UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

THIAGO TEIXEIRA CABRAL

A aprendizagem da dimensão social da ciência em espaços de educação não-formal:
uma experiência com alunos do Ensino Médio no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Lorena - SP
2019

THIAGO TEIXEIRA CABRAL

A aprendizagem da dimensão social da ciência em espaços de educação não-formal:
uma experiência com alunos do Ensino Médio no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências do Programa de Pós Graduação em Projetos Educacionais de Ciências.

Orientadora: Prof. Dra. Maria Auxiliadora Motta Barreto

Versão Original

Lorena - SP
2019

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Teixeira Cabral, Thiago

A aprendizagem da dimensão social da ciência em espaços de educação não-formal: uma experiência com alunos do Ensino Médio no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / Thiago Teixeira Cabral; orientadora Maria Auxiliadora Motta Barreto - Versão Original. - Lorena, 2019.
143 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2019

1. Alfabetização científica. 2. Ensino de ciências. 3. Abordagem temática. 4. Educação não-formal. 5. Ciência, tecnologia e sociedade. I. Título. II. Barreto, Maria Auxiliadora Motta, orient.

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra à minha família. À minha mãe, que me ensinou a ver o mundo como um universo de possibilidades, das quais só se pode viver uma de cada vez. Não menos importantes são, minha esposa, Dafne, e filha, Cloé, que resignificaram todo o meu viver e estiveram ao meu lado durante o desenvolvimento deste trabalho.

Também é oportuno dedicar este trabalho aos professores e estudantes de ciências que buscam sentido em suas respectivas atividades, ou seja, no ensinar e no apreender.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, o Clemente, o Misericordioso, Senhor do Universo.

Agradeço a oportunidade à Universidade de São Paulo.

Agradeço à orientadora Prof^a. Dr^a. Maria Auxiliadora Motta Barreto a confiança, paciência e competência.

Agradeço às diretoras escolares Daniela Torino e Mônica Gonçalves a permissão para o desenvolvimento da pesquisa na unidade escolar do colégio Cassiano Ricardo, de Taubaté.

Agradeço à equipe de relações públicas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, que recebeu o grupo de estudantes, investigado neste trabalho, na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia.

EPIÍGRAFE

E tu para que queres um barco, pode-se saber, foi o que rei de facto perguntou quando finalmente se deu por instalado, com sofrível comodidade, na cadeira da mulher da limpeza, Para ir à procura da ilha desconhecida, respondeu o homem, Que ilha desconhecida, perguntou o rei disfarçando o riso, como se tivesse na sua frente um louco varrido, dos que têm a mania das navegações, a quem não seria bom contrariar logo de entrada, A ilha desconhecida, repetiu o homem. Disparate, já não há ilhas desconhecidas, Quem foi que te disse, rei, que já não há ilhas desconhecidas, Estão todas nos mapas, Nos mapas só estão as ilhas conhecidas...

(SARAMAGO, 1998, p 16 - 17)

Entendemos que, para o homem, o mundo é uma realidade objetiva, independentemente dele, possível de ser conhecida. É fundamental, contudo, partirmos de que o homem, ser de relações e não só de contatos, não apenas está no mundo, mas com o mundo. Estar com o mundo resulta de sua abertura à realidade, que o faz ser o ente de relações que é.

(FREIRE, 2016, p.55)

When I was a child
I caught a fleeting glimpse
Out of the corner of my eye
I turned to look but it was gone
I cannot put my finger on it now
The child is grown
The dream is gone
And I have become
Comfortably numb

(WATERS, R.; GILMOUR, D., 1979)

RESUMO

CABRAL, T. T. **A aprendizagem da dimensão social das ciências em espaços de educação não formal: uma experiência com alunos do Ensino Médio no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.** 2018. 143 p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2018.

Ações colaborativas entre escola e espaços não formais de educação são sugeridas na literatura de ensino de ciências como forma de diversificar e dinamizar o processo de alfabetização científica. Este trabalho aborda a aprendizagem da dimensão social da ciência durante uma visita à sede do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com o objetivo de responder como essa visita contribui com o aprendizado do conteúdo sobre satélites e órbitas por estudantes do ensino médio. Para tanto, foi desenvolvida uma pesquisa-ação, na qual foi realizada uma abordagem temática utilizando estratégias de ensino, como *Think Pair Share* e o estudo de texto e do meio, que privilegiam a atuação ativa dos estudantes e o registro escrito. A análise do conteúdo dos dados obtidos nas atividades foi realizada de acordo com a técnica descrita por Bardin e fundamentada na teoria sociointeracionista de Vygotsky. Os resultados demonstram que a visita ao INPE contribui com a ampliação da visão de mundo dos estudantes favorecendo a atribuição de sentido à aprendizagem, pela explicitação do contexto em que a ciência e a tecnologia são produzidas. Tais resultados contribuem para a reflexão sobre a estruturação e desenvolvimento de projetos educacionais que tenham como finalidade a aproximação das instituições.

Palavras-chave: Alfabetização científica. Ensino de Ciências. Abordagem temática. Educação não-formal. Ciência, Tecnologia e Sociedade.

ABSTRACT

CABRAL, T. T. **The learning of social dimension of science in non-formal spaces: a experience with highschool students at headquarter of Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.** 2018. 143 p. Dissertation (Master of Science). Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2018.

Colaborative actions between school and non-formal educational spaces is suggested in literature about science teaching like a form of diversify and invigorate the scientific literacy process. This work approaches science social dimension learning during a visit to the headquarters of Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). The objective was answer how the visit contributes with learning of content about satellite and orbits by high school students. Therefore, was developpe a action-research. Was realized a tematic approach using teaching strategies like Think Pair Share, text study and ambient study, that privilege student activity and write registers. Was realized content analisys, proposed by Bardin and substantiated by Vygotsky sociointeracionism theory, over obtained datas. Results show that visit contributes for enlargement of students world vision favoring the attribution of meaning to learning, by explaining context that science and technology was produced. This results contributes to reflections about and development of educational projects with aim in the approximation between schools and non-formal spaces.

Keywords: Scientific literacy. Science teaching. Tematic approach. Non-formal education. Science, technology, engineering and mathematics.

LISTA DE SIGLAS

ABE	Associação Brasileira de Educação
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BSCS	<i>Biological Science Curriculum Study</i>
CBERS	<i>China-Brazil Earth Resources Satellite</i>
CNE	Conselho Nacional de Educação
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica
ECA	Estatuto da Criança e do Adolescente
EF	Educação formal
EI	Educação informal
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ENF	Educação não-formal
EUA	Estados Unidos da América
GOCNAE	Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Especiais
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura
ILC	Indicador de Letramento Científico
INEP	Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IRAMUTEQ	<i>Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires</i>
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
LIT	Laboratório de Integração e Testes
MCCT	Museus e centros de ciência e tecnologia
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OECD	<i>Organization for Economic Co-operation and Development</i>
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos PCN
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PSSC	<i>Physical Science Study Comittee</i>
RMVP	Região Metropolitana do Vale do Paraíba Paulista
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
TPS	<i>Think Pair Share</i>
TRI	Teoria de Resposta ao Item
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal
ZDR	Zona de Desenvolvimento Real

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1 O que os brasileiros sabem sobre ciência.....	17
2.2 A alfabetização científica.....	23
2.3 A dimensão social do ensino de ciências no Brasil	27
2.4 A abordagem didática da dimensão social das ciências.....	33
2.5 A abordagem temática de espaços não formais no ensino de ciências.....	35
3. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	41
3.1 Primeira parte: O planejamento e a ação.....	42
3.1.1 Grupo investigado	44
3.1.2 A sequência didática.....	44
3.1.3 As estratégias de ensino utilizadas.....	46
Think, Pair, Share	46
Estudo de texto.....	47
Estudo do Meio.....	48
3.1.4 O INPE como espaço de educação não-formal	49
3.2 Segunda parte: A descrição e avaliação.....	52
3.2.1 A coleta de dados.....	52
3.2.2 O fundamento teórico.....	52
3.2.3 A análise de conteúdo e os sinais de desenvolvimento.....	54
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
4.1 Da avaliação diagnóstica.....	59
4.2 Da visita à sede do INPE.....	65
4.3 Considerações Finais.....	73
REFERÊNCIAS.....	76
APÊNDICE A – Ficha TPS.....	87
APÊNDICE B – Questionário sobre o estudo do texto	88
APÊNDICE C – Ficha de observação para estudo do meio.....	90
APÊNDICE D – Resultados do estudo do texto.....	91
APÊNDICE E – O produto educacional.....	98

1. INTRODUÇÃO

Na história da humanidade é possível encontrar a influência da Ciência e da Tecnologia sobre a sociedade desde do século XVI, com a chamada revolução científica (RONAN, 2001). À ciência é dada grande valorização e tal consideração pode ser percebida na vida cotidiana, como em anúncios publicitários que afirmam que determinados produtos têm eficácia demonstrada cientificamente. O método e o conhecimento científico são fundamentalmente importantes e carregados de consequências (CHALMERS, 2010). Como consequências pode-se apontar para as mudanças de paradigmas a partir das quais altera-se o olhar sobre o mundo, o que, conseqüentemente, exige uma reeducação da sociedade para apreender a ver de uma nova forma algumas situações com as quais já estava familiarizada (KHUN, 2013).

Entretanto, Feyerabend (2007) alerta que a educação científica, tal como é realizada, simplifica a ciência a uma lógica uniforme e restringe a imaginação de quem a aprende, não podendo ser conciliada com uma atitude humanista.

É sobre esse alerta que este trabalho se sustenta e se justifica na falta de eficiência do ensino de ciências no Brasil, apresentada por meio de resultados de avaliações de alfabetização científica, nacionais e internacionais.

A partir disso, buscou-se alternativas ao ‘senso comum pedagógico’, ensino tradicional, praticado como um tipo de educação bancária na qual os estudantes devem memorizar conceitos e equações muitas vezes descontextualizados da realidade.

Na bibliografia sobre ‘Ensino de Ciências’ são encontrados diversos textos que apresentam e discutem recursos e instrumentos alternativos, voltados para um ensino mais dinâmico e significativo.

Nesse contexto, a ação colaborativa entre espaços de educação formais (EF) e não formais (ENF) é sugerida e discutida; como visitas a Museus e Centros de Ciência e Tecnologia (MCCT) de forma planejada, sistemática e articulada com o processo ensino/aprendizagem desenvolvido nas escolas.

Disso decorre o seguinte questionamento: qual a contribuição de espaços de ENF na alfabetização científica de estudantes de ensino médio, ou seja, de espaços de EF?

É nessa discussão que esta dissertação pretende ser inserida.

Monteiro *et al* (2016) alertam que existem estudos que discutem a relação entre MCCT e as escolas no contexto dos MCCT e que são poucos os que tratam dessa relação a

partir dos pontos de vista das escolas, dos professores e dos estudantes. Nesse sentido é pertinente a formulação de questionamentos sobre qual o efeito dessa relação na alfabetização científica de estudantes de educação básica; justo o que se propõem nesta obra.

Este trabalho versa sobre o carácter qualitativo da relação entre MCCT e escolas, com enfoque nos estudantes; aborda o que estudantes de ensino médio aprendem sobre a dimensão social do conteúdo sobre órbitas e satélites, em uma visita a sede do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

O objetivo geral do trabalho é avaliar como a visita ao INPE contribui com o aprendizado da dimensão social do conteúdo sobre satélites e órbitas.

Para tanto, foi desenvolvida uma pesquisa-ação na qual foi proposta uma abordagem temática do conteúdo e discutido um instrumento de avaliação, produto desta dissertação, denominado 'ficha de observação'.

A análise da relação entre MCCT e escolas, a partir do contexto dos estudantes, pode melhorar a qualidade das ações colaborativas entre essas instituições, auxiliando no desenvolvimento de políticas públicas e projetos de uso escolar de MCCT, visando uma educação científica complexa, eficiente e eficaz.

A dissertação foi organizada em 'Revisão Bibliográfica', 'Metodologia de Pesquisa' e 'Resultados'.

No primeiro tópico são apresentados os resultados de estudantes de ensino médio brasileiros, na área de ciências, em exames nacionais e internacionais, como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, em inglês), do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e do Indicador de Letramento Científico (ILC). A partir disso, são discutidos os conceitos de alfabetização científica, o histórico do ensino de ciências no Brasil e as diretrizes mais atuais que orientam o ensino no país.

A questão didática também é abordada. São discutidas abordagens conceituais e temáticas no ensino de conteúdos científicos e o uso de espaços não-formais na alfabetização científica.

Na 'Metodologia da Pesquisa' é descrita a pesquisa-ação e todo o planejamento da ação pedagógica, como o grupo investigado, a sequência didática elaborada e as estratégias de ensino utilizadas; também explica e fundamenta a investigação desenvolvida sobre os dados coletados a partir das atividades propostas.

A última parte apresenta os resultados e as considerações finais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O que os brasileiros sabem sobre ciência

No mundo hodierno Ciência e Tecnologia parecem indissociáveis, ao ponto de ter sido cunhado o termo 'tecnociência' (HOTTOIS, 2006). Para Dagnino (2008), não coincide com a atualidade, a imagem da ciência como uma atividade de indivíduos isolados em busca da verdade. A redução no intervalo de tempo entre uma descoberta atribuída à pesquisa de base e sua aplicação tecnológica é evidente. Essa fusão vai ao encontro da realidade contemporânea, na qual as exigências do desenvolvimento industrial são associadas às pautas de consumo e à crescente busca pela hegemonia mundial de grandes potências.

Oliveira (2002) indica a decrepitude da ciência pura, de base, representada no período da revolução científica, no século XVII. O autor argumenta, apontando para a escola de Frankfurt, cujas críticas abordam a racionalidade científico-tecnológica, que se objetiva numa visão de ciência instrumental para dominação da natureza promovida pelo capitalismo. Desastres sociais e ambientais relacionados à ciência e tecnologia, como o evento da bomba atômica e a devastação da floresta Amazônica, serviram para reforçar o questionamento sobre a finalidade da ciência e da tecnologia.

Na virada do século XX para o XXI é que se criou uma terceira via, que une o aspecto de dominação da ciência com a valorização de formas de produção de conhecimento não-ocidentais. A discussão levantada sobre a relação entre ciência, tecnologia e sociedade, entre as décadas de 1960 e 1970, define o que até estes dias se conhece por movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) cujo objetivo geral tende a ser o de discutir as aplicações científicas e tecnológicas do ponto de vista de quanto contribuem para a solução dos problemas reais da humanidade (PALÁCIOS; GALBARTE; BAZZO, 2003).

Segundo Palácios, Galbarte e Bazzo (2003, p.125),

Os estudos CTS buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança.

Entretanto, os resultados de avaliações, nacionais e internacionais, sobre a alfabetização científica no Brasil demonstram a incapacidade da população em lidar com situações que envolvam ciência e tecnologia.

No Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, conhecido como PISA, coordenado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) – em inglês *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) – conjuntamente com o Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais (INEP), os estudantes brasileiros demonstram estar muito aquém dos estudantes de outros países integrantes da OCDE, conforme o resumo dos resultados nacionais da avaliação aplicada em 2015 (BRASIL, 2016a, 2016b, 2016c; OECD, 2016a, 2016b).

A OCDE foi estabelecida em 1961, com sede em Paris, na França, e atualmente conta com 35 países membros: Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, República Tcheca, Dinamarca, Estônia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Islândia, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Coreia, Letônia, Luxemburgo, México, Holanda, Nova Zelândia, Noruega, Polônia, Portugal, República Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Suécia, Suíça, Turquia, Reino Unido e Estados Unidos da América. Entre eles estão os países mais desenvolvidos do mundo e outros emergentes. O Brasil apesar de não ser membro é parceiro na OCDE, participando ativamente no desenvolvimento dos trabalhos realizados pela instituição (OECD, 2018a).

A avaliação proposta pelo PISA é trienal e aplicada para estudantes com idade média de 15 anos, matriculados em uma instituição educacional. O teste investiga as habilidades e conhecimentos dos jovens. A última avaliação ocorreu em 2015 e seus resultados estão disponíveis no sítio do programa (OECD, 2016a, 2016b, 2018b).

Seu objetivo é construir um corpo de informações para o monitoramento de conhecimentos e habilidades dos estudantes em vários países, bem como em diferentes subgrupos demográficos de cada país, podendo com isso orientar o desenvolvimento das nações. Os instrumentos utilizados são testes de leitura, matemática e ciências, além de outros voltados para resolução colaborativa de problemas e letramento financeiro. São usados também questionários, direcionados a estudantes, professores e escolas (OECD, 2016b, 2018b).

Esses instrumentos fornecem três tipos de resultados: indicadores que fornecem um perfil básico de conhecimento e habilidades dos estudantes, indicadores derivados de questionários que mostram como tais habilidades são relacionadas a variáveis demográficas, sociais, econômicas e educacionais e indicadores de tendências que acompanham o desempenho dos estudantes e monitoram os sistemas educacionais ao longo do tempo.

Sobre o avaliado no domínio das ciências, a OECD (2016b) fundamenta-se na

alfabetização científica, nas competências, nos conhecimentos e os contextos determinados numa matriz de referência. A métrica utilizada para a avaliação é de 500 pontos e tem como referência a nota média dos países participantes no exame de 2006. A partir do resultado dessa avaliação os estudantes são classificados em níveis de proficiência (1a, 1b, 2, 3, 4, 5, 6), indo do mais baixo para o mais alto.

A nota média dos jovens brasileiros em ciências foi de 401 pontos, significativamente inferior às dos estudantes dos outros países participantes, em média 493 pontos; resultado considerado constante desde 2006 (INEP, 2016b; OECD, 2016b). A distribuição dos jovens brasileiros por nível de proficiência e em comparação com outros países é revelador da distinção existente, como se pode constatar por meio da figura 1.

Figura 1 - Percentual de estudantes por nível de proficiência em ciências dos países selecionados – PISA 2015

Fonte: BRASIL, 2016c

Internamente o Brasil não possui nenhum resultado expressivo de jovens com alto nível de proficiência científica. Apenas cerca de 4% dos participantes brasileiros no exame alcançaram o nível 4; 13% foram classificados como de nível 3; e 25 % foram classificados como de nível 2, indicado como o mínimo necessário para se exercer plenamente a cidadania sobre assuntos relacionados a ciência. 4% dos estudantes ficaram abaixo do nível 1. Outros 52% do grupo investigado no país alcançaram resultados de nível 1; isso totaliza **56% do grupo de brasileiros investigados que estão fora da faixa de condição mínima para exercício pleno da cidadania sobre situações que envolvam ciência, informação que que deve preocupar a nação** (BRASIL, 2016c; OECD, 2016b).

Para o Brasil o gráfico é mais alargado para as barras de níveis mais baixos e mais curto para níveis altos. Fato semelhante ocorre com países como República Dominicana, Peru e Colômbia. A distribuição nos gráficos de países como Canadá, Portugal e Finlândia, indicam barras curtas para os níveis extremos (1a, 1b, 5 e 6) e barras mais largas para os níveis intermediários (2, 3 e 4), sinalizando um maior índice de capacidade de exercício pleno de cidadania.

Ainda, como forma de evidenciar o fato da baixa alfabetização científica dos estudantes brasileiros e conseqüentemente da baixa capacidade do exercício pleno da cidadania em situações que envolvam ciência e tecnologia, pode-se comparar os dados do PISA com os do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

O ENEM é um instrumento de avaliação que tem como objetivo aferir se o participante demonstra “domínio dos princípios científicos e tecnológicos que embasam a produção moderna, conhecimento das formas contemporâneas de linguagem, bem como conhecimentos de ciências humanas necessários ao exercício da cidadania” (BRASIL, 2015, p. 61), intenção que se alinha com a do PISA.

O cálculo das notas das provas objetivas é realizado por meio da Teoria de Resposta ao Item (TRI) desde 2009. Esse método não considera unicamente o número de acertos, mas também a coerência das respostas do participante diante do conjunto dos itens (ou questões) que compõe a prova realizada para cada área do conhecimento. A nota é atribuída em uma escala que possui um valor de médio de referência igual a 500, com base no desempenho dos participantes do Exame em 2009, concluintes do Ensino Médio da Rede Pública (BRASIL, 2015). Tal método indica um alinhamento dos modos de avaliação do ENEM e do PISA.

Para a comparação foram utilizados os dados do relatório pedagógico do ENEM, do biênio 2011-2012, o mais atual disponibilizado no sítio do INEP (BRASIL, 2015). Como o resultado brasileiro no PISA é indicado como constante desde 2006 a ligeira comparação entre os resultados das avaliações torna-se possível.

A análise dos resultados da proficiência dos participantes nas áreas avaliadas mostra que as Ciências da Natureza apresentam a menor média das notas obtidas no exame. Na tabela 1, são apresentados os valores da nota média e o desvio padrão de todos os participantes do ENEM 2011 e 2012 por área de conhecimento. Quanto maior os valores das médias, mais elevado é o desempenho dos participantes. Quanto maior o desvio padrão, maior a dispersão desses mesmos respondentes em torno da média calculada.

Não obstante, além de ter a menor média entre as áreas de conhecimentos os

resultados das Ciências da Natureza ficam abaixo do valor médio estabelecido, o que pode ser entendido como um resultado aquém do esperado para o exercício da cidadania, o que corrobora com os dados do PISA. O documento não discrimina a distribuição dos jovens brasileiros por nível de proficiência em cada área, o que não permite melhor interpretação dos resultados e nem a possibilidade de orientar melhorias no processo de ensino (BRASIL, 2015).

Tabela 1 - Média e desvio padrão da proficiência de todos os participantes do ENEM 2011-2012 segundo a área de conhecimento avaliada.

Área avaliada	2011		2012	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Ciências da Natureza e suas Tecnologias	466,5	83,9	473,2	78,6
Ciências Humanas e suas Tecnologias	478,0	81,2	523,7	83,2
Matemática e suas Tecnologias	517,2	117,3	509,0	121,2
Linguagens e Códigos e suas Tecnologias	520,9	73,9	494,2	72,3
Redação	518,9	184,3	492,5	172,4

Fonte: BRASIL, 2015

Por último, é interessante mostrar os dados obtidos pelo Indicador de Letramento Científico (ILC), que é um estudo sobre letramento científico da população jovem e adulta brasileira realizado pelo Abramundo, instituto fundado em 2003 com o objetivo de disseminar a cultura científica no Brasil. O ILC nasceu de questionamentos sobre a educação científica no país: quanto do que é aprendido na escola é aplicado ao dia a dia? Quão importante isso é e como podemos mensurá-lo? (GOMES, 2015).

Tem por objetivo monitorar a evolução das habilidades em ciências da população jovem e adulta brasileira, de 15 a 40 anos, incentivar políticas públicas e provocar a sociedade sobre a importância da ciência e do ‘aprender a aprender’ na escola para a formação de jovens mais preparados para o exercício da cidadania, para serem inseridos no mercado e para contribuir ainda mais para o desenvolvimento econômico do Brasil. A pesquisa busca mensurar o quanto do conhecimento científico adquirido ao longo da vida escolar é aplicado no cotidiano da população economicamente ativa (GOMES, 2015).

Os níveis de alfabetização utilizados como parâmetro de avaliação são 4: não científico, científico rudimentar, científico básico e científico proficiente. O resultado geral da pesquisa (figura 2), mostra que quase metade (48%) da população amostrada foi

classificada em um nível de letramento científico rudimentar, enquanto apenas 5%, foram classificadas no nível de letramento científico proficiente. Numa das avaliações é indicada uma lacuna na educação escolar no que diz respeito a contextualização dos aprendizados científicos, o que reforça a ideia de que se tais conhecimentos forem tratados de forma abstrata não facilitam sua conversão para enfrentar questões cotidianas.

Figura 2 - Resultado global da pesquisa ILC 2014

Fonte: GOMES, 2015

Os dados confirmam o expressivo efeito da escolaridade no nível de proficiência: quanto maior a escolaridade completa, maior a proporção de pessoas nos níveis 3 e 4. Na figura 3 observa-se a relação do nível de proficiência com o nível de escolaridade da amostra.

Entretanto, ao observar os resultados do nível de proficiência de indivíduos com escolaridade equivalente ao ensino médio percebe-se que 52% classificam-se no nível rudimentar e 14% no não científico, resultando em 66% de jovens que não desenvolveram competências para relacionar ciência com cidadania.

Esses resultados, do PISA, do ENEM e do ILC, indicam que a educação básica brasileira não tem desenvolvido a alfabetização científica desejada, necessária para o exercício da cidadania sobre temas ligados à ciência e tecnologia.

