

coleção
Singularis

VOLUME X

EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA E CTS: UM OLHAR INTERDISCIPLINAR

ANDERSON PEDRO LAURINDO
JOSIE AGATHA PARRILHA DA SILVA
MARCOS CESAR DANHONI NEVES
(ORGS.)

Texto e Contexto

EDITORA E LIVRARIA

copyright@2020 Anderson Pedro Laurindo; Josie Agatha Parrilha da Silva; Marcos Cesar Danhoni Neves

COORDENAÇÃO EDITORIAL: Texto e Contexto Editora

Diretora e editora-chefe: Rosenéia Hauer

Capa: Dyego Marçal

Projeto gráfico e diagramação: Texto e Contexto Editora

E24 Educação para a ciência e CTS: um olhar interdisciplinar [livro eletrônico]/ Anderson Pedro Laurindo; Josie Agatha Parrilha da Silva; Marcos Cesar Danhoni Neves (Orgs.). Ponta Grossa: Texto e Contexto, 2020. (Coleção Singularis, v.10)

191 p.; e-book PDF Interativo

ISBN coleção: 978-65-990049-4-0

ISBN e-book: 978-65-88461-19-8

1. Ciência - ensino. 2. Educação científica. 3. CTS. 4. Interdisciplinaridade. I. Laurindo, Anderson Pedro (Org.). II. Silva, Josie Agatha da. III. Neves, Marcos Cesar Danhoni IVT.

CDD: 373

Ficha Catalográfica Elaborada por Maria Luzia F. B. dos Santos CRB 9/986

CONSELHO EDITORIAL:

Presidente:

Dra. Larissa de Cássia Antunes Ribeiro (Unicentro)

Membros:

Dr. Fábio Augusto Steyer (UEPG)

Dra. Silvana Oliveira (UEPG)

Doutorando Anderson Pedro Laurindo (UTFPR)

Dra. Marly Catarina Soares (UEPG)

Dra. Naira de Almeida Nascimento (UTFPR)

Dr^a Letícia Fraga (UEPG)

Dra. Anna Stegh Camati (UNIANDRADE)

Dr. Evanir Pavloski (UEPG)

Dra. Eunice de Moraes (UEPG)

Dra. Joice Beatriz da Costa (UFFS)

Dra. Luana Teixeira Porto (URI)

Dr. César Augusto Queirós (UFAM)

Dr. Valdir Prigol (UFFS)

Dr. Luís Augusto Fischer (UFRGS)

Dra. Clarisse Ismério (URCAMP)

Dr. Nei Alberto Salles Filho (UEPG)

*Todos os direitos reservados aos organizadores.

*Os textos publicados neste livro são de responsabilidade dos autores.

*Este ebook será disponibilizado em livre acesso não sendo permitida a venda ou reprodução parcial ou total sem a autorização dos organizadores.



Texto e Contexto
EDITORA



Anderson Pedro Laurindo
Josie Agatha Parrilha da Silva
Marcos Cesar Danhoni Neves
(organizadores)

EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA E CTS:
UM OLHAR INTERDISCIPLINAR

Texto e Contexto

EDITORA

coleção
Singularis

VOLUME X

SUMÁRIO

7

Apresentação

10

Parte 1

11

Capítulo 1

As abordagens cts/ctsa e alguns desafios atuais do ensino de ciências

Fábio Ramos da Silva (IFPR)

23

Capítulo 2

*Interdisciplinaridade e abordagem cts em ação:
Formação de professores na educação infantil*

Nájela Tavares Ujiie (UNESPAR-Paranavaí)

Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro (UTFPR-PG)

41

Capítulo 3

*O ensino de ciências com cts e complexidade:
Uma proposta de trabalho a partir de sequências didáticas*

Luiz Carlos Aires de Macêdo

Débora Amaral Taveira Mello

Marcos Cesar Danhoni Neves

69
Parte 2

70
Capítulo 4

Design thinking por uma perspectiva metodológica de ensino:

Uma contribuição para cts

Débora Amaral Taveira Mello (UTFPR)

Giovana Blitzkow Scucato dos Santos (UTFPR)

Luiz Carlos Macedo Aires (UTFPR)

Marcos Cesar Danhoni Neves (UEM)

91
Capítulo 5

*Metodologia pbl (aprendizagem baseada em problemas) e
complexidade:*

Ensino da radioatividade

Anderson Pedro Laurindo (UTFPR)

Janinha Aparecida Pereira (SEED)

116
Parte 3

117
Capítulo 6

*Análise de ilustrações presentes em livro com enfoque cts para os
anos iniciais*

Jéssica da Silva Gaudêncio (UC – UTFPR)

Alan Fernando Yoshiaki Matsushita (UC)

146

Capítulo 7

Imagens na educação científica:

Uma abordagem cts

Josie Agatha Parrilha da Silva (UEPG)

Marcos Gervânio de Azevedo Melo (UFOPA)

Marcos Cesar Danhoni Neves (UEM)

Anderson Pedro Laurindo (UTFPR)

185

“Sobre os Autores”

APRESENTAÇÃO

As pesquisas sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) são definidas como um campo consolidado e de carácter interdisciplinar por excelência, em especial, centradas na crítica à tradição disciplinar. A educação científica, num enfoque CTS, é caracterizado pela contextualização social do conteúdo, abordado, por sua vez, por meio de temas pertinentes ao cotidiano local e social no qual o aluno está inserido. Percebem-se, contudo, dificuldades para a prática de atividades que envolvam o ensino de ciências com enfoque CTS, principalmente em relação à compreensão e receptividade dos professores, em decorrência de uma formação que não contempla aspectos de um ensino que seja interdisciplinar, crítico e contextualizado.

A ideia do livro partiu de um diálogo sobre CTS entre os organizadores acerca da importância de pesquisas que apresentassem o Movimento e os Estudos CTS, especialmente, a partir da vivência de professores e alunos em situações de sala de aula. Para que essas situações fossem exequíveis foi pensado um enfoque CTS que estivesse também vinculado a temas que poderiam ser remetidos à interdisciplinaridade, bem como o uso da análise de imagens envolvendo diversos meios de comunicação.

A proposta foi, então, a de aproximar discussões interdisciplinares com o enfoque CTS, uma vez que compreendemos que a interdisciplinaridade juntamente com o Movimento CTS busca responder à necessidade de superação da visão fragmentada nos processos

de produção e socialização do conhecimento. Essa foi a mola-mestra para o trabalho realizado em conjunto com professores e pesquisadores de diferentes áreas de conhecimento que compartilham deste pensamento e prática pedagógica.

Nessa perspectiva, o livro tem como principal objetivo apresentar discussões sobre o enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) que perpassam pesquisas realizadas no âmbito de Instituições brasileiras onde a interdisciplinaridade é pedra angular para o equacionamento e a compreensão da natureza da ciência e de seu ensino. O livro está organizado em três partes, assim organizados:

Parte I - **CTS, Ensino e formação de professores** - constituída de três capítulos: *Abordagens CTS/CTSA e alguns desafios atuais do Ensino de Ciências*, de Fábio Ramos Da Silva (IFPR); *Interdisciplinaridade e abordagem CTS em ação: formação de professores na Educação Infantil*, de Nájela Tavares Ujiie (UNESPAR-Paranavaí) e Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro (UTFPR-PG); *O Ensino de Ciências com CTS e Complexidade: Uma Proposta De Trabalho A Partir De Sequências Didáticas*, de Luiz Carlos Aires de Macêdo, Débora Amaral Taveira Mello (UTFPR) e Marcos Cesar Danhoni Neves (UEM). Estes capítulos levantam discussões sobre o ensino sob enfoque CTS numa relação direta com o ensino e formação de professores.

Parte II – **CTS e abordagens interdisciplinares** - composto por dois capítulos: *Design Thinking por uma perspectiva metodológica de Ensino: uma contribuição para CTS*, de Débora Amaral Taveira Mello (UTFPR), Giovana Blitzkow Scucato dos Santos (UTFPR), Luiz Carlos Macedo Aires (UTFPR) e Marcos Cesar Danhoni Neves (UEM); *Metodologia PBL (Aprendizagem Baseada em Problemas) e complexidade: Ensino*

da radioatividade, de Anderson Pedro Laurindo (UTFPR) e Janinha Aparecida Pereira (SEED). Estes capítulos discutem a relação do ensino sob enfoque CTS com o design de Museus de Ciências em arquiteturas física e metafóricas da história da ciência (no presente caso, sobre a radioatividade).

Parte III, **CTS e imagens** - é constituído de dois capítulos: *Análise de ilustrações presentes em livro com enfoque CTS para os anos iniciais*, de Jéssica da Silva Gaudêncio (UC – UTFPR) e Alan Fernando Yoshiaki Matsushita (UC); *Imagens na Educação Científica: uma abordagem CTS*, de Josie Agatha Parrilha da Silva (UEPG), Marcos Cesar Danhoni Neves (UEM), Marcos Gervânio de Azevedo Melo (UFOPA) e Anderson Pedro Laurindo (UTFPR). Os capítulos discutem a relação a relação do ensino sob enfoque CTS com a leitura de imagens.

O público alvo desta obra são: docentes da Educação Básica; docentes e discentes do Ensino Superior e de Programas de Pós-Graduação e o público dileitante interessado nas temáticas de Educação Científica. As pesquisas aqui apresentadas buscam, sobretudo, contribuir para um repensar a prática pedagógica desenvolvida nas escolas, além de ampliar debates e divulgar pesquisas relacionadas a educação científica em diferentes níveis e contextos.

Anderson Pedro Laurindo (UTFPR)

Josie Agatha Parrilha da Silva (UEPG)

Marcos Cesar Danhoni Neves (UEM)

PARTE 1

CAPÍTULO 1

AS ABORDAGENS CTS/CTSA E ALGUNS DESAFIOS ATUAIS DO ENSINO DE CIÊNCIAS

Fábio Ramos da Silva (IFPR)

Este capítulo traz uma breve discussão sobre algumas contribuições que as abordagens CTS/CTSA podem trazer para o cenário atual do ensino de ciências, visando uma formação mais humanística, ampliada e que considere o enfrentamento de alguns desafios contemporâneos relacionados à educação em ciências e tecnologia. A concepção educacional CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) originou-se em meados dos anos 70 e 80 do século passado como uma das repercussões de um processo histórico e social que ficou conhecido como Movimento CTS. Este movimento questionava a função social do desenvolvimento da ciência e da tecnologia e as suas relações com a manutenção ou agravamento de situações problemáticas daquele tempo histórico, como a Guerra Fria, crise ambiental, declí-

nio da democracia e emergência de governos autoritários, conflitos bélicos, pobreza, etc. O movimento CTS repercutiu principalmente nos Estados Unidos, destacando os movimentos ambientais e de direitos civis, na Europa, enfatizando análises históricas e sociais da ciência e da tecnologia e na América Latina com a denúncia do papel da ciência e da tecnologia no reforço das relações de dependência econômica e política dos países latinoamericanos e na busca por alternativas para um desenvolvimento soberano (LINSINGEN, 2007; AULER; DELIZOICOV, 2015).

Todo esse processo de questionamento da ordem vigente e do próprio entendimento sobre a ciência e a tecnologia realçou a necessidade de se promover mudanças na educação científica e, sobretudo, de se desenvolver proposições para este desafio. A educação em ciências CTS/CTSA, a alfabetização científica, a educação ambiental, a educação para o desenvolvimento sustentável, dentre outros, são exemplos de vertentes educacionais que surgiram neste cenário e influenciaram e continuam influenciando a educação em ciências em diversos contextos. Assim, o objetivo deste texto é apontar algumas contribuições que a educação em ciências CTS/CTSA pode trazer para se compreender alguns desafios contemporâneos associados com a educação em ciências e a tecnologia, como a necessidade de se desenvolver a educação ambiental e o enfrentamento à emergência e popularização de movimentos anticiência e anti-intelectualistas.

A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS CTS/CTSA

Aikenhead (2006) destaca que os objetivos da educação científica têm oscilado desde o século XIX entre preparar os estudantes para futuras carreiras em ciências e tecnologia ou para a aprendizagem de

conteúdos mais avançados de ciência, selecionando e destacando os estudantes mais alinhados com esse propósito e ajudar os estudantes na compreensão do contexto vivencial deles, destacando as relações estabelecidas entre o conhecimento científico e tecnológico e os meios sociais e ambientais. A primeira tendência da educação em ciências é direcionada por um viés ditado pela lógica do conteúdo canônico científico e por uma imagem do que seria importante aprender para se tornar um cientista ou trabalhar futuramente com a ciência enquanto que a segunda concepção de educação científica tem uma orientação centrada nos estudantes, ou seja, no contexto deles. Uma outra maneira de se distinguir entre essas duas visões é considerar a educação científica orientada pelo conteúdo científico como um sinônimo da educação científica tradicional ou hegemônica e a orientada pelos estudantes como sendo uma educação em ciências humanística.

Aikenhead (2006) destaca que um dos problemas da educação em ciências tradicional é que a minoria dos estudantes possuem interesses que se alinham naturalmente com essa concepção de ensino, ou seja, que tem o ensino como um fim em si mesmo e cultiva a imagem do estudante como um cientista em potencial. Segundo o autor, a maioria dos estudantes possuem outros interesses e percebem a educação em ciências como uma espécie de cultura estrangeira, com valores e modos de agir muito distintos do mundo cotidiano. Na maioria das vezes, estes estudantes ficam alheios à educação em ciências, desenvolvendo estratégias de sobrevivência que disfarçam o seu não pertencimento. Este é um problema importante que acompanha o ensino tradicional de ciências transparecendo, por vezes, como demonstrações de desinteresse e indisciplina dos alunos. Este sentimento de não pertencimento com relação à educação em ciên-

cias pode facilitar a adesão dos estudantes a uma série de movimentos anticientíficos e anti-intelectuais que estão muito em voga atualmente, como o movimento da Terra Plana, movimento da antivacina, do negacionismo da mudança climática entre outros movimentos fortalecidos pelo fenômeno contemporâneo da pós-verdade¹ e da ascensão de governos conservadores (MIGUEL, 2020).

Diante desta problemática, a educação em ciências humanística pode vir a ser uma alternativa já que possui a valorização dos interesses dos estudantes e do seu contexto vivencial como uma das suas premissas, oportunizando situações de aprendizado nas quais a cultura popular é considerada ao mesmo tempo em que leva os estudantes a conhecer aspectos e valores da cultura científica, buscando o estabelecimento de diálogos entre esses saberes. Dentre as várias proposições educacionais alinhadas com essa perspectiva, a educação em ciências CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) busca potencializar a compreensão do contexto vivencial por meio da discussão de problemáticas sociais nas quais o conhecimento científico e tecnológico possuam um papel relevante.

A educação em ciências CTS possui mais de 40 anos de tradição no ensino de ciências, influenciando educadores e pesquisadores na proposição de atividades escolares, currículos e materiais de ensino que exploram questões CTS. Durante todo este tempo alguns dos atores envolvidos com essa perspectiva perceberam a necessidade de reinvidicar o acréscimo da letra A de 'ambiente' à sigla CTS, resultando em CTSA. O motivo para isso se deve à necessidade de se realçar a situação atual de emergência planetária e valorizar os objetivos e o contexto dos sujeitos. Ou seja, a defesa da sigla CTSA não significa que os autores e educadores que trabalham com a sigla CTS negligenciem as questões ambientais e sim de que estas questões necessitam ser enfocadas frente aos desafios contemporâneos (AIKENHEAD, 2005; VILCHES; GIL-PÉREZ; PRAIA, 2011).

1.Fenômeno social que produz discursos nos quais os fatos objetivos têm menos influência que os apelos às emoções e às crenças pessoais (MIGUEL, 2020).

AS ABORDAGENS CTS/CTSA E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A valorização da problemática ambiental está na pauta oficial da educação brasileira desde o ano de 1999 com uma política de inclusão da educação ambiental de maneira transversal em todos os processos educacionais formais ou não-formais (BRASIL, 1999). O mesmo documento define a educação ambiental como sendo:

“os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (BRASIL, 1999, *on line*).

Porém, a sua implementação se constitui em um desafio dada a fragmentação dos sistemas educacionais e dos componentes curriculares, a necessidade de formação docente, as condições desfavoráveis das escolas e da carreira dos professores, dentre outros fatores. Vale destacar que a dificuldade em dar relevo às urgentes questões socioambientais na educação e na vida cidadã em geral não é uma particularidade brasileira como assinalam Vilches *et. al.*, (2008); os autores listam alguns obstáculos que estão dificultando as mudanças de atitude e de comportamento dos cidadãos, incluindo educadores, cientistas e políticos com relação à problemática ambiental, abarcando as suas causas e a proposição de enfrentamentos adequados.

Nesse sentido, algumas pesquisas mostram que as abordagens CTS/CTSA tem colaborado para a inclusão de temas ambientais e na promoção de práticas de educação ambiental nas aulas de ciências e em ações de formação docente (SILVA; CAVALARI; MUENCHEN, 2015; BOURSCHEID; FARIAS, 2014). Assim, as abordagens CTS/CTSA podem ser compreendidas como uma estratégia

que aproxima e facilita o diálogo entre práticas e conteúdos tradicionais da educação científica e as práticas e saberes da educação ambiental. Como exemplos, Cavalcanti, Ribeiro e Barro (2020) elaboraram uma sequência didática CTS sobre a produção de energia elétrica que destacava questões sociambientais de uma comunidade vizinha a uma grande hidrelétrica, Gouveia e Silva (2011) realizaram um projeto de formação contínua com professores de Física do nível médio que tinha a problemática das ilhas de calor nas cidades como tema, Rebello *et al.*, (2012) exploraram o tema das nanotecnologia por meio de um projeto de ensino CTSA. Em comum, estes trabalhos destacam a potencialidade das abordagens CTS/CTSA para engajar os estudantes e professores nas discussões das problemáticas sociais e ambientais apresentadas e para a valorização dos conteúdos científicos e tecnológicos para a compreensão das situações contextuais.

Em contraste, estudos têm apontado para alguns fatores que vêm dificultando a inserção de temas ambientais na educação em ciências, sobretudo no nível médio, como a crença de professores de Física em formação de que a problemática ambiental pouco tem a ver com o ensino de Física, relacionando-se quase que exclusivamente com a Biologia, Geografia e Ecologia (SILVA; CARVALHO, 2012) e as crenças ingênuas ou simplistas de professores de Química em formação acerca das relações CTSA que podem anular a aspiração de um trabalho docente futuro que contemple essas questões (NUNES; DANTAS, 2012).

Assim, percebe-se que ao mesmo tempo em que as abordagens CTS/CTSA têm colaborado na introdução de temas ambientais na educação científica a tradição do ensino de ciências, principalmente em Física e Química, é resistir à ampliação do seu escopo formativo,

dificultando o trabalho com os temas transversais e com as questões contextuais próximas ao mundo vivencial dos estudantes.

ABORDAGENS CTS/CTSA EM UMA VISÃO TRANSCULTURAL PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Alguns pesquisadores em ensino de ciências têm enveredado na linha de pesquisa dos ‘estudos culturais no ensino de ciências’ (AIKENHEAD, 2006); para eles, o aprendizado escolar de ciências é um processo cultural que transmite uma certa visão sobre a ciência e sobre as escolas. A questão que se destaca é que essa transmissão cultural pode se alinhar ou se chocar com as identidades culturais dos estudantes. Assim, a influência que o conhecimento científico escolar terá no desenvolvimento das identidades dos estudantes dependerá do estabelecimento de transições e trocas entre a cultura própria dos estudantes, a cultura do conhecimento científico escolar e a cultura escolar. Algumas pesquisas mostraram que para alguns alunos essas transições são praticamente imperceptíveis porque as identidades deles têm valores próximos às culturas do conhecimento científico escolar e da escola enquanto que para outros estudantes as transições são muito difíceis ou mesmo insuportáveis devido à incongruência entre a cultura particular e a cultura que é nutrida pela escola e pelo conhecimento científico escolar (AIKENHEAD, 2006).

Nesse sentido, Costa (1995 *apud* AIKENHEAD, 2006) elaborou uma categorização que elencou o nível de dificuldade que um grupo de estudantes apresentava ao lidar com as transições entre os valores da cultura científica escolar, da cultura escolar e a cultura própria dos sujeitos; para isso, a autora baseou-se na observação de um grupo de

estudantes em aulas de química levando em conta o cruzamento entre o desempenho deles na disciplina e aspectos da identidade discente.

Cientistas em potencial: para esses estudantes as transições culturais são praticamente imperceptíveis porque a cultura familiar deles cultiva valores muito próximos aos valores da ciência escolar e da cultura escolar. Esses estudantes têm uma compreensão profunda dos conhecimentos científicos devido à ressonância da cultura científica com os valores familiares, estilo de vida, autoimagem, etc.

Estudantes 'eu quero conhecer': são os estudantes que compartilham os valores da cultura do conhecimento científico mas não coadunam com a cultura escolar. O modo de funcionamento e os valores cultivados pela escola são obstáculos para eles, de certa forma. Para estes estudantes as transições com direção à cultura do conhecimento científico são arriscadas mas acontecem devido a ressonância dos valores familiares com os valores da ciência escolar. Estes estudantes costumam compreender os conteúdos científicos de uma maneira satisfatória para eles mesmo que apresentem dificuldades em algumas habilidades como a matemática, por exemplo.

Outros estudantes curiosos: estes estudantes compartilham valores culturais que são incongruentes com os valores da ciência ocidental, porém possuem muita afinidade com a cultura cultivada pela escola. Um exemplo desta categoria seria um estudante que possui uma visão religiosa ortodoxa do mundo que é incompatível com a compreensão científica, porém valoriza muito a disciplina, esforço e o cumprimento de tarefas, ou seja, posturas valorizadas pela cultura escolar. Estes estudantes costumam alcançar um alto desempenho

em ciências que pode ser acompanhado da compreensão dos conteúdos ou da habilidade deles em ‘jogar o jogo’ da escola.

Estudantes ‘eu não sei’: são estudantes que não compartilham valores com a cultura escolar e nem com a cultura do conhecimento científico. Para eles as transições culturais são muito difíceis e arriscadas, porém como esses estudantes não querem ser percebidos como estúpidos pelos colegas e professores eles se esforçam em ‘jogar o jogo’ escolar, acarretando em uma compreensão superficial do conhecimento científico.

Estudantes ‘forasteiros’: são estudantes que compartilham crenças e valores culturais que além de serem incongruentes com a cultura escolar e científica se chocam radicalmente com elas. Para eles, as transições entre essas culturas são praticamente impossíveis. Geralmente, estes estudantes ficam alheios fisicamente ou mentalmente nos processos de ensino de ciências para preservar as suas identidades culturais.

Forasteiros internos: são estudantes cujas identidades culturais se chocam radicalmente com a cultura escolar embora possuam alguma ressonância com a cultura da ciência escolar. Isto ocorre porque a instituição discrimina por alguma razão estes estudantes.

A classificação de Costa (1995 *apud* AIKENHEAD, 2006) não tem como objetivo ser definitiva e nem produzir rótulos para os estudantes e suas identidades culturais e sim demonstrar algumas razões que podem estar por trás dos conflitos culturais que ocorrem nas aulas de ciências. O desafio que se coloca é como lidar com esses conflitos e como tornar viável o ‘cruzamento de fronteiras’ entre essas culturas.

Nesse sentido, Aikenhead (2006) defende uma visão transcultural para a educação científica na qual os professores compreendem

que a maioria dos estudantes verão os conhecimentos científicos e os valores subjacentes como uma espécie de cultura estrangeira que vale a pena conhecer. Para isso serão necessárias transições entre as diferentes culturas mediante ‘cruzamentos de fronteiras’.

Isso é um problema para o ensino tradicional de ciências já que ele cultiva valores e hábitos que são compartilhados pela minoria dos estudantes, os ‘cientistas em potencial’ de Costa (1995 *apud* AIKENHEAD 2006). Para Aikenhead (2006), a educação em ciências humanística pode dar melhores respostas à essa questão ao valorizar o contexto dos estudantes, as problemáticas locais e mundiais, os interesses deles, etc. A educação em ciências CTS/CTSA seria uma das alternativas para uma educação humanística em ciências.

A visão transcultural do ensino de ciências defendida por Aikenhead (2006) visa responder ao sentimento de não pertencimento de muitos estudantes nas aulas tradicionais de ciências e a consequente pouquíssima influência do conhecimento científico na identidades culturais dos estudantes de modo que eles venham a se interessar pelos conhecimentos da ciência, entendendo a sua importância nos assuntos pessoais e coletivos, na sua dimensão social e política.

Nesse sentido, a argumentação de Aikenhead (2006) é um alerta para a necessidade de se estabelecer diálogos entre a cultura dos estudantes e a cultura escolar e científica como uma maneira de fortalecer o sentimento de pertencimento dos estudantes e propiciar o enriquecimento de suas identidades pessoais. Do contrário, outras instâncias culturais estabelecerão esse diálogo muitas das vezes baseando-se nas emoções e na falsificação de fatos comprovados. Os movimentos anti-ciência contemporâneos como o ‘terraplanismo’, o ‘movimento an-

ti-vacina’, o movimento do negacionismo das mudanças climáticas, entre outros, são de certa forma um fenômeno que se alimenta do pouco efeito da educação científica na cultura dos sujeitos, ou seja, na forma como as pessoas vêem o mundo e a si mesmas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este texto discutiu algumas contribuições da educação em ciências CTS/CTSA para alguns desafios da contemporaneidade como a inclusão de práticas e saberes da educação ambiental nas aulas de ciências e a necessidade de se comprapor ao fenômeno dos movimentos anti-ciência contemporâneos e da ‘pós-verdade’. Nesse sentido, compreende-se que os objetivos da educação tradicional são limitados, podendo mesmo acentuar as problemáticas apresentadas. Defende-se que os objetivos da educação científica sejam renegociados como uma maneira de valorizar o contexto dos estudantes, estabelecendo diálogos entre diferentes as culturas. A educação em ciências CTS/CTSA pode colaborar nesse sentido como uma alternativa humanística para a educação científica na qual os sujeitos, a comunidade local e mundial, os conhecimentos científicos e tecnológicos e o meio ambiente são relacionados e valorizados.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. **Educación Química**, México, v. 16, n. 2, p. 304-315, 2005.
- AIKENHEAD, G. S. **Science education for everyday life: evidence-based practice**. Nova Iorque: Teachers College Press, 2006.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 21, n. 45, p. 275-296, 2015.
- BOURSCHEID, J. L. W.; FARIAS, M. E. A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de

ciências. **Revista Thema**, Pelotas, v. 11, n. 1, p. 24-36, 2014.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política da Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm . Acesso em: 10 agosto 2020.

CAVALCANTI, M. H. S.; RIBEIRO, M. M.; BARRO, M. R. Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 4, p. 859-874, 2018.

COSTA, V. B. When science is “another world”: relationships between worlds of family, school, and science. **Science Education**, Hoboken, v. 70, n. 3, p. 289-313, 1995.

GOUVEIA, M. B.; SILVA, F. R. Ilhas de calor: uma abordagem na formação continuada por meio do uso da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente em sala de aula. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 7., 2011, Campinas, SP. **Anais [...]**, Bauru, SP, Abrapec, 2011, p. 800-810.

LINSINGEN, I. V. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1. n. especial, p. 1-19, 2007.

MIGUEL, J. Negacionismo climático no Brasil. **Revista de divulgação científica coletiva.org.**, São Paulo, v. 27, n. 1, 2020.

NUNES, A. O.; DANTAS, J. M. As relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA) e as atitudes dos licenciandos em química. **Educación Química**, México, v. 23, n. 1, p. 85-90, 2012.

REBELLO, G. A. F. *et al.* Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34. n. 1, p. 3-9, 2012.

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. A temática ambiental e as diferentes compreensões dos professores de física em formação inicial. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n. 2, p. 369-383, 2012.

SILVA, L. F.; CAVALARI, M. F.; MUENCHEN, C. Compreensões de pesquisadores da área de ensino de física sobre a temática ambiental e as suas articulações com o processo educativo. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 283-307, 2015.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D.; PRAIA, J. “De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. *In*: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. **CTS e Educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Editora da UnB, p. 161-184, 2011.

CAPÍTULO 2

INTERDISCIPLINARIDADE E ABORDAGEM CTS EM AÇÃO: FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA EDUCAÇÃO INFANTIL

Nájela Tavares Ujiie (UNESPAR-Paranavaí)

Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro (UTFPR-PG)

O capítulo ora apresentado tenciona debater aspectos de uma formação continuada de professores da educação infantil realizada em contexto, com foco na abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e ação interdisciplinar direcionada a crianças da primeira infância. Com este enfoque na tessitura do texto primamos por clarificar os pressupostos teóricos que respaldaram a pesquisa-formação, definir o seu enquadramento metodológico e discutir resultados emergentes do desenvolvimento do estudo.

A interdisciplinaridade é uma categoria da ação docente que tem alicerce na parceria dentro do processo ensino-aprendizagem, que interliga contexto real (vivido, percebido e concebido) a contexto estudado, correlaciona em suas propostas e atividades o senso comum e o saber científico, congrega pessoas em torno de um objetivo educacional unívoco: constrói o conhecimento verdadeiramente (FAZENDA, 1994).

A abordagem CTS, por sua vez denota a compreensão dos fenômenos da natureza em plenitude (ciência), o entendimento do mundo e suas transformações (tecnologia) e o homem como agente participativo e parte integrante do meio (sociedade), em prol da formação integral e alfabetização tecnocientífica dos sujeitos.

Frente ao exposto ponderamos que o ensino de ciências a ser materializado na educação infantil demanda formação continuada dos professores para aprofundamento, articulação teórico-prática, dialogicidade entre domínio conceitual e didático, parceria, interdisciplinaridade, escuta sensível, captação da realidade, percepção acurada das demandas do contexto e do outro (criança sujeito de direitos = cidadão em construção), enfim alfabetização científica e tecnológica dos educadores, para alcance em última escala dos educandos para ação no e com o mundo, onde somos e nos tornamos homens e mulheres: cidadãos de direito (UJIIE, 2020).

Neste preâmbulo registramos que a seção a seguir será dedicada à discussão do referencial teórico que ofereceu sustentáculo a pesquisa.

A FORMAÇÃO DE PROFESSORES, A EDUCAÇÃO INFANTIL, O ENSINO DE CIÊNCIA E A ABORDAGEM CTS: ASPECTOS QUE SÃO CAROS AO ESTUDO

A formação de professores que alicerça a nossa pesquisa tem respaldo na concepção de formação permanente com ancoragem em Imbernón (2005, 2010 e 2016), a qual comporta formação inicial e continuada que atua pela construção da profissionalidade docente, performance, identidade e desenvolvimento profissional, tornar-se e ser professor.

Neste preâmbulo Carvalho e Gil-Pérez (2011) com os quais coadunamos concebem a formação permanente de professores como atividade de pesquisa e inovação, com ligação direta a realidade, ao contexto e ao cotidiano educativo, sendo capaz de atuar na ressignificação de aspectos científicos, didáticos e psicossociopedagógicos da ação docente.

A formação de professores é sinônimo de prática formadora, que congrega vida e ação, estabelecimento de múltiplas relações e significações do/no cenário educacional. A formação continuada de professores é espaço para a configuração de comunidades aprendentes (UJIE, 2014), centra-se na dialogicidade, na pesquisa/formação, no processo ensino-aprendizagem e no desenvolvimento profissional (pessoal, cultural e social).

De acordo com Nóvoa (2013) a formação de professores do século XXI esta calcada na formação humana e profissional, a qual prima pela cooperação educativa e formativa, articulação teórico-prática,

diálogo de saberes e conhecimento, atenção à realidade, compromisso social, político e pedagógico para o exercício da docência.

O objetivo da formação de professores é

[...] possibilitar o desenvolvimento do professor como pessoa, como profissional e como cidadão. Isso deverá refletir-se nos objetivos, na eleição dos conteúdos, na opção metodológica, na criação de diferentes tempos e espaços de vivência para os professores e na organização institucional (BRASIL, 1999, p. 56).

Os aportes legais e os debates constituídos na esfera acadêmica têm apontado para a necessidade da formação permanente de professores, mais abrangente e unificadora das demandas profissionais, que comportam especificidades didáticas, procedimentais e atitudinais na dimensão do tornar-se e ser professor, atuando diretamente na qualidade educacional e no desenvolvimento profissional.

As propostas de formação de professores elaboradas nas últimas décadas visam à formação de um perfil profissional qualificado desde a educação infantil, com intuito de promover a formação integral, desde a mais tenra idade, em suas múltiplas determinações: aspectos físicos, emocionais, afetivos, cognitivos, linguísticos, políticos e sociais.

É válido registrar que a educação infantil é a primeira etapa da educação básica, oferecida em creches e pré-escolas, às quais se caracterizam como espaços institucionais educacionais públicos ou privados que educam e cuidam de crianças de 0 a 5 anos e onze meses de idade, em jornada integral ou parcial, regulados e supervisionados por órgão competente do sistema de ensino. A educação infantil é direito da criança, dever do Estado e a inserção da criança é de livre escolha das famílias (BRASIL, 2010).

É essencial que as professoras da educação infantil tenham uma formação inicial consistente, acompanhada de permanente formação continuada e em serviço. Desta feita, é imprescindível as instituições educacionais da primeira infância (creches e pré-escolas) constituírem-se em comunidades aprendentes (UJIIE, 2014), tornando os professores cientistas da educação, profissionais reflexivos e construtores de procedimentos, tanto legais quanto didáticos, que lhes permitam atuar por uma educação plural e pela formação cidadã de crianças sujeitos de direitos.

Assim, ao inserir a abordagem CTS no cenário da educação infantil temos a oportunidade de qualificar a escola, os profissionais (professores) e as crianças (alunos) por meio da formação em contexto, que age na promoção da qualidade e do desenvolvimento integral.

A formação de professores é dialógica, como pauta de interação e parceria entre o ensino superior e a educação básica, seja pela vertente da formação inicial que deve se articular com o campo da escola, na busca da construção da práxis educativa que congrega teoria e prática, ou na vertente da formação continuada que prima por configurar um sistema formativo que promova a qualidade educacional e o desenvolvimento profissional para, na e com a realidade (UJIIE, 2020).

A Educação Infantil possui em sua seara o lúdico como eixo norteador de ação pedagógica, bem como os blocos formação pessoal e social, a natureza e a sociedade, a música, as artes visuais, o movimento, a matemática e a linguagem oral e escrita como pauta curricular (BRASIL, 1998).

Com as discussões mais atuais e aprovação da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2016), a educação da infância ecoa para uma ação pedagógica interdisciplinar, pautada em interação e brincadeira, em seus cinco campos de experiência: o eu, o outro e nós; corpo, gestos e movimentos; traços, sons, cores e imagens; escuta, fala, pensamento e imaginação; e, espaços, tempos, quantidades, relações e transformações. Temos na primeira etapa da educação básica o conhecimento articulado de forma integrada e interdisciplinar com estabelecimento de diálogo com todas as áreas do conhecimento.

O ensino de ciências designa uma articulação interdisciplinar, o que possibilita de acordo com Arce, Silva e Varotto (2011), atingir o desenvolvimento de habilidades de raciocínio científico, descobrir os fenômenos naturais, os artefatos e produtos decorrentes do mundo tecnológico, compondo uma visão científica do mundo real.

As autoras supracitadas evidenciam, assim como Freire (1996), a curiosidade e a fascinação do aprendente, como ponto de partida para a investigação científica e a ciência que é produção e construção viva. Tal curiosidade deve partir tanto dos professores, quanto das crianças, os quais em coaduno com o enfoque CTS são reconhecidos como indivíduos epistemologicamente curiosos.

O enfoque CTS possui a articulação Ciências Naturais e Ciências Sociais (CHASSOT, 2011), o que já é preeminente na educação da primeira infância como pauta curricular, via seus blocos, eixos norteadores ou campos de experiência, portanto plenamente possível de materialidade na prática pedagógica, desde que ocorra formação continuada contemplando o enfoque CTS junto às professoras da Educação Infantil.

Em nível de prática pedagógica, isso significa romper com a concepção tradicional que predomina na escola e promover uma nova forma de entender a produção do saber. É desmitificar o espírito da neutralidade da ciência e da tecnologia e encarar a responsabilidade política das mesmas. Isso supera a mera repetição do ensino das leis que regem o fenômeno e possibilita refletir sobre o uso político e social que se faz desse saber. Os alunos recebem subsídios para questionar, desenvolver a imaginação e a fantasia, abandonando o estado de subserviência diante do professor e do conhecimento apresentado em sala de aula. (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 79).

Esta nova forma de conceber a produção do saber, em acordo com os autores anteriormente citados, articula-se ao enfoque CTS, no qual o caminho real do conhecimento é mobilizado pelo pensamento vivo e a ação autônoma, que permite a consolidação do ensino e da aprendizagem, com a participação ativa de professores e crianças-alunos.

Outrossim, é importante evidenciar que as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Infantil (DCNEI) consideram que o currículo para esta etapa é concebido como um:

Conjunto de práticas que buscam articular as experiências e os saberes das crianças com os conhecimentos que fazem parte do patrimônio cultural, artístico, ambiental, **científico e tecnológico**, de modo a promover o desenvolvimento integral de crianças de 0 a 5 anos. (BRASIL, 2010, p. 12, grifo nosso).

Neste tocante, a discussão de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) é apropriada para adentrar à escola da infância, ao fomentar o debate que envolve em profundidade o patrimônio científico e tecnológico e seus impactos humanos e sociais.

É importante registrar que a compreensão do enfoque e da abordagem CTS que concebemos respalda-se em Strieder (2012) e Maestrelli (2018) autoras que debatem a polissemia terminológica que emana do movimento CTS (estudos CTS, educação CTS, discussões

CTS, abordagem CTS, enfoque CTS, dentre outros), ao passo que compreendem o enfoque CTS vinculado às repercussões do movimento na esfera educacional e a abordagem CTS relacionada às propostas de ensino realizadas nesse contexto.

Frente ao exposto por se tratar de um trabalho de pesquisa/formação em educação o enfoque CTS e a abordagem CTS serão as terminologias utilizadas neste capítulo. O enfoque CTS designa a ação formativa e educativa ensejada pelo curso de formação continuada em contexto e a abordagem CTS designa a materialidade das propostas educativas construídas e implementadas pelas professoras consolidadas nas turmas de educação infantil, aspectos que discutiremos na seção subsequente.

A ABORDAGEM CTS EM AÇÃO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES E NA EDUCAÇÃO INFANTIL

No que tange o curso de formação continuada em contexto este teve sua base metodológica respaldada pela pesquisa-ação. Assim, configurou em três fases, as quais se alinham aos momentos de pesquisa-ação idealizados por André (1999): 1. Análise - diagnóstico, conceituação dos problemas e teorização (**diagnóstico inicial e formação teórico-prática**); 2. Planejamento da ação - refletir, corrigir, arquitetar ações e decisões educacionais (**elaboração teórico-prática**); e, 3. Avaliação analítica - execução e reflexão, a fim de alcançar a melhoria na qualidade da práxis educativa junto às crianças alunos (**validação e documentação pedagógica**).

O curso de formação continuada de professores em contexto contou com a adesão inicial via inscrição de 17 professores de educação

infantil, de um total de 23 professores pertencentes a uma rede pública municipal do interior paulista, 74% (setenta e quatro por cento).

Foram ministradas 100 horas de formação continuada em serviço, sendo 65 horas presenciais, distribuídas em 18 encontros formativos ao longo das três fases, e, 35 horas à distância, realizadas com apoio da plataforma moodle, contando com leituras, estudo dirigido, atividades, preparação de seminários e implementação prática, sendo o curso, uma ação educativa e formativa efetivada no período compreendido entre o ano letivo de 2017 e 2018.

A realização do curso de formação continuada em contexto foi organizado em três fases sistemáticas: 40h, **1. Diagnóstico Inicial e Formação teórico-prática**, aplicação de um questionário aberto, leitura, análise textual discursiva conjunta, tabulação, apreciação dos dados, norteamento de estudo e aprofundamento teórico-prático; 20h, **2. Elaboração teórico-prática**, leitura analítica individual e grupal, discussão em pequenos e grande grupo, pesquisa bibliográfica individual e grupal, exemplificação, aprofundamento didático, produção textual/planejamento dentro do enfoque CTS; e, 40h, **3. Validação e Documentação Pedagógica**, implementação teórico-prática, testagem das aprendizagens construídas relacionadas à abordagem CTS ao longo do curso em sala de aula, observação, registro e reflexão analítica.

A **primeira fase** foi constituída pelo diagnóstico inicial num processo de captação do contexto e da realidade, tendo em vista averiguar qual o nível de conhecimento dos envolvidos na formação continuada em contexto em relação ao cenário da educação básica e suas especificidades. O questionário solicitava que as professoras ex-

plicassem seus conceitos acerca das concepções de Educação; Educação da Infância; Criança; Aluno; Professor; Educador da infância; Pesquisa; Conhecimento; Processo ensino/aprendizagem; Ciência; Tecnologia; Sociedade; e, Função da Escola, foi respondido por 12 professores da educação Infantil, parcela representativa de 70,5% (setenta e cinco por cento) dos que aderiram a formação.

Para categorizar as respostas se fez uso da metodologia da análise textual discursiva segundo Moraes e Galiazzi (2016), a qual contou com as etapas de: a) desmontagem dos textos, fragmentação em unidades constituintes, b) estabelecimento de relações e constituição de sistema de categorias, c) captação do novo emergente, compreensão crítica e validação dos dados, e, d) processo auto-organizado, tabulação e representação gráfica para análise pormenorizada da realidade emergente. Vale ressaltar que as unidades em parte foram estabelecidas pelo questionário estruturado e as categorias emergiram das respostas.

As análises textuais discursivas a partir dos questionários foram realizada uma parte com a condução da professora formadora no grande grupo, e a maioria em pequenos grupos de trabalho, onde as professoras leram, refletiram e elaboraram unidades e categorias a partir de suas próprias respostas. A categorização permitiu a tabulação e elaboração de gráfico para melhor visualização, os quais foram apresentados aos pares no grande grupo, atendendo a finalidade de traçar o perfil das profissionais da educação básica municipal e suas concepções e incompreensões relacionadas à educação.

Por meio do diagnóstico inicial, foi possível chegar a algumas ponderações: a) as profissionais da educação tem uma ação pedagógica guiada por um misto de convicções que não possui um fio condutor

em uma tendência pedagógica única; b) a tendência pedagógica crítica comparece na maioria das respostas, mas não tem sustentação unívoca ao longo de cada questionário; c) existe dificuldade em conceituar e definir elementos da ação pedagógica, o que se demonstra pelo percentual de respostas em branco e vagas; d) as unidades criança, aluno, ciência, tecnologia e sociedade são as com concepções mais difusas, as quais fortificam a demanda por ação educativa/formativa e referendam a ação interdisciplinar que tem o aprendente como foco do trabalho educacional com o enfoque CTS; e, e) no espaço aberto a comentários de qualquer natureza as professoras admitem estar impregnadas da prática e do cotidiano de sala de aula, não tendo tempo e espaço para reflexão teorizada do seu fazer pedagógico.

Ao passo que emergiram os dados apontados pelos questionários diagnósticos. Indagamos as docentes acerca do caminho a ser trilhado pela formação continuada em contexto e suas demandas. O que fez manifestar o desejo por estudar as tendências atuais e teorias modernas passíveis de aplicação à prática educativa, assim demos continuidade abordando o exposto no quadro que segue.

Quadro 1 – Design da Formação Teórico-Prática

1	*GEPE – Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação: teoria e prática / NEFIPP – Núcleo de Estudos em Formação Inicial e Permanente de Professores - CONVICÇÕES *Tendências Pedagógicas, Currículo em Debate e Educação: a relação necessária na prática pedagógica/educativa
2	*Enfoque CTS e Reflexões CTS em Educação: pontos relevantes
3	*Interdisciplinaridade e Estratégias Didáticas Alternativas
4	*Pedagogia de Projetos e Projetos de Trabalho
5	*Aprendizagem Significativa Crítica & UEPS – Unidades de Ensino Potencialmente Significativas
6	*Exemplificação da prática pedagógica com enfoque CTS

Fonte: I Curso de Formação de Continuada em Contexto (2017-2018)
Organização das autoras.

A fase de aprofundamento teórico-prático manteve praticamente inalterada a adesão do encontro inicial, pois foi finalizada com frequência e aproveitamento dos 12 professores da educação infantil.

Nesta fase a pesquisa/formação continuada em contexto articulou teoria e prática, educação e formação dos professores de modo a configurar a práxis educativa que segundo Baptista (2008) está atrelada a um entendimento de uma educação crítica, no sentido de um proceder orientado para ação: interdisciplinar e com enfoque CTS. Para a compreensão acurada das contradições e desvelamento dos caminhos a serem percorridos em novas ações educativas, ações que na perspectiva trabalhada primaram por garantir ancoragem dentro da abordagem CTS.

Na **segunda fase** o foco de nossa ação esteve dedicado a refletir e estruturar a práxis educativa, ou seja, elaborar um planejamento com respaldo teórico-prático, o qual considerou a escuta sensível das turmas (crianças-aluno), as leituras realizadas, a pesquisa, as teorias e abordagens didáticas inovadoras estudadas, e assim canalizou esforço para o planejamento individual e estratégico, o processo contou com cinco encontros de estudo e orientação.

Neste processo de planejamento ressaltamos a importância da intencionalidade pedagógica e da criança-aluno, ambas como determinantes centrais para a ação educativa. De modo que fosse possível estruturar planejamento com foco na abordagem CTS e alinhado a demanda real do trabalho educativo voltado à educação da primeira infância, com ação interdisciplinar, atividades envolventes, desafiadoras e apoiadas em material pedagógico lúdico, estimulante e atrativo, a fim de promover a construção de aprendizagens de diversas matri-

zes e naturezas. Assim, o planejamento e estruturação das unidades e projetos tiveram foco na escuta sensível e demarcação de motivação inicial ao trabalho educativo, a seguir apresentamos o quadro 2 que registram as temáticas e mote da ação pedagógica.

Quadro 2 – Elaboração Teórico-Prática: tema e mote inicial

Planejamento	Tema	Mote Inicial
1	Educação Ambiental	Fala de um educando: - Nós crianças somos pequenos, professora! Como podemos mudar o mundo?
2	Preservação Ambiental	Contação de história A arara e o guaraná, de Ana Maria Machado.
3	Metamorfose da Borboleta	Leitura do livro “A promessa do girino” de Jeanne Willis e Tony Ross. Percepção de que as crianças não entenderam o final da história.
4	Os sapos	Durante uma aula sobre animais domésticos e animais selvagens surgiu a seguinte questão: - Professora, meu primo disse que os sapos “moram” no rio (na água), mas já vi sapos na minha rua e na minha casa, e não tem rio lá perto... Onde eles moram?
5	Saúde Bucal	Vídeo fornecido pela dentista: “Sorria, não tenha medo do ataque dos monstros”
6	Dengue	Hora da novidade: Tem caso de dengue no bairro professora, o agente da prefeitura esta passando veneno nos quintais.
7	Reciclagem	Os alunos tiveram uma palestra sobre reciclagem na escola. Ficaram interessados pelas imagens projetadas com brinquedos e jogos de sucata.
8	Animais Domésticos e Animais Selvagens	Hora da novidade: A onça do mato comeu todas as galinhas. Por que a onça do mato comeu as galinhas?
9	Alimentação Saudável	Comemos o que o nosso corpo precisa ou podemos comer o que gostamos?
10	Corpo Humano	Como é o nosso corpo? Por que posso correr sem cair?

Fonte: I Curso de Formação de Continuada em Contexto (2017-2018)
Organização das autoras.

De modo geral na elaboração dos planejamentos os professores fizeram uso do enfoque CTS, da abordagem interdisciplinar, atuando em prol da aprendizagem significativa e amparados estrategicamente pelos projetos de trabalho em sua maioria e algumas poucas UEPS.

As temáticas abordadas resguardaram o caráter interdisciplinar em sua tessitura. A fase foi finalizada com frequência e aproveitamento de 10 professores da educação infantil (58,8% - cinquenta e oito por cento da adesão inicial), que efetivaram a entrega da produção escrita em sua íntegra.

A **terceira fase** da proposta está voltada à aplicação do planejamento idealizado na fase anterior. Como estratégia de retomada de nossa ação formativa foi realizado um encontro presencial com foco na temática *Documentação Pedagógica: autoria, reflexão e avaliação do/no processo educativo*. A fase tem por finalidade validar a ação da formação continuada em contexto via implementação teórico-prática, testagem das aprendizagens significativas construídas ao longo do curso em sala de aula, observação, registro e reflexão analítica, que culminaram na produção de um relato de experiência com a participação autora de 8 professoras da educação infantil (47% - quarenta e sete por cento da adesão inicial).

A validação das aprendizagens construídas na formação/pesquisa configurou a implementação da ação interdisciplinar nas turmas de educação infantil, buscando responder problemas surgidos no próprio domínio. A própria prática educativa possibilitou formação e mudança didática, ao instrumentalizar a busca e o processo de questionamento sistemático do conhecimento prévio que deu lugar ao novo conhecimento no desenvolvimento dos projetos e unidades didáticas, na sequência temos o quadro 3 que explicita o abordado nas ações interdisciplinares de cunho CTS nas turmas da educação infantil.

Quadro 3 - Projetos e Unidades Didáticas Aplicados na Educação Infantil

1	Projeto Meio Ambiente: a criança como agente multiplicador
2	Projeto Multidisciplinar: Preservação das Espécies Animais - A arara
3	Projeto Educativo: Metamorfose da Borboleta
4	Projeto de Trabalho: Os sapos
5	Projeto “Sorria, não tenha medo do ataque dos monstros”
6	Unidade Didática: Animais Domésticos e Animais Selvagens
7	Unidade Didática: Alimentação Saudável
8	Unidade Didática: Corpo Humano - meu corpo em movimento

Fonte: I Curso de Formação de Continuada em Contexto (2017-2018)
Organização das autoras.

O processo formativo-educativo da pesquisa contou com documentação pedagógica ao longo do percurso e todos os registros de acompanhamento, análise e síntese encontram-se disponíveis no site educacional originário do portfólio coletivo da pesquisa/formação que pode ser consultado no link: <https://najelaujiie.wixsite.com/enfoqueets>, é possível ter contato com os projetos e unidades didáticas elaborados em sua íntegra no âmbito da terceira fase.

É possível aferir que a efetivação da pesquisa demonstrou contribuição significativa para a formação permanente dos professores, para a ação pedagógica com as crianças-alunos e seu desenvolvimento profissional, bem como fez emergir reflexões salutares ao contexto e promoveu satisfação profissional na concretização de autoria, as quais os proporcionaram serem professores e cientistas da educação ao materializar a práxis pedagógica interdisciplinar em seu cotidiano educativo.

PONDERAÇÕES PARA NÃO CONCLUIR

A abordagem CTS em educação oportuniza um trabalho pedagógico interdisciplinar de caráter holístico, o qual evidencia o com-

promisso científico e social do ensino de ciências. A educação científica é determinante no desenvolvimento econômico e cultural de um país. A nosso ver é urgente a incorporação desta área de estudo à formação inicial e continuada em Pedagogia, em todo território nacional brasileiro, uma vez que são os pedagogos responsáveis pela *literacia* científica na educação infantil e nos anos iniciais do ensino fundamental. A pesquisa apresentada é um demonstrativo positivo da viabilidade da formação continuada de professores com enfoque CTS na educação infantil. Entretanto ponderamos que esta aplicação em amplitude nacional, conseqüentemente impactaria a educação na concretização da esperança de um país e de mundo melhor.

A formação/pesquisa dinamizada com enfoque CTS possibilitou a configuração de uma comunidade de aprendizagem entre formadora, professores consolidados em formação e crianças-alunos da rede; a documentação pedagógica que acompanhou a pesquisa e as implementações dos projetos e unidades didáticas, permitiu gerar registros diversos, análises, avaliação e aprendizagens a partir de seus observáveis; o espaço-tempo formativo passou a ser educativo para professores e crianças-alunos, numa cadeia de retroalimentação formativa na construção da práxis educativa cotidiana; o contexto e suas demandas passaram a ser grandes aliados no gerenciamento das aprendizagens tanto de professores quanto de alunos da educação infantil, enfim a alfabetização científica e tecnológica de educadores e educandos passou a ter contribuição efetiva a formação cidadã e ao dimensionamento da pedagogia da infância, com elementos imprescindíveis a formação plena da primeira infância.

Assim compreendemos que a educação CTS a ser implementada na educação infantil demanda formação continuada dos professores,

articulação teórico-prática, dialogicidade entre domínio conceitual e didático, parceria, interdisciplinaridade, escuta sensível, captação da realidade, percepção acurada das demandas do contexto e do outro (criança sujeito de direitos = cidadão em construção), enfim alfabetização científica e tecnológica dos educadores e dos educandos para ação no e com o mundo, onde somos e nos tornamos homens e mulheres: cidadãos de direito.

É oportuno na contemporaneidade promover o encantamento infantil e juvenil para com a ciência, reativar o entusiasmo da juventude pela ciência, pontuando que as políticas educacionais e decisórias precisam ouvir a voz da experiência de professores consolidados de modo diversificarem o currículo escolar, transformando este num corpus mais significativo e inovador.

REFERÊNCIAS

- ANDRÉ, Marli. Etnografia na prática escolar. 3 ed. Campinas-SP: Papirus, 1999.
- ARCE, Alessandra; SILVA, Debora A. S. M.; VAROTTO, Michele. Ensinando ciência na educação infantil. Campinas-SP: Átomo & Alínea, 2011.
- BAPTISTA, Maria das Graças de Almeida. A concepção do professor sobre sua função social: das práticas idealistas à possibilidade de uma ação crítica. Tese de Doutorado em Educação. João Pessoa-PB: Universidade Federal da Paraíba, 2008.
- BRASIL. Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil. Brasília: MEC/SEF, v.3, 1998.
- BRASIL. Referenciais para Formação de Professores. Brasília: MEC/SEF, 1999.
- BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Infantil. Conselho Nacional de Educação, Ministério da Educação, Brasília, 2010.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº. 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. 5 ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação Edições Câmara, 2010.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília-DF: Imprensa Oficial, 2016. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf. Acesso em: 29/10/2017.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações. 10 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CHASSOT, Attico. Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação. 5 ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

FAZENDA, Ivani C.A. Interdisciplinaridade: História, Teoria e Pesquisa. Campinas (SP): Papirus, 1994.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

IMBERNÓN, Francisco. Formação docente e profissional. São Paulo: Cortez, 2005. (Coleção Questões da Nossa Época, v. 77).

IMBERNÓN, Francisco. Formação continuada de professores. Porto Alegre: Artmed, 2010.

IMBERNÓN, Francisco. Qualidade do ensino e formação do professorado: uma mudança necessária. São Paulo: Cortez, 2016.

MAESTRELLI, Sandra Godoi. A Abordagem CTSA nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: contribuições para o exercício da cidadania. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2018.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise Textual Discursiva. 3 ed. rev. amp. Ijuí-RS: Unijuí, 2016.

NÓVOA, António. Nada substitui um bom professor: propostas para uma revolução no campo de formação de professores. In: GATTI, Bernadete Angelina; SILVA JUNIOR, Celestino Alves da; PAGOTTO, Maria Dalva Silva et al (orgs.). Por uma política nacional de formação de professores. São Paulo: UNESP, 2013, p. 199-210.

PINHEIRO, Nilcéia Ap. Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. In: Ciência & Educação. v. 13, n. 1, 2007, p. 71-84.

STRIEDER, Roseline Beatriz. Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

UJIIE, Nájela Tavares. A importância da construção das comunidades aprendentes na formação dos profissionais da educação infantil In: UJIIE, Nájela Tavares; PIETROBON, Sandra Regina Gardacho. Educação, Infância e Formação: vicissitudes e quefazeres. Curitiba-PR: CRV, 2014, p. 53-63.

UJIIE, Nájela Tavares. Formação continuada de professores da educação infantil num enfoque CTS. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2020.

CAPÍTULO 3

O ENSINO DE CIÊNCIAS COM CTS E COMPLEXIDADE: UMA PROPOSTA DE TRABALHO A PARTIR DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

Luiz Carlos Aires de Macêdo

Débora Amaral Taveira Mello

Marcos Cesar Danhoni Neves

INTRODUÇÃO

A ciência vem moldando a sociedade ao longo dos últimos séculos e, em especial no século XX, a sociedade se torna cada vez mais dependente da ciência e da tecnologia como nunca antes na história. Uma crença política que reflete no social, se define que mais ciência produz mais tecnologia gerando mais riquezas e mais bem estar social. Seja pelo modelo linear de desenvolvimento, ou pelo desejo imperialista de controle das nações, que tem por base o desenvolvi-

mento armamentista a partir da ciência e da tecnologia (C&T). Essa é uma visão comum às Nações desenvolvidas tecnologicamente (PALACIOS; GALBARTE; BAZZO, 2005).

O problema é que estamos tão dependentes de C&T hodiernamente que não é concebível pensar em uma sociedade sem elas. A ciência se imbricou na sociedade nas suas diversas dimensões: econômica, social, política, saúde, ética, entre outras, de tal forma que fica difícil imaginar algum aspecto na qual a ciência não esteja presente. Chaimovich (2000) faz uma dupla constatação: 1) a de que C&T não promovem o desenvolvimento social justo, por isso o modelo linear não é o verdadeiro; e 2) é impossível pensarmos em desenvolvimento sem C&T. Mas é fato também que não podemos ignorar as consequências que C&T nos trouxe, em especial os problemas socioambientais que herdamos do século passado e devemos enfrentar ao longo deste novo século, sendo importante que o ensino de ciências reflita sobre todos estes aspectos.

O ensino de Ciência traz consigo várias finalidades que vão desde a formação comum do cidadão, para que este possa viver melhor por entender a C&T em sua volta, até a formação do cientista capaz de contribuir com a produção de C&T em nosso país, muito embora este último seja um papel mais desempenhado no ensino superior, mas que sofre influência do primeiro. Tais finalidades, entre outras, ficam explícitas no *Programa Ciência na Escola* (PCE) do Ministério da Educação (MEC), um Programa especial voltado para um melhor ensino de Ciências nas escolas de nosso país em vigência a partir do ano de 2019 (MEC, 2019).

A Ciência como produtora do saber por meio de seus métodos e técnicas tende a estancar o conhecimento produzido em barreiras de contenção, que são as disciplinas, fontes de ensinamento do conhecimento científico acumulado ao longo dos anos. Acontece que o conhecimento de forma disciplinar não mais se mostra efetiva frente às exigências de conhecimentos nos dias atuais segundo Morin (1998), uma vez que os problemas a serem enfrentados atualmente exigem um conhecimento que perpasse as diversas áreas do conhecimento. A própria Ciência reconhece essa falha da disciplinaridade e cria no século XX disciplinas como as Ciências da Terra e a Ecologia onde as barreiras de contenção do saber são destruídas e reagrupadas de outra forma para permitirem a compreensão de certos fenômenos naturais (MORIN, 2005).

Acreditamos, pois, que é necessário um ensino de ciências que possa ir além da questão associada ao modelo de desenvolvimento linear, ainda propagado como verdadeiro e questionado desde a década de 1970, em especial pelo movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que tenha a capacidade de entender e superar os mitos científicos e tecnológicos em busca de uma educação científica que proporcione o entendimento de problemas socioambientais atuais e traga concepções que possam mudar a atual sociedade. Assim, o objetivo deste trabalho é o de contribuir com uma proposta de uma meta-sequência didática que contemple tais aspectos para o ensino de ciência. Na próxima seção vamos discutir um pouco sobre o ensino de ciências a partir dos anos de 1950 e suas principais concepções, em destaque as concepções CTS e da Complexidade para, em seguida, apresentarmos detalhadamente nossa proposta de uma meta-sequência didática que contemplaria o ensino de ciências

com tais aspectos, colaborando para a prática educacional, e nossas conclusões finais.

ENSINO DE CIÊNCIAS COM CTS E COMPLEXIDADE

Até os anos de 1950 o ensino de Ciências em nosso país era caracterizado pela transmissão de conhecimentos científicos para o aluno que deveria se apropriar deste tendo por base livros enciclopédicos que apresentavam os feitos inéditos da Ciência através dos fatos, que deveriam ser memorizados sem outras finalidades para este conhecimento (DAL PIAN, 1992). Ao final desta era, o ensino de Ciências passa a ser estratégico para países da Europa e dos EUA, sofrendo interferência do governo em uma campanha de valorização da ciência e a criação de programas especiais de ensino que despertassem no aluno o desejo de se tornarem cientistas, a consagração do modelo linear de desenvolvimento. Surgem os kits de ensino, materiais didáticos que traziam experiências científicas a serem realizadas pelos alunos em espaços apropriados (KRASILCHICK, 1992).

Essa nova forma de ensino de Ciências chega ao Brasil pós-1964, período da ditadura militar, em acordos do governo Brasileiro com os EUA. Os materiais didáticos importados apresentavam falhas como a inexperiência dos professores para conduzir as experiências, erros de tradução, complexidade de algumas experiências propostas e falta de infraestrutura nas escolas para adoção deste novo modelo (TEIXEIRA, 2013).

Atualmente, as experiências no ensino de Ciências podem ser realizadas de várias formas, inclusive através dos kits didáticos distribuídos pelos MEC, e com uma variedade de materiais. Bassoli

(2014) classifica as experiências de acordo com a intencionalidade do professor e nível de interação com o aluno, como: 1) *Demonstrações práticas*: demonstrações realizadas pelo professor na qual o aluno é apenas o espectador; 2) *Experimento ilustrativo*: os alunos realizam as experiências para comprovação de fenômenos já conhecidos através de instruções prévias fornecidas pelo professor; 3) *Experimento descritivo*: atividades realizadas pelos alunos com o intuito de descobrimento sobre algo ou fenômeno estudado com pouca intervenção do professor; e 4) *Experimento investigativo*: atividade de investigação que exige maior esforço do aluno em sua execução contendo discursões de ideias, elaboração de hipóteses explicativas, experimentos e testes na construção do conhecimento sobre algo ou fenômeno estudado.

Após essa revolução no currículo do ensino de ciências, nos anos 1970, temos o movimento CTS e duras críticas a C&T, apontando suas consequências e a falha no modelo linear de desenvolvimento, coincidindo com questões de ordem filosófica crítica da Ciência. A princípio, este movimento não teve caráter educativo, mas apresentava uma reflexão sobre a necessidade do homem em repensar suas necessidades frente a Ciência, Tecnologia e a Sociedade (ARAÚJO; SILVA, 2012). Essa perspectiva de ensino de Ciências com CTS só chega ao Brasil nos anos de 1990 e se consolida como pesquisa nos anos 2000, com o objetivo de formar cidadãos conscientes sobre as complexas relações da Ciência com a Tecnologia e a Sociedade e melhor interação com uma sociedade tecnológica (SANTOS, 2007).

A perspectiva CTS trabalha o ensino de um conteúdo científico na perspectiva tecnológica e social na qual podem ser discutidas a luz de temas recentes, problemas herdados do século passado e são destaques atualmente, tais como: mudanças climáticas, energia renováveis,

sustentabilidade, consumismo, mobilidade urbana, dentre outros que vão apresentar a complexidade das relações e não devem ser compreendido apenas em um campo disciplinar (ROSO; AULER, 2016).

Os anos de 1980 foram marcados pela crítica aos currículos e pela necessidade de uma Ciência voltada para a resolução de problemas práticos do dia a dia dos alunos, despertando seu interesse no aprendizado de ciências. Surge então a perspectiva da *Alfabetização Científica e Tecnológica* (ACT) nos anos 1980 tendo como expoente a questão da necessidade de um ensino de Ciências voltado à resolução de problemas do dia-a-dia, numa clara crítica ao ensino de Ciências anteriormente voltado para a formação de cientistas. A ACT deve prover um conhecimento de Ciências possível de se usar na prática e que melhorasse a vida do cidadão comum e permitisse a ele a entender e dialogar com questões de C&T de ordem pública e política (CAHCAPUZ et al., 2005).

Nos anos 1990 temos a consolidação do construtivismo como corrente de ensino, apresentando como características principais, segundo Carvalho (1992): 1) o aluno como construtor do conhecimento; 2) o conhecimento anterior como base ao novo conhecimento; e 3) um ensino que pudesse levar em consideração o que o aluno traz para a sala de aula. Essa perspectiva resolveria problemas anteriores como o desinteresse dos alunos para aprender ciências e a necessidade de ressignificação do conhecimento científico, apontando para a necessidade do uso de métodos e técnicas que promovam a interação do aluno com o saber. Essa perspectiva de ensino construtivista está aliada a mudança de conceitos nos alunos, tendo em vista que este traz conceitos concebidos sobre certos assuntos e se faz necessário a mudança em busca do saber científico. Neste ponto,

o ensino de Ciências através da história do conhecimento científico pode apresentar bons resultados uma vez que permite a discussão sobre o status do conhecimento científico em diferentes épocas, os desafios epistemológicos que tiveram de ser superados, como aponta Carvalho (1992).

O construtivismo e o ensino por temas, com investigação, têm a capacidade de enriquecer consideravelmente o ensino de ciências despertando a curiosidade do aluno e quebrando a centralidade do ensino focado em conceitos científicos, indo além da perspectiva disciplinar no ensino. Além disso, nessa perspectiva de ensino temos a possibilidade de trabalhar com enfoque CTS, ACT e/ou crítica na qual o tema pode ser usado como eixo inter/trans disciplinar (MACEDO *et al*, 2019).

Nessa perspectiva o ensino de Ciências com temas socioambientais, crítica, a complexidade pode ser uma abordagem interessante destaca Watanabe-Caramello *et al*. (2012), Cachapuz (1999) defende o ensino de ciências baseado em uma “nova” ciência e destaca as ideias de Morin para isso. Fato que a perspectiva de ensino de Ciências com CTS vai permitir uma formação mais humanista, crítica com relação a C&T, mas não nos traz os caminhos que permitirão tal formação.

Dessa forma, encontramos na complexidade de Edgar Morin um caminho possível para a formação desejada. Morin é um autor relevante quanto a proposição de uma nova ciência e nova forma de conhecer com sua *Teoria da Complexidade e Pensamento Complexo*. A grosso modo, podemos dizer que a Teoria da Complexidade (MORIN, 2005)

é a base do Pensamento Complexo, sendo este derivado da palavra *Complexus*, que significa aquilo que é tecido junto (MORIN, 2003).

[...] quanto mais os problemas se tornam multidimensionais, mais existe incapacidade de se pensar sua multidimensionalidade; quanto mais progride a crise, mais progride a incapacidade de se pensar a crise; quanto mais os problemas se tronam planetários, mais eles se tornam esquecidos (MORIN, 2003, p.71).

Essas palavras definem a emergência da complexidade nos problemas socioambientais atuais e a necessidade de uma nova forma de trabalhar esse conhecimento, uma das formas possíveis é partir do paradigma da complexidade. Em Morin (2003) temos a crítica ao saber fragmentado produzido pela ciência, na qual o conhecimento sobre algo é compartimentado em disciplinas, fragmentado, além do fato de estar reduzido, fora do contexto original, separado de seu ambiente, e separado da subjetividade de quem o produz, numa falsa objetividade pregada pelo método científico. Desse modo, um saber complexo, seria um saber mais próximo do real, na qual o objeto deve ser visto pelos múltiplos saberes, disciplinas, recontextualizado em seu ambiente, observado suas interações, e que seja levado em consideração a questão da subjetividade de quem produz o saber.

Uma resposta a esse problema seria os acréscimos a palavra disciplinaridade dos prefixos multi/pluri/inter/trans, formando assim uma família de termos ainda não muito bem entendida, destaca Pombo (2005), mas que podem superar o problema do conhecimento especialista disciplinar. Na visão desta autora, todos estes quatro prefixos terão como raiz a palavra disciplina, definindo-as como: multidisciplinaridade e pluridisciplinaridade, tendo o mesmo significado e se referem a junção de disciplinas, sendo um primeiro nível de rompimento com a disciplinaridade, pois duas ou mais disciplinas

se tocam mais não interagem; a interdisciplinaridade seria uma articulação entre disciplinas, inter-relação entre disciplinas, uma ação recíproca, um segundo nível de rompimento com a disciplinaridade, pois as disciplinas se comunicam umas com as outras, se confrontam; e a transdisciplinaridade, um terceiro nível, seria ultrapassar a disciplina, ir além daquilo que seria próprio da disciplina, a superação das barreiras disciplinares.

A questão é o rompimento de fato da disciplinaridade, ir além, e para isso elegemos a inter e a trans disciplinaridade como efetivos a esse rompimento. Embora pareçam semelhantes estes dois termos, podemos concluir que a interdisciplinaridade é uma quebra substancial à disciplinaridade e, em partes, um estágio anterior a transdisciplinaridade, que por sua vez, será o conhecimento de forma sistêmica sobre algo. Assim sendo, a transdisciplinaridade é, também, a complexidade (MORIN, 2007).

A questão epistemológica do conhecimento, da validade e do processo de produção do saber, seus erros e incertezas também fazem parte da complexidade, destaca Morin (2000), sendo possível a partir do conhecimento da ciência clássica ir em busca do saber complexo, pois a “complexidade é a união da simplicidade com a complexidade” (MORIN, 1999, p.30). Dessa forma, a complexidade e as ideias do Morin, além de possibilitar um aprendizado inter/trans disciplinar, favorece a perspectiva de ensino crítica, pois sua filosofia complexa aproxima-se de CTS no aspecto de uma educação de ciências de cunho humanístico, conforme destacam Sales e Matos (2017).

Diante do exposto, achamos essencial a questão de experiências no ensino de ciências, todas são válidas, mas destacamos o ensino

por experimento de investigação com uma perspectiva CTS através de temas sociocientíficos e a perspectiva ACT, ambas necessárias para uma melhor compreensão do papel de C&T em nossas vidas. Aliada a essas concepções, reiteramos a importância da pedagogia de projetos, como guarda-chuva, refletindo a visão de uma educação construtivista e concepções da complexidade do Morin com sua *Teoria da Complexidade, Pensamento Complexo* e suas ideias de ciência pós-moderna, como o caminho que possibilitaria a formação de um cidadão que consiga articular tudo isso e trabalhar problemas complexos, se tornando mais consciente de seu papel de mudança da realidade atual. Essa é a base conceitual que buscamos atender com nossa proposta que apresentamos na próxima seção.

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

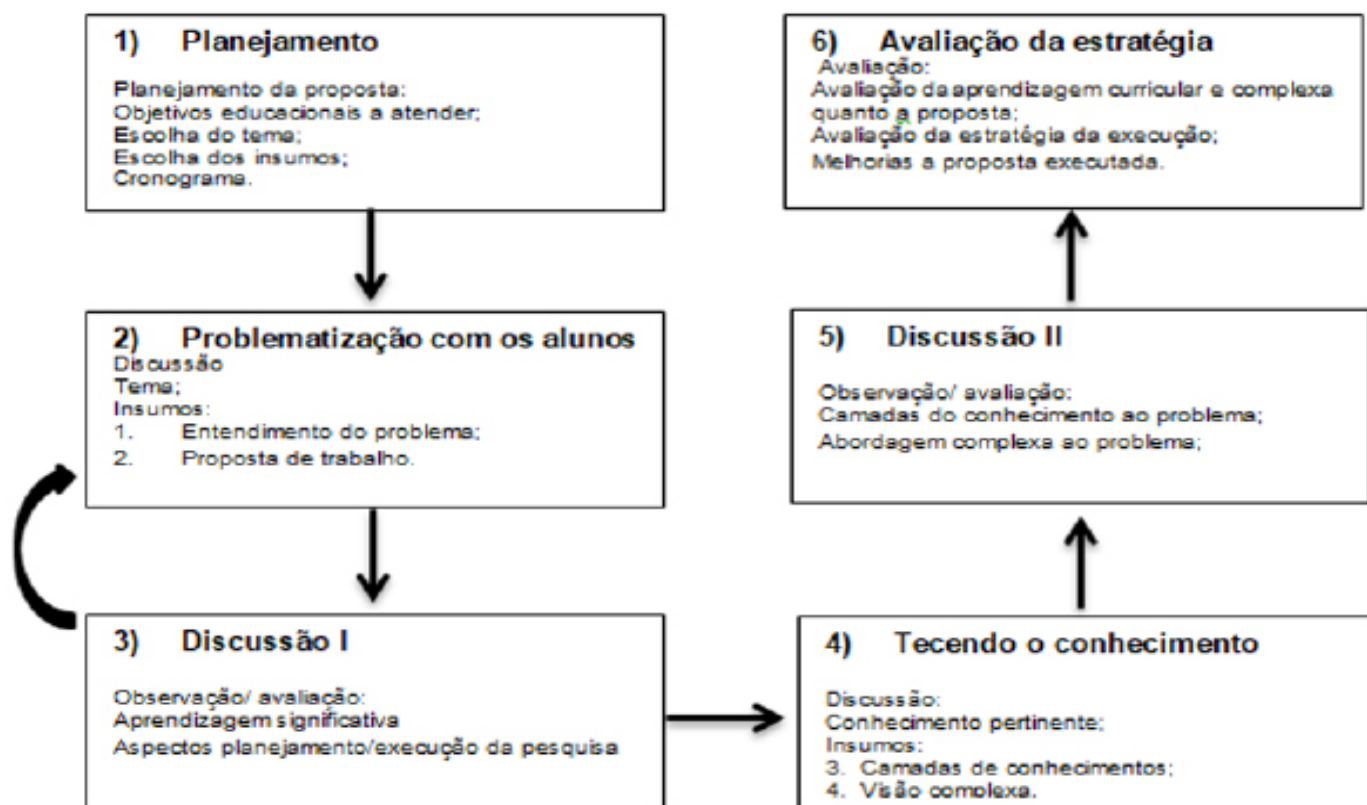
Uma sequência didática pode ser entendida como uma série de atividades ordenadas e articuladas sobre uma unidade didática (ZABALA, 1998). Dessa forma, nosso objetivo aqui é propor uma meta-sequência didática na qual os profissionais da educação poderão definir uma série de atividades de investigação e conduzir um processo de aprendizagem por descoberta complexa, com enfoques das concepções CTS e ACT, trabalhando o aluno em técnicas de investigação científica.

A sequência que propomos aqui foi definida inicialmente em Macedo *et al* (2019), na qual ampliamos as discursões sobre cada uma das etapas e adicionamos adaptações de técnicas de trabalho com a complexidade de Macedo, Neves e Mello (2020), o que resultou nesta proposta, uma proposta mais detalhada e adaptada que poderá ser usada para o planejamento de uma sequência didática para abor-

dagem de temas sociocientíficos com a adoção de técnicas da abordagem CTS, ACT e da complexidade em uma perspectiva educacional construtivista de ensino de ciências com práticas de projetos de ensino. A Figura 01 nos traz um resumo da sequência didática que vamos detalhar ao longo desta seção.

A sequência didática foi idealizada para abordar um conteúdo ou bloco de conteúdo curricular do ensino de ciências através de um projeto investigativo na qual ao longo de cada etapa uma ou várias atividades devem ser prevista seguindo as determinações que descrevemos adiante.

Figura 1: etapas da sequência didática



Fonte: Macedo *et al* (2019, p.04).

ETAPA 1: PLANEJAMENTO

O planejamento é o momento que devemos definir as atividades que serão desenvolvidas com os alunos. Inicialmente, é necessário

estabelecer quais os conteúdos curriculares serão trabalhados e a forma de abordagem desse conteúdo com os alunos em um primeiro encontro. A primeira questão é buscar uma relação do conteúdo a ser ensinado com situações do cotidiano dos alunos. Para isso, sugerimos observar as temáticas sócio científicas descritas em Santos e Mortimer (2002) e/ou Santos (2007), excelentes alternativas por tratarem de situações reais, de natureza complexa que favorecem a transdisciplinaridade, com a capacidade de despertar o interesse dos alunos a trabalharem um tema, fator primordial para o aprendizado de ciências, destaca Fourez (1995). Uma boa alternativa pedagógica para essa proposta é trabalhar na perspectiva da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) proposta em Cabral e Almeida (2014), na qual uma temática deve ser escolhida para ser trabalhada em sala de aula através de uma discursão na intenção de que emergjam problemas a serem abordados pelos alunos em sua pesquisa. Esta estratégia também foi usada para se trabalhar a complexidade em Almeida e Petraglia (2004) por despertar um interesse inicial para o aprendizado.

Definida a questão do assunto curricular a ser trabalhado, de uma temática para apresentação da problemática e levantamento dos questionamentos iniciais, temos de pensar na questão das avaliações. A avaliação deve ser pensada e definida no sentido de contemplar todo o processo, levando em consideração o planejamento da sequência didática e os objetivos da proposta quanto ao entendimento da proposta curricular, o aprendizado conforme o desejado e as ações durante todo o processo. Acreditamos que na medida em que o professor avalia o processo ele também se avalia em um processo atento e contínuo, buscando corrigir possíveis erros no curso da execução da ação e validando os acertos. A avaliação deve contemplar

o qualitativo de todo o processo educativo. Inspirado nos aspectos funcionais da avaliação, destacados em Kraemer (2005), propomos avaliações que atendam os seguintes propósitos:

Avaliação de diagnóstico: avaliação inicial sobre o que os alunos sabem, os pré-requisitos necessários ao trabalho com o tema, as dificuldades de aprendizagem destes alunos e suas habilidades. Essa avaliação pode ser realizada no momento da discussão do tema, Etapa 2 desta proposta, uma vez que alguns conhecimentos prévios poderão ser observados e/ou repassados para os alunos;

Avaliação de verificação: avaliar se os objetivos educacionais a serem atingidos durante a execução da ação estão conforme o planejado. Aqui podem ser previstos várias avaliações ao longo do processo, sugerimos nas Etapas 3; 5 e 6, de modo que as avaliações estejam ligadas a pontos importantes do aprendizado;

Avaliação somativa: avaliação do domínio dos alunos sobre os assuntos trabalhados, suas habilidades e atitudes ao longo do processo. Essas avaliações deverão ser previstas na execução do processo, algumas iremos sugerir nas próximas etapas, mas podem ser previstas outras conforme a intensão. O importante é que o aluno, ou grupo de alunos, possam ser avaliados de forma que reflita a construção do aprendizado ao longo do processo.

As avaliações definidas poderão ser inseridas em cada uma das fases da sequência, tendo como finalidade que estas possam ajudar o professor e o aluno a progredirem, o aluno nos conhecimentos e o professor em suas práticas pedagógicas.

Sobre o material didático a ser utilizado, certamente o livro e ou apostila deverá fazer parte do processo, mas não de todo, embora li-

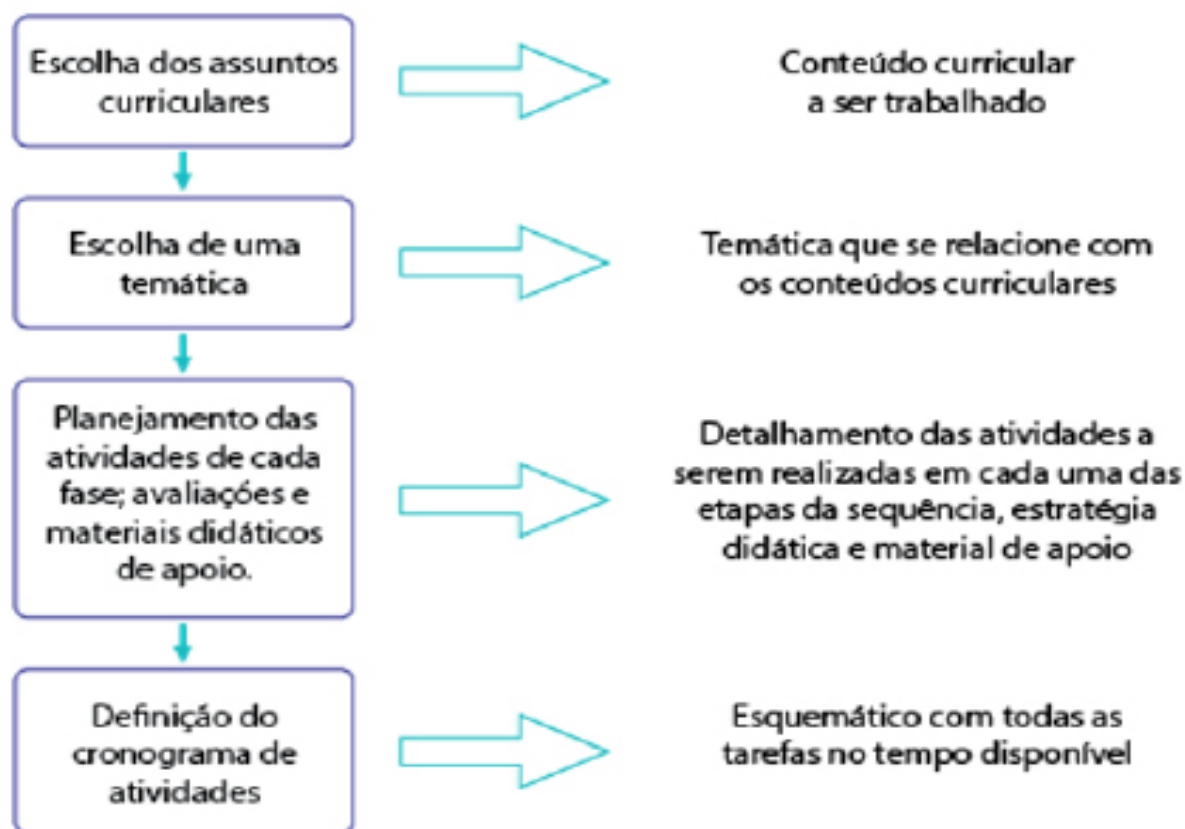
vros e apostilas possam nortear a prática de ensino, estes não devem ser o único em um processo de investigação. O livro ou apostila se apresentam como um material rígido a essa proposta e outras fontes como textos científicos, reportagens, entrevistas, material audiovisual, simulações computacionais, experimentos científicos, dentre outros devem compor o planejamento quanto esta questão. Tal processo exigirá tempo e planejamento, pois o professor deverá avaliar o potencial do material didático a usar e sua relação com a temática a ser trabalhada e o conteúdo curricular a ser ensinado de modo a não descartar o material didático do livro e/ou apostila, mas usá-lo em situações adequadas, planejadas, juntamente com outros.

Ouro ponto a ser pensado é quanto aos insumos que poderão ser produzidos nas etapas da execução da sequência, estes podem ser interessantes ao final de cada etapa, vamos sugerir alguns, mas outros podem ser propostos, devendo refletir a consolidação de cada etapa da sequência. O importante é que o insumo reflita o aprendizado desejado, podendo ser uma sequência de exercícios, textos, desenhos, gráficos, produção audiovisual, experimentos científicos, mapas conceituais, peças teatrais, folders dentre outros. Os insumos podem ser materiais passíveis da avaliação somativa dos alunos ou avaliações pontuais de verificação e/ou diagnósticos. Uma boa alternativa, em especial para observação do aprendizado, são os mapas conceituais, pois permitem demonstrações de entendimentos e podem apresentar a capacidade dos alunos em representar os conceitos e ligações existentes entre estes, defende Moreira (2012).

Definida estas questões, ao final, o professor pode criar um esquemático de toda a sua sequência a partir dos conteúdos didáticos a serem discutidas, as estratégias pedagógicas que serão adotadas a

cada etapa, com o detalhamento de um cronograma da execução de modo a acomodar cada etapa, materiais didáticos utilizados, insu-
mos, questionamentos, metas e objetivos de aprendizagem para cada
etapa, adequando todas as fases ao tempo hábil disponível. A Figura
02 resume as tarefas essenciais desta etapa.

Figura 02: Tarefas da Etapa 01



Fonte: Os autores.

ETAPA 2: PROBLEMATIZAÇÃO COM OS ALUNOS

Partindo do tema escolhido, o primeiro momento desta etapa seria o de discussão do tema com os alunos, essa discussão deve gerar a problematização de modo que o tema poderá ser apresentado aos alunos através de uma aula explicativa sobre conceitos bases, textos, imagem, música, matéria de jornal, filme, experiência, indagações ou outra fonte de modo que o aluno assimile a temática e possa definir

um problema a ser trabalhado. Nesta etapa também pode ser feita uma revisão de conceitos âncoras para o entendimento do problema, abordando conhecimentos necessários para o melhor entendimento na perspectiva construtivista.

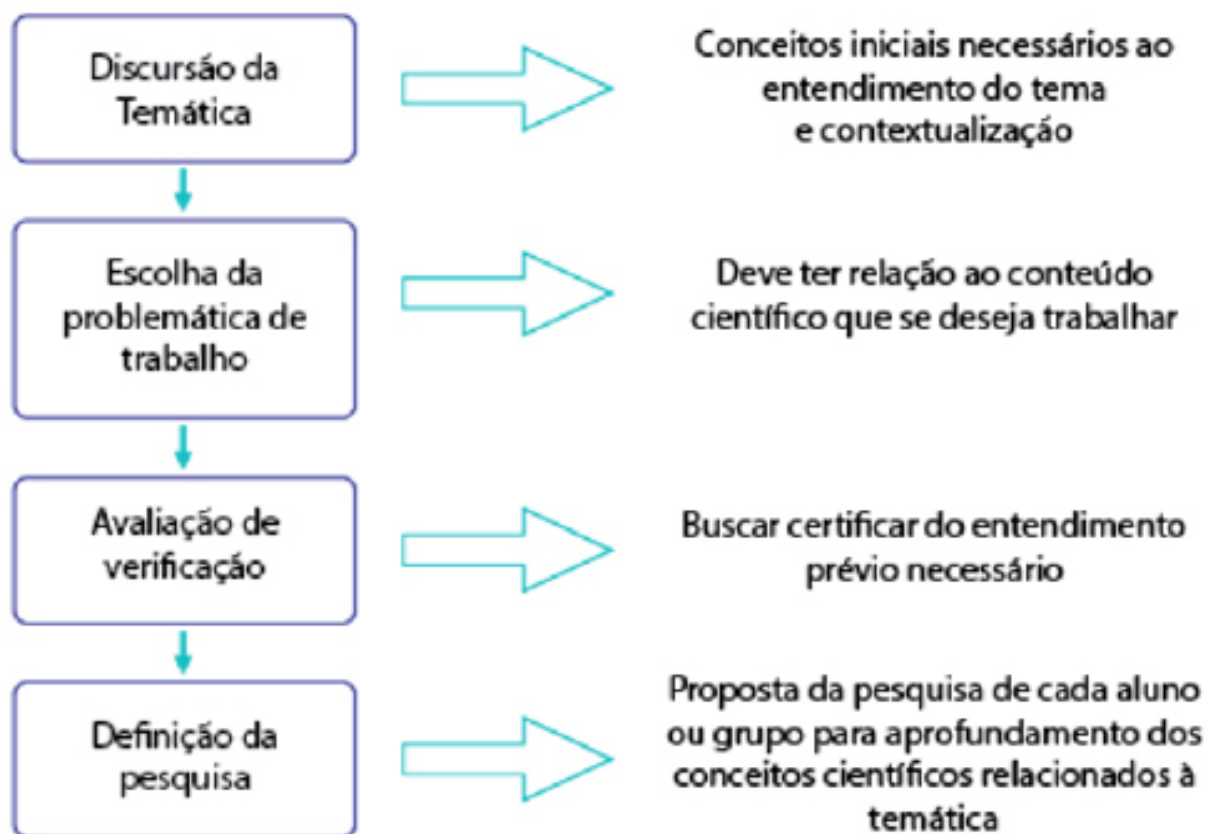
Para a certificação de que o tema fora entendido corretamente, o professor pode pedir ao aluno que produza algo que demonstre sua visão de entendimento assim como a justificativa para a questão na qual o aluno pretende trabalhar. Novamente, destacamos a importância do tema ter relação com o aluno e do problema emergir a partir das discursões com os alunos, de uma conversa, uma boa perspectiva é a dialógica Freiriana onde o professor e os alunos buscam juntos construir o conhecimento baseado no que já sabem, nesse processo o aluno se sentirá participante e valorizado (FREIRE, 2003), despertando a necessidade de buscar a explicação para esse problema.

Neste momento, dependendo da estratégia didática idealizada, poderá ser pedido ao aluno que ele busque mais informações sobre a problemática através de um plano de projeto sobre como procederá e como apresentará o resultado de sua pesquisa, deixando claro que o aluno deverá apresentar o resultado de sua pesquisa na próxima etapa. Os alunos poderão desenvolver os trabalhos de forma individual ou em grupo. O trabalho em grupo pode ser visto como uma perspectiva de aprendizado colaborativa, na qual os alunos constroem o conhecimento através da troca de informações, pontos de vistas, discursões sobre os problemas, resoluções de exercícios e questionamentos, além de desenvolverem a habilidade do trabalho em grupo.

Ao final desta etapa, o professor deve certificar que a temática e os conceitos que a permeiam foram entendidos e que os alunos tem

uma problemática a ser trabalhada, que pode ser em outros encontros em sala de aula, pesquisa em sua casa ou outras formas desejadas e que deverão demonstrar um conhecimento sobre essa temática na próxima etapa da sequência. A Figura 03 ilustra as tarefas desta etapa.

Figura 03: Tarefas da Etapa 02

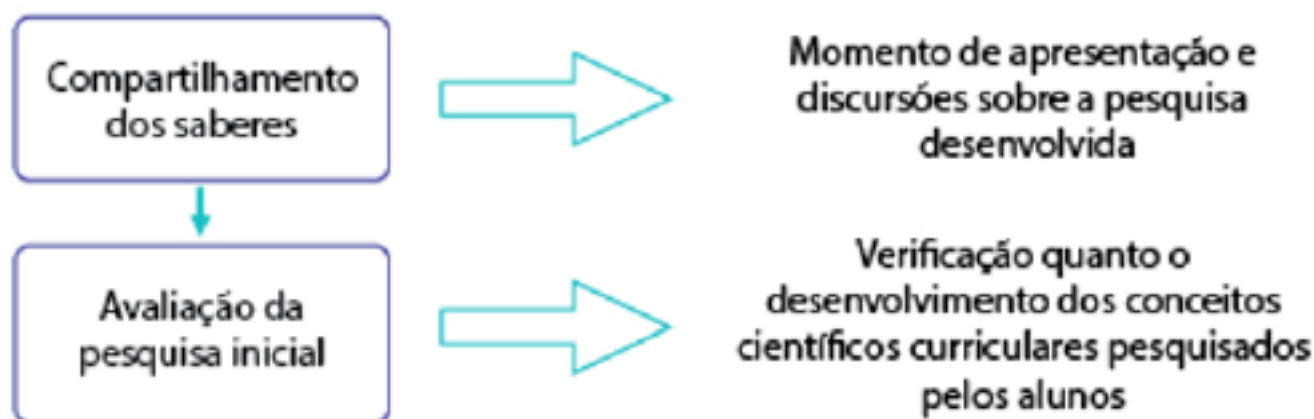


Fonte: Os autores.

Aqui pode ser avaliada a proposta de pesquisa do aluno, definida na fase anterior, e avaliar a questão de sua pesquisa quanto o rigor científico que pode ser planejado para esta etapa, inserindo o aluno na leitura e escrita científica. O importante a ser avaliado é a construção do conhecimento do aluno sobre a temática, sua aprendizagem significativa (MOREIRA, 2015) e sua relação com o conhecimento curricular que se desejou trabalhar. Se observado que o aluno não

desenvolveu bem a problemática, pode voltar a etapa anterior e re-discutir os conceitos em busca de um melhor entendimento, prolongando esta etapa até que sejam satisfeitas quanto a sua intencionalidade pedagógica. A Figura 04 ilustra os passos desta etapa.

Figura 04: tarefas da Etapa 03



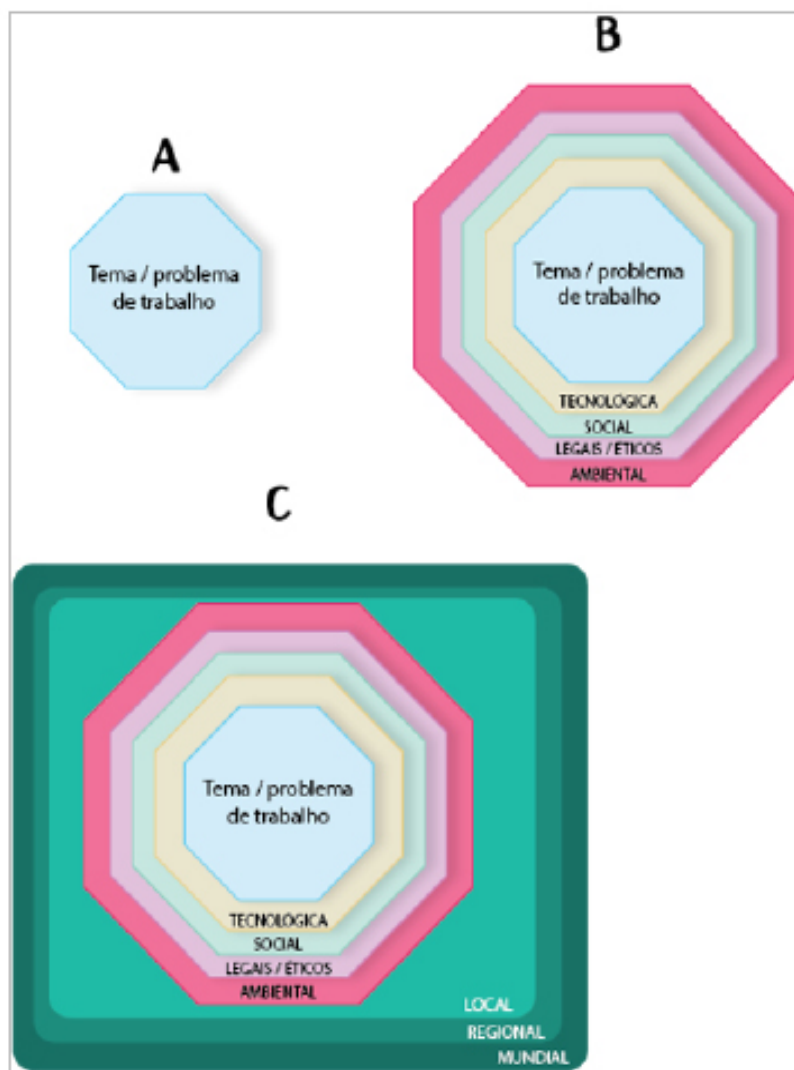
Fonte: os autores.

ETAPA 4: TECENDO O CONHECIMENTO

Esta etapa é uma intervenção pós a Etapa 3, que pode ocorrer em um mesmo momento ou em outro e tem por objetivo uma interferência didática para a condução da investigação as abordagens CTS, ACT e do pensamento complexo. Neste ponto, espera-se que o conhecimento curricular planejado para a ação tenha sido abordado pelo aluno, que poderá inclusive estar abordado de forma multidisciplinar, uma primeira camada de conhecimento de natureza científica do conhecimento que fora trabalhada até o momento. A técnica que propomos é a de adicionar outras camadas a esse conhecimento. Isso pode ser feito através do incentivo a busca em outras camadas do saber, que serão limitadas ao nível de escolaridade do aluno e da intencionalidade didática desejada pelo professor proponente da ação.

A ideia aqui será pedir para os alunos pesquisarem a relação do tema/problema de trabalho, que já está com um bom entendimento científico, vê Figura 05 A, com a tecnologia, ou seja, buscar responder qual ou quais as tecnologia(s) terão relação com o conhecimento que está sendo trabalhado? Com relação à perspectiva social, buscar entender como a tecnologia ou o conhecimento do tema e do problema impacta na questão social; nos aspectos legais, qual a legislação, ou questões de ética estarão envolvidas na temática pesquisada? Quais as questões ambientais estão envolvidas com toda a problemática pesquisada? Estas e outras camadas de saberes podem ser inseridas com essa estratégia de questionamento aos alunos, conforme destacamos na Figura 05 B. Essa estratégia de camadas poderá ser operacionalizada através de um roteiro de pesquisa definido previamente com o objetivo de guiar o aluno através de questionamentos para a inserção das camadas do conhecimento, que terá como eixo transversal a temática do trabalho. Outra perspectiva importante é a de relacionar o tema problema nos contextos das realidades, que pode ser a partir da realidade local, a relação do tema/problema pesquisado com a realidade local do aluno, descrevendo os impactos disso, podendo avançar para contextos regionais, municipais, estaduais, nacionais, mundial, planetário desse assunto, como ilustrada na Figura 05 C.

Figura 05: Inserindo camadas de saberes e contextualizações



Fonte: Do acervo dos autores.

Na medida em que inserimos as camadas dos saberes as relações vão crescendo e ficando mais complexas em números e profundidade e, ao inserirmos os contextos, podemos perceber as diversas configurações ao conhecimento trabalhado. Os aspectos CTS e ACT também estarão presentes.

Em outra perspectiva de trabalho é possível uma abordagem temporal do tema/problema, isso pode aparecer caso uma camada de perspectiva histórica tenha sido colocada. Interessante perceber que todo o conhecimento tem uma perspectiva histórica e social,

onde podemos discutir questões epistemológica desse saber e dos impactos ao longo do tempo. A tecnologia, toda ela, descende de outra, destaca Logan (2012), ou seja, há uma perspectiva da tecnologia, como do conhecimento, evolutiva e adaptativa.

A Figura 06 reflete o trabalho com o tema/problema na perspectiva temporal. É interessante a discursão da perspectiva do passado sobre os impactos do conhecimento científico na sociedade e nas outras camadas do saber trabalhadas até este momento, algumas delas podem sequer ter existido no passado, como exemplo as questões éticas do conhecimento e muitas tecnologias. Mesmo assim, essa volta ao passado pode fazer emergir discursões proveitosas. Um exercício muito interessante seria a de trabalhar em uma perspectiva futura do tema/problema, isso permitiria o exercício da imaginação, o trabalho com a questão do acaso e da incerteza do conhecimento e de seus impactos de modo que a imaginação se faça presente em um exercício que pode lidar com a complexidade da incerteza, questão de destaque a complexidade conforme defende Morin (2000).

Figura 06: Trabalhando o aspecto temporal do problema



Fonte: Do acervo dos autores.

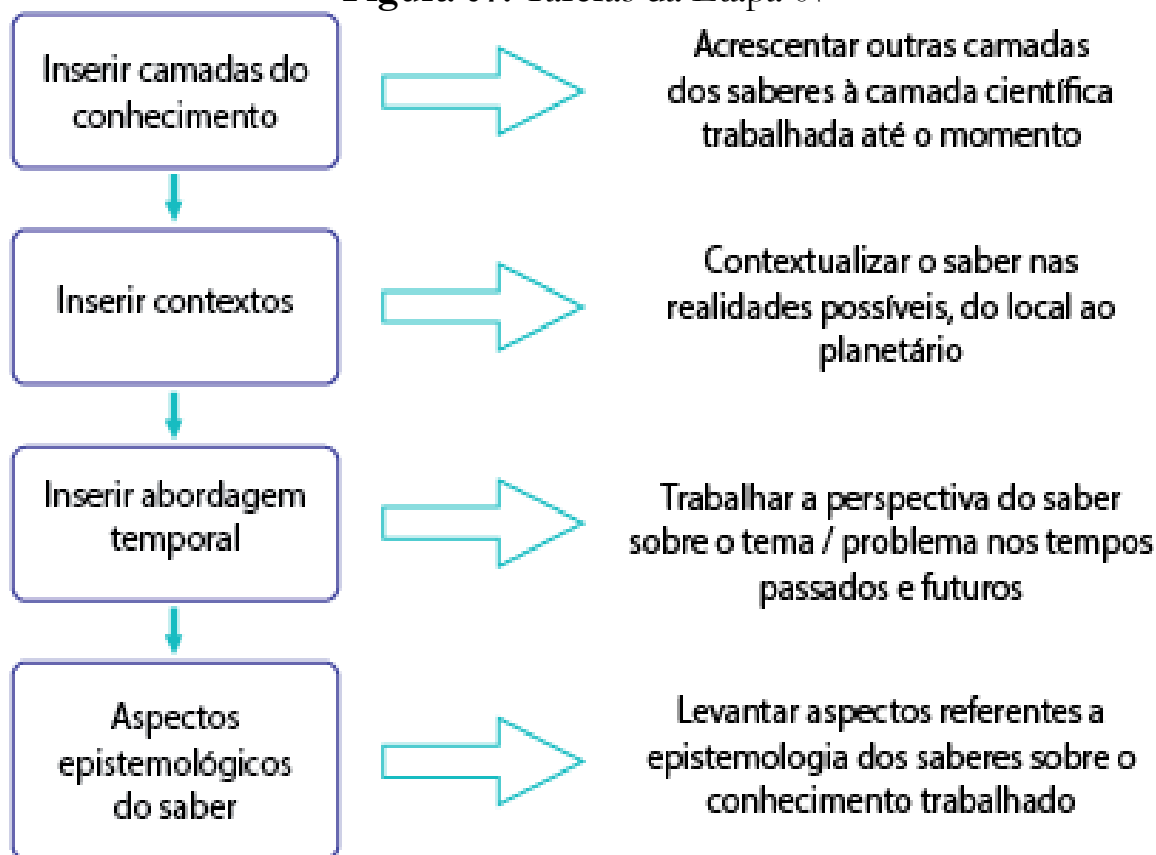
A criatividade do aluno em trabalhar esses aspectos do conhecimento científico curricular tendo como limitador a sua problemática vai levar o trabalho para níveis de complexidade, fugindo do conhecimento disciplinar e evitando o holísmo. Embora não tenhamos estudos que nos tragam uma métrica para a complexidade, sabemos que a complexidade será mais profunda quanto mais o conhecimento trabalhado apresentar mais relações, em uma aproximação do real (MORIN, 1999).

Outro ponto que pode ser trabalhado, em caso de pesquisas mais avançadas, seria os aspectos epistemológicos do conhecimento que podem emergir também da perspectiva histórica e social do saber ou podem ser incitadas por questionamentos, sugerimos:

- *Qual o impacto desse conhecimento científico na comunidade científica em determinado período do tempo?*
- *Quais as comunidades adotaram tais conhecimentos científicos e de que forma e quais não?*
- *Como as crenças (sociais, religiosas, mitológicas) se relacionaram com o tal conhecimento científico trabalhado?*
- *Como a comunidade científica e social reagiram em determinado momento ao conhecimento em questão e quais implicações desse conhecimento temos relatos?*

Tais questionamentos sobre o saber, e outros, emergem tendo por base o trabalho de Morin (2000) quanto à questão da verdade do conhecimento científico, podendo também ser condutor de uma pesquisa científica e trazer boas discursões a sequência didática.

Figura 07: Tarefas da Etapa 07



Fonte: os autores.

Na Figura 07 temos um resumo da sequência de passos desta Etapa, na qual não precisam ser seguidas a risca, pois algumas etapas são complexas demais para serem trabalhadas com alunos em series iniciais. Outro ponto a destacar é que a forma de como vamos trabalhar cada uma das etapas, discutiremos como questionamentos diretos, mas poderia ser através de filmes, de matérias de jornal, de quadros artísticos, ou outra forma que tenha relação com a perspectiva a ser trabalhada que se vala da criatividade e intencionalidade do professor proponente.

ETAPA 5: DISCUSSÃO II

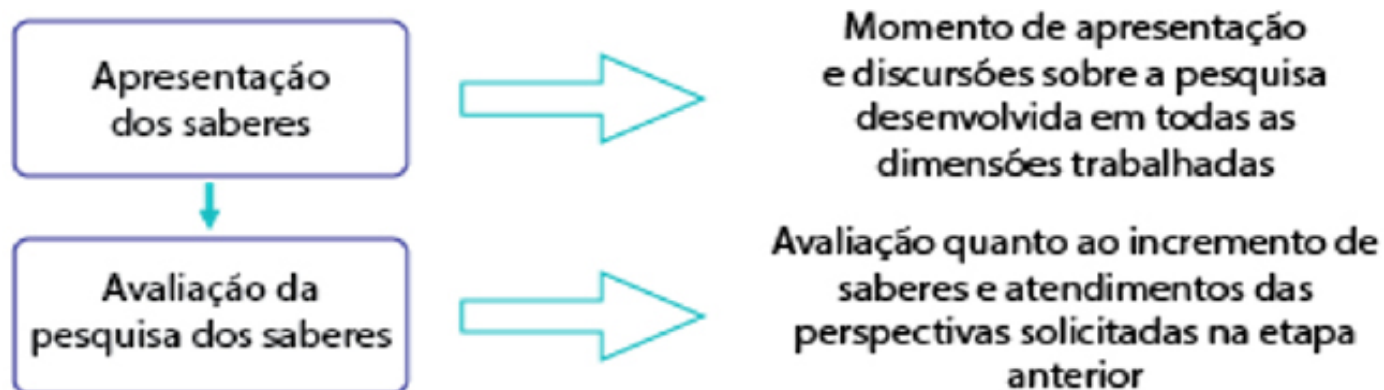
Esta etapa é a discursão final na qual os alunos deverão apresentar suas conclusões sobre seu tema/problema pesquisado. Espera-se

que os trabalhos tragam perspectivas e estratégias diferentes em suas conclusões de modo que o compartilhamento das informações seja edificante para o aprendizado de todos.

É desejável que os alunos demonstrem todos os conhecimentos obtidos e os meios pelas quais estes foram obtidos na fase anterior da pesquisa. A forma de como se dará essa apresentação poderá ser determinada pelo professor ou poderá ser livre, deixando que o aluno se manifeste quanto às formas possíveis de apresentação de resultados, que poderá ser desde modelos tradicionais de apresentação, citamos alguns ao longo do texto, a modelos alternativos como jogos, teatro, imagem, filme dentre outros.

Neste ponto pode ser pedido também para que o aluno exponha a sua perspectiva sobre o assunto, deixando o subjetivismo aflorar. A figura 08 apresenta o resumo desta etapa.

Figura 08: tarefas da Etapa 05



Fonte: os autores.

ETAPA 6: AVALIAÇÃO DA ESTRATÉGIA

Esta etapa é uma etapa de avaliação geral da sequência didática planejada e executada que vai envolver a proposta inicial, os objetivos de aprendizagens definidos quanto aos aspectos pedagógicos curriculares, CTS e complexidade alcançada, a aprendizagem dos alunos,

cronograma previsto e execução. Desta avaliação o professor poderá rever suas estratégias didáticas, aperfeiçoando-a ou modificando-a em futuros projetos de mesma natureza.

CONCLUSÃO

Corroboramos com Hodson (1988) na qual afirma que qualquer método didático usado no ensino de ciências na qual o estudante passe a ser mais ativo que passivo estará de acordo com a crença de que o aluno aprenderá melhor com a experiência e que é necessário ao ensino de ciência o aprendizado da ciência, sobre a ciência e o fazer ciência. Em nosso levantamento histórico sobre o ensino de ciências, apresentamos algumas das características principais de cada período e discutimos os métodos e técnicas na qual trouxemos para dentro de nossa proposta de uma meta-sequência didática.

Definimos como uma meta-sequência didática, pois, a partir desta, qualquer educador que queira pode trabalhar sua própria sequência didática, mudando-a ou aperfeiçoando-a de acordo com suas necessidades. Destacamos, porém, a necessidade de conhecer bem as teorias e técnicas aqui descritas, isso pode ser feita consultando as referências aqui dispostas ou outras que tratem do tema, pois essa compreensão é determinante para o sucesso de uma sequência didática.

É possível, a partir do nosso modelo aqui descrito, trabalhar o ensino de ciência na concepção construtivista através do ensino por temas, ou pela pedagogia de projetos, atendendo aos aspectos característicos das concepções CTS, ACT e Complexa em um nível de profundidade desejada pelo educador de acordo com sua intenção didática e uso das técnicas aqui apresentadas.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, C.; PETRÁLIA, Isabel. Apresentação à edição brasileira. Pensamento complexo e pedagogia in vivo—Uma experiência no Ensino Médio na França. **MORIN, E.; PENA-VEGA, A; PAILLARD, B. Diálogo sobre o Conhecimento. Trad. Maria Alice Araripe Doria**, p. 9-31, 2004.

ARAÚJO, Abelardo Bento; SILVA, Maria Aparecida. Ciência, Tecnologia e Sociedade; Trabalho e Educação: possibilidades de integração no currículo da Educação Profissional e Tecnológica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 1, p. 99, 2012.

BASSOLI, Fernanda. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência (s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.

CABRAL, Hérica do Socorro Rodrigues; ALMEIDA, Kafka Kowaska Vieira Guedes. Problem Based Learning: aprendizagem baseada em problemas. **Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia**, v. 2, n. 4, 2014.

CACHAPUZ, António Francisco. Epistemologia e ensino das ciências no pós-mudança conceptual: análise de um percurso de pesquisa. **Atas do II ENPEC**, Vallinhos, 1999.

CACHAPUZ, António *et al.* **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**, v. 11, n. 55, 1992.

CERQUEIRA, Teresa Cristina Siqueira. O professor em sala de aula: reflexão sobre os estilos de aprendizagem e a escuta sensível. **Psic: revista da Vetor Editora**, v. 7, n. 1, p. 29-38, 2006.

CHAIMOVICH, Hernan. Brasil, ciência, tecnologia: alguns dilemas e desafios. **Estudos avançados**, v. 14, n. 40, p. 134-143, 2000.

DAL PIAN, Maria Cristina. O ensino de ciência e cidadania. **Em Aberto**, v. 11, n. 55, 1992.

FOUREZ, Gerard. **A construção das ciências: Introdução à filosofia e à ética das ciências**. São Paulo: Ed. UNESP, 1995.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. **Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra**, 36 ed., 2003.

HODSON, Derek. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. **Educational philosophy and theory**, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.

KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. A avaliação da aprendizagem como processo construtivo de um novo fazer. **Avaliação, Campinas**, 2005.

KRASILCHIK, Myriam. Ensino de ciências e a formação do cidadão. **Em aberto**, v. 7, n. 40, 1992.

LOGAN, Robert K. **Que é informação?**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.

[MEC] Ministério da Educação. Programa Ciência na Escola (PCE). 2019. Disponível em: <https://www.cienciaaescola.gov.br/app/ciencianaescola/sobreoprograma>. Acessado em Junho de 2020.

MACEDO, Luiz Carlos Aires *et al.* Uma proposta didática metodológica para se trabalhar CTS e complexidade de Morin. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC**, UFRN, 2019.

MACEDO, Luiz Carlos Aires; NEVES, Marcos Cesar Danhoni; MELLO, Débora Amaral Taveira. Contribuições da complexidade do Morin aplicadas a escrita de trabalhos acadêmicos. **Revista THEMA**, V.17, n.2, p.380-391, 2020.

MOREIRA, Marco Antonio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas**, p. 41, 2012.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 2015.

MORIN, Edgar. **A religação dos saberes: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

MORIN, Edgar. Por uma reforma do pensamento. In PENA-VEGA, Alfredo et al. O pensar complexo. **Rio de Janeiro: Garamond**, 1999.

MORIN, Edgar. **Os setes saberes necessários à educação do futuro**. Cortez Editora, 2000.

MORIN, Edgar. A necessidade de um pensamento complexo. **Representação e complexidade**. Rio de Janeiro: Garamond, p. 69-77, 2003.

MORIN, Edgar. **O Método I - a natureza da natureza**. v. 1. Porto Alegre: Sulina, 2 ed, 2005.

MORIN, Edgar. Desafios da transdisciplinaridade e da complexidade. **Inovação e interdisciplinaridade na universidade**. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 22-28, 2007.

PALACIOS, Eduardo Marino García; GALBARTE, Juan Carlos González; BAZZO, Walter. **Introdução aos estudos CTS (Ciencia, Tecnología e Sociedad)**. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2005.

POMBO, Olga. Interdisciplinaridade e integração dos saberes. **Liinc em revista**, v. 1, n. 1, 2005.

ROSO, Caetano Castro; AULER, Décio. A participação na construção do currículo: Práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. **Ciencia & Educação**, v. 22, n. 2, p. 371-389, 2016.

SALLES, Virginia Ostroski; MATOS, Eloiza Aparecida Silva Ávila de. A Teoria da Complexidade de Edgar Morin e o Ensino de Ciência e Tecnologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2017.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631)**, v. 1, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. MORTIMER, EF Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência–Tecnologia–Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, p. 01-23, 2002.

TEIXEIRA, Francimar Martins. 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.

WATANABE-CARAMELO, Giselle *et al.* TEMAS SÓCIO-AMBIENTAIS NA PERSPECTIVA CTS: UM OLHAR PARA A COMPLEXIDADE. **III Seminário Ibero-americano CTS en La Enseñanza de las Ciencias**, 2012.

ZABALA, Antoni. A prática Educativa: como ensinar; tradução Ernani F. da F. Rosa. **Porto Alegre: Artmed**, 1998.

PARTE 2

CAPÍTULO 4

DESIGN THINKING POR UMA PERSPECTIVA METODOLÓGICA DE ENSINO: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA CTS

Débora Amaral Taveira Mello (UTFPR)

Giovana Blitzkow Scucato dos Santos (UTFPR)

Luiz Carlos Macedo Aires (UTFPR)

Marcos Cesar Danhoni Neves (UEM)

INTRODUÇÃO

A questão da resolução de problemas não é tão simples. Ela envolve desde o conhecimento detalhado do problema a ser enfrentado, que pode ter relação com o conhecimento de mundo do aluno, até a necessidade de técnicas de enfrentamento específicas para uma resolução eficaz. O ensino de ciências através da abordagem da Ciên-

cia, Tecnologia e Sociedade (CTS) possibilita que um determinado conteúdo científico curricular a ser ensinado possa se relacionar com outros, em outras dimensões de saberes, a social e a tecnológica. A partir disso, é criada uma forma de aprendizagem útil e relevante para o aluno, pois ele poderá relacionar o conhecimento científico com questões do seu dia a dia. Entretanto, trabalhar na perspectiva CTS exige que o professor disponha de conhecimentos e técnicas didáticas que permitam isso.

Dessa forma, este trabalho apresenta o *Design Thinking* DT como uma proposta de trabalho de Ensino de Ciências com CTS. O DT é uma abordagem para solução de problemas amplamente conhecida por designers e que cada vez mais tem sido apropriada por outras áreas com o objetivo de transformar o modo como uma questão é interpretada. Na área da educação o DT é utilizado para auxiliar o professor e os alunos a desenvolver aulas criativas que incentivem o trabalho em grupo, a aplicação prática do conteúdo de uma disciplina objetivando o trabalho com projetos. Por esta abordagem o professor dá a oportunidade de os alunos trabalharem em equipes e oferecer um ambiente em que eles podem criar e articular o saber proposto.

Esta é uma metodologia que modifica como a aula é exposta, abandonando a perspectiva da educação bancária de Freire (2013), posicionando o aluno como um protagonista na sala de aula e não um coadjuvante passivo no “depósito” do conhecimento. Esta também é uma forma do professor acompanhar o desenvolvimento do aluno segundo o conteúdo oferecido e modifica o modo como os alunos são avaliadas fugindo das provas que privilegiam a memória e o trabalho individual. A avaliação não deve frisar o erro, tampouco lhe dar uma conotação negativa, contrário à isso, “o erro configura-

-se num elemento constitutivo da aprendizagem e sua superação faz parte do processo de conhecer” (ROCHA; OLIVEIRA JUNIOR, 2016, p. 04). Mais que isso, limitar a experiência escolar em erro e acerto pode ser um modo de cercear a liberdade criativa.

Por esta perspectiva o texto desta pesquisa expõe uma possibilidade metodológica de como utilizar as ferramentas do *DT* voltado para o universo escolar, propondo uma experiência educativa voltada para a solução de problemas através da criatividade.

CTS NO ENSINO

O movimento CTS surgiu nos anos de 1970 como uma politização sobre as discussões de Ciência e Tecnologia (C&T) e seus impactos na sociedade em países como os Estados Unidos da América, Inglaterra e países baixos. Isso resultou em amplo diálogo do assunto por governos e estabelecimentos de políticas de controle de C&T, além de estabelecer uma cultura de discussão do público sobre a ciência e suas aplicações no contexto social (AULER; DELIZOICOV, 2001). Inicialmente, a CTS não foi tratada como uma questão de educação, mas na medida em que a sociedade percebia os movimentos ativistas essa questão passou a entrar também na pauta da educação, gerando mudanças curriculares no Ensino de Ciências e novas formas de se trabalhar o conteúdo científico (ARAÚJO; SILVA, 2012).

Apenas nos anos de 1990 é que a CTS começou a ser discutida no âmbito educacional no Brasil, inicialmente através de trabalhos acadêmicos de nível superior, conforme destaca Santos (2007). Um dos objetivos da CTS no ensino é o de capacitar o cidadão para a compreensão do papel de C&T em nossas vidas e também ampliar

as discussões políticas sobre o tema, favorecendo o debate democrático e a política de C&T (AULER; DELIZOCOV, 2001). O ensino de ciência com CTS é capaz de permitir desenvolver uma postura crítica de mundo, uma vez que aborda questões sociais, culturais, econômicas e políticas e suas relações com o conteúdo científico (SILVA; CICILLINI, 2010).

A grosso modo, é possível destacar três formas de se trabalhar o ensino com CTS: 1) CTS como disciplina curricular; 2) adição de questões de CTS em disciplinas da ciência; e 3) ensino de ciências através de CTS, na qual cada uma possuirá características próprias conforme aponta Cerezo (2009). É comum trabalhar o Ensino de Ciências com CTS na forma de temáticas, na qual um tema que toca no conteúdo científico deva ser trabalhado, selecionado uma temática, que vai ser discutida com os alunos a fim de construir um entendimento. Dessa perspectