma ou em um lugar (por exemplo, calor) diminui, a energia em outro lugar ou em outra forma aumenta de uma mesma quantidade.	66	35%
84	Arranjos de átomos em moléculas estão relacionados com diferentes níveis de energia das moléculas.	56	30%
85	A energia, assim como a matéria, ocorre em unidades discretas (isto é, “pacotes” separados) no nível de moléculas e átomos.	62	33%
86	Nada no universo – de átomos a coisas vivas e estrelas – está em repouso, mas está sempre em movimento relativo a alguma coisa.	140	74%
87	Cargas em movimento são sempre devido a efeitos de forças não balanceadas.	70	37%
88	Coisas parecem ter cores diferentes porque refletem ou desviam luz visível de alguns comprimentos de onda mais do que outras.	145	77%
89	Cada objeto no universo exerce forças gravitacionais em cada outro objeto.	115	61%
90	As forças eletromagnéticas atuando entre átomos são imensamente mais fortes do que forças gravitacionais atuando entre eles.	58	31%
91	Forças elétricas e magnéticas estão relacionadas uma com a outra.	92	49%
92	Na maioria dos aspectos biológicos, os seres humanos não são diferentes de outros organismos vivos.	50	26%
93	Apesar de variações em características como tamanho e cor da pele, os seres humanos são uma espécie singular.	141	75%
94	A tecnologia tem sido muito utilizada por nós para a superação das nossas limitações cotidianas.	148	78%
95	A taxa de mortes de crianças é dependente de fatores como saneamento (isto é, drenagem pluvial e escoamento de esgotos), higiene e cuidados médicos.	121	64%
96	A tecnologia tem contribuído muito para as escolhas das pessoas no controle de quando e quantos filhos elas têm.	121	64%
97	Os sistemas de órgãos do corpo humano possuem funções altamente especializadas.	126	67%
98	O sistema imunológico tem um papel importante na autoproteção do seres humanos contra as doenças.	154	81%
99	O controle interno (isto é, coordenação) é necessário para a gestão e a coordenação dos sistemas de órgãos complexos no corpo humano. Os hormônios desempenham um papel importante neste controle.	113	60%

100	Qualquer animal recém-nascido mostrará certos padrões de comportamento sem que tal comportamento tenha sido ensinado.	148	78%
101	O comportamento de diferentes pessoas resulta da interação entre o que elas herdaram biologicamente e as diferenças nas experiências dessas pessoas.	141	75%
102	Muito da aprendizagem parece ocorrer pela vinculação de uma nova informação com uma informação já existente.	129	68%
103	As ideias que as pessoas têm, usualmente, influenciam a aprendizagem, afetando no modo como as pessoas interpretam novos fatos e ideias.	112	59%
104	Para funcionar normalmente, o corpo humano necessita repor o material de que é feito.	117	62%
105	A boa condição de saúde dos indivíduos depende do esforço coletivo de preservar o ar, o solo e a água.	91	48%
106	Genes anormais afetam a maneira como partes do corpo humano ou seus sistemas funcionam.	114	60%
107	A boa saúde mental está relacionada com a interação dos aspectos psicológicos, biológicos, fisiológicos, social e cultural da vida de uma pessoa.	133	70%
108	As ideias sobre o que é uma boa saúde mental mudaram de acordo com as diferentes épocas da história.	83	44%
109	As anomalias biológicas (como o desequilíbrio químico no cérebro) causam alguns tipos de distúrbios psicológicos graves.	130	69%
110	O sofrimento psíquico, como a morte de um familiar próximo, pode afetar na saúde física.	125	66%

**APÊNDICE H – NATUREZA DO ERRO DOS ITENS DO SUBTESTE DO IMPACTO
DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA SOCIEDADE.**

Tabela 13. Natureza do erro dos itens do subteste do impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade.

Subteste - Impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade			
Item	Conceito	n	%
62	Novos instrumentos e técnicas a serem desenvolvidos através da tecnologia tem grande contribuição para a investigação científica.	131	69%
63	Tecnologia fornece ferramentas para a ciência, que fornece motivação e direção para a teoria e pesquisa em ciência também.	130	69%
64	Engenheiros não podem projetar soluções para todos os nossos problemas.	135	71%
65	No curto prazo, a engenharia afeta sociedades e culturas mais diretamente do que a investigação científica.	60	32%
66	Decisões de engenharia sem falhas envolvem julgamentos científicos. Estas decisões envolvem também valores sociais e pessoais.	93	49%
67	Em engenharia, um projeto leva em conta todas as restrições (por exemplo, leis físicas, economia, política). O melhor projeto atinge um equilíbrio razoável entre as diferentes restrições.	106	56%
68	Projetos de Engenharia quase sempre tem a necessidade de serem testados.	135	71%
69	Os efeitos de um grande número de objetos relativamente simples (por exemplo, frigoríficos ou fogões solares) podem ser individualmente pequenos. No entanto, estes efeitos podem ser coletivamente significativos.	96	51%
70	Apesar da grande complexidade dos sistemas tecnológicos modernos, nem todos os efeitos secundários de novas concepções tecnológicas são previsíveis.	85	45%
71	As reações psicológicas ao risco nas pessoas (por exemplo, o medo de voar ou de dirigir) nem sempre correspondem à realidade dos riscos envolvidos.	33	17%
72	Não importa quais precauções sejam tomadas ou quanto dinheiro seja gasto, qualquer sistema tecnológico pode falhar.	170	90%
73	As forças sociais e econômicas de um país têm grande influência sobre quais tecnologias serão desenvolvidas nesse país.	119	63%
74	A tecnologia tem tido grande influência sobre a natureza da sociedade humana.	147	78%
75	Fatos técnicos relevantes por si só geralmente não resolvem as questões relacionadas com a tecnologia (como se uma central nuclear deve ser construída perto de uma cidade) a favor ou contra a decisão.	44	23%
76	O efeito total de decisões por um grande número de pessoas	101	53%

	pode influenciar a utilização em larga escala da tecnologia, tanto quanto a pressão sobre as decisões do governo de utilizá-las.		
77	A maioria das decisões sobre questões relacionadas com a tecnologia necessitam ser tomadas com base em informações incompletas. .	37	20%