Figura 3 - Níveis de proficiência em ciência por escolaridade - ILC 2014

Fonte: GOMES, 2015

Dessa falta de eficácia surgem emergências relacionadas ao ensino de ciências como, por exemplo, a necessidade de alternativas ao paradigma do ‘senso comum pedagógico’, praticado como um tipo de educação bancária na qual os estudantes devem memorizar conceitos e equações muitas vezes descontextualizados da realidade e distante de uma alfabetização científica voltada para o exercício da cidadania, como o alertado por Feyerabend (2007).

2.2 A alfabetização científica

Há muito é realizada a discussão sobre a necessidade de atrelamento do ensino de ciências com a vida dos estudantes. Hurd (1998) aponta que desde século XVII existe essa preocupação em vincular o ensino de ciências com o dia a dia dos alunos. O autor relata que Francis Bacon exaltava a importância de um ensino de ciências para desenvolver o intelecto, para melhor uso da razão humana.

No mesmo artigo é citada a preocupação do britânico Herbert Spencer, de 1859, com o ensino de ciências pautado em fatos mortos, sem relação com o bem-estar humano. Ressalta a relação da indústria, dos modos de vida e do desenvolvimento humano com a ciência, aspectos ignorados nos currículos de ciências da época.

Depois da segunda grande guerra é que a humanidade deu indícios de perceber a influência das ciências nas esferas política, econômica, social e ambiental. Mais, ainda, depois da conquista espacial soviética; marco conhecido como efeito Sputnik. No século

XX é que o ensino de ciências passou a ser discutido, efetivamente, como necessidade social, como ideia de dar a população algum conhecimento sobre ciência (BYBEE, 1997; DE BOER, 1997; RUTHERFORD, 1997; KRIGE, 2000; WISSEHR; CONCANNON; BARROW, 2011; TEIXEIRA, 2013).

Dessa discussão surgiram na literatura acadêmica, sobre ensino de ciências, nacional e internacional, variações semânticas nos termos designados para representar essa educação científica de carácter cidadão (LAUGKSCH, 2000; DE BOER, 2000; SASSERON; CARVALHO, 2011; MARTINS TEIXEIRA, 2013; CUNHA, 2017).

Em língua portuguesa os termos mais usados são 'alfabetização científica', 'letramento científico', 'enculturação científica' cujos significados podem ser melhor entendidos em torno de uma ideia central de um ensino de ciências “voltado para a construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio ambiente” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p.60), o que corrobora com o ideais do movimento CTS (PALÁCIOS; GALBARTE; BAZZO, 2007).

Aqueles que optam pelo termo 'enculturação científica' compartilham da ideia de que o ensino de ciências pode e deve promover as condições para que os estudantes possam fazer parte de uma cultura em que as noções, ideias e conceitos científicos são parte do seu ser, fazendo com que os estudantes sejam capazes de participar das discussões dessa cultura, obtendo informações e fazendo-se comunicar por meio da linguagem científica (PENHA; CARVALHO; VIANA, 2009; ZOMPÊRO; LABURÚ, 2011; GRANDI; MOTOKANE, 2012; TESTONI *et al*, 2013).

Os que preferem 'letramento científico' o fazem justificando-se no significado atribuído ao termo 'letramento' no campo da linguística, entendido como um conjunto de práticas sociais que usam a escrita enquanto sistema simbólico e tecnologia associados ao estado e condição que adquire um grupo social ou indivíduo como consequência de ter-se apropriado dela (SANTOS, 2007; GOMES, 2015; SERRAO *et al*, 2016; CUNHA, 2017; SILVA; GUIMARÃES; MEDEIROS, 2018).

Já o termo 'alfabetização científica' vem sendo associado com a ideia de alfabetização de Freire (2011, 2014, 2016), ligada ao desenvolvimento da capacidade de qualquer pessoa se organizar de maneira lógica para se comunicar, além de auxiliar na construção de uma consciência crítica do mundo que nos cerca (CHASSOT, 2000; AULER; DELIZOICOV, 2001; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; BRANDI; GURGEL, 2002; SOUZA; SASSERON, 2012; MARCHESAN; KUHN, 2016).

Para Freire (2011, p.19) alfabetização é um processo que envolve

uma compreensão crítica do ato de ler, que não se esgota na decodificação pura da palavra escrita ou da linguagem escrita, mas que se antecipa e se alonga na inteligência do mundo. A leitura do mundo precede a leitura da palavra, daí que a posterior leitura desta não possa prescindir da continuidade da leitura daquele. Linguagem e realidade se prendem dinamicamente. A compreensão do texto a ser alcançada por sua leitura crítica implica a percepção das relações entre o texto e o contexto.

Neste trabalho optou-se pelo termo ‘alfabetização científica’, visando indicar a necessidade do empoderamento dos estudantes por meio do estabelecimento de uma visão crítica sobre o tema.

Admite-se que é com atitude crítica que o homem é capaz de integrar-se, fugindo da tragédia do homem moderno, que está dominado pela força dos mitos e comandado pela publicidade organizada, ideológica, deixando de lado sua capacidade de decidir. Situação nada justa numa sociedade contemporânea na qual o conhecimento é uma representação daquilo que se pode fazer e, portanto, daquilo que pode ser objeto de decisão da sociedade. (FOUREZ, 1995).

A consciência crítica é alcançada quando há a “representação das coisas e dos fatos como se dão na existência empírica. Nas suas relações causais e circunstanciais” (FREIRE, 2016, p.138), fazendo com que aquele que é oprimido se descubra e descubra seu opressor, podendo gerar assim a ação transformadora.

Como indicado no texto de Sasseron e Carvalho (2011), o termo alfabetização científica é complexo, tendo várias nuances de interpretação que permitem sua estruturação.

Os argumentos para a estruturação do ensino de ciências podem ser classificados em cinco categorias: a) econômico, que relaciona o nível de desenvolvimento econômico do país com o conhecimento público da ciência; b) utilitário, que justifica por meio de razões práticas e úteis; c) democrático, que auxilia os cidadãos a participar da tomada de decisão sobre questões científicas; d) social, que vincula a ciência à cultura; e e) cultural, que tem como meta fornecer aos alunos o conhecimento científico como produto cultural. Santos (2007), lembra que a importância atribuída a cada um desses argumentos implica na distinção da estrutura do currículo, da aula, do sistema educacional, etc.

Shen (1975) propôs três categorias para a estrutura da alfabetização científica, sendo que a primeira, de ordem prática, relaciona o conhecimento científico e seu uso para resolver problemas básicos de saúde e alimentação. A segunda, cívica, envolve o conhecimento necessário para compreender os problemas sociais ligados à ciência e à tecnologia e poder opinar sobre as políticas públicas de saúde, energia, alimentação, meio

ambiente, recursos naturais e comunicação. A terceira, cultural, se refere ao desejo de conhecer a ciência enquanto realização humana.

Na década de 1990, Bybee e De Boer (1994) acabaram apontando para a necessidade de uma formação científica pessoal, relevante para a vida de todos os indivíduos de uma sociedade, levando em consideração as mudanças sócio históricas causadas pela ciência e tecnologia. Focado na construção desse conhecimento científico no ambiente de sala de aula Bybee (1995) propõem três dimensões para a alfabetização científica: funcional, conceitual e procedimental, e multidimensional.

Na primeira, funcional, o autor apresenta a preocupação com o vocabulário científico, indicando a importância de os estudantes estarem preparados para ler e escrever textos que necessitem de tais vocábulos. Na segunda dimensão espera-se que os estudantes desenvolvam o fazer científico, compreendendo a importância dos experimentos sua relação com as teorias, de forma a atribuir valor nessa forma de se obter conhecimento. Na terceira, o autor indica a preocupação com o entender e analisar racionalmente o papel da ciência e da tecnologia na sociedade.

As formas de pensar a educação científica se desenvolveram de forma a se preocupar menos com as questões conceituais e metodológicas das ciências e mais com o caráter de sua natureza e suas implicações para a sociedade, o que se opõe a prática tradicional, ao chamado senso comum pedagógico.

De acordo com Santos (1999, p.3) a educação que privilegia as relações entre ciência, tecnologia e sociedade,

aponta para um ensino que ultrapasse a meta de uma aprendizagem de conceitos e de teorias relacionadas com conteúdos canônicos, em direção a um ensino que tenha uma validade cultural, para além da validade científica. Tem como alvo, ensinar a cada cidadão comum o essencial para chegar a sê-lo de fato, aproveitando os contributos de uma educação científica e tecnológica.

Nos anos 2000 essa ideia foi reforçada, como pode ser percebido no trabalho de Alonso, Díaz e Mas (2005), que mencionam que a alfabetização científica ocorre no decorrer da vida e, portanto, está vinculada às condições sociais e culturais dos indivíduos. Há também Jimenez-Aleixandre (2004) que indica como essencial a necessidade de uma educação científica para a prática social. Tais ideias demonstram um descompasso entre as práticas educativas tradicionais e as transformações que vêm ocorrendo na sociedade (FOUREZ, 2003; MARCHESAN; KUHN, 2016).

Seguindo a tendência contemporânea, a alfabetização científica foi neste trabalho estruturada num esquema de três dimensões, semelhante a proposta por Bybee (1995), que

abarcam diferentes características referentes ao ensino de ciência: a dimensão funcional, que compreende o ato de ler e escrever textos simples com vocábulos do contexto científico; a dimensão procedimental e conceitual, que compreende a aplicação de métodos e o uso da linguagem conceitual científica; e a dimensão social, que trata a ciência e a tecnologia, como elemento da cultura, e que compreende o impacto dessas na sociedade (Figura 4).

Figura 4 – Esquema de organização da Alfabetização Científica

Fonte: autoria própria

2.3 A dimensão social do ensino de ciências no Brasil

A proclamação da república, no fim século XIX, serve de marco histórico para a introdução do ensino de ciências no Brasil. Conteúdos de Física, Química e Biologia são encontrados no currículo da escola positivista instituída no período. A prática experimental era uma forma de modificar o panorama do ‘Ensino de Ciências’ em terras tupiniquins. O uso do laboratório ocorria com caráter demonstrativo, mas pouco efeito tinha na aspiração de formar cientistas. O período é caracterizado, na literatura, por proporcionar uma educação ilusoriamente científica, longe de formar cientistas com experiências práticas ou cidadãos conscientes (ALMEIDA JÚNIOR, 1979; 1980).

Há quem afirme que o sistema educacional da primeira república foi legitimado e outros que defendem a ideia do fracasso, pois a escola não se tornou coisa de todos (DE SCHUELER; DE MELLO MAGALDI, 2009).

Adiante na história, a comoção causada pela primeira guerra mundial e a nova estrutura econômica instaurada no Brasil, o capitalismo industrial, discussões sobre

educação foram tomadas como problema central no país a partir da década de 1920. Em 1924 foi criada a Associação Brasileira de Educação (ABE), de onde saíram ideias que integraram ‘O Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova’ e a Constituição de 1934 (DA ROSA; DA ROSA, 2012).

Com o fim da segunda grande guerra e a renúncia de Getúlio Vargas ao governo é iniciada uma nova mudança na educação nacional. Em 1946, durante o governo Dutra, começa a ser discutida a primeira lei de diretrizes e bases da educação (LDB), que foi promulgada quinze anos depois (DA ROSA; DA ROSA, 2012). Nesse período foi fundado o Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura (IBECC), responsável por desenvolver projetos de ensino de ciências, como a produção de material de laboratório e textos didáticos (NARDI, 2016).

O desenvolvimento de projetos educacionais científicos entre 1950 e 1960 tinham a finalidade de inserir as ciências como elemento fundamental para o progresso da nação. Havia ficado claro, em 1953, quando a União Soviética colocou em órbita o satélite Sputnik, adiantando-se aos E.U.A. na corrida espacial, que a educação científica era de interesse público e, portanto, político (A SYMPOSIUM REFLECTING ON SPUTNIK: LINKING THE PAST, PRESENT, AND THE FUTURE OF EDUCATIONAL REFORMS, 1997). Com isso a produção de textos, o desenvolvimento e a utilização de materiais experimentais, o treinamento de professores e a permanente atualização e valorização dos conteúdos a serem ensinados passaram a ser características desses projetos.

Entretanto, o IBECC teve suas atividades afetadas devido a um acordo firmado entre o Brasil, que traduziu e utilizou projetos didáticos de língua inglesa, e os E.U.A, que forneceu os projetos originais. Isso influenciou o contexto educacional brasileiro durante a chamada 'era dos projetos'. Entre os projetos mais conhecidos e traduzidos para o português existem: o Physical Science Study Committee – PSSC, para ensino de Física e elaborado no MIT, nos E.U.A, considerado como marco no ensino da disciplina no Brasil; *Physics Project Course*, também para o ensino de Física e desenvolvido em Harvard, nos E.U.A.; *Nuffield*, de ensino de Física desenvolvido na Inglaterra; *Chemical Bond Approach*, de ensino de Química; *Biological Science Curriculum Study* – BSCS, de ensino e Biologia; *School Mathematics Study Group*, de ensino de Matemática (GASPAR, 1997; KRASILCHIK, 2000; DA ROSA; DA ROSA, 2012; NARDI, 2016).

Apesar de toda revolução causada na percepção do ensino de ciências os projetos pecaram por pouco considerar os aspectos sobre a aprendizagem. Há que considerar também as dificuldades de fomentar às escolas os equipamentos necessários para as

práticas experimentais, o que tornou a aplicação dos projetos nas escolas brasileiras restrita ao uso de livros didáticos e da visão pouco crítica sobre ciências dos professores treinados pelo programa. As ciências eram ensinadas em seu caráter positivo sem a discussão de seus pontos negativos. As poucas práticas experimentais mantinham o aspecto de demonstração para confirmação da teoria exposta. Como herança comportamental desse período restou o uso indiscriminado dos livros-texto nas aulas de ciências e a falta de discussão sobre os valores sociais desta (DA ROSA; DA ROSA, 2012).

Em 1961, com a promulgação da lei de diretrizes e bases da educação - lei 4024/61 - os órgãos estaduais passaram a ter autonomia para organizar seus sistemas de ensino, oportunizando assim a adaptação do sistema educacional as diferenciações regionais, possibilidade decorrente do empenho de porcentagens definidas do orçamento da união e dos municípios (KRASILCHIK, 2000; DA ROSA; DA ROSA, 2012).

Com o golpe militar de 1964 o ensino das ciências foi considerado elemento fundamental para se alcançar o desenvolvimento econômico da nação. A partir de então iniciou-se a discussão sobre a relação entre ciência, tecnologia e sociedade em território nacional. Entretanto, a prática dessas discussões nos processos de ensino-aprendizagem ficou distante da realidade, pois continuou a ser a do ensino dito tradicional, de transmissão de conhecimento fundamentado na matematização de conceitos sem qualquer relação com a vida dos estudantes. Prática que também distanciou as atividades experimentais do processo de ensino de ciências (MAZZANTE, 2005; DA ROSA; DA ROSA, 2012).

Na década de 1970 uma nova lei de diretrizes e bases para a educação foi formulada – lei 5692/71, a qual reestruturou o ensino nos seus primeiro e segundo graus, ou seja, na educação básica. A reforma figurava como uma tentativa de estabelecer uma nova ordem social, política e econômica por meio da educação. Na época as liberdades democráticas eram reprimidas pelo governo militar ditatorial, o que teve efeito na aprovação dessas diretrizes educacionais, já que parece não terem sido discutidas exaustivamente com professores, estudantes e a sociedade (GOUVEIA, 1992; KRASILCHIK, 2000; MAZZANTE, 2005).

A imposição da nova educação se fazia sob a política desenvolvimentista que necessitava de um tipo de cidadão que trabalhasse a favor da causa. Com isso, o sistema educacional passou a ser centralizado, burocratizado, como o Estado; autoritário. Apesar disso constava na lei, além da parte comum, a parte diversificada do currículo, podendo e devendo esse ser adaptado às características regionais e sociais de cada estado e município. O documento também faz referência a transformação do ensino secundário num ensino

profissionalizante, que formava auxiliares técnicos e técnicos, o que fazia da aprendizagem dos conteúdos curriculares das ciências um fim e não um meio (MARTINS, 2002; MAZZANTE, 2005).

Com o fim da ditadura militar, em 1985, a estrutura política sofreu mudança. Foi formulado o documento fundamental na proteção da criança e do adolescente brasileiro, o estatuto da criança e do adolescente (ECA), lei 8069, de 1990. A base legal da educação só viria sofrer alterações significativas em 1996, com a promulgação da mais atual lei de diretrizes e bases da educação nacional (MAZZANTE, 2005)

As Leis de Diretrizes e Bases (LDB) mais atuais da educação nacional – LDB 9394/96 – formam o terceiro conjunto específico de leis referentes à educação básica em território brasileiro. A educação escolar básica obrigatória é organizada nos seguintes níveis: pré-escola, ensino fundamental e médio, como disposto no artigo 21 do documento.

Cidadania é uma das preocupações primeiras da educação escolar no que tange a formação de um indivíduo consciente, eficiente e produtivo. Isto fica explícito no artigo 22 do mesmo documento, que diz que, “A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores.” (BRASIL, 1996)

Sobre os conteúdos que devem ser abordados na educação básica, a LDB indica em seu artigo 26 que os currículos devem ter, em qualquer etapa de ensino, em qualquer escola do país uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que abrange o conhecimento sobre o mundo físico e natural.

Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos. (BRASIL, 1996)

Segundo o Ministério da Educação, a BNCC é um documento normativo das aprendizagens essenciais que todos estudantes da Educação Básica, das redes pública e privada, têm garantidos pela constituição federal. Essa referência visa garantir equidade e qualidade no ensino das disciplinas em território nacional respeitando as particularidades de cada escola. Também é levado em consideração que a abordagem pedagógica nesse nível educacional está distante das culturas juvenis e do mundo do trabalho (BRASIL, 2018a).

A influência científica e tecnológica na sociedade é prevista na LDB, que determina

o ensino de conceitos relacionados às ciências e às tecnologias a partir do Ensino Fundamental, prolongando-se até o Ensino Médio, o qual tem como uma de suas finalidades a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

No artigo 35A da LDB fica determinado que os direitos e objetivos de aprendizagem do EM são estabelecidos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), conforme orientações do Conselho Nacional de Educação (CNE), e classificados em quatro grandes áreas: Linguagens e suas tecnologias, Matemática e suas tecnologias, Ciências da Natureza e suas tecnologias e Ciências Humanas e suas tecnologias.

Numa das propostas da BNCC para o EM há a indicação de que

a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza. (BRASIL, 2018b, p. 537)

Os deveres indicados para as Ciências da Natureza vão ao encontro das tendências contemporâneas da alfabetização científica e do movimento CTS. O conjunto de conhecimentos organizados nessa área, para o Ensino Médio, tem como componentes curriculares a Física, a Química e a Biologia.

O documento dirige o foco para aprendizagem e não ao ensino de disciplinas, o que deixa evidente a preocupação com o desenvolvimento de habilidades e competências. Assim, os conteúdos servem como meio e não como fim. Dessa forma pretende-se a autonomia intelectual dos estudantes (DE MELLO, 1999).

A BNCC propõe que os estudantes aprofundem e ampliem suas reflexões a respeito das ciências e suas tecnologias, tanto no que concerne aos seus meios de produção e seu papel na sociedade atual como também em relação às perspectivas futuras de desenvolvimento tecnológico.

O quadro 1 apresenta os direitos e objetivos de aprendizagem para área das Ciências da Natureza e suas tecnologias encontradas na proposta da BNCC, ou seja, as competências específicas dessa área que devem ser desenvolvidas no EM.

Quadro 1 - Competências das ciências da natureza e suas tecnologias para o Ensino médio

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.
Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.
Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Fonte: BRASIL, 2018a

Como uma das formas de alcançar esses objetivos a LDB prevê, em seu artigo 35-A, que a escola deve promover a educação dos estudantes por meio “do favorecimento à atribuição de sentido às aprendizagens, por sua vinculação aos desafios da realidade e pela explicitação dos contextos de produção e circulação dos conhecimentos” (BRASIL, 1996).

Portanto, a partir do disposto nas bases legais da educação brasileira, o currículo escolar admite um perfil com os seguintes aspectos: contextualizado, interdisciplinar e que incentive o raciocínio e a capacidade de aprender.

Nesse sentido, pode-se entender a contextualização de conhecimentos como a relação entre sujeito e objeto, a partir da qual pode-se constatar as várias formas do ‘conhecer’, ou seja, a variadas maneiras de olhar o mesmo objeto sob perspectivas diferentes. Assim, a contextualização leva à interdisciplinaridade, que pode ir da simples comunicação de ideias até a integração mútua de conceitos diretores, da epistemologia, da terminologia, da metodologia e dos procedimentos de coleta e análise de dados.

Como forma de difundir esses aspectos e orientar professores que buscam novas abordagens e metodologias foram redigidos os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

O documento alerta que

[...] uma proposta curricular que se pretenda contemporânea deverá incorporar como um dos seus eixos as tendências apontadas para o século XXI. A crescente presença da ciência e da tecnologia nas atividades produtivas e nas relações sociais, por exemplo, que, como consequência, estabelece um ciclo permanente de mudanças, provocando rupturas rápidas, precisa ser considerada. (BRASIL, 1999, p.12)

Considera-se que a globalização da ciência e da tecnologia criou formas de

socialização, processos de produção e de definições de identidade individual e coletiva. Desse contexto, surge a necessidade de uma educação científica que rompa com os modelos tradicionais e se comprometa com o novo significado do trabalho e com o sujeito ativo, que se apropriará desses conhecimentos para se aprimorar no mundo do trabalho e na prática social.

Logo, na escolha dos conteúdos curriculares prioriza-se a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico, características que corroboram com o conceito de alfabetização científica e suas dimensões, além de demonstrar preocupação com as condições mínimas exigidas para exercício pleno da cidadania sobre situações que envolvam ciência.

Esses preceitos corroboram com as Diretrizes Curriculares Nacionais, que indicam a necessidade de “romper com a centralidade das disciplinas nos currículos e substituí-las por aspectos mais globalizadores e que abranjam a complexidade das relações existentes entre os ramos da ciência no mundo real” (BRASIL, 2013, p. 183), o que deixa claro a urgência de um ensino de ciências mais próximo de sua dimensão social.

2.4 A abordagem didática da dimensão social das ciências

Para que seja alcançada a alfabetização científica por meio da contextualização e a interdisciplinaridade de conteúdos relacionados com as Ciências da Natureza e suas tecnologias os PCN (BRASIL, 1999) sugerem a adoção de um eixo integrador, que pode ser um objeto de conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção, etc.

A partir de um problema gerador é possível elaborar um projeto educacional, que pode ser um experimento, um plano de ação para intervir na realidade ou uma atividade, sobre os quais são identificados conceitos de cada disciplina que podem contribuir para descrevê-lo, explicá-lo e prever soluções.

Na visão de Freire, a proposição de um problema gerador deve ser feita por meio de um recorte histórico, denominado ‘unidade epocal’. O autor considera que o homem, um ser histórico-social, divide sua história em ‘unidades epocais’, caracterizadas

[...] pelo conjunto de ideias, de concepções, esperanças, dúvidas, valores, desafios, em interação dialética com seus contrários, buscando plenitude. A representação concreta de muitas destas ideias, destes valores, destas concepções e esperanças, como também os obstáculos ao ser mais dos homens, constituem temas da época. (FREIRE, 2014, p.128)

Os temas da época são objetos de estudo que pressupõem um estudo da realidade na qual surgem situações significativas, que exigem o refletir e o agir, o pensar e o fazer, a

teoria e prática, para a discussão, interpretação e representação dessa realidade.

Assim, o que deve ser feito diante aos temas da época “é propor ao educando através de contradições básicas, sua situação existencial, concreta, presente, como problema que, por sua vez, o desafia e, assim, lhe exige resposta...” (FREIRE, 2014, p. 120).

A avaliação e investigação dessas respostas demonstra o nível de percepção da realidade, da visão do mundo dos educandos projetada por meio do pensamento-linguagem e que define o que deve ser trabalhado com eles.

Ao oportunizar ao educando uma interação dialógica não neutra com os temas geradores de uma ‘unidade epocal’ permite-se a interpretação do mundo físico e social de forma significativa; e caso haja a ruptura e apreensão de novos conhecimentos são produzidas reinterpretações sobre os temas, o que sinaliza um processo de desenvolvimento. Com isso, o trabalho didático-pedagógico do professor passa a ser o de criar as possibilidades para a produção e construção do conhecimento pelos estudantes (FREIRE, 1996).

Como forma de organizar o processo de desenvolvimento de habilidades necessárias à produção e construção do conhecimento, que são os objetos que devem ser compreendidos no processo educativo, podem ser elaboradas diferentes abordagens, definidas como conceitual e temática. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

A **abordagem conceitual** admite organização de conhecimentos em dois grupos: processos e conceitos fundamentais. Sobre os ‘processos’ a preocupação é com a aplicação de métodos que regem a utilização dos equipamentos do laboratório para testar as ideias envolvidas numa discussão; no grupo de ‘conceitos’ procura-se discutir os princípios científicos do tema discutido. Esse tipo de abordagem é mais próximo da prática pedagógica tradicional e pode ser classificado na dimensão procedimental e conceitual da alfabetização científica.

A **abordagem temática** organiza o conhecimento a partir das contradições sociais/existenciais vivenciadas pelos estudantes/comunidade. Nela busca-se uma compreensão mais crítica sobre a produção da ciência e suas implicações sociais. Pode-se dizer que a abordagem temática é ontológica, portanto, contextualizada e interdisciplinar.

O desenvolvimento da dinâmica didático-pedagógica de abordagens temáticas pode ser sistematizado em momentos pedagógicos, conforme o proposto por Delizoicov (1982, 1983, 2001), a saber:

- a) **problematização inicial**, na qual apresentam-se situações reais aos alunos de modo que sejam desafiados a expor o que pensam e ao fim dessa etapa sintam necessidade de aquisição de outros conhecimentos para enfrentar as situações propostas como problemas;
- b) **organização de conhecimentos**, na qual os conhecimentos necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial são sistematicamente estudados por meio do emprego de atividades variadas;
- c) **aplicação do conhecimento**, na qual o conhecimento incorporado pelo estudante é utilizado para analisar e interpretar as situações propostas inicialmente, assim como outras.

Entretanto, para que se possa fazer uma abordagem temática deve-se ter como referência as sequências curriculares vigentes, como as que são geralmente apresentadas em livros didáticos (WATANABE; KAWAMURA, 2009).

Apesar disso, não há necessidade do uso do livro didático como principal instrumento de trabalho do professor. O uso crítico e sistemático de livros paradidáticos, revistas, filmes, internet, jogos, espaços de divulgação científica, como museus, laboratórios abertos, planetários, parques especializados, exposições, feiras, é frequentemente vinculado a um ensino de ciências mais dinâmico e significativo (MORÁN, 1995; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002; ZANETIC, 2005; PIASSI, PIETROCOLA, 2006).

2.5 A abordagem temática de espaços não formais no ensino de ciências

Como forma de buscar melhores resultados no que diz respeito à alfabetização científica e ao ensino de ciências é indicado na literatura, nacional e internacional, como meio alternativo ao ensino tradicional das ciências, a visita aos Museus de Ciências, Centros de Ciências e Tecnologia (MCCT), espaços nos quais se oportuniza a descoberta do mundo científico por múltiplos caminhos (exibições, experiências interativas, jogos, visitas guiadas, etc) (RANDLER; KUMMER; WILHELM, 2012; FILIPPOUPOLITI; KOLIOPOULOS, 2014; SEVDALIS; SKOUNIOS, 2014; LIBRELON; JACOBUCCI; OLIVEIRA, 2011; MONTEIRO *et al*, 2016).

Neste trabalho, considera-se ainda a importância de visitas a laboratórios, centros e institutos de pesquisa, abertos a essa atividade. Esses espaços serão agregados ao conjunto dos MCCT. Para Caramello *et al* (2010) o objetivo das visitas a esses espaços não é

somente introduzir uma discussão sobre os conteúdos científicos, mas também de familiarizar o público com a construção da ciência.

Alternativas como essas deixam latente a oportunidade de tirar os estudantes da escola para educá-los em outros ambientes. Entretanto, para melhor definir os papéis da escola, dos MCCT, e da possível relação entre as instituições adotaremos a tripartição do universo educacional proposta em Trilla, Ghanem e Arantes (2008), representada na figura 5.

Figura 5 – Tripartição do universo educacional

Fonte: TRILLA; GHANEM; ARANTES, 2008

Nesse modelo de universo educacional, que consideramos como conjunto de todo processo educacional, tem seus subconjuntos nascidos na década de 1960 e 1970, num contexto de discursos reformistas da crise da educação, dentre os quais Trilla indica o de Coombs (1968), que já enfatizava a necessidade de alternativas aos meios de educação escolar. Essas alternativas foram classificadas em formais, não formais e informais.

O autor propõem a discussão sobre os limites “a” e “b” do modelo, indicados na figura 5, para se chegar as seguintes definições no problema dessa tripartição. Sobre o limite “a” dizem que:

[...], estaríamos diante de um caso de educação informal quando o processo educacional ocorre indiferenciada e subordinadamente a outros processos sociais, quando aquele está indissociavelmente mesclado a outras realidades culturais, quando não emerge como algo diferente e predominante no curso geral da ação em que o processo se verifica, quando é imanente a outros propósitos, quando carece de um contorno nítido, quando se dá de maneira difusa (que é outra denominação da educação informal). (TRILLA;GHANEM; ARANTES, 2008, p.37)

Assim temos a educação informal (EI) como um processo natural que ocorre

durante a vida de qualquer indivíduo por meio de suas experiências diárias e de sua relação com o meio.

Do outro lado da linha “a” temos a educação formal (EF), que pode ser definida pelas palavras de Scribner e Cole (1973, p.555)¹:

Drawing on recent anthropological discussions, we can provisionally define formal education as any process of cultural transmission that is (i) organized deliberately to fulfill the specific purpose of transmission, (ii) extracted from the manifold of daily life, placed in a special setting and carried out according to specific routines, and (iii) made the responsibility of the larger social group.

A partir dessa definição é natural a associação com a ideia de escola. Entretanto isso causa um problema referente ao limite “b”, que distingue a EF da não formal (ENF). As duas classes têm em suas características a intencionalidade da ação, o objetivo explícito de aprendizagem e se apresentam como processos específicos e diferenciados. Para diferenciação se recorre a critérios bastante diferentes: o metodológico, que trata dos procedimentos utilizados no processo de ensino; e o estrutural, que se relaciona com a inclusão ou exclusão do sistema educativo nos termos legais. Esses critérios causam uma incompatibilidade como, por exemplo, no caso de uma universidade a distância, que seria ENF considerando o primeiro critério, mas seria EF ao considerarmos o segundo.

Entretanto, a proposta de combinar o EF com o ENF e EI, é segundo Trilla, Ghanem e Arantes (2008, p.53), “a vontade de configurar um sistema educacional que facilite ao máximo que cada indivíduo possa traçar seu itinerário educacional de acordo com sua situação, suas necessidades e seus interesses.”

Tal vontade pode ser traduzida no questionamento Freire (1996, p.30), “Por que não estabelecer uma “intimidade” entre os saberes curriculares fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos?”

As Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica brasileira (DCN) têm como referência a ideia de que a escola deve proporcionar

[...] situações práticas a partir das quais seja possível perceber que não há uma única visão de mundo, portanto, um fenômeno, um problema, uma experiência, podem ser descritos e analisados segundo diferentes perspectivas e correntes de pensamento, que variam no tempo, no espaço, na intencionalidade”. (BRASIL, 2013, p.33)

Com isso, a visita a um laboratório, centro ou instituto de pesquisa passa a ser uma

¹ Em tradução livre: Tomando forma em discussões antropológicas recentes, podemos provisoriamente definir educação formal como qualquer processo de transmissão cultural que é (i) organizado deliberadamente para cumprir a proposta específica de aprendizagem, (ii) extraído muitas vezes da vida cotidiana, colocada em uma configuração especial e realizada de acordo com rotinas específicas, e que (iii) torna-se responsabilidade de um grande grupo social.

ótima oportunidade para criar uma situação de aprendizagem significativa, crítica e interdisciplinar, discutindo seu caráter político, científico, tecnológico e social, características que corroboram com os ideais do movimento CTS (FREIRE, 1996, 2011, 2014; SANTOS, 2007; AULER; DELIZOICOV, 2001; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

É interessante a visão de Marafon (2011, p.9) sobre a importância dos trabalhos de campos na relação entre os conceitos, as experiências e as palavras:

Uma das funções mais importantes dos trabalhos de campo é transformar as palavras e os conceitos em experiências, em acontecimentos reais para a concretização dos conteúdos. Assim, por meio da observação e da realização de entrevistas e questionários, os pesquisadores e estudantes irão apreendendo a realidade.

Todavia, o autor reforça a necessidade do planejamento do trabalho de campo sugerindo que a área visitada seja previamente contextualizada e que os estudantes sejam devidamente orientados sobre os procedimentos que serão adotados durante a aula de campo; é também indicada a importância da socialização em sala de aula do que foi observado no campo.

Igualmente, é ocasião para o levantamento de temas geradores para o ensino de conceitos científicos previstos nas bases legais da educação brasileira e que estejam relacionados aos campos de pesquisa observados durante a visita, dando assim um sentido social para a ciência (WATANABE; KAWAMURA, 2015).

Logo, é pertinente a elaboração de projetos educacionais para o ensino de ciências que façam abordagens temáticas buscando a relação entre os saberes curriculares e a experiência social produzida durante uma visita a um MCCT. Ao compreender os papéis da escola e dos espaços não formais configuram-se estratégias alternativas na relação entre educar, aprender e dinamizar os processos educativos atuais.

Para organizar a abordagem temática de um MCCT Caramello *et al* (2010) sugere a consideração de aspectos como natureza da ciência, natureza da tecnologia, natureza da sociedade, efeitos da ciência sobre a tecnologia, efeitos da tecnologia sobre a sociedade, efeitos da sociedade sobre a ciência, efeito da ciência sobre a sociedade, efeito da sociedade sobre a tecnologia, efeito da tecnologia sobre a ciência, quando se deseja relacionar Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Na visão do grupo,

[...] considerar esses aspectos ao abordar determinado tema implica em buscar esclarecer, dentre outras coisas, que a ciência é uma construção social; que a sociedade sofre mudanças devido ao desenvolvimento científico e tecnológico;

que a produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas; que a tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo; que por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica e que a disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos. (CARMELLO et al, 2010, p.4)

A partir disso, é sugerida uma organização na qual são formados quatro grupos de informações: aspectos tecnológicos, aspectos científicos, aplicações e aspectos sociais.

Os 'aspectos tecnológicos' tratam de assuntos que relacionam a pesquisa no laboratório com questões tecnológicas, aspectos como a metodologia e técnicas aplicadas no laboratório, incluindo a organização e estrutura para a manutenção do mesmo, assim como os instrumentos utilizados.

Os 'aspectos científicos' tratam de questões e conceitos importantes para o desenvolvimento da ciência, incluindo a pesquisa em física básica e aplicada. Necessidades e importância da realização de pesquisas para o desenvolvimento científico e tecnológico, além de assuntos de natureza mais epistemológica que permeiam a relação entre a teoria e experimentação, devem ser classificadas assim.

Por 'aplicações' podemos compreender o uso da estrutura científica e tecnológica na resolução de problemas de outras áreas, como medicina e agronomia.

Sob os 'aspectos sociais' encontram-se situações que podem potencializar discussões próximas a realidade dos alunos.

A figura 6 representa o esquema geral das possíveis abordagens de um objeto de conhecimento relacionado com MCCT.

Figura 6 – Esquema de abordagens de objetos de conhecimento relacionados com MCCT.

Fonte: autoria própria

É evidente a importância dos MCCT como espaços autônomos na construção e promoção da educação científica já que estes lugares promovem diversos tipos de aprendizagem por meio do uso irrestrito de variadas linguagens. A literatura apresenta um crescente número de artigos sobre a relação MCCT e escola, o que indica tentativas de ações colaborativas entre as instituições (MONTEIRO *et al*, 2016).

Entretanto, Monteiro *et al* (2016) alertam que a maioria dos estudos discutem a relação entre MCCT e as escolas no contexto dos MCCT e que são poucos os que tratam dessa relação a partir dos pontos de vista das escolas, dos professores e dos estudantes. A falta de compreensão dessa relação, no sentido professor-MCCT, estudante-MCCT e, portanto, escola-MCCT pode configurar-se como uma dificuldade no desenvolvimento de ações colaborativas entre os MCCT e as escolas.

Com a dificuldade em alterar a estrutura curricular das escolas se torna interessante entender o impacto da ENF sobre o público da EF. Entender ‘o quê’ e ‘o como’ os estudantes apreendem durante uma visita a um MCCT é essencial para estruturação e desenvolvimento de projetos educacionais que tenham como finalidade a aproximação das instituições. Isso pode ajudar tanto na evolução positiva da alfabetização científica no país, quanto na apreciação dos MCCT pela população em idade escolar, valorizando o patrimônio público.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Este trabalho parte do questionamento sobre a contribuição de espaços de ENF na alfabetização científica de estudantes de espaços de EF. O interesse é o de investigar como a visita a um MCCT contribui com o aprendizado da dimensão social da ciência por estudantes de ensino médio.

Para tanto foi desenvolvida uma pesquisa-ação, definida por Thiollent (1986, p.14) como

um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

No campo educacional Tripp (2005, p. 445) diz que o método “é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos”.

Nesse tipo de investigação os participantes têm algo ‘a fazer’ e ‘a dizer’ a partir de uma ação proposta pelo pesquisador, a fim de exercer papel ativo sobre a realidade dos fatos observados. A atitude do pesquisador é o de ‘escutar’ e ‘elucidar’ os efeitos da ação proposta no ‘fazer’ e ‘dizer’ dos envolvidos na pesquisa-ação isentando-se de suas próprias concepções (THIOLLENT, 1986; TRIPP, 2005; MALLMANN, 2015).

Neste trabalho o objetivo da pesquisa-ação é avaliar ‘como’ uma visita ao INPE contribuiu para o aprendizado da dimensão social do conteúdo sobre órbitas e satélites, por estudantes do ensino médio. A avaliação foi realizada sobre ‘o quê’ os estudantes demonstraram apreender.

Em linhas gerais pode-se dizer que este trabalho: a) investiga a tomada de consciência dos estudantes sobre o conteúdo; b) produz conhecimento sobre a ação colaborativa entre um MCCT e a escola, a partir do ponto de vista dos alunos.

Assim, o objetivo pode ser dividido em dois: o prático, relacionado a ação, que é o planejamento, a execução, o monitoramento e a avaliação de uma abordagem temática a sede do INPE; e o de conhecimento, que é a investigação da ação colaborativa do MCCT na aprendizagem dos estudantes.

O desenvolvimento da pesquisa-ação ocorre em quatro as fases: planejamento, ação, observação e reflexão, como representado na figura 7 (LEWIN, 1946; CARR;

KEMMINS, 1986; ANGULO RASCO, 1990; TRIPP, 2005; MALLMANN, 2015).

Figura 7 - Representação das quatro fases do ciclo básico da pesquisa-ação

Fonte: TRIPP, 2005

Nessa espiral cada ‘momento’ busca em seu antecessor a justificativa para a realização do ‘momento’ posterior. Assim, o ‘planejar’ busca prospectar o ‘agir’ a partir da ‘avaliação’. Na ‘ação’ se assume o risco do ‘plano’ cujos efeitos e problemas são monitorados e ‘descritos’. A partir da ‘descrição’ da ‘ação’ são realizadas ‘avaliações’, que por sua vez orientam novos ‘planos’. Dessa forma o ‘plano’ e ‘ação’ são considerados processos de construção enquanto a ‘descrição’ e a ‘avaliação’ como processos de reconstrução. Carr e Kemmins (1986, p.186) relacionam esse esquema com a problematização sugerida por Freire (2014).

A metodologia deste trabalho é descrita em duas partes. A primeira aborda o planejamento e a ação; a segunda aborda a descrição e avaliação.

3.1 Primeira parte: O planejamento e a ação

Para alcançar o objetivo proposto foi feita uma abordagem temática, sistematizada em momentos pedagógicos – problematização, aquisição de conhecimento e aplicação - a partir da unidade epocal conhecida como Guerra Fria, ocorrida no século XX, na qual houve a chamada corrida espacial e que, portanto, permite a abordagem de temas e conceitos científicos relacionados a satélites e suas órbitas em aulas da componente curricular Física.

As tecnologias aeroespaciais, como os satélites, associam-se a temas estruturadores do ensino de Física, como, por exemplo, ao estudo de movimentos, a transmissão de sons e imagens, a compreensão de interações gravitacionais, além de temas estruturadores de outras áreas, o que representa o potencial de seu caráter interdisciplinar (BRASIL, 1999).

Pode-se relacionar objetivos de aprendizagem encontrados na proposta da BNCC (BRASIL, 2018a) com o tema satélites e órbitas. As habilidades da área das Ciências da Natureza que podem ser alcançadas na discussão do tema são apresentadas no quadro 2.

Quadro 2 - Habilidades das Ciências da Natureza encontradas na proposta da BNCC relacionadas com o conteúdo de satélites e órbitas.

(EM13CNT204) Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.
(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos.
(EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

Fonte: BRASIL, 2018a

Nos PCN+ (BRASIL, 2002), documento nacional que serve como orientação educacional complementar aos PCN, são indicadas outras competências, de dimensão social, que podem ser desenvolvidas durante uma abordagem temática, como articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento; compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social; compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea; reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social; reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.

Com isso, um tema quando levado à sala de aula deve evidenciar as relações mais complexas, tanto no que se refere aos aspectos conceituais quanto aos sociais, políticos e econômicos.

3.1.1 Grupo investigado

As ações desenvolvidas neste trabalho foram executadas no ambiente de uma escola privada, de ensino médio, localizada na cidade de Taubaté, na Região Metropolitana do Vale do Paraíba (RMVP), no estado de São Paulo, Brasil.

O nível socioeconômico do público atendido pela escola pode ser indicado como sendo muito alto, de acordo com índice proposto pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), que situa os estudantes atendidos pelas unidades escolares em um estrato definido pela posse de bens domésticos, renda e contratação de serviços pela família dos alunos e pelo nível de escolaridade de seus pais; os dados utilizados são as respostas dadas pelos alunos no questionário contextual do ENEM (BRASIL, 2014).

A escola utiliza sistema de ensino apostilado, com planejamento de conteúdos distribuídos em quantidades de aulas pré-definidas. No manual do professor, da disciplina física, encontram-se os objetivos e orientações básicas para encaminhamento das aulas. Apresenta-se no início de cada aula uma situação problema ligada ao assunto trabalhado. Em algumas, sugere-se o uso de experimentos como forma de demonstração de alguns fenômenos. É indicado ao fim de todas aulas a efetuação de exercícios propostos, de carácter teórico conceitual, geralmente de exames vestibulares e que variam de quantidade. A duração das aulas é de quarenta e cinco minutos, com seis aulas no dia.

Foram escolhidas as turmas do segundo ano do ensino médio do ano 2016, denominadas *Sigma* e *Kappa*, constituídas por 80 jovens, com idades entre 15 e 17 anos. Nessa série o material didático de física contempla a unidade curricular sobre gravitação. Na unidade apresentam-se os conceitos de gravidade e de força gravitacional, que servem para explicar a possibilidade de um corpo de massa menor orbitar outro de massa maior, o que por sua vez permite a discussão sobre satélites e suas tecnologias.

3.1.2 A sequência didática

Com o intuito de orientar a prática didático-pedagógica para o objetivo deste trabalho, que é avaliar como uma visita ao INPE contribui para o aprendizado da dimensão social do conteúdo sobre órbitas e satélites, a pesquisa-ação constituiu-se de três ciclos, formando uma sequência didática composta por seis aulas (Quadro 3).

O primeiro ciclo, correspondente a duas aulas, teve como objetivo apresentar e problematizar o assunto órbitas e satélites. Para isso foi realizada uma aula expositiva sobre a relação entre órbitas, satélites e a corrida espacial, ao fim da qual foram enunciadas três questões: Por que é importante ir ao espaço? Que benefícios tivemos nisso? Que

problemas passaram a existir? que foram trabalhadas com os estudantes por meio da estratégia de ensino *Think Pair Share* (TPS), utilizando fichas para anotação (APENDICE A). A atividade serviu como avaliação diagnóstica do que os estudantes conhecem sobre o assunto.

Quadro 3 – Organização da sequência didática

Momento pedagógico	Quantidade de aulas	Objetivo	Estratégia de ensino	Instrumento de Avaliação
Problematização do tema	2	Apresentar e Problematizar o tema satélites e órbitas	<i>Think Pair Share</i>	Ficha da atividade TPS
Organização do Conhecimento	2	Fornecer conhecimentos básicos e específicos sobre o tema	Estudo de Texto	Questionário Eletrônico
Aplicação do Conhecimento	2	Investigar como a produção de satélites influencia a sociedade brasileira	Estudo do Meio	Ficha de Observação da Paisagem

Fonte: autoria própria

A partir do avaliado na atividade TPS foi planejado o segundo ciclo de atividades, também de duas aulas, visando a aquisição de conhecimento sobre satélites e órbitas, o qual foi realizado por meio do estudo de texto. O texto utilizado foi um excerto da obra ‘Os satélites e suas aplicações (FLORENZANO, 2008), que corresponde aos cinco primeiros tópicos do livro: O que é um satélite; Os tipos de órbita; Composição de um satélite; Sensores: os olhos do satélite; A finalidade dos satélites. O texto do livro é escrito em linguagem simples, acessível aos jovens. Foi estabelecido um intervalo de tempo de dez minutos para a leitura, que foi orientada a responder as seguintes questões: O que é um satélite artificial? Quais tipos de órbitas existem? E qual a finalidade de um satélite artificial? Para avaliar a compreensão do texto e a evolução da aprendizagem foi proposto um questionário virtual, elaborado com a ferramenta virtual *Google Forms*. Foi permitido o uso de smartphones e da internet para responder o documento. O questionário é composto por 10 questões, entre múltipla escolha e de seleção, todas relacionadas com o texto (APÊNDICE B).

O terceiro ciclo da pesquisa-ação foi a visita ao Laboratório de Integração e Testes (LIT), na sede do INPE, visando a imersão dos estudantes na realidade brasileira de produção de satélites, e mais duas aulas. Os jovens foram informados antecipadamente do objetivo da visita, que era a de investigar como a produção de satélites influencia a sociedade brasileira. A partir disso eles deveriam observar o local e fazer perguntas ao guia da visita. Durante o estudo do meio eles foram orientados a registrar suas observações numa ficha (APÊNDICE C). A ficha utilizada na atividade não tem como intenção ser ideal; existem campos para identificação do estudante e do local visitado; para anotação de observações sobre os aspectos físicos e humanos; e para redação de um texto dissertativo sobre as conclusões formuladas pelos estudantes com a visita. Podem ser associados a essas fichas registros sonoros e fotográficos. Após a visita os estudantes completaram a ficha em casa, registrando suas percepções do ambiente visitado, o que foi compartilhado posteriormente por cada um em sala de aula.

Pode-se considerar a visita como parte diversificada do currículo, harmonizada com a Base Nacional Comum Curricular e articulada com o contexto histórico, econômico, social, ambiental e cultural da região metropolitana do Vale do Paraíba paulista.

3.1.3 As estratégias de ensino utilizadas

Think, Pair, Share

O *Think, Pair, Share* (TPS) - 'Pense, Discuta, Compartilhe' em tradução livre para o português - é uma estratégia de ensino pautada na aprendizagem ativa, democrática por natureza e que torna os membros de um grupo mais flexíveis e a comunidade compartilhadora de conhecimentos e experiências.

É uma estratégia de ensino que leva em conta a interação social e possui três etapas: I - Inicialmente os estudantes recebem uma questão para pensar individualmente; II - formam-se duplas para discussão das respostas com os parceiros; III - compartilha-se as ideias discutidas na etapa II com a turma; todas etapas ocorrem com intervalos de tempo definido. Isso permite que os estudantes avaliem novas ideias e, se necessário, esclareçam e reorganizem essas antes de apresentar ao grupo maior (AZLINA, 2010; PRAHL, 2017).

Essa estratégia tem sido recomendada por seus benefícios, que permitem aos estudantes se expressarem, refletirem sobre seus pensamentos e fornecem retorno

instantâneo sobre o entendimento deles sobre o assunto. Alguns trabalhos têm apontado o aumento do engajamento dos estudantes nas aulas em que essa estratégia é utilizada (AZLINA, 2010; KOTHIYAL *et al*, 2013; BAMIRO, 2015; SHIH; REYNOLDS, 2015; PRAHL, 2017; MORENO VAZ DOS REIS; BARRETO, 2017).

Para facilitar a organização dos estudantes em relação às informações que surgem com a atividade podem ser utilizadas fichas de registro, como a do APÊNDICE A, que foi utilizada no desenvolvimento desta investigação.

A ficha é de uso individual e apresenta campos para a identificação dos estudantes e da série em que se encontra. Caso a discussão se faça a partir de textos existe na ficha um campo para citação do mesmo. Nas colunas, da esquerda para a direita, encontram-se as áreas para anotação do problema proposto, do que o estudante pensa sobre o problema, do que o parceiro pensa e do que é compartilhado com a sala.

Estudo de texto

Apesar de ser comum o uso de textos em aulas de ciência são considerados poucos os trabalhos que investigam sua utilização, nos que existem fica registrado que o uso de textos pode contribuir para enriquecer o ensino trazendo novas questões, ampliando a visão de ciência e de mundo de estudantes e professores, oportunizando inovações metodológicas e de recursos de ensino, contextualizando o conteúdo ensinado, motivando, e mesmo aprofundando determinados assuntos (SALÉM; KAWAMURA, 1996; ALMEIDA, 1998; ALVETTI, 1999; TERRAZZAN, 2000; MELO; HOSOUME, 2003; MARTINS; NASCIMENTO; DE ABREU, 2004; GARCEZ PEREIRA; TERRAZAN, 2011).

O estudo de texto é definido como a exploração de ideias de um autor a partir do estudo crítico de um texto e/ou a busca de informações e exploração de ideias dos autores estudados (ANASTASIOU; ALVES, 2004).

O uso de textos permite que o professor se assuma mediador entre o aluno ativo, o sujeito epistêmico e o objeto de estudo apresentado no texto. A leitura compreensiva, a discussão sobre as ideias propostas no texto e a descoberta de novas ideias leva à novas formas de pensar, de interpretar e, portanto, à construção de outras ideias sobre o mundo (GRILLO; FREITAS, 2008).

Contudo, o uso arbitrário dos textos em sala de aula pode causar a falta de significação. A abordagem inadequada de textos, sem contexto e questionamentos prévios,

faz com que os estudantes não tenham a necessidade de saber mais. Logo, é de extrema importância a definição de objetivos, ou seja, o para quê se lê o que se lê (GRILLO; FREITAS, 2008, p.140).

A partir disso, a proposição de questões pelo professor auxilia a compreensão sobre o texto além de servir de exemplo para que os estudantes consigam formulá-las. A busca pelas respostas faz o estudante retirar do texto tudo o que ele pode fornecer e nessa atividade é gerado o confronto de palavras, as do autor e as do leitor. Por meio desse confronto o estudante tem a oportunidade de compreender o sistema de significação do autor, códigos específicos, contextos, entre outros aspectos presentes no texto.

Ainda segundo Grilo e Freitas (2008), o texto pode ser utilizado em atividades de reconhecimento textual, nas quais objetiva-se a identificação daquilo que já é conhecido e do que é novidade para os leitores, ou de habilidades cognitivas mais complexas, como relacionar, classificar, criticar, sintetizar as ideias envolvidas no texto.

Tal estratégia pode ser implementada em sala de aula com auxílio de tecnologias da informação e comunicação (TIC). Testes conceituais podem ser apresentados e realizados por meio de ferramentas de pesquisa baseados na web, como, o gratuito, *Google Forms*. Caso não haja a possibilidade de se recorrer a ferramentas baseadas na web pode-se utilizar cartões respostas ou questionários.

Estudo do Meio

Estudo do meio é compreendido como uma estratégia de ensino, que visa proporcionar para alunos e professores contato direto com uma determinada realidade (CAVALCANTI, 2002; BUENO, 2009; LOPES; PONTUSCHKA, 2009). A atividade se concretiza pela imersão orientada na complexidade de um determinado espaço, que pode ser um espaço ENF, no qual ocorre o estabelecimento de um diálogo com o mundo, com o intuito de verificar e de produzir novos conhecimentos. Com isso, pode-se “tornar mais significativo o processo ensino-aprendizagem e proporcionar aos seus atores o desenvolvimento de um olhar crítico e investigativo sobre a aparente naturalidade do viver social.” (LOPES; PONTUSCHKA, 2009, p.174).

Lopes e Pontuschka (2009) apresentam etapas que devem fazer parte do planejamento do trabalho, como: A opção pelo espaço e tema a serem estudados; A definição dos objetivos e o planejamento; Elaboração do caderno de campo; O roteiro e o cronograma das atividades a serem desenvolvidas durante a pesquisa de campo; O trabalho

de campo; A sistematização dos dados coletados na pesquisa/trabalho de campo; Avaliação e divulgação dos resultados.

Correa Filho (2015) apresenta uma organização que considera três momentos: o planejamento, a operacionalização e a socialização e verificação da aprendizagem. No primeiro, o autor sugere as seguintes perguntas como orientadoras do planejamento: Para que realizar a aula de campo? Quais professores participarão? Qual tema será explorado? Onde vou realizar o estudo? Quando vou realizar a aula? Que método de análise da paisagem será utilizado? Quantos alunos devem participar da aula de campo? Como vou conduzi-los? Quais documentos e autorizações são necessárias?

Verdum e Puntel (2010) sugerem para um melhor aproveitamento da aula de campo a escolha de um método de análise de paisagem, que se divide em análise descritiva, sistemática e perceptiva. A primeira se caracteriza por ter como base a descrição da morfologia da paisagem. A segunda, por combinar os elementos físicos, biológicos e sociais. A terceira, perceptiva, se caracteriza por representar uma 'marca' e uma 'matriz'. 'Marca' por ser a paisagem uma realidade passível de ser inventariada; 'matriz' por ser produto da imaginação, uma representação dessa realidade pelas imagens expressadas pelo indivíduo e o coletivo.

Durante o trabalho de campo é comum os estudantes registrarem suas observações em cadernos, que pode ser substituído por uma ficha estruturada de observação.

3.1.4 O INPE como espaço de educação não-formal

Espaços de ENF têm em suas características a intencionalidade da ação, o objetivo explícito de aprendizagem e se apresentam como processos específicos e diferenciados. Podem ser diferenciados de espaços de EF por critérios metodológicos de ensino e estruturais em relação ao sistema educacional.

O INPE possui entre seus valores o de comunicação, que preza pela “interação permanente com a sociedade para atendimento de suas necessidades e divulgação dos resultados do Instituto, facilitando o acesso à informação, produtos e serviços gerados.” (INPE, 2017). O instituto mantém uma programação permanente de visitas as suas instalações, sejam elas individuais ou em grupo. A visita conta com um Centro de Visitantes e um Mini Observatório, o que caracteriza a intencionalidade da ação de educar e o objetivo com relação a aprendizagem do visitante.

O caráter estrutural se distingue da instituição escolar pois não tem como intuito certificar ou diplomar estudantes do nível fundamental e médio, não tendo assim nenhum

vínculo com o sistema básico de educação, apesar de oferecer cursos de pós-graduação *stricto sensu*.

Sobre os critérios metodológicos de ensino oferecidos pelo INPE durante a visita observa-se a utilização de exposições orais por guias e palestrantes, o que aproxima a ação da prática pedagógica tradicional.

A partir disso, para auxiliar na elaboração de uma proposta alternativa de ação colaborativa entre escola e a sede do INPE, como espaço de ENF, foram utilizados como referência os objetivos de aprendizagem, evidenciados no quadro 2, e as orientações para articular centros de pesquisa e escola básica, propostas por Caramello *et al* (2010).

Na abordagem temática de um espaço de ENF o objetivo é apenas elencar alguns assuntos que possam servir de vínculo entre os objetivos de aprendizagem escolares e os espaços de ENF (CARAMELLO *et al*, 2010).

Ao aplicarmos a estrutura dessa abordagem na relação do INPE com o assunto de satélites e órbitas evidencia-se o potencial do instituto como articulador na aprendizagem de conhecimentos escolares.

Sobre o assunto de tecnologias aeroespaciais, Mourão (1999, p.22) diz

Todos esses projetos, além de alterar o status das nações, deverão aumentar terrivelmente a atual lacuna tecnológica que existe entre os países em via de desenvolvimento e aqueles que estão em via de se tornarem as supercivilizações do futuro. Parece que só sobreviverão as nações que tiverem uma tecnologia espacial altamente desenvolvida, que lhe permita ultrapassar o seu desnível tecnológico.

Com isso, justifica-se a importância do INPE para o Brasil. O instituto foi criado a partir do Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais, formado em 1961, nos primórdios da Guerra Fria entre E.U.A e a U.R.S.S.. Tem como missão “produzir ciência e tecnologia espacial e do ambiente terrestre e oferecer produtos e serviços singulares ao Brasil” (INPE, 2017).

Hoje conta com pesquisas e desenvolvimentos nas áreas de Ciências Espaciais e atmosféricas, Previsão do Tempo e Estudos Climáticos, Engenharia e Tecnologia Espacial, Observação da Terra, Ciências do Sistema Terrestre, Rastreo e Controle de Satélites, Laboratório de Integração e Testes e Laboratórios associados para desenvolvimento de campos a fins ao INPE (INPE, 2017).

Tamanha estrutura está preparada para receber qualquer cidadão interessado em conhecer os trabalhos desenvolvidos no instituto, fato que contempla estudantes e professores de escolas de Ensino Médio da região e de todo o Brasil. Tal prática permite

oportunizar a aproximação dos conhecimentos conceituais escolares sobre Gravitação de uma realidade mais palpável, já que num mesmo lugar podem-se observar várias aplicações científicas e tecnológicas, e suas implicações sociais, como no caso da meteorologia e da prevenção de desastres.

Neste trabalho a visita planejada contemplou o Laboratório de Integração e Testes (LIT), que foi especialmente projetado e construído para atender às necessidades do Programa Espacial Brasileiro. Além de desenvolver atividades no ramo espacial, atualmente, o LIT é considerado um dos instrumentos mais sofisticados e poderosos na qualificação de produtos industriais que exijam alto grau de confiabilidade. O Brasil faz parte de um seleto clube das nações que possuem tecnologia para desenvolver satélites artificiais; o país é o único do hemisfério sul do planeta a alcançar esse feito. O sucesso que vem marcando as atividades tecnológicas relacionadas a satélites deve ser creditado, em grande parte, ao desempenho do LIT.

No sítio virtual do laboratório (INPE, 2017) encontra-se que

as atividades de montagem, integração e testes de um satélite artificial a ser colocado em órbita da Terra correspondem a conjuntos de procedimentos e à execução de uma sequência de eventos logicamente inter-relacionados, cujo propósito é obter um alto grau de confiança no funcionamento do satélite, quando este estiver em órbita, ou seja, garantia de que todos os parâmetros de projeto e de desempenho especificados serão alcançados. Neste sentido, todas as condições ambientais, nas quais o satélite fica sujeito, desde seu lançamento até sua operação em órbita, são simuladas em laboratório. Condições simuladas compreendem as vibrações mecânicas e acústicas, que ocorrem durante seu lançamento; as condições de vácuo e temperaturas adversas, que ocorrem durante sua operação em órbita e a susceptibilidade às radiações eletromagnéticas, que ocorrem no espaço ao redor de sua órbita.

A constante atualização do laboratório permite fomentar o desenvolvimento dos programas espaciais brasileiros com a aplicação das tecnologias mais avançadas e modernas. A capacitação do LIT tem permitido o envolvimento do Brasil em programas de cooperação internacional na área espacial, como o CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite).

Tudo isso contribui, com grande potencial, para oportunizar uma abordagem temática, voltada para as dimensões sociais das ciências aeroespaciais.

3.2 Segunda parte: A descrição e avaliação

3.2.1 A coleta de dados

Os dados coletados na investigação de como uma visita ao INPE contribuiu para o aprendizado da dimensão social do conteúdo sobre órbitas e satélites por estudantes do ensino médio, foram obtidos por meio dos instrumentos de avaliação propostos nas estratégias de ensino, ou seja, as fichas do TPS e do estudo do meio e do questionário eletrônico. Das fichas obteve-se o registro escrito do pensamento dos estudantes sobre o tema e do questionário obteve-se dados quantitativos sobre a aprendizagem de conceitos básicos necessários para compreensão do tema.

3.2.2 O fundamento teórico

Para análise dos dados foram utilizados como fundamentos teóricos os trabalhos de Vygotsky (2007; 2008) sobre desenvolvimento humano e aprendizagem, pois mostram como ocorre a relação de indivíduos com seu ambiente físico e social; quais atividades favorecem esse relacionamento e quais são suas consequências; e a relação entre o uso de instrumentos e o desenvolvimento da linguagem, como no caso da escrita.

Vygotsky (2007), apoiado na ideia de que o conhecimento é fruto da interação entre os homens e entre os homens e o meio em que vivem, de forma que o indivíduo vai significando e ressignificando seu mundo à medida que interage nele e com ele, propõe que a aprendizagem ocorre numa zona psicológica existente entre aquilo que o indivíduo é capaz de resolver por conta própria e o que ele é capaz de fazer sob a orientação de outros, de professores por exemplo. Desse modo, cabe ao professor oportunizar situações de transição entre atividades tuteladas e autônomas, expandido assim os limites do conhecimento real do estudante.

Ele considera que “qualquer situação de aprendizagem com a qual a criança se defronta na escola tem sempre uma história prévia” (VYGOTSKY, 2007, p.94), e isso se deve a experiências empíricas não oriundas de um sistema educacional.

Com foco no desenvolvimento humano, define as dimensões do aprendizado escolar em zonas de desenvolvimento. A primeira, denominada 'zona de desenvolvimento real' (ZDR) é caracterizada pela capacidade de solução independente de problemas por indivíduos. A segunda, 'zona de desenvolvimento potencial', é caracterizada pela capacidade da solução de problemas sob a orientação de alguém mais capaz. A lacuna existente entre essas duas zonas é o conteúdo da 'zona de desenvolvimento proximal'

(ZDP), o que é entendido como aquilo que pode ser desenvolvido no estudante em ambiente escolar, como forma de desenvolver nele competências para alcançar autonomia.

Para Vygotsky, a zona de desenvolvimento proximal é um conceito poderoso nas pesquisas de desenvolvimento, conceito este que “pode mudar de forma acentuada a eficiência e a utilidade da aplicação de métodos diagnósticos do desenvolvimento mental a problemas educacionais.” (VYGOTSKY, 2007, p.99).

O conceito de ZDP será utilizado neste trabalho como fundamento para mostrar a lacuna existente entre o que os estudantes deveriam saber sobre a dimensão social do conteúdo sobre satélites e suas órbitas e o que eles sabem, ou seja, o que se deve ensinar e aprender sobre o assunto para o grupo investigado.

O conceito também ajuda a compreender que “o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros” (VYGOTSKY, 2007, p.103), o que faz entender a importância da interação socioambiental no processo de aprendizagem.

O processo de desenvolvimento acompanhado neste trabalho é o da linguagem escrita, registradas nas fichas utilizadas. Sobre a relação entre o uso de instrumentos e o desenvolvimento da linguagem os trabalhos desse autor indicam a escrita como um instrumento cuja função simbólica é a de representar o pensamento e os significados atribuídos ao mundo.

Para Vygotsky (2008, p.150), “uma palavra sem significado é um som vazio; o significado, portanto, é um critério da 'palavra', seu componente indispensável”. Entretanto, o autor diz que o significado das palavras evolui, pois, a intensidade da associação entre palavra e significado pode passar por alterações quantitativas e externas sem perder sua natureza psicológica, ou seja, evocar seu conteúdo pelo pensamento. Mais complexa é a ideia de que não é simplesmente o conteúdo de uma palavra que se altera, mas o modo pelo qual a realidade é pensada, generalizada e refletida numa palavra.

Vygotsky (2008, p.156) afirma que

O pensamento não é simplesmente expresso em palavras; é por meio delas que ele passa a existir. Cada pensamento tende a relacionar alguma coisa com outra, a estabelecer uma relação entre as coisas. Cada pensamento se move, amadurece e se desenvolve, desempenha uma função, soluciona um problema.

Logo, a medida que um indivíduo se desenvolve o significado atribuído por ele às palavras se altera, alterando com isso sua forma de entender o mundo. A cada aprendizado a visão de mundo se transforma de maneira complexa em sua representação simbólica.

Com isso, estrutura-se neste trabalho uma relação entre as zonas de desenvolvimento e a palavra. Parte-se da ideia de que palavras e seu uso podem determinar os conhecimentos prévios de um indivíduo. Portanto, a partir da análise do significado atribuído às palavras escritas para expressar o conhecimento sobre um determinado assunto pode-se definir a ZDR de estudantes. E mais, pode-se inferir possíveis desenvolvimentos na ZDP, ou seja, na aprendizagem de conhecimentos ligados ao assunto. Isso é possível pela comparação dos significados atribuídos a palavras antes e depois de atividades voltadas ao ensino.

Logo, a palavra pode ser utilizada como instrumento de avaliação de desenvolvimento de um indivíduo. Tem-se num momento inicial a palavra e seus significados sendo empregados dentro dos limites de uma ZDR. A medida que ocorre a aprendizagem de novos significados que podem ser associados a palavra e que se dispõem no interior da ZDP o estudante se desenvolve. Ao ressignificar a palavra, seu emprego não ocorrerá como antes, o que demonstra a alteração de seu entendimento, o que pode ser representado como na figura 8.

Figura 8 – Representação do desenvolvimento humano pela palavra

Fonte: autoria própria

3.2.3 A análise de conteúdo e os sinais de desenvolvimento

O conteúdo dos significados associados a palavras pode ser obtido por meio de um conjunto de técnicas de análise das comunicações conhecido como Análise de Conteúdo, proposto por Bardin (2016). Não se considera o conjunto dessas técnicas como instrumento de análise e sim como forma de organização a fim de se obter uma descrição analítica e sistemática das informações contidas em mensagens.

Para Bardin (2016, p.44), “a intenção da análise de conteúdo é a inferência de conhecimento relativos às condições de produção (ou, eventualmente, de recepção), inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não)”. A especificidade da análise do conteúdo encontra-se na articulação entre as características superficiais dos textos e os fatores que determinaram estas características. Com isso é possível tornar evidente a influência de uma atividade de ensino na aprendizagem de estudantes.

Desse modo, cabe neste estudo a análise do pensamento verbal expressado por meio da escrita, buscando as unidades de pensamento utilizadas para significar algo, a palavra. A análise do desenvolvimento, do funcionamento e da estrutura dessas unidades permite observar as relações e as variações da estrutura interfuncional da consciência, que por sua vez permite analisar a relação entre o desenvolvimento intelectual e social de uma pessoa, ou seja, se considera a linguagem como forma representacional de quem a utiliza.

A análise de conteúdo organiza-se em três partes: pré-análise; exploração do material; tratamento dos resultados, inferência e interpretação (figura 9).

A pré-análise é a fase da organização, operacionalização e sistematização de ideias iniciais que serão aplicadas sobre os textos. Nessa fase são escolhidos os documentos, são formuladas hipóteses e objetivos da análise, e são elaborados indicadores que fundamentam a interpretação final. Neste caso, os documentos escolhidos são as fichas das atividades, o objetivo da análise é avaliar 'como' uma visita ao INPE contribuiu para o aprendizado da dimensão social do conteúdo sobre órbitas e satélites, por estudantes do ensino médio e o indicador utilizado foi a frequência de substantivos.

Na exploração do material são realizadas operações de codificação e categorização em função das regras previamente formuladas. Nessa etapa pode ser utilizado como ferramenta auxiliar uma 'tecnologia da informação e comunicação' (TIC), o software gratuito e com fonte aberta denominado IRAMUTEQ (*Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*), versão 0.6 alpha 3, o qual utiliza algoritmo que trata além da palavra o contexto em que elas são empregadas para gerar análises estatísticas sobre corpus textuais.

O software foi desenvolvido por Ratinaud (2009). O programa permite distintas formas de análises estatísticas sobre corpus textuais e sobre tabelas de indivíduos por palavras. Apesar de ter sido desenvolvido inicialmente em língua francesa, o programa começou a ser utilizado como recurso no Brasil em 2013 com um dicionário experimental, embora bastante adequado (CAMARGO; JUSTO, 2013a, 2013b).

Figura 9 – Esquema de desenvolvimento da análise de conteúdo.

Fonte: BARDIN, 2016

Ele possibilita análises dos seguintes tipos: estatísticas textuais clássicas; pesquisa de especificidades de grupos; classificação hierárquica descendente; análises de similitude e nuvem de palavras.

Segundo Camargo e Justo (2013a), pelo seu rigor estatístico, interface simples e compreensível, pelas diferentes possibilidades de análise, e, sobretudo por seu acesso gratuito, o IRAMUTEQ pode trazer contribuições aos estudos em ciências humanas e sociais, que têm o conteúdo simbólico proveniente dos materiais textuais como uma fonte importante de dados de pesquisa.

Nas análises lexicais clássicas, o programa identifica a quantidade de palavras, frequência média e número de palavras com frequência um; pesquisa o vocabulário e reduz as palavras com base em suas raízes (lematização); cria dicionário de formas reduzidas, identifica formas ativas e suplementares, que podem ser configuradas conforme interesse.

A teoria dos grafos fundamenta a análise de similitude realizada pelo software, que possibilita identificar as coocorrências entre as palavras. Seu resultado traz indicações da conexidade entre as palavras, auxiliando na identificação da estrutura de um corpus textual, distinguindo também as partes comuns e as especificidades em função das variáveis ilustrativas (descritivas) identificadas na análise.

O software vem sendo empregado como recurso estatístico em pesquisas de análises de textos, que por meio da lexicografia permite compreender qualitativamente as formas de representação sociais utilizadas por indivíduos acerca de um tema (RATINAUD; MARCHAND, 2012; DELATTRE, 2015; SALIME *et al*, 2017; KAMI, 2016). No Brasil o programa é utilizado de forma mais frequente por pesquisadores da área de saúde, mas podem ser encontradas pesquisas na área de educação. (FERNANDES *et al*, 2015; SANTOS *et al*, 2017; MOIMAZ *et al*, 2017; SAGRILLO, 2015).

Depois da exploração do material, na qual os dados são codificados e classificados é realizada a última etapa da análise do conteúdo, a de tratamento dos resultados e interpretações. Nessa fase propõem-se inferências e interpretações que vão ao encontro dos objetivos definidos no início da análise; descobertas inesperadas também podem surgir, servindo de base para outras análises em torno de novas dimensões teóricas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de avaliar como a visita ao INPE contribuiu para aprendizado da dimensão social do conteúdo sobre órbitas e satélites, foram analisados os dados obtidos durante o desenvolvimento da sequência didática, apresentada no quadro 3. Os documentos que constituem o *corpus* utilizado na análise de conteúdo são as fichas preenchidas da atividade TPS e do estudo do meio.

Foram comparados os conteúdos encontrados nas respostas redigidas nas fichas da atividade TPS e de estudo do meio. A partir da comparação desses conteúdos foram avaliadas e discutidas as mudanças no pensamento dos estudantes, de modo que foi possível demonstrar a contribuição de uma visita ao INPE para o aprendizado da dimensão social do conteúdo sobre órbitas e satélites.

Para a realização da análise de conteúdo das respostas encontradas nas fichas partiu-se de um sistema de categorias definido previamente, fundamentado nos aspectos da abordagem temática do assunto: tecnológicos, científicos, sociais e aplicações. Dessa forma, buscou-se relacionar palavras e contextos das mensagens com as categorias.

Foram utilizados como indicadores de classificação a frequência do uso de palavras que se referem aos aspectos da abordagem temática. Deu-se preferência a palavras das classes dos substantivos, pois geralmente são núcleo do termo de uma oração, ou seja, a palavra principal dos termos de uma comunicação, daquilo que se quer falar (CEGALLA,2008).

Palavras e contextos foram levados em consideração para realizar a classificação.

A análise dos dados da atividade TPS foi realizada a fim de saber a extensão dos conhecimentos prévios do grupo de estudantes sobre o assunto, o que definiu a ZDR e evidenciou a ZDP, indicando as potencialidades de ensino e aprendizagem da turma. A análise dos dados da atividade do estudo do meio foi realizada a fim de saber como o grupo de estudantes se desenvolveu pela ZDP.

A análise dos dados do questionário, sobre o estudo do texto, tem o objetivo de mostrar a distribuição dos estudantes que aprenderam conceitos básicos do tema por meio do estudo do texto (APÊNDICE D). A verificação desse aprendizado dá suporte para um melhor aproveitamento da visita ao INPE, já que com isso os estudantes se munem de termos específicos do contexto aeroespacial e novas ideias, que possibilitam a aproximação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade.

4.1 Da avaliação diagnóstica

Na atividade TPS foram discutidas as seguintes questões: Por que é importante ir ao espaço? Que benefícios tivemos nisso? Que problemas passaram a existir? Dessa discussão, por meio da ficha apresentada no APÊNDICE A, resultou uma avaliação diagnóstica dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto órbitas e satélites.

O resultado da análise das respostas dos 77 estudantes respondentes na atividade, das duas turmas, mostra que eles utilizaram em suas respostas uma média de 25,70 palavras, o que corresponde a um total de 1979 palavras. Nesse total foram encontradas 447 palavras distintas, sendo que 237 delas foram utilizadas apenas uma vez e, portanto, as outras 210 foram repetidas no mínimo 2 vezes.

Ao investigar a frequência dos substantivos nas respostas formou-se a nuvem de palavras representada na figura 13, que dá mais ênfase às palavras com maior frequência no universo analisado. Para elaboração das figuras foram consideradas palavras com no mínimo 3 ocorrências. As outras, com menos ocorrências, não foram desprezadas na análise, apenas foram omitidas na elaboração dos gráficos, sem perdas significativas para o desenvolvimento da discussão. Palavras cuja frequência foi ínfima foram indicadas no texto, quando necessário.

Na nuvem, figura 10, pode-se perceber a grande importância dada a ‘tecnologia’ e sua associação com ‘conhecimento’ e ‘guerra’. Entretanto, para melhor discriminar, apresentar e discutir os resultados foi construído o histograma das palavras consideradas na elaboração da nuvem: 44 substantivos (Figura 11).

Figura 10 - Nuvem de substantivos encontrados nas respostas da atividade TPS

Fonte: autoria própria

Figura 11 - Histograma dos substantivos encontrados nas respostas da atividade TPS.

Fonte: autoria própria

No histograma pode-se facilmente perceber as palavras mais utilizadas pelos estudantes nas respostas e suas frequências. Para categorizar esse conjunto de palavras considera-se necessário ter ideia do contexto em que elas foram usadas, para isso recorreu-se a análise direta dos registros, da qual cita-se a resposta do estudante 2, que diz que

‘É importante ir ao espaço para se obter conhecimento. Isso fez com que houvesse um avanço tecnológico muito grande, o que nos proporciona ter muitas coisas que temos hoje e saber muitas das coisas que sabemos hoje. A tecnologia desenvolvida também pode ser usada para o mal.’

Já o estudante 37 respondeu que

‘É importante conhecer o espaço em que vivemos, o planeta que habitamos e o espaço sideral. Os benefícios são as novas descobertas e tecnologias voltadas para o espaço. Os problemas que poderiam acontecer seria uma corrida espacial, e usar essa tecnologia para guerras.’

O estudante 78 disse que

‘a corrida espacial foi uma disputa tecnológica entre EUA e URSS, a fim de demonstrar poder e desenvolvimento.’

Na resposta do estudante 44 lemos que

‘a tecnologia da época estava em expansão, inclusive entre URSS e EUA, as maiores potências militares da

época e que queriam se mostrar superiores a outra. A corrida espacial revolucionou a tecnologia, levando seres vivos ao espaço e concretizando um conflito político.’

Pelas palavras do estudante 31 ir ao espaço é importante

‘para descobrir coisas novas, aumentar a nossa visão de como é um lugar fora da Terra. Sem dúvida, os principais benefícios disso foram o incrível avanço da tecnologia. Um problema existente foi a incessante disputa tecnológica entre os países, principalmente políticas.’

A palavra satélite é citada somente 2 vezes, o que pode indicar a falta de conhecimento dos estudantes sobre tecnologia aeroespacial e suas aplicações. Para o estudante 61

‘A guerra incentivou o estudo e descobertas espaciais, logo que os EUA e a URSS queriam hegemonia mundial. Mesmo não sendo seguro manter uma paz armada, foi bom para o desenvolvimento. Possibilitou espionagem devido aos satélites, que foram colocados em órbita’

Ideia similar foi utilizada pelo estudante 56 que respondeu

‘A partir de um conhecimento sobre órbitas era possível lançar satélites para ter coordenadas do inimigo’.

Nessa categoria de tecnologia espacial a palavra foguete também foi pouco usada, duas vezes, com os estudantes 70 e 71:

‘Para saber quem era o mais avançado de construir foguetes’;

‘Disputa de poder. Queriam ser os primeiros a lançar um foguete. Conquistar algo inédito’.

Apesar destas serem apenas algumas das respostas redigidas, estes são exemplos que demonstram a forte relação feita pelos estudantes entre conhecimento, tecnologia, conflito e poder, o que demonstra um pensamento voltado para um determinismo tecnológico.

O mapa da análise de similitude entre todas as respostas da atividade (Figura 12) corrobora com essa relação. A análise de similitude mostra a ligação entre as palavras do corpus textual, de onde é possível inferir a estrutura comum dos textos e os temas com relativa importância. Quanto mais grossa a linha que liga as palavras de maior destaque, maior é a relação entre elas no corpus.

Figura 12 - Resultado da análise de similitude entre as respostas da atividade TPS

Fonte: autoria própria

A partir dessa análise de contexto os substantivos foram classificados nas categorias pré-definidas (aspectos tecnológicos, aspectos científicos, aplicações e aspectos sociais), o que se pode ver na tabela 2.

Como avaliação diagnóstica os dados nos mostram que, de modo geral, a ideia da relação entre avanço tecnológico e desenvolvimento humano estão presentes e que poucos são os indícios dos tipos de tecnologia que proporcionaram esse avanço, o que pode indicar a crença num determinismo tecnológico 'invisível', já que não há indicação de quase nenhuma forma concreta desse avanço.

Tabela 2 - Categorização dos substantivos da atividade TPS.

CATEGORIAS							
Aspectos Tecnológicos		Aspectos Científicos		Aplicações		Aspectos Sociais	
PALAVRA	FREQUÊNCIA	PALAVRA	FREQUÊNCIA	PALAVRA	FREQUÊNCIA	PALAVRA	FREQUÊNCIA
Tecnologia	29	espaço	24	vigilância	3	guerra	24
Avanço	17	conhecimento	23	armamento	2	disputa	16
Satélite	6	descoberta	13	Viagem	1	país	11
Foguete	3	órbita	11	monitoramento	1	planeta	9
Aumento	3	Terra	11	espionagem	1	corrida	8
		universo	7	agricultura	1	problema	5
		lua	6			humanidade	5
		estudo	5			homem	5
		informação	5			mundo	4
		teoria	5			superioridade	3
		experiência	4			nação	3
		vida	4			lixo	3
		busca	3			conflito	3
		conteúdo	3				
		fenômeno	3				

Fonte: autoria própria

Isso é percebido ao analisarmos a coluna dos aspectos tecnológicos, na qual está a palavra ‘tecnologia’, citada muitas vezes, e que se sobrepõem a ideias mais específicas como as de ‘satélite’ e ‘foguetes’. O que parece é que os jovens acreditam na relação entre poder e tecnologia sem saber de que forma isso está presente em suas vidas, no cotidiano. Fato que pode ser confirmado na coluna das aplicações das tecnologias aeroespaciais, onde encontram-se pouquíssimas referências e as que são feitas indicam uma orientação para o conflito, já que foram utilizadas palavras como ‘armamento’, ‘vigilância’, ‘monitoramento’ e ‘espionagem’. Apenas um estudante mencionou a aplicação dessas tecnologias na ‘agricultura’.

Na coluna dos aspectos sociais fica evidente a ideia de conflito com o uso frequente das palavras ‘guerra’ e ‘disputa’. Até mesmo sobre os aspectos negativos da conquista espacial a consciência dos jovens parece ser limitada, com muitas indicações sobre a questão de novas guerras e poucas sobre a vigilância remota e degradação da natureza.

Sobre os aspectos científicos há indicação de ‘conhecimento’ relacionado ao ‘universo’, a ‘Terra’ e a outros objetos e conceitos. Mas também não há nenhuma especificidade nas respostas dos estudantes, não há nenhuma menção a teoria da gravitação, ou a características dos movimentos de satélites.

Numa interpretação mais geral pode-se dizer que para os estudantes ir ao espaço gerou conhecimento e desenvolveu tecnologias com aplicações militares, o que fomentou uma disputa que influenciou a humanidade.

Há a necessidade de mencionar que esse ponto de vista pode ter sido frequente nas respostas dos estudantes devido ao desenvolvimento da aula, anterior a atividade TPS, sobre a relação entre os conhecimentos de Newton sobre órbitas e a Guerra Fria. Nesse sentido, pode-se também sugerir um resgate dos conhecimentos prévios adquiridos nas aulas da componente curricular História sobre o tema. Dessa forma, pode-se entender os resultados apresentados como reprodução do tema visto em aula, sem visão crítica e aprofundada, sem expressão de conhecimentos específicos relacionados à área aeroespacial e relação com o cotidiano hodierno.

O evento da corrida espacial parece ficar relegado, distante da realidade dos jovens, que podem ser classificados como nativos digitais, que por meio de computadores, internet, celulares, videogame e televisão se comunicam, aprendem e se entretêm. Aqueles que formam a geração que usufrui 'substancialmente' das possibilidades da tecnologia espacial de satélites são alienados pela mesma, impossibilitados de ler o mundo em que vivem e compreender sua dinâmica nos âmbitos científico e tecnológico. Fica a impressão de que para os jovens o assunto trata apenas de um contexto histórico, do passado.

Isso demonstra a necessidade de uma educação que oportunize aos estudantes o desvelamento do mundo de maneira dinâmica e viva, curiosa. Educação essa que deve ser com o indivíduo e não sobre ele, de modo que ele seja capaz de descrever seu mundo e de reescrevê-lo com mais crítica, mais extensão, mais sentido, ou seja, que ele seja capaz de transformar o seu mundo, deixando de ser oprimido, se libertando por meio dos produtos concretos que por ele podem ser gerados (FREIRE, 2011, 2014, 2016).

Tal discussão pode ser considerada se levarmos em conta que a palavra é uma reflexão generalizada da realidade, uma indicação da natureza da consciência humana. Consciência essa construída além da instituição escolar, prévia e concomitantemente (VYGOTSKY, 2008).

Dessa forma, cabe indicar que os resultados da primeira atividade estabelecem o

que Vygotsky (2007) define como zona de desenvolvimento real (ZDR), ou seja, aquilo que um indivíduo apresenta como resultado de sua capacidade independente, de sua leitura prévia de mundo. Com isso também se define a necessidade imediata para o desenvolvimento, o que indica aquilo que está em processo de amadurecimento e é conhecido como zona de desenvolvimento proximal (ZDP).

Neste caso, partindo da leitura geral dos estudantes, a ZDP se constitui da necessidade de discutir e aprofundar os conhecimentos relacionados: a) a física básica de satélites e órbitas relacionada ao conteúdo curricular; b) aos tipos de tecnologias que surgiram do intento de chegar ao espaço, suas aplicações e aspectos sociais existentes na contemporaneidade.

A primeira parte da ZDP foi abordada por meio do estudo do texto cujos resultados são apresentados em anexo (APÊNDICE D) e a segunda por meio da visita ao INPE cujos resultados serão apresentados a seguir.

4.2 Da visita à sede do INPE

O número de estudantes que realizaram a visitação no instituto e que preencheram a ficha de observação da paisagem (APÊNDICE C) foi reduzido, 19, o que corresponde a cerca de 24% da turma, número que foi considerado como uma amostra aleatória da mesma, já que qualquer estudante poderia se inscrever para a atividade, durante um período de duas semanas. A hipótese para o pequeno número de participantes está no custo financeiro da visita, que foi cobrado pela escola, que articulou a visita com empresas de transporte e seguro.

O resultado da análise dos registros das fichas de observação da paisagem mostra que eles utilizaram em média 132,42 palavras, o que corresponde a um total de 2516 palavras. Nesse total foram encontradas 645 palavras distintas, sendo que 364 delas foram utilizadas apenas uma vez e, portanto, as outras 281 foram repetidas no mínimo 2 vezes. Esse resultado quantitativo indica: um uso cinco vezes maior de palavras nos registros quando comparado com a atividade TPS e um aumento de 198 palavras distintas utilizadas; mesmo com um número reduzido de alunos em relação a primeira atividade.

Isso corrobora a ideia de Vygotsky (2007, 2008) de que a palavra pode ser utilizada como instrumento de avaliação de desenvolvimento de um indivíduo, considerando que a medida que ocorre a aprendizagem de novos significados o estudante se desenvolve.

Entretanto, para compreender como se deu o desenvolvimento é necessária também

a avaliação das palavras utilizadas. Para tanto, na figura 13 é apresentada a nuvem de substantivos utilizados nos registros e na figura 14 a frequência do uso desses substantivos.

Figura 13 – Nuvem de substantivos encontrados nos registros do estudo do meio.

Fonte: autoria própria

Figura 14 – Histograma dos substantivos encontrados nos registros do estudo do meio

Fonte: autoria própria

Do histograma constata-se o uso de palavras que se referem aos aspectos físicos do INPE, como 'área', 'local', 'lugar', 'ambiente', 'laboratório', 'natureza', 'prédio', 'sala', 'estrutura', 'instalação', 'espaço' e 'auditório'. A partir disso pode-se dizer que a visita contribuiu com a construção de uma visão de mundo sobre o ambiente científico no qual os satélites são construídos e controlados.

Pode parecer curiosa a frequência do uso da palavra 'natureza' (12 vezes) nos registros de uma visita às instalações do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, entretanto, os registros fotográficos, apresentados nas figuras 15 e 16, podem justificar essa característica do ambiente. Um excerto da resposta do estudante 8 pode descrever o efeito da experiência em seus pensamentos:

“...fugindo da ideia de que natureza e tecnologia são opostos”.

A integração dos prédios do INPE com o paisagismo surpreendeu os estudantes.

Figura 15 - Dependências do INPE durante a visita

Fonte: arquivo pessoal

Figura 16 - Vista por uma das janelas de um dos prédios do INPE durante a visita

Fonte: arquivo pessoal

Sobre o ambiente do laboratório de integração e testes, citado com frequência, os estudantes apresentaram ideias sobre a 'estrutura' aplicada a testes, relacionando-a com 'tecnologia', 'equipamentos', 'satélites', 'antenas' e 'computadores'.

No registro do estudante 5 encontra-se que

‘consequimos compreender a real figura de um satélite e pessoalmente, colocando nossos conhecimentos adquiridos na apostila, na nossa vida real.’

Isso demonstra a relação feita entre o conteúdo e a vida do estudante.

Num trecho do registro do estudante 15, ele anota que

‘Na área de testes pudemos observar vários equipamentos que simulavam condições como o vácuo, onde satélite testado poderia ser exposto. Vimos também equipamentos de testes de antenas e de materiais que entram no mercado, como computadores, automóveis.’

Nesse trecho percebe-se como os instrumentos observados adquirem significação para os estudantes, de modo que o contexto adquire importância na mediação da correlação lógica efetuada pelos estudantes que percebem quando um objeto, ou estrutura X, pode ser usado em relação a outro elemento Y, o que vai ao encontro das ideias de Vygostky (2007) de que o conhecimento é fruto da interação entre os homens e entre os homens e o meio em que vivem, de forma que o indivíduo vai significando e ressignificando seu mundo à medida que interage nele e com ele.

Ainda sobre o mesmo trecho é importante apontar a relação feita entre o instituto e o mercado consumidor brasileiro, o que torna evidente a contribuição da atividade na apreensão da dimensão social da ciência, aproximando o educando, o conteúdo e contexto.

A demonstração do sentimento de desenvolvimento dos estudantes pela ZDP é percebida por meio de palavras, como as do estudante 4 que diz que

“O ambiente visitado teve em minha percepção, papel fundamental para o melhor entendimento dos alunos referente à matéria aprendida neste trimestre em física. A visita ao INPE tornou mais lúdico o conceito de física aos alunos”.

Para o estudante 3

“O contato com o lugar me mostrou que o estudo da física vai muito além daquilo que vemos em sala de aula, se mostra algo muito mais interessante e que captou pela primeira vez meu interesse real pela matéria”.

Para o estudante 13

“A visita ao instituto foi de muita importância para consolidação do aprendizado iniciado em sala de aula”.

O estudante 14 registrou que

“essa visita me despertou um maior interesse pela matéria de física”.

Já para o estudante 16

“A visita ao INPE [...] mostrou outras perspectivas sobre a física, foi como uma aula prática e isso faz com que aprendamos mais”

De modo geral, pode-se dizer que a relação estabelecida pelos estudantes visitantes foi de que o INPE é um espaço de conhecimento, com uma área de testes de satélites bem estruturada para pesquisa cuja visita alterou o interesse na matéria; isso pode ser visto no mapa da análise de similitude entre os registros, disposto na figura 17.

Figura 17 – Análise de similitude entre os registros da ficha de observação da paisagem

Fonte: autoria própria

A partir dessa análise de contexto os substantivos foram classificados nas categorias apresentadas na tabela 3.

Tabela 3 – Categorização dos substantivos da atividade de estudo do meio

CATEGORIAS							
Aspectos Tecnológicos		Aspectos Científicos		Aplicações		Aspectos Sociais	
PALAVRA	FREQUÊNCIA	PALAVRA	FREQUÊNCIA	PALAVRA	FREQUÊNCIA	PALAVRA	FREQUÊNCIA
Área	21	pesquisa	5	Teste	15	funcionário	10
Satélite	20	conhecimento	4			país	10
Local	17	pesquisador	3			visita	10
Lugar	17					Brasil	5
Ambiente	15					informação	4
laboratório	13					instituição	4
Tecnologia	11					interesse	4
Prédio	10					desenvolvimento	4
Sala	7					aula	3
Condição	5					Investimento	3
Equipamento	5					matéria	3
Estrutura	5					planeta	3
Instalação	5					produto	3
Projeto	5					Aparelho	3
Antena	4					carro	2
Computador	4					mercado	2
Câmara	2					qualidade	3

Fonte: autoria própria

A partir dessa avaliação é possível inferir que os estudantes perceberam a importância dos 'aspectos tecnológicos' envolvidos no desenvolvimento de satélites. Eles puderam observar, relacionar e significar o conjunto de equipamentos utilizados em simulações das condições que o satélite enfrenta quando é lançado ou está em órbita, além da estrutura física necessária para a atividade, o que lhes dá uma ideia mais concreta das tecnologias necessárias para se produzir um satélite. É significativo o aumento das palavras classificadas nessa categoria quando comparado com os resultados da primeira atividade, o que indica desenvolvimento nas ideias.

Os 'aspectos científicos' e as 'aplicações' encontrados nos registros foram ínfimos. No entanto, a indicação dos 'testes' como aplicação se dá devido ao fato da estrutura do laboratório ser utilizada para aferição da qualidade de produtos de diversos ramos que são introduzidos no mercado nacional e internacional. Em comparação com os resultados da

primeira atividade houve uma mudança no entendimento das aplicações, que antes eram de caráter bélico, militar e passaram a se relacionar com o consumo.

Houve também alteração no conteúdo relacionado aos 'aspectos sociais', que na primeira atividade relacionavam-se com 'guerra' e 'conflitos' e na visita passaram a indicar fatores relacionados ao trabalho dos funcionários e as contribuições do instituto para o desenvolvimento do país, como no caso da qualidade dos produtos inseridos no mercado e no desenvolvimento de programas de infraestrutura relacionados as telecomunicações e ao clima, ou seja, aos tipos de tecnologias que surgiram do intento de chegar ao espaço, suas aplicações e aspectos sociais existentes na contemporaneidade.

Em síntese, apresenta-se o registro do estudante 13 no qual se lê

“A visita ao instituto foi de muita importância para consolidação do aprendizado iniciado em sala de aula. Pode-se trazer a rotina científica e a realidade de pesquisas espaciais, com o intuito de melhorar a comunicação via satélite, obter fotos do planeta terra e de outros planetas e astros; [...] também todos os tipos de aparelhos que são testados no LIT, como: tratores, caminhões, carros, celulares, computadores, eletrodomésticos, entre outros. Outro importante amadurecimento possível com a visita foi observar como uma instituição pública tem capacidade de ter um laboratório tão sofisticado, reconhecido no mundo, de onde vem diversos produtos de todos os lugares para serem testados ali. Um laboratório muito grande, porém, observamos que muitas vezes, por falta de verba pública, o LIT se vê obrigado a prestar serviços à empresas privadas para conseguir manter as instalações e ampliar seu prédio, como o planejam, para obterem melhores resultados e terem ainda mais condições de fazer testes mais precisos e maiores, pois isto é necessário quando se pensa em colocarem um satélite em órbita onde qualquer erro pode provocar sérias perdas. Houve a possibilidade de os alunos terem visto o início da montagem de um satélite previsto para ser lançado em 2017. Foi possível observar as tecnologias que o país tem e as que ele não tem e está buscando desenvolver para não depender de outros países para colocarem os satélites em órbita.”

No exposto pelo estudante encontramos, de forma consistente, a contribuição da visita ao INPE na aprendizagem da dimensão social da ciência relacionada ao conteúdo sobre satélites e órbitas. Há no texto a relação com o conteúdo escolar, com a natureza da ciência, com aspectos tecnológicos e sociais, como as possíveis aplicações da estrutura visitada, além do incentivo ao nacionalismo, o que demonstra o potencial da ação colaborativa entre o instituto e a escola básica na alfabetização científica.

4.3 Considerações Finais

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar como a visita ao INPE contribuiu para aprendizado da dimensão social do conteúdo sobre órbitas e satélites por estudantes de ensino médio.

Em linhas gerais, segundo os documento oficiais, como a LDB (BRASIL, 1996), a proposta da BNCC para o Ensino Médio (BRASIL, 2018a), os PCN (BRASIL, 1999), a dimensão social das ciências adquire forma: I) na atribuição de sentido aos conteúdos curriculares abordados; II) no vínculo desses conteúdos com a realidade; III) na

explicitação de contexto em que o conhecimento é produzido e IV) na circulação do conhecimento produzido.

Com essa forma, foi criada uma sequência didática e um instrumento de avaliação, a ficha de observação utilizada durante a visita, que permitiu a análise de conteúdo dos registros feitos pelos estudantes e a comparação desses com o conteúdo de uma atividade preliminar, o que possibilitou a avaliação e discussão das mudanças no pensamento dos estudantes sobre a dimensão social das órbitas e dos satélites.

Os resultados mostraram que a visita contribuiu significativamente com a aprendizagem da dimensão social do conteúdo em todas as formas propostas já que: a visita atribuiu sentido aos conteúdos curriculares, significou o porquê estudar órbitas e satélites; vinculou os conteúdos com o cotidiano dos estudantes, pois perceberam a relação entre a pesquisa aeroespacial e o mercado consumidor brasileiro; explicitou aos estudantes o contexto em que satélites são produzidos e como as informações obtidas circulam na sociedade, por exemplo, por meio da previsão do tempo.

Alterou-se com isso a visão de mundo inicial, na qual o desenvolvimento de satélites estava fortemente relacionado com questões bélicas e militares ligadas ao passado histórico da Guerra Fria.

Pode-se ainda afirmar que foram desenvolvidas habilidades como a de compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos; investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos, como os de previsão de tempo e telecomunicações. Para além, tem-se ainda o desenvolvimento da capacidade de articular fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento; compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social; compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea; reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social; reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.

Logo, pode-se avaliar que a visita ao INPE contribuiu significativamente com a alfabetização científica de jovens em idade escolar, aproximando LCP da escola.

A ficha de observação mostrou-se um instrumento interessante, que ajuda os estudantes a distinguirem ciência de tecnologia, a perceberem aplicações e aspectos sociais relacionados ao conteúdo abordado e que pode ser aplicada em qualquer abordagem

temática de um estudo do meio relacionado a visitas a MCCT e LCP, auxiliando assim ações colaborativas com a escola. Entretanto, a ficha de observação proposta foi aprimorada após a análise final dos resultados e deve continuar a ser desenvolvida, aplicando-a em outras atividades afins, com o intuito de melhorá-la como instrumento de orientação e avaliação numa visita a MCCT e a LCP.

A partir disso, foi desenvolvido como produto final deste mestrado o 'Manual para visitas didáticas a laboratórios e centros de pesquisa' (APÊNDICE E), com o intuito de servir como orientação na elaboração de projetos educacionais que visam aproximar a escola dessas instituições. O produto apresenta conceitos básicos relacionados ao ensino de ciências, como alfabetização científica, abordagem temática e espaços de educação não-formal, como forma de familiarizar o leitor com os termos e o contexto da atividade. Também esquematiza e discute um plano de elaboração de visitas a LCP. Para facilitar, o esquema é apresentado em formulários que devem ser preenchidos com dados do local que se quer visitar e com objetivos e conteúdos de aprendizagem previstos nas bases legais da educação brasileira.

REFERÊNCIAS

A SYMPOSIUM REFLECTING ON SPUTNIK: LINKING PAST, PRESENT, AND FUTURE OF EDUCATIONAL REFORM. 1997, Washington, DC: National Academy of Sciences. Disponível em: <http://www.nas.edu/sputnik/bybee1.htm>. Acesso em: 18 set. 2018.

ALMEIDA JÚNIOR, J. B. A evolução do Ensino de Física no Brasil - 2ª parte. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, n. 1, p. 55-73, 1980.

ALMEIDA JÚNIOR, J. B. A evolução do ensino de Física no Brasil. **Revista de Ensino de Física**, v. 1, n. 2, p. 45-58, 1979.

ALMEIDA, M. J. P. M. O texto escrito na educação em física: enfoque na divulgação científica. **Linguagens, leituras e ensino da ciência**, p. 53-68, 1998.

ALONSO, A.; DÍAZ, J. A.; MAS, M. A. Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. **Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 2, p. 1-30, 2005.

ALVETTI, M. A. S. **Ensino de física moderna e contemporânea e a revista Ciência Hoje**. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Centro de Ciências da Educação. Florianópolis: UFSC, 1999.

ANASTASIOU, L.G.C.; ALVES, L.P. Estratégias de Ensino. In: _____. (Orgs.). **Processos de ensinagem na universidade**: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 3.ed. Joinville: Ed. Univille, 2004. p.68-100.

ANGULO RASCO, J. F. Investigación-acción y curriculum: una nueva perspectiva en la investigación educativa. **Investigación en la Escuela**, Sevilla, n. 11, p. 39-49, 1990.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 105-116, 2001.

AZLINA, N. N. CETLs: Supporting collaborative activities among students and teachers through the use of Think-Pair-Share techniques. **International Journal of Computer Science Issues**, v. 7, n. 5, p. 18, 2010.

BAMIRO, A. O. Effects of guided discovery and think-pair-share strategies on secondary school students' achievement in chemistry. **SAGE Open**, v. 5, n. 1, 2015.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRANDI, A. T. E.; GURGEL, C. M. A. A alfabetização científica e o processo de ler e escrever em séries iniciais: emergências de um estudo de investigação-ação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 1, p. 113-125, 2002.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Nota técnica: Indicador de nível socioeconômico (INSE) das escolas**. DF: Brasília, 2014.

Disponível em:
http://download.inep.gov.br/informacoes_estatisticas/indicadores_educacionais/2011_2013/nivel_socioeconomico/nota_tecnica_indicador_nivel_socioeconomico.pdf. Acesso em: 30 set. 2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros / OCDE-Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico**. São Paulo : Fundação Santillana, 2016c. Disponível em:
http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015_completo_final_baixa.pdf. Acesso em: 14 set. 2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **PISA no Brasil**. DF: Brasília, 2016a. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/pisa-no-brasil>. Acesso em: 14 set. 2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Program International for Student Assessment (PISA): Results from PISA 2015**. Country note. Brasil. 2016b. Disponível em:
http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa_2015_brazil_port.pdf. Acesso em: 14 set. 2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório pedagógico: Enem 2011-2012**. DF: Brasília, 2015. Disponível em:
<http://portal.inep.gov.br/documents/186968/484421/Relat%C3%B3rio+Pedag%C3%B3gico+Enem+2011-2012/b29257e3-2a6c-44a3-992a-02130c379ba9?version=1.1>. Acesso em: 04 jan. 2019.

BRASIL. Lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. DF: Brasília. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em: 03 jan. 2019.

BRASIL. Lei 13.415 de 02 de fevereiro de 2017. Altera as leis nºs 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho de 2007, que regulamenta o fundo de manutenção e desenvolvimento da educação básica e de valorização dos profissionais da educação, a consolidação do das leis do trabalho – CLT, aprovada pelo decreto-lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o decreto-lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a política de fomento à implementação de escolas de ensino médio em tempo integral. DF: Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm. Acesso em: 03 jan. 2019.

BRASIL. Lei 8.069 de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o estatuto da criança e do adolescente e dá outras providências. DF: Brasília. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8069.htm. Acesso em: 03 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**, DF: Brasília, 2018a. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 04 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares para Educação Básica**, DF: Brasília, 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 04 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ensino Médio. DF: Brasília, 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais-Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. DF: Brasília, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2019.

BRASIL. **Proposta da Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. DF: Brasília, 2018b. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf. Acesso em: 04 jan. 2019.

BUENO, M. A. A importância do estudo do meio na prática de ensino em geografia física. **Boletim goiano de geografia**, Goiânia, v. 29, n. 2, p. 185-198, 2009.

BYBEE, R. W. The Sputnik era: Why is this educational reform different from all other reforms. In: **A SYMPOSIUM REFLECTING ON SPUTNIK: LINKING THE PAST, PRESENT, AND FUTURE OF EDUCATIONAL REFORM**. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1997. Disponível em: <http://www.nas.edu/sputnik/bybee1.htm>. Acesso em: 18 set. 2018.

BYBEE, R.W. Achieving Scientific Literacy. **The Science Teacher**, v.62, n.7, 1995. p. 28-33.

BYBEE, Rodger W.; DEBOER, George E. Research on goals for the science curriculum. **Handbook of research on science teaching and learning**, v. 2, p. 357-387, 1994.

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. **Temas em Psicologia**, v. 21, n. 2, p. 513-518, 2013a.

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. **Tutorial para uso do software de análise textual IRAMUTEQ**. Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina: Florianópolis, 2013b. Disponível em: <http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/tutoriel-en-portugais>. Acesso em: 04 jan. 2019.

CARMELLO, G. W. *et al.* Articulação Centro de Pesquisa - Escola Básica: contribuições para a alfabetização científica e tecnológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 1-9, 2010.

CARR, W.; KEMMIS, S. **Becoming critical: education, knowledge and action research**. London: The Falmer Press, 1986.

CAVALCANTI, L. S. **Geografia e práticas de ensino**. Goiânia: Ed. Alternativa, 2002.

CEGALLA, D. P. **Nova minigramática da língua portuguesa**. São Paulo: IBEP Nacional, 2008.

CHALMERS, A. F. **Qué es esa cosa llamada ciencia?** 3. ed. Buenos Aires: Siglo XXI, 2010.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.

COOMBS, P. H. **The world educational crisis**. New York: Oxford University Press, 1968. Disponível em: http://www.unesco.org/education/information/nfsunesco/pdf/COOMBS_E.PDF. Acesso em: 27 set. 2018.

CORREA FILHO, J. J. **Aula de campo: como planejar, conduzir e avaliar?** Petrópolis: Ed. Vozes, 2015.

CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou letramento científico? interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. **Rev. Bras. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 68, p. 169-186, mar. 2017.

DA ROSA, C. W.; DA ROSA, Á. B.. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 58/2, p. 1-24, 2012.

DAGNINO, R. **Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico: um debate sobre a tecnociência**. Campinas: Unicamp, 2008.

DE BOER, G. E. Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 6, p. 582 – 601, 2000.

DE BOER, G. E. What we have learned and where we are headed: lessons from Sputnik era. In: **A SYMPOSIUM REFLECTING ON SPUTNIK: LINKING PAST, PRESENT, AND FUTURE OF EDUCATIONAL REFORM** Washington, DC: National Academy of Sciences, 1997. Disponível em: <http://www.nas.edu/sputnik/deboer.htm>. Acesso em: 18 set. 2018.

DE FREITAS MOURAO, R. R. **Astronáutica: do sonho à realidade: história da conquista espacial**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

DE MELLO, G. N. Diretrizes curriculares para o ensino médio: por uma escola vinculada à vida. **Revista Iberoamericana de educación**, n. 20, p. 163-173, 1999.

DE SCHUELER, A. F. M.; DE MELLO MAGALDI, A. M. B. Educação escolar na Primeira República: memória, história e perspectivas de pesquisa. Tempo. **Revista do Departamento de História da Universidade Federal Fluminense**, v. 13, n. 26, p. 43-66, 2009.

DELATTRE, L. *et al.* Combining discourse analyses to enrich theory: The case of local land-use policies in South Eastern France. **Ecological Economics**, v.113, pp.60-75, May 2015.

DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora para o ensino de ciências na educação formal: relato e análise de uma prática educacional na Guiné-Bissau**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. Instituto de Física. 1982.

DELIZOICOV, D. Ensino de Física e a concepção freiriana de educação. **Revista de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez Editora, 2002.

FERNANDES, J. S. G. *et al.* Análise crítica do debate presidencial das eleições de 2014. **Psicologia e Saber Social**, v. 3, n. 2, p. 260-266, 2015.

FEYERABEND, P. K. **Contra o método**. São Paulo: Ed. UNESP, 2007.

FILIPPOUPOLITI, A.; KOLIOPOULOS, D. Informal and Non-formal Education: An Outline of History of Science in Museums. **Sci & Educ** n. 23, p. 781 – 791, 2014.

FLORENZANO, T. G. **Os satélites e suas aplicações**. São José dos Campos: SINDCT, 2008. Disponível em: <http://www.sindct.org.br/files/livro.pdf> . Acesso em: 29 set. 2018.

FOUREZ, G. **A construção das ciências**: introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: Unesp, 1995.

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

FREIRE, P. **A importância do ato de ler**: em três artigos que se completam. 51. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 39. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2016

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. 36. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 58. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2014.

GARCEZ PEREIRA, A.; TERRAZAN, E. A. A multimodalidade em textos de popularização científica: contribuições para o ensino de ciências para crianças. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 2, 2011.

GASPAR, A. Cinquenta anos de Ensino de Física: Muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor. In: ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE E NORDESTE. **Anais...** v. 15, p. 1-13, 1997.

GOMES, Anderson S. L. (org.). **Letramento Científico: um indicador para o Brasil**. São Paulo: Instituto Abramundo, 2015.

GOUVEIA, M. S. F. **Cursos de ciências para professores de 1º grau**: elementos para uma política de formação continuada. Tese (Doutorado em Educação – Metodologia de Ensino) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1992

GRANDI, L.A.; MOTOKANE, M. T. O potencial pedagógico do trabalho de campo em ambientes naturais: o ensino de biologia sob a perspectiva da enculturação científica. **EDUCERE - Revista da Educação, Umuarama**, v. 12, n. 1, p. 59-72, jan./jun. 2012.

GRILLO, M. C.; FREITAS, A. L. S. Estudo de texto. In: GRILLO, M.C.; *et al.* **A gestão da aula universitária na PUCRS**, Porto Alegre: Ed. PUCRS, 2008.

HOTTOIS, G. La technoscience: de l'origine du mot à son usage actuel, In: GOFFI (dir), **Regards sur les technosciences**, Paris: Ed. Vrin, p.21-38, 2006.

HURD, P. D. Scientific literacy: New minds for a changing world. **Science education**, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998.

INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. [homepage]. 2017. Disponível em : <http://www.inpe.br/> . Acesso em: 01 out. 2018.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. La Catástrofe del Prestige: Racionalidad Crítica versus Racionalidad Instrumental. **Cultura y Educación**, v.16, n.3, p. 305-319, 2004.

KAMI, M. T. M. *et al.* Working in the street clinic: use of IRAMUTEQ software on the support of qualitative research. **Esc. Anna Nery**, Rio de Janeiro , v. 20, n. 3, 2016.

KHUN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 12. ed. São Paulo: Ed. Perspectiva, 2013.

KOTHIYAL, A. *et al.* Effect of think-pair-share in a large CS1 class: 83% sustained engagement. In: **ANNUAL INTERNATIONAL ACM CONFERENCE ON INTERNATIONAL COMPUTING EDUCATION RESEARCH**, 9, 2013, San Diego. **Proceedings...** San Diego: ACM, 2013. p. 137-144.

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

KRIGE, J. NATO and the Strengthening of Western Science in the Post-Sputnik Era. **Minerva: A Review of Science, Learning and Policy**. v. 38, n.1, p. 81–108. mar. 2000.

LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: A conceptual overview. **Science education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

LEWIN, K. Action research and minority problems. **Journal of Social Issues**, v. 2, n. 4, p. 34-46, 1946.

LIBRELON, R.; JACOBUECCI, D. F. C.; OLIVEIRA, R. C. Possibilidades de ensino de botânica em um espaço não-formal de educação na percepção de professoras de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 1, p. 87-103, enero/abr. 2011.

LOPES, C. S.; PONTUSCHKA, N. N. Estudo do meio: teoria e prática. **Geografia**, Londrina, v. 18, n. 2, p. 173-191, 2009.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 37-50, mar. 2001.

MALLMANN, E. M. Pesquisa-ação educacional: preocupação temática, análise e interpretação crítico-reflexiva. **Cad. Pesqui.**, São Paulo, v. 45, n. 155, p. 76-98, mar. 2015.

MARAFON, G. J. O trabalho de campo como instrumento de trabalho para o investigador em geografia agrária. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, p. 1-13, jul./dic. 2011.

MARCHESAN, M. R. KUHN, M. C. Alfabetização científica e tecnológica na formação do cidadão. **Revista Thema**, [S.l.], v. 13, n. 3, p. 118-129, nov. 2016.

MARTINS, I.; NASCIMENTO, T. G.; DE ABREU, T. B. Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 9, n. 1, p. 95-111, 2004.

MARTINS, M. C. **A história prescrita e disciplinada nos currículos escolares: quem legitima esses saberes?** Bragança Paulista: Editora da Universidade São Francisco, 2002.

MAZZANTE, F. P. O currículo escolar nas leis 5692/71 e 9394/96: questões teóricas e de história. **História da Educação**, v. 9, n. 18, p. 71-81, 2005.

MELO, W. C., HOSOUIME, Y. O jornal em sala de aula: uma proposta de utilização. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, **Curitiba**, 15, 21-26 de mar. 2003.

MOIMAZ, S. A. S. *et al.* Análise qualitativa do aleitamento materno com o uso do software IRAMUTEQ. **Saúde e Pesquisa**, v. 9, n. 3, p. 567-577, 2017.

MONTEIRO *et al.* The issue of the arrangement of new environments for science education through collaborative actions between schools, museums and science centres in the Brazilian context of teacher training. **Cultural Studies of Science Education**, v.11, n.2, p.419-437, jun. 2016.

MORÁN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Comunicação & Educação**, v. 2, p. 27-35, 1995.

MORENO VAZ DOS REIS, A.; BARRETO, M. A. M. Uma experiência com *Think Pair Share* no Ensino Fundamental I. **Revista Práxis**, v. 9, n. 17, jun., 2017.

NARDI, R.. Memórias da educação em ciências no Brasil: a pesquisa em ensino de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 1, p. 63-101, 2016.

OECD. ORGANIZATION FOR ECONOMIC AND COOPERATION DEVELOPMENT. 2018a. Disponível em: <http://www.oecd.org>. Acesso em: 14 set. 2018.

OECD. ORGANIZATION FOR ECONOMIC AND COOPERATION DEVELOPMENT. 2018b. Disponível em: <http://www.oecd.org/pisa/>. Acesso em: 14 set. 2018.

OECD. ORGANIZATION FOR ECONOMIC AND COOPERATION DEVELOPMENT. **Pisa 2015 results (Volume I): Excellence and equity in education**. Paris: OECD Publishing, 2016b.

OECD. ORGANIZATION FOR ECONOMIC AND COOPERATION DEVELOPMENT. **Program International for Student Assessment (PISA): Results from PISA 2015. Brazil country note**. Brasil. 2016a.

OLIVEIRA, M. B. Tecnociência, Ecologia e Capitalismo. In: LOUREIRO, I.; CEVASCO, M. E. e LEITE, J. C. (org.) **O Espírito de Porto Alegre**. São Paulo: Paz e Terra, 2002, p.109-113.

PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; BAZZO, W. **Introdução aos estudos CTS (Ciencia, Tecnología e Sociedad)**. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2003.

PENHA, S. P.; CARVALHO, A. M. P.; VIANA, D. M. A utilização de atividades investigativas em uma proposta de enculturação científica: novos indicadores para análise do processo. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7. 2009, Florianópolis. **Atas**. Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/612.pdf>. Acesso em : 21 set. 2018.

PIASSI, L. P.; PIETROCOLA, M. Possibilidades dos filmes de ficção científica como recurso didático em aulas de física: a construção de um instrumento de análise. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 10, **Londrina**, 2006.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciencia & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PRAHL, K. Best practices for the think-pair-share active-learning technique. **The American Biology Teacher**, v. 79, n. 1, p. 3-8, 2017.

RANDLER, C., KUMMER, B.; WILHELM, C. J. Adolescent Learning in the Zoo: Embedding a Non-Formal Learning Environment to Teach Formal Aspects of Vertebrate Biology. **Sci Educ Technol**, v. 21, p. 384-391, 2012.

RATINAUD, P; MARCHAND, P. Application de la méthode ALCESTE à de “gros” corpus et stabilité des “mondes lexicaux”: analyse du “CableGate” avec IraMuTeQ. In: JOURNÉES INTERNACIONALES D’ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

TEXTUELLES, 11, 2012, Nice,. **Actes...** p. 835-844. Liège: Université de Liege, 2012.

RATINAUD, P. **IRaMuTeQ: Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires**. 2009. Disponível em: <http://www.iramuteq.org>. Acesso em: 07 jul. 2017.

RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge: da renascença à revolução científica**. Rio Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2001, v. 3.

RUTHERFORD, F. J. Sputnik and Science education. In: **A SYMPOSIUM REFLECTING ON SPUTNIK: LINKING THE PAST, PRESENT, AND FUTURE OF EDUCATIONAL REFORM**, Washington, DC: National Academy of Sciences, 1997. Disponível em: <http://www.nas.edu/sputnik/ruther1.htm>. Acesso em: 18 set. 2018.

SAGRILLO, D. R. **O tempo de trabalho e o tempo “livre” dos professores municipais de Santa Maria/RS**, 2015, 240 p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2015.

SALÉM, S.; KAWAMURA, M. R. O texto de divulgação e o texto didático: conhecimentos diferentes? In: ENCONTRO DE PESQUISADORES EM ENSINO DE FÍSICA, 5, 1996, Belo Horizonte, **Atas**. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Física, 1996.

SALIME, S. *et al.* Medical Staff's Social representation on elderly with psychiatric disorder: Impacts about the life project. **European Psychiatry**, v. 41, pp.S664-S665, apr., 2017.

SANTOS, M. E. Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2, 1999, Valinhos, **Atas**. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/iienpec/Dados/trabalhos/A39.pdf. Acesso em: 24 set. 2018.

SANTOS, Viviane *et al.* IRAMUTEQ nas pesquisas qualitativas brasileiras da área da saúde: scoping review. **CIAIQ 2017**, v. 2, 2017.

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

SARAMAGO, J. **O conto da ilha desconhecida**. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

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

SCRIBNER, S.; COLE, M. Cognitive consequences of formal and informal education. **Science**, v. 182, n. 4112, p. 553-559, 1973.

SERRAO, L. F. S. *et al.* A experiência de um indicador de letramento científico. **Cad. Pesqui.**, São Paulo, v. 46, n. 160, p. 334-361, jun., 2016. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742016000200334&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 22 set. 2018.

SEVDALIS, C.; SKOUMIOS, M.; Non-formal and Informal Science Learning: Teachers' Conceptions. **International Journal of Science in Society**, v.5, n.4, p.13-26, 2014.

SHEN, B. S. P. Views: Science Literacy: Public Understanding of Science Is Becoming Vitally Needed in Developing and Industrialized Countries Alike. **American Scientist**, v. 63, n. 3, p. 265–268, 1975. Disponível em: www.jstor.org/stable/27845461. Acesso em: 07 jul. 2017.

SHIH, Y.; REYNOLDS, B. L. Teaching adolescents EFL by integrating Think-Pair-Share and reading strategy instruction: A quasi-experimental study. **RELC Journal**, v. 46, n. 3, p. 221-235, 2015.

SILVA, W.; GUIMARAES, E. V.; MEDEIROS, I. A. Construction of knowledge objects for Portuguese language classes in the scientific literacy approach. **Rev. Bras. Linguist. Apl.**, Belo Horizonte, v. 18, n. 1, p. 159-191, mar. 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-63982018000100159&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 22 set. 2018.

SMALLMAN, M. Public Understanding of Science in turbulent times III: Deficit to dialogue, champions to critics. **Public Understanding of Science**, v. 25, n. 2, p.186-197, feb., 2016.

SOUZA, V. F. M.; SASSERON, L. H. As interações discursivas no ensino de física: a promoção da discussão pelo professor e a alfabetização científica dos alunos. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 18, n. 3, p. 593-611, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132012000300007&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 24 set. 2018.

TEIXEIRA, F. M. Alfabetização científica: questões para reflexão. **Ciência & Educação**, v.19, n. 4, p.795-809, 2013.

TEIXEIRA, F. M. Uma análise das implicações sociais do ensino de ciências no Brasil dos anos 1950-1960. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** v. 12, n. 2, p. 269-286, 2013.

TERRAZAN, E. A. O potencial didático dos textos de divulgação científica: um exemplo em física. In: ALMEIDA, M. J. P. M. e SILVA, H. C. (orgs.) Textos de palestras e sessões temáticas. **ENCONTRO LINGUAGENS, LEITURA E ENSINO DE CIÊNCIA**, 3, Campinas, 2000. São Paulo: Graf. FE /UNICAMP, 2000.

TESTONI, L. A. *et al.* Histórias em quadrinhos nas aulas de física: uma proposta de ensino baseada na enculturação científica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, Águas de Lindóia. **Atas**. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0893-1.pdf>. Acesso em: 22 set. 2018.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Ed. Cortez, 1986.

TRILLA, J.; GHANEM, E.; ARANTES, V. A. **Educação formal e não formal: pontos e contrapontos**. São Paulo: Ed. Summus, 2008.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

VERDUM, R.; PUNTEL, G. A. O espaço geográfico. In: BUITONI, M. M. S. (org.) **Geografia: ensino fundamental**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2010. 252 p.: il. (Coleção Explorando o Ensino; v. 22)

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WATANABE, G.; KAWAMURA, M. R. D. Um sentido social para a divulgação científica: perspectivas educacionais em visitas a laboratórios científicos. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 209-235, mai. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2015v8n1p209>. Acesso em: 25 set. 2018.

WATANABE, G.; KAWAMURA, M. R. D. Uma abordagem temática para a questão da água. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 10, 2009, Londrina. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/dados/epcf/_umaabordagemtematicapara.trabalho.pdf. Acesso em: 19 jan. 2019.

WATERS, R.. Comfortably Numb. In: PINK FLOYD. The Wall. Rio de Janeiro: CBS, 1979. 2 discos.

WISSEHR, C.; CONCANNON, J.; BARROW, L. H. Looking Back at the Sputnik Era and Its Impact on Science Education. **School Science and Mathematics**, v. 111, n. 7, p. 368-375, 2011.

ZANETIC, J. Física e cultura. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 3, p. 21-24, 2005.

ZOMPÊRO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.13, n.03, p.67-80, set-dez, 2011.

APÊNDICE A – Ficha TPS

Ficha de atividade <i>Think, Pair, Share</i>			
Nome:		Série/Sala:	
Questão Norteadora	Pense	Discuta	Compartilhe
<p>Anote a questão norteadora</p>	<p>Você tem 1 minuto para anotar sua resposta para a questão</p>	<p>Você tem 2 minutos para discutir e anotar as divergências encontradas entre sua opinião e de seu parceiro, se houver.</p>	<p>Você deve compartilhar sua opinião e, se houver divergência, anotar a de outros colegas de sala.</p>

APÊNDICE B – Questionário sobre o estudo do texto

FLORENZANO, T. G. **Os satélites e suas aplicações**. São José dos Campos: SINDCT, 2008.

1. O que é um satélite?

- a) É um objeto tecnológico que gira ao redor da Terra.
- b) É qualquer objeto que gira em torno de outro.
- c) É a Lua.

2. O que é órbita?

- a) É o caminho que o satélite percorre.
- b) É o que mantém o satélite girando ao redor de outro corpo.
- c) É a posição que o satélite ocupa.

3. Marque como podem ser classificados os satélites.

- ☐ Natural
- ☐ Computacional
- ☐ Polar
- ☐ Equatorial
- ☐ Artificial

4. O que mantém um satélite em órbita?

- a) Sua velocidade
- b) A gravidade que atua sobre ele
- c) Uma atração magnética entre ele e o outro corpo
- d) Uma atração elétrica entre ele e o outro corpo.

5. A velocidade de um satélite...

- a) É maior quanto mais alto ele estiver
- b) É maior quanto mais baixo ele estiver
- c) É menor quanto mais baixo ele estiver

6. É possível colocar um satélite em órbita...

- a) Por meio de foguetes
- b) Por meio de balões
- c) Por meio de aviões

7. Marque quais tipos de órbitas de satélite existem.

- ☐ Artificial
- ☐ Polar
- ☐ Natural
- ☐ Equatorial
- ☐ Geoestacionária

8. Satélites funcionam...

- a) Porque usam baterias
- b) Porque usam painéis solares
- c) Porque usam dínamos

9. O que são os "olhos" do satélite?

- a) São sensores remotos que captam a energia refletida ou emitida pela superfície do planeta.
- b) São sensores que mandam sinais da vida do satélite para o planeta.
- c) São cientistas que interpretam os sinais enviados pelo satélite.

10. Marque cinco finalidades para o uso de satélites

- ☐ Telecomunicações
- ☐ Espionagem
- ☐ Meteorologia
- ☐ Agricultura
- ☐ Prevenção de Desastres
- ☐ Uso do solo
- ☐ Detecção de queimadas
- ☐ Detecção de desflorestamento
- ☐ Observação da Expansão Urbana
- ☐ Pesca
- ☐ Monitoramento de surto de doenças

APÊNDICE C – Ficha de observação para estudo do meio

Ficha de Observação da Paisagem	
<p>Nome:</p> <p>(aqui você deve descrever o conteúdo físico da paisagem: objetos, formas, estruturas, etc. Tire fotos)</p>	<p>Local:</p> <p>Aspectos Humanos (aqui você deve descrever o conteúdo físico da paisagem: objetos, formas, estruturas, etc. Tire fotos)</p>
<p>Percepção (aqui você deve redigir um pequeno texto descrevendo sua percepção do ambiente visitado, levando em consideração suas anotações acima)</p>	

APÊNDICE D – Resultados do estudo do texto

Da análise das respostas do questionário, constata-se que na primeira questão – O que é um satélite? - 42 estudantes, o que corresponde a cerca de 67% do grupo analisado, responderam que 'é qualquer objeto que gira em torno de outro'. Essa é uma definição mais geral do conceito de satélite, sem levar em consideração a relação das massas entre o corpo central e o orbital, sendo que a do primeiro deve ser superior à do segundo (Figura 18).

Figura 18 – Distribuição das respostas da questão o que é um satélite?

Fonte: autoria própria

No texto se lê que 'É chamado de satélite todo objeto que gira em torno de outro' (FLORENZANO, 2008, p.17), o que demonstra relação com a resposta da maior parte da turma.

Outros 19 estudantes, ou seja, cerca de 30 % do grupo, indicam 'satélites' como 'objetos tecnológicos que giram em torno da Terra'. A autora do texto indica a existência de dois tipos de satélites, o natural e o artificial, e dá exemplos como a Lua e os equipamentos construídos pelo homem. Assim, não foi por falta de indicação no texto que esses estudantes preferiram responder a pergunta com essa resposta; parece que, mesmo lendo o texto, a escolha por essa resposta indica mais a influência da leitura de mundo, que precede a leitura do texto, do que a do texto, como indicado por Freire (2011).

O sentido restrito atribuído a palavra satélite como um produto tecnológico pode indicar traços de uma realidade arraigada na construção humana, no egocentrismo, e a um estreitamento de visão de mundo ao pensar que esses objetos giram somente em torno do planeta Terra.

Dois estudantes indicaram como resposta a 'lua'. Outra visão restrita, por indicar somente o satélite natural como forma de conceituar satélites.

Na segunda questão, sobre o conceito de órbita, encontramos 36 respostas que

corroboram com o texto e indicam órbita como 'o caminho que o satélite percorre'; isso corresponde a cerca de 57 % das réplicas (Figura 19).

Outros 25 estudantes, cerca de 40 % do grupo, responderam que órbita 'é o que mantém o satélite girando ao redor de outro corpo'. Aqui aparece uma confusão entre causa e efeito. Esses estudantes indicam órbita como a causa desse movimento. No modelo científico, mecanicista a órbita, o caminho efetuado por um satélite, é causada pela ação de uma força centrípeta; no âmbito astronômico é a força gravitacional que exerce esse papel.

O equivalente a 3% dos indivíduos respondeu que órbita é a posição que o satélite ocupa.

Figura 19 – Distribuição das respostas da questão o que é órbita?

Fonte: autoria própria

Na terceira questão foi solicitado aos estudantes que marcassem como podem ser classificados os satélites. Houve 54 indicações para a classe de satélites naturais e 53 para a de artificiais, o que corresponde a respectivamente a cerca de 86% e 84% dos indivíduos. É interessante apontar que alguns estudantes, 11, indicaram as classes 'polar' e 'equatorial' para classificar satélites no lugar de órbitas (Figura 20).

Figura 20 – Distribuição das respostas sobre a classificação de satélites

Fonte: autoria própria

O texto indica essas classes como tipos básicos de órbitas. Houve também respostas, 15, designando 'computacional' como uma categoria de satélite, o que poderia ser incluída no conjunto de satélites artificiais.

A questão quatro abordou diretamente a causa do movimento orbital de satélite por meio da questão: 'O que mantém um satélite em órbita?'. 38 estudantes responderam que 'A gravidade que atua sobre ele' é a responsável pelo fato. Como já supracitado, a força gravitacional pode ser entendida como causa do movimento curvilíneo executado pelos satélites (Figura 21).

Outros 18 estudantes se posicionaram indicando 'sua velocidade' como causa do movimento orbital. De fato, para se alcançar a condição orbital, além da força centrípeta é necessária uma velocidade específica, conhecida como velocidade orbital, que pode ser deduzida, na escola básica, a partir do princípio fundamental da dinâmica para movimentos curvilíneos aplicado no caso da força gravitacional, como força centrípeta.

No texto há a indicação de que “o satélite artificial permanece em órbita devido a aceleração da gravidade da Terra e à velocidade em que ele se desloca no espaço, a qual depende da altitude de sua órbita” (FLORENZANO, 2008, p.17).

Figura 21 – Distribuição das respostas da questão o que mantém um satélite em órbita?

Fonte: autoria própria

Apesar da indicação do texto 5 estudantes responderam que o que mantém o satélite em órbita é 'uma atração magnética entre ele e o outro corpo' e 2 estudantes indicaram que isso ocorre devido 'uma atração elétrica entre ele e o outro corpo'.

Sobre a relação entre a velocidade de um satélite e a altitude de sua órbita (Figura 22) 44 estudantes replicaram que 'é maior quanto mais baixo ele estiver', isso corresponde a cerca de 70% dos indivíduos; cerca de 31%, ou seja, 19 estudantes, responderam o contrário, que 'é maior quanto mais alto o ele estiver' ou que 'é menor quanto mais baixo ele estiver'.

Figura 22 – Distribuição das respostas dadas sobre a velocidade orbital de um satélite

Fonte: autoria própria

Nesta altura cabe ressaltar o argumento matemático desenvolvido anteriormente para indicar como correta a opção que faz referência a proporção inversa entre altura e velocidade do satélite. Outra maneira de demonstrar isso é por meio do argumento da conservação de energia mecânica, onde quanto maior a altura, maior será a energia potencial gravitacional de um corpo, o que por sua vez reduz a energia cinética do móvel, diminuindo assim sua velocidade.

Sobre a possibilidade de se colocar um satélite em órbita cerca de 92% dos estudantes indicaram como meio o 'foguetes' (Figura 23). 4 estudantes indicaram o 'avião' e 1 indicou o 'balão'. O texto deixa claro que “um satélite artificial é colocado em órbita por meio de um veículo lançador: o foguete” (FLORENZANO, 2008, p.17).

Figura 23 – Distribuição das respostas dadas sobre a forma de se colocar um satélite em órbita

Fonte: autoria própria

Na questão em que foi solicitada a marcação dos tipos de órbitas existentes as classes 'polar' e 'equatorial' foram as mais lembradas, com menções de 48 e 45 estudantes, respectivamente (Figura 24). O texto afirma que (FLORENZANO, 2008, p.19)

órbita polar, paralela ao eixo da Terra, tem uma inclinação de 90 graus que permite a passagem do satélite sobre todo o planeta e de forma sincronizada com o movimento da Terra em torno do Sol.” e que “a órbita equatorial, com uma inclinação de zero grau, coincide com o plano do equador.

As formas 'heliosincronas' e 'geoestacionária' também foram indicadas, respectivamente, 17 e 34 vezes; a primeira refere-se a órbita polar e a segunda a órbita geossíncrona, que ocorre no mesmo período da rotação da Terra, o que gera o repouso relativo entre o planeta e o artefato.

Figura 24 – Distribuição das respostas sobre a classificação das órbitas

fonte: autoria própria

A confusão entre tipos de satélites e órbitas volta a surgir nessa questão, na qual foram marcadas como tipo de órbita as classes de satélite '*natural*' e '*artificial*'; 13 vezes a primeira e 11 vezes a segunda.

Sobre a fonte de alimentação de energia que mantém os satélites em funcionamento foram sugeridas três respostas, das quais, 48 estudantes, aproximadamente 76% do grupo, indicaram como correta a que fazia referência ao uso dos painéis '*solares*'; 13 estudantes preferiram indicar o uso de '*dínamos*', enquanto 2 dos estudantes indicaram o uso de '*baterias*' (Figura 25).

Figura 25 – distribuição das respostas sobre a alimentação do satélite

Fonte: autoria própria

O texto deixa claro a forma de alimentação de um satélite no seguinte trecho:

Se os satélites utilizassem apenas baterias para o suprimento de energia, quando essas se descarregassem eles parariam de funcionar. Para solucionar esse problema, grande parte dos satélites é equipada com painéis solares, os quais permitem converter a energia solar em energia elétrica. (FLORENZANO, 2008, p.21)

Sobre a carga útil de um satélite foi feita uma pergunta sobre os '*olhos dos satélites*', os sensores capazes de transformar a energia refletida pela superfície terrestre em sinais elétricos que são transmitidos para a Terra, processados e transformados em dados úteis, como imagens, sons, etc. (FLORENZANO, 2008).

Sobre as respostas sugeridas se obteve que 41 estudantes, 65 % do grupo, responderam o esperado, que 'são sensores remotos que captam a energia refletida ou emitida pela superfície do planeta', alinhando-se ao descrito no texto. Entretanto, 11 dos estudantes concluíram que 'são sensores que mandam sinais da vida do satélite para o planeta', e outros 11, que na verdade os '*olhos dos satélites*' 'São cientistas que interpretam os sinais enviados pelo satélite' (Figura 26).

Figura 26 – Distribuição das respostas sobre os olhos dos satélites.

Fonte: autoria própria

Na questão que solicitava aos estudantes que marcassem entre as opções cinco finalidades para o uso dos satélites configurou-se que: cerca de 97% deles indicaram 'meteorologia'; 89% indicaram 'telecomunicações'; 86 % indicaram 'espionagem', sendo essas as três mais votadas. Na sequência, quase 80% indicaram a 'prevenção de desastres'; 62 % indicaram a 'observação da expansão urbana', formando assim o quadro das cinco finalidades indicadas com maior frequência pelo grupo. Fora desse quadro ficaram ainda 'detecção de desflorestamento', com 44% de indicação; 'detecção de queimadas', com cerca de 36%; 'agricultura', com cerca de 25%; 'uso do solo', com pouco mais de 14%; 'monitoramento de surto de doenças', com 11% e 'pesca', indicado por 8% (Figura 27).

De tais dados se infere a forte relação do uso do satélite com a previsão do tempo e com as telecomunicações, o que por sua vez poderia levar os estudantes a indicar a espionagem como finalidade do equipamento. Entretanto, o texto indica estas finalidades logo no início, o que pode servir de argumento para a maior citação dessas, ou seja, existe a possibilidade de os estudantes não terem lido o texto todo.

Chama a atenção também o fato de serem menos escolhidas as opções relacionadas a áreas verdes, como florestas, grandes plantações e pastos, e ao mar, como a pesca. Além disso, parece ter sido julgada menos importante a possibilidade de monitoramento de doenças, essencial no combate a epidemias.

Figura 27 – Distribuição das respostas sobre as aplicações dos satélites

Fonte: autoria própria

Em resumo, a análise dos dados gerados pelo questionário eletrônico indica que o emprego do texto e da TIC geram motivação aparente e aprendizagem satisfatória de conceitos básicos; além, a atividade mostrou-se interessante no que tange a avaliação. Ela permitiu respostas mais rápidas que avaliações formativas, viabilizando a intervenção do professor, como mediador de conhecimento durante a aula, comentando os índices mostrados pela TIC sobre as respostas enviadas e corrigindo os desvios conceituais por meio de exposições utilizando giz e lousa.

APÊNDICE E – O produto educacional

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM
PROJETOS EDUCACIONAIS DE CIÊNCIAS

MANUAL PARA VISITAS DIDÁTICAS A LABORATÓRIOS E CENTROS DE PESQUISA (LCP)

Thiago Teixeira Cabral
ttcabral@usp.br

Maria Auxiliadora Motta Barreto
maribarreto@usp.br

**Lorena
2018**

Manual para Visitas Didáticas a Laboratórios e Centros de Pesquisa

Thiago Teixeira Cabral
Maria Auxiliadora Motta Barreto

Este é um produto educacional elaborado no Programa de Pós-graduação em Projetos Educacionais de Ciências, da Escola de Engenharia de Lorena, da Universidade de São Paulo

Manual para Visitas Didáticas a Laboratórios e Centros de Pesquisa

Thiago Teixeira Cabral
Maria Auxiliadora Motta Barreto

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
PROJETOS EDUCACIONAIS DE CIÊNCIAS

2018

Título

Manual para visitas didáticas a laboratórios e centros de pesquisa

Edição

Primeira

Idealização e elaboração

Thiago Teixeira Cabral

Orientação

Maria Auxiliadora Motta Barreto

Capa e projeto gráfico

Thiago Teixeira Cabral

Edição eletrônica

Thiago Teixeira Cabral

Revisão

Maria Auxiliadora Motta Barreto e Dafne Araceli Román

PREFÁCIO

Este é o produto educacional resultante da dissertação intitulada 'A aprendizagem da dimensão social da ciência em espaços de educação não formal: uma experiência com alunos do Ensino Médio no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais', do Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências, da Escola de Engenharia de Lorena, da Universidade de São Paulo.

Foi desenvolvido a partir do questionamento sobre o que estudantes de ensino médio aprendem em laboratórios ou centros de pesquisa (LCP), ambientes comumente não acessados pelos cidadãos.

O interesse na visita a lugares como esses está na familiarização do público com a natureza, a construção e o impacto das ciências na sociedade, o que se alinha com a dimensão social da alfabetização científica, prevista nas diretrizes da educação nacional (CARAMELLO *et al*, 2010). Também há aproximação com as discussões do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) cujo enfoque está no impacto da ciência e da tecnologia no “desenvolvimento da vida social, reivindicando uma tomada de consciência de problemas ambientais, éticos e de qualidade de vida relacionados as contribuições dos avanços científicos e tecnológicos” (PALÁCIOS; GALBARTE; BAZZO, 2005).

Ao investigar a literatura associada a questão, no campo de 'ensino de ciências' em espaços de 'educação não-formal', verificou-se a falta de discussões e de projetos didático-pedagógicos com enfoque na aproximação de estudantes e LCP (MONTEIRO *et al*, 2016).

Com isso, surgiu a ideia de criar **uma obra que auxiliasse professores na construção de projetos** desse tipo, o que se justifica pela falta de orientações que privilegiem a atividade e a avaliação de estudantes na ocasião de uma visita a um instituto de pesquisa, uma usina hidrelétrica, um laboratório, um acelerador de partículas, um observatório astronômico, etc.

O desenvolvimento de projetos educacionais que privilegiam a ação colaborativa entre LCP e a escola básica permite abordagens temáticas que auxiliam na introdução ou contextualização de conceitos científicos, validando culturalmente a ciência e a atividade de estudantes diante o aprendizado o que, por sua vez, torna-se alternativa ao ensino tradicional (CARMELLO *et al*, 2010; FREIRE, 2014).

Com isso, este produto configura-se como um manual de planejamento e de gerenciamento de a-

bordagem didática a laboratórios e centros de pesquisa.

A obra também deve ser entendida como um convite: a) para tirar os estudantes de sala de aula com objetivos pedagógicos de integrá-los a realidade de sua região e b) para que seja criado um movimento de ocupação desses espaços como forma de significar e valorizar a comunidade científica local.

O manual está organizado em duas partes.

Na primeira, são apresentados os fundamentos teóricos sobre os quais a obra foi estruturada. É realizada uma breve discussão em torno dos conceitos 'alfabetização científica', 'educação não-formal' e 'abordagem temática'.

Na segunda parte encontram-se as diretrizes para a elaboração de projetos educacionais de visitas a LCP. É definido o plano de gerenciamento com seus objetivos, público-alvo, requisitos, equipe, premissas, fatores externos, riscos. É apresentado um formulário com elementos considerados essenciais para elaboração de planos de abordagens temáticas a LCP. O formulário é uma lista de checagem e deve ser utilizado como uma ferramenta amigável antes, durante e depois do desenvolvimento do projeto, dando respostas rápidas e eficientes na

comunicação da importância do mesmo. Também são apresentados instrumentos de avaliação que foram utilizados na primeira aplicação desse plano.

Caso haja maior curiosidade é indicado a leitura da dissertação que deu origem a este produto.

Aproveite!

T.T. Cabral

Taubaté, 07 dezembro de 2018

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE

1. Fundamentos Teóricos

- 1.1 Dimensões da alfabetização científica 4
- 1.2 Laboratórios e Centros de Pesquisa como espaços de educação não formal 6
- 1.3 Abordagens a Laboratórios e Centros de Pesquisa 10

SEGUNDA PARTE

2. Plano de Gerenciamento

- 2.1 Objetivo19
- 2.2 Público-alvo 19
- 2.3 Requisitos 20
- 2.4 Tarefas, Fatores externos e Equipe 20
- 2.5 Premissas 24
- 2.6 Restrições Riscos 24
- 2.7 Cronograma 25
- 2.8 Formulários 26

3. Roteiros Didáticos e Instrumentos de Avaliação

REFERÊNCIAS 37

APÊNDICE A 39

APÊNDICE B 40

PRIMEIRA PARTE

Fundamentos Teóricos

1.1 Dimensões da alfabetização científica

A busca pelo atrelamento do ensino de ciências com a vida dos estudantes fez surgir o termo “alfabetização científica”, cuja ideia geral se faz sobre um ensino de ciências com caráter cidadão, voltado para a construção de uma consciência crítica do mundo que nos cerca, para construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio ambiente, já que a disciplina se relaciona com o bem-estar humano e influencia as esferas política, econômica, social e ambiental (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Essas ideias corroboram às do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que busca compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais, ou seja, quanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança (PALÁCIOS; GALBARTE; BAZZO, 2007).

Assim, a alfabetização científica, pode ser estruturada em três dimensões, que abarcam diferentes características referentes ao ensino de ciência: a **dimensão funcional**, que compreende o ato de ler e escrever textos simples com vocábulos do contexto científico; a **dimensão procedimental e conceitual**, que compreende a aplicação de métodos e o uso da linguagem conceitual científica; e a **dimensão social**, que trata a ciência e a tecnologia, como elemento da cultura, e que compreende o impacto dessas na sociedade (Figura 1).

Figura 1 – Esquema de organização da Alfabetização Científica.

fonte: autoria própria

De acordo com Santos (1999) a educação que privilegia as relações entre ciência, tecnologia e sociedade,

aponta para um ensino que ultrapasse a meta de uma aprendizagem de conceitos e de teorias relacionadas com conteúdos canônicos, em direção a um ensino que tenha uma validade cultural, para além da validade científica. Tem como alvo, ensinar a cada cidadão comum o essencial para chegar a sê-lo de fato, aproveitando os contributos de uma educação científica e tecnológica.(SANTOS, 1999, p.3)

1.2 LCP como espaços de educação não-formal

O universo educacional pode ser classificado em espaços informais, formais e não-formais (COOMBS, 1968).

Nos espaços informais a aprendizagem ocorre de modo simbiótico, sem a necessidade da consciência do ato, de atividades estruturadas e ambientes organizados para tal finalidade. É o que ocorre na vida de todos, acumulando experiências e habilidades por meio de observação, imitação e emulação de membros da sociedade.

Os espaços de educação formal são de responsabilidade de um grande grupo social, organizados deliberadamente para aprendizagem de conteúdos específicos, seguindo rotinas específicas

para esse fim, o que pode ser exemplificado pelo sistema escolar, com suas diretrizes e bases.

Espaços não-formais oportunizam a aprendizagem fora do sistema formal, em ambientes diversos, de variadas formas. Atividades de educação não-formal podem ser organizadas e sistematizadas, porém, não são rotinas, pois tem flexibilidade na implementação, atendem grupos heterogêneos, são executadas em intervalos de tempos mais curtos que na educação formal.

Para Gohn (2006) a educação em espaços não-formais adquire diversos aspectos, como a aprendizagem política dos direitos dos indivíduos enquanto cidadãos; a capacitação dos indivíduos para o trabalho, por meio da aprendizagem de habilidades e/ou desenvolvimento de potencialidades; a aprendizagem e exercício de práticas que capacitam os indivíduos a se organizarem com objetivos comunitários, voltadas para a solução de problemas coletivos cotidianos; a aprendizagem de conteúdos que possibilitem aos indivíduos fazerem uma leitura do mundo do ponto de vista de compreensão do que se passa ao seu redor; a educação desenvolvida na mídia e pela mídia, em especial, a eletrônica, entre tantas outras.

Nesses espaços pode-se atingir o aprendizado das diferenças, a adaptação de um grupo a diferentes culturas, reconhecimento do papel do outro, construção de identidade, balizamento de regras éticas de convívio social.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica brasileira (DCN) a escola deve proporcionar

situações práticas a partir das quais seja possível perceber que não há uma única visão de mundo, portanto, um fenômeno, um problema, uma experiência, podem ser descritos e analisados segundo diferentes perspectivas e correntes de pensamento, que variam no tempo, no espaço, na intencionalidade. (BRASIL, 2013, p.33)

A aprendizagem parte de objetivos específicos centrados nas necessidades dos estudantes e na relação com os conteúdos curriculares, que adquirem natureza funcional ao servirem como argumentos na compreensão dos problemas levantados no espaço visitado. A aprendizagem ainda tem a finalidade de abrir janelas de conhecimento sobre o mundo que circunda os indivíduos e suas relações sociais.

Sobre essas relações, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) alertam para a relação entre ciência e tecnologia, que não pode ser ignorada no ensino de ciências, já que as tecnologias têm forte presença no cotidiano das pessoas. Para os autores, uma das funções do ensino de ciências é permitir que o aluno se

se aproprie da estrutura do conhecimento científico e de seu potencial explicativo e transformador, de modo que garanta uma visão abrangente sobre processos e produtos que se mostrem pertinentes para uma inclusão curricular.

Espaços não-formais devem ser vinculados ao processo de ensino/aprendizagem de ciências, de modo que os estudantes possam se apropriar, efetivamente, da ciência como cultura, aproximando ciência, tecnologia e sociedade (CTS). A visita de forma planejada, sistemática e articulada a laboratórios e centros de pesquisa, planetários, parques especializados, passa a ser elemento importante na dimensão social da alfabetização científica e tecnológica de estudantes da escola básica.

Visitas a LCP podem diminuir a distância entre ciência e sociedade, fazendo conhecer a atividade real da ciência, mostrando como ela é construída, seus limites e incertezas e possíveis consequências para a sociedade. Dessa forma, contribui-se para a construção de uma sociedade capaz de refletir criticamente e atuar em situações vinculadas ao desenvolvimento científico-tecnológico (CARAMELLO *et al*, 2010).

Assim, **o objetivo das visitas a LCP define-se como o de familiarizar o público com o contexto de produção da ciência e da tecnologia e de possibilitar aos indivíduos uma leitura do mundo pela perspectiva das ciências.**

1.3 Abordagens à LCP

Como forma de organizar o processo de desenvolvimento de habilidades necessárias à produção e construção do conhecimento, que são os objetos que devem ser compreendidos no processo educativo, podem ser elaboradas diferentes abordagens, definidas como conceitual e temática (Figura 2) (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Figura 2 – Esquema de abordagens de objetos de conhecimento relacionados com LCP.

fonte: autoria própria

A **abordagem conceitual** está mais próxima da prática pedagógica tradicional; admite organização de conhecimentos em dois grupos: 'métodos e processos' e 'conceitos fundamentais'. Sobre os 'métodos e processos' a preocupação é com a aplicação de métodos que regem a utilização dos equipamentos do

laboratório para testar as ideias envolvidas numa discussão; no grupo de ‘conceitos’ procura-se discutir os princípios científicos do tema discutido.

A **abordagem temática** organiza o conhecimento a partir das contradições sociais/existenciais vivenciadas pelos estudantes/comunidade. Nela, busca-se uma compreensão mais crítica sobre a produção da ciência e suas implicações sociais. Pode-se dizer que a abordagem temática é ontológica, portanto, contextualizada e interdisciplinar.

O desenvolvimento da dinâmica didático-pedagógica de abordagens temáticas pode ser sistematizado em momentos pedagógicos, conforme o proposto por Delizoicov (1982, 1983, 2001), a saber:

- a) **problematização inicial**, na qual apresentam-se situações reais, os temas, aos alunos de modo que sejam desafiados a expor o que pensam e ao fim dessa etapa sintam necessidade de aquisição de outros conhecimentos para enfrentar as situações propostas como problemas;

- b. **organização de conhecimentos**, na qual os conhecimentos necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial são sistematicamente estudados por meio do emprego de atividades variadas;
- c. **aplicação do conhecimento**, na qual o conhecimento incorporado pelo estudante é utilizado para analisar e interpretar as situações propostas inicialmente, assim como outras.

Os temas são objetos de estudo que pressupõem um estudo da realidade na qual surgem situações significativas, que exigem o refletir e o agir, o pensar e o fazer, a teoria e prática, para a discussão, interpretação e representação dessa realidade. Eles devem ser escolhidos a partir da análise do currículo de ciências, o que pode ser feito por meio de livros didáticos utilizados na unidade escolar.

Assim, o que deve ser feito diante aos temas “é propor ao educando através de contradições básicas, sua situação existencial, concreta, presente, como problema que, por sua

vez, o desafia e, assim, lhe exige resposta...” (FREIRE, 2014, p. 120). A avaliação e investigação dessas respostas demonstram o nível de percepção da realidade e da visão do mundo dos educandos, projetadas por meio do pensamento-linguagem.

Para Marafon (2011) a importância dos trabalhos de campo está na relação entre os conceitos, as experiências e as palavras:

Uma das funções mais importantes dos trabalhos de campo é transformar as palavras e os conceitos em experiências, em acontecimentos reais para a concretização dos conteúdos. Assim, por meio da observação e da realização de entrevistas e questionários, os pesquisadores e estudantes irão apreendendo a realidade. (MARAFON, 2011, p.9)

Dessa forma, a abordagem temática de LCP oportuniza uma interação dialógica não neutra com os temas, permite-se a interpretação do mundo físico e social de forma significativa e, caso haja a ruptura e apreensão de novos conhecimentos, são produzidas re-interpretações sobre os temas, o que sinaliza um processo de desenvolvimento (VYGOTSKY, 2008). Com isso, o trabalho didático-pedagógico do professor passa a ser o de criar as possibilidades para a produção e

construção do conhecimento pelos estudantes (FREIRE, 1996).

Para organizar esse trabalho de criação de possibilidades de aprendizagem durante uma abordagem temática a um LCP, Caramelo *et al* (2010) sugerem a consideração de aspectos como natureza da ciência, natureza da tecnologia, natureza da sociedade, efeitos da ciência sobre a tecnologia, efeitos da tecnologia sobre a sociedade, efeitos da sociedade sobre a ciência, efeito da ciência sobre a sociedade, efeito da sociedade sobre a tecnologia, efeito da tecnologia sobre a ciência, quando se deseja relacionar Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Disso decorre uma abordagem temática organizada em quatro grupos de informações: aspectos tecnológicos, aspectos científicos, aplicações e aspectos sociais.

Os 'aspectos tecnológicos' tratam de assuntos que relacionam a pesquisa no laboratório com questões tecnológicas, aspectos como a metodologia e técnicas aplicadas no laboratório, incluindo a organização e estrutura para a manutenção do mesmo, assim como os instrumentos utilizados.

Os 'aspectos científicos' tratam de questões e conceitos importantes para o desenvolvimento da ciência, incluindo a pesquisa em física básica e aplicada. Necessidades e importância da realização de pesquisas para o desenvolvimento científico e tecnológico, além de assuntos de natureza mais epistemológica que permeiam a relação entre a teoria e experimentação, devem ser classificadas assim. Esses aspectos são os que mais se aproximam dos conteúdos curriculares.

Por 'aplicações' podemos compreender o uso da estrutura científica e tecnológica na resolução de problemas de outras áreas, como medicina e agronomia.

Sob os 'aspectos sociais' encontram-se situações que podem potencializar discussões próximas a realidade dos alunos.

O levantamento desses aspectos pode subsidiar o tratamento do tema escolhido pelo professor em sala de aula. O intuito de uma abordagem temática é de elencar alguns assuntos que podem servir de vínculo entre os interesses dos professores e dos alunos, dando assim significado ao conteúdo curricular estudado.

SEGUNDA PARTE

O Plano de Gerenciamento

2.1 Objetivo

Este plano de gerenciamento tem a finalidade de **servir como instrumento de orientação para elaboração de projetos de abordagens temáticas à LCP**. Espera-se que este funcione como um facilitador na elaboração de projetos educacionais que visam à ação colaborativa entre escola e LCP e de atividades que oportunizem a aprendizagem de estudantes de ensino médio *in loco*.

2.2 Público-Alvo

Professores de ciências da educação básica, em seus níveis Fundamental e Médio, que buscam alternativas de estratégias de ensino. Entretanto, pode ser utilizado por diferentes sujeitos da prática educacional interessados nessa alternativa, como coordenadores pedagógicos, guias de visita etc.

2.3 Requisitos

Para utilizar este plano o professor deve:

a) realizar o levantamento de LCP que estejam na região da instituição escolar e que recebam visitas;

b) estar familiarizado com a atividade da instituição, de modo que seja possível a associação do conteúdo curricular que se quer abordar com a atividade desenvolvida pelo LCP.

2.4 Tarefas, Fatores externos e Equipe

Para o desenvolvimento de um projeto de visita a um LCP o professor responsável tem como tarefas:

a) **Levantar** o conteúdo curricular que se quer trabalhar, o que pode ser feito por meio da análise de livros didáticos e de documentos oficiais, como os PCN, PCN+ e a BNCC; a partir disso pode-se caracterizar a série da turma sobre a qual o projeto será implementado.

b) **Associar** o conteúdo curricular com a atividade do LCP escolhido, que pode ser previamente verificada a partir dos sítios virtuais das instituições. Com isso, caracteriza-se o LCP desde informações básicas, como localização e contatos, até informações mais técnicas, que possibilitem a aproximação entre o ambiente e o conteúdo escolar.

c) **Definir** os objetivos de aprendizagem a serem alcançados durante a visita. Esses objetivos podem ser escolhidos entre os apresentados pelos documentos oficiais, como a BNCC e os PCN;

d) **Elaborar** um roteiro didático para a visita, que pode ser iniciado e finalizado em sala de aula. O roteiro deve orientar a observação dos estudantes e ordenar a construção de conhecimento associada à visita, para que sejam alcançados os objetivos de aprendizagem;

e) **Agendar** a visita ao LCP escolhido, o que pode ser feito por meio telefones, de correios eletrônicos ou formulários disponibilizados nos sítios oficiais dos LCP.

f) **Executar** o trabalho de campo, acompanhando e orientando os estudantes durante a visita.

É importante contar com uma **equipe** dentro da escola, composta por:

a) **direção escolar**, incumbida de apoiar o desenvolvimento do projeto no relacionamento com os pais e na disposição da estrutura escolar, como por exemplo, disponibilizar monitores para a realização da visita;

b) **coordenação escolar**, incumbida de levantar custos da operação de saída, contratar uma empresa de transporte, informar os pais da saída pedagógica e de sua finalidade, além de solicitar a autorização dos pais para tal fim.

c) **corpo docente**, que demonstrando interesse deve contribuir com a interdisciplinaridade do projeto.

d) **bedéis**, que podem atuar como monitores durante a visita e auxiliar na organização do grupo.

O professor responsável deve considerar as atividades de seus parceiros como fatores externos necessários ao desenvolvimento do projeto. Por exemplo:

a) o **LCP** deve agendar a visita para organizar possíveis palestras, os ambientes que serão visitados, a segurança dos visitantes, etc.

b) a **empresa de transporte** deve realizar a manutenção do veículo contratado e disponibilizá-lo na data agendada.

c) as **seguradoras de viagem** devem ser contratadas para emitir apólices de seguro viagem para cada integrante do projeto.

2.5 Premissas

Para o desenvolvimento do projeto supõe-se que: o LCP possui capacidade para receber o número estimado de visitantes, além de possuir disponibilidade para receber visitas na data de interesse; e que haverá transporte para levar o grupo até o LCP, de forma segura.

2.6 Restrições e Riscos

A visita a um LCP pode ser restringida pela distância até a unidade escolar ou pelas condições das vias.

Outro elemento restritivo é a presença de condições de riscos para a integridade física/psicológica dos estudantes durante o trajeto e no LCP.

Questões relacionadas ao custo dos serviços oferecidos pelos parceiros do projeto, como transporte e seguro viagem, podem interferir no seu desenvolvimento e qualidade.

2.7. Cronograma

É sugerido neste plano um cronograma baseado em **cinco semanas** para elaboração, operacionalização, desenvolvimento e avaliação do projeto de visita a um LCP.

Logicamente, o cronograma deve ser adequado para atender as particularidades de cada professor responsável, de cada situação de visita, de cada região, de cada escola em que o projeto pretende ser desenvolvido.

O cronograma é apresentado como tabela, onde a coluna 1, da esquerda para a direita, apresenta as entregas que devem ser realizadas e a linha 1, de cima para baixo, apresenta a previsão da semana de realização e entrega da tarefa, representada por SN, onde N é o número da semana após a data de início do plano.

Tabela 1 – Cronograma do plano de visita a um LCP

Grupos de Entrega	S1	S2	S3	S4	S5
Levantar o conteúdo curricular que se pode abordar					
Associar o conteúdo curricular com a atividade do LCP					
Definir os objetivos de aprendizagem					
Elaborar um roteiro didático					
Solicitar autorização de saída a direção escolar					
Orçar custos da operação de saída					
Agendar a visita ao LCP					
Informar alunos e pais da saída pedagógica					
Solicitar autorização dos pais, por escrito					
Contratar transporte					
Convocar monitores para a visita					
Orientar monitores sobre atividades durante a visita					
Aplicar atividade inicial do roteiro didático					
Executar o trabalho de campo					
Avaliar o conhecimento adquirido no projeto					

fonte: autoria própria

2.8 Formulário de Planejamento

O projeto de visita a um LCP é avaliado pelos elementos essenciais já dispostos nos itens anteriores.

Formulários são ferramentas amigáveis no planejamento e avaliação desses elementos. Por isso, foram elaborados formulários para auxiliar o desenvolvimento de projetos de visitas a LCP.

Os formulários a seguir devem ser utilizados antes e durante o desenvolvimento de projetos de visitas a LCP, facilitando a comunicação do significado da visita a qualquer momento.

Formulário de plano de visita a um laboratório ou centro de pesquisa (LCP)	
Título do Projeto:	
1. Dados do responsável pelo projeto	
Nome:	Disciplina:
E-mail:	Telefone:
2. Quem vai?	
Escola:	
Série:	Número estimado de alunos:
Há alunos com necessidades especiais? ☐ não ☐ sim Quais?	
Quantos?	
2. Para onde vai?	
Nome da Instituição:	
Endereço:	
Contato na instituição:	
Distância da unidade escolar:	Site:
E-mail:	Telefone:
3. Quando vai?	
Data pretendida:	Data agendada:
4. Como vai?	
Transporte	
Empresa ou prestador de serviço:	
CNPJ:	
Endereço:	
Contato na empresa:	
E-mail:	Telefone:
Características do transporte contratado	Custo
Seguro Viagem	
Empresa ou prestador de serviço:	
CNPJ:	
Endereço:	
Contato na empresa:	
E-mail:	Telefone:
Características do seguro contratado	Custo

5. Porque vai?		
<p align="center">Conhecimentos chave</p> <p align="center">(Elencar temas estruturadores, conteúdos e conhecimentos previstos na BNCC e nos PCN e PCN+ que serão abordados no projeto)</p>		
<p align="center">Laboratório ou Centro de Pesquisa</p> <p align="center">(Descrever e associar a atividade desenvolvida no LCP com os Conhecimentos Chave)</p>		
<p align="center">Objetivos de aprendizagem</p> <p align="center">(Elencar habilidades, competências e objetivos de aprendizagem previstos na BNCC e nos PCN e PCN+, que serão ensinados e avaliados na ocasião da visita ao LCP)</p>		
5.1. Roteiro didático de atividades a serem executadas		
<p align="center">Questão(ões) norteadora(s)</p> <p align="center">(problematização)</p>		
Momento Pedagógico	Atividade	Instrumento de Avaliação
Problematização		
Organização do conhecimento		
Aplicação do conhecimento		

3. Roteiros didáticos e Instrumentos de avaliação

Durante o planejamento da visita a um LCP é necessária a elaboração de um roteiro didático, que oriente a observação dos estudantes por meio de etapas para que sejam alcançados os objetivos de aprendizagem definidos. Para melhor dimensionamento de tempo dessas etapas elas podem ser consideradas como unidades de aula, que variam de 40 a 50 minutos dependendo da unidade escolar.

Essas etapas podem ser sistematizadas na forma de momentos pedagógicos, antes, durante e depois da visita. Em cada um desses momentos deve-se privilegiar estratégias de ensino em que o estudante esteja ativo na construção de conhecimento. É imprescindível a associação de instrumentos de avaliação com cada momento pedagógico para mapear o desenvolvimento dos estudantes na atividade. Por meio dos instrumentos de avaliação é que se reconhece um objetivo de aprendizagem alcançado. No quadro a seguir são sugeridas estratégias de ensino e instrumentos de avaliação para cada etapa do projeto.

Quadro 1– Roteiro didático de uma visita a um LCP

Etapas	Momentos	Atividades	Instrumento de Avaliação	O que avaliar?
Antes da visita	Problematização	<i>Think Pair Share</i> ¹	Ficha de registro escrito	Conhecimentos prévios
Durante a visita	Organização de conhecimento	Estudo de Texto e Visita a LCP	Questionário e Ficha de observação	Conceitos e Percepções
Depois da visita	Aplicação de conhecimento	Seminário	Checklist	Oralidade Conteúdo Coesão Coerência

fonte: autoria própria

As atividades e instrumentos de avaliação considerados no quadro foram os utilizados na pesquisa que deu origem a dissertação da qual este produto é associado. Para cada atividade destinaram-se 2 unidades de aula.

Na **primeira etapa**, de problematização, o tema escolhido deve ser apresentado aos estudantes, preferivelmente, na forma de questão, que será a norteadora de todo projeto pedagógico. Espera-se que isso estimule a discussão de ideias entre os indivíduos, assim os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema podem ser observados. Tal efeito justifica a escolha da estratégia de ensino do TPS, que auxilia na organização da discussão, determinando intervalos de tempo para a atividade ocorrer e permite o uso de fichas para registros escritos, que servirão como fonte de dados desses conhecimentos.

¹ *Think Pair Share* é uma estratégia de ensino que leva em conta a interação social e possui três etapas: I - Inicialmente os estudantes recebem uma questão para pensar individualmente; II - formam-se duplas para discussão das respostas com os parceiros; III - compartilha-se as ideias discutidas na etapa II com a turma; todas etapas ocorrem com intervalos de tempo definido. Isso permite que os estudantes avaliem novas ideias e, se necessário, esclareçam e reorganizem essas antes de apresentar ao grupo maior (AZLINA, 2010; PRAHL, 2017).

A ficha conta com campos para identificação do estudante, como nome, série e sala. Abaixo desses campos possui quatro colunas identificadas como: 'questão norteadora', no qual o estudante deve anotar a questão proposta no momento de problematização; 'pense', campo no qual o estudante deve registrar o que pensa sobre o problema proposto; 'discuta', no qual deve registrar as distinções existentes entre o que ele pensa e o que o colega escolhido para discussão pensa; 'compartilhe', no qual devem ser registrado os pensamentos compartilhados com toda sala e que diferem dos outros dois campos anteriores (APÊNDICE A).

Na **segunda etapa**, de organização do conhecimento, os estudantes devem abordar de forma sistemática os conteúdos curriculares relativos ao tema. A compreensão dos conceitos ajuda na discussão do tema. Nesse momento, utilizar saídas pedagógicas, livros-texto, paradidáticos, notícias, filmes, enriquece a construção da visão de mundo, o desenvolvimento.

A estratégia de estudo de texto permite a exploração de ideias de um autor a partir do estudo crítico de um texto e/ou a busca de informações e exploração de ideias dos autores estudados (ANASTASIOU; ALVES, 2004, p. 80).

A leitura compreensiva, a discussão sobre as ideias propostas no texto e a descoberta de novas ideias leva à novas formas de pensar, de interpretar e, portanto, à construção de outras ideias sobre o mundo (GRILLO; FREITAS, 2008).

Contudo, o uso arbitrário dos textos em sala de aula pode causar a falta de significação. A abordagem inadequada de textos, sem contexto e questionamentos prévios, faz com que os estudantes não tenham a necessidade de saber mais. Logo, é de extrema importância a definição de objetivos, ou seja, o para que se lê o que se lê (GRILLO; DE FREITAS, 2008, p.140). A definição da questão norteadora no momento de problematização é essencial para a eficácia do projeto.

Para avaliar a compreensão do texto pode-se ter o auxílio de tecnologias da informação e comunicação (TIC). Testes conceituais podem ser apresentados e realizados por meio de ferramentas de pesquisa baseados na web, como, o gratuito, *Google Forms*. Caso não haja a possibilidade de se recorrer a ferramentas baseadas na web pode-se utilizar cartões respostas ou questionários impressos.

Outra estratégia de ensino de conteúdos curriculares é o estudo do meio, capaz de proporcionar para alunos e professores contato direto com uma determinada realidade (CAVALCANTI, 2002; BUENO, 2009).

Nesse contato ocorre o estabelecimento de um diálogo com o mundo, com o intuito de verificar e de produzir novos conhecimentos em torno de uma questão. Com isso, pode-se “tornar mais significativo o processo ensino-aprendizagem e proporcionar aos seus atores o desenvolvimento de um olhar crítico e investigativo sobre a aparente naturalidade do viver social” (LOPES; PONTUSCHKA, 2009, p.174).

Durante o trabalho de campo é comum os estudantes registrarem suas observações em cadernos, que podem ser substituídos por fichas estruturadas de observação, como a proposta neste produto (APÊNDICE B). A ficha proposta possui campos para o registro do nome e da série/sala do aluno visitante e do local visitado. Na sequência existem outros quatro campos, para registros de 'aspectos tecnológicos', referentes a instrumentos, máquinas e processos de medida; 'aspectos científicos', referentes a questionamentos, hipóteses, conceitos e teorias; 'aplicações', referente ao uso do conhecimento produzido em outras áreas; 'aspectos sociais', referentes a influências do trabalho realizado no LCP no modo de vida da sociedade. Esses campos devem ser preenchidos durante a visita. Por último, a ficha apresenta um campo 'percepção', no qual o aluno deve redigir um pequeno texto sobre o que aprendeu durante o estudo do meio. Esse campo deve ser preenchido depois da realização da visita ao LCP, como tarefa de casa, e relacionado à questão norteadora.

A análise de conteúdo dos registros dessas fichas permite avaliar o efeito da visita na aprendizagem do tema abordado, as relações construídas entre o tema, o conteúdo e o contexto.

Na **terceira etapa**, de aplicação do conhecimento, os estudantes retomam a questão inicial com os conhecimentos incorporados durante a segunda etapa. Para tanto, devem se preparar para um seminário sobre o tema por meio de instruções sobre os quesitos que serão avaliados como a oralidade, o conteúdo, a coesão e a coerência dos argumentos utilizados nas conclusões apresentadas.

A utilização de TIC como recurso didático é interessante para o desenvolvimento de habilidades como o uso de editores de texto, de imagens, de apresentações. Também podem ser usadas redes sociais como meio de divulgação do conhecimento adquirido durante o projeto, o que dá ao mesmo um grande potencial de divulgação de conhecimento já que o alcance dessas redes ultrapassa os limites físicos da escola.

A análise do conjunto dos resultados das avaliações realizadas por meio dos instrumentos propostos demonstram, qualitativamente, o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes. O resultado dos questionários pode servir como referência para avaliações de caráter formal e quantitativo, já que é possível obter medidas relativas de acertos e erros sobre o conteúdo estudado. O roteiro didático proposto não tem o objetivo de ser uma estrutura imutável, pelo contrário, tem a pretensão de servir como parâmetro inicial para elaboração de novos roteiros com novas atividades e instrumentos de avaliação, que permitam melhorar e diversificar atividades de ação colaborativa entre escola e LCP, reforçando-as.

REFERÊNCIAS

- ANASTASIOU, L.G.C.; ALVES, L.P. Estratégias de Ensino. In: _____. (Orgs.). **Processos de ensino na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. 3.ed. Joinville: Ed. Univille, 2004. p.68-100.
- AZLINA, N. N. CETLS: Supporting collaborative activities among students and teachers through the use of Think-Pair-Share techniques. **International Journal of Computer Science Issues**, v. 7, n. 5, p. 18, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares para Educação Básica**, DF: Brasília, 2013.
- BUENO, M. A. **A importância do estudo do meio na prática de ensino em geografia física**. Boletim goiano de geografia, Goiânia, v. 29, n. 2, p. 185-198, 2009.
- CARMELLO, G. W. *et al.* Articulação Centro de Pesquisa: Escola Básica: contribuições para a alfabetização científica e tecnológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 1-9, 2010.
- CAVALCANTI, L. S. **Geografia e práticas de ensino**. Goiânia: Ed. Alternativa, 2002.
- COOMBS, P. H. **The world educational crisis**. New York: Oxford University Press, 1968. Disponível em: http://www.unesco.org/education/information/nfsunesco/pdf/COOMBS_E.PDF. Acesso em: 27 set. 2018.
- DELIZOICOV, D. Ensino de Física e a concepção freiriana de educação. **Revista de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.
- DELIZOICOV, D.. **Concepção problematizadora para o ensino de ciências na educação formal: relato e análise de uma prática educacional na Guiné-Bissau**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Instituto de Física. 1982.
- DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: ED. da UFSC, 2001.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez Editora, 2002
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. 3 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 58 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2014.
- GOHN, M. G. **Educação não formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas**. Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v.14, n.50, p. 27-38, jan./mar. 2006
- GRILLO, M. C.; DE FREITAS, A. L. S. Estudo de texto. **A gestão da aula universitária na PUCRS**, Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

LOPES, C. S.; PONTUSCHKA, N. N. Estudo do meio: teoria e prática. **Geografia (Londrina)**, v. 18, n. 2, p. 173-191, 2009.

MARAFON, G. J. O trabalho de campo como instrumento de trabalho para o investigador em geografia agrária. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, julio-diciembre, p. 1-13, 2011.

MONTEIRO *et al.* *The issue of the arrangement of new environments for science education through collaborative actions between schools, museums and science centres in the Brazilian context of teacher training.* Cultural Studies of Science Education, v.11, n. 2, p.419-437, Jun., 2016.

PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; BAZZO, W. **Introdução aos estudos CTS (Ciencia, Tecnología e Sociedad).** Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2005.

PRAHL, K. Best practices for the think-pair-share active-learning technique. **The American Biology Teacher**, v. 79, n. 1, p. 3-8, 2017.

SANTOS, M. E. Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 2, p. 76-89, 1999. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/iienpec/Dados/trabalhos/A39.pdf. Acesso em: 24 set. 2018.

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

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 7 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

APÊNDICE B

Ficha de Observação de LCP	
Nome:	Série/Sala:
Local visitado:	
Observação	
Aspectos Científicos <small>(questionamentos, hipóteses, experimentos, teorias e conceitos)</small>	Aspectos Tecnológicos <small>(instrumentos, máquinas, processos de medida)</small>
Aplicações <small>(uso da atividade do LCP em outros âmbos)</small>	Aspectos Sociais <small>(influência da atividade no LCP no modo de vida)</small>
Percepção <small>(redija um pequeno texto relacionando o que aprendeu durante a visita ao LCP com a questão norteadora do projeto)</small>	

Este manual, além de ser um produto educacional, é um convite para tirar os estudantes de ciências da sala de aula e oportunizar a articulação de conteúdos curriculares com o ambiente em que vivem. Em sua função de manual, o livro orienta a elaboração de projetos didáticos de visitas a laboratórios e centros de pesquisa, como institutos de pesquisa, usinas hidrelétricas, laboratórios, aceleradores de partículas, observatórios astronômicos, entre outras instituições que colaboram com o desenvolvimento da ciência e com a divulgação científica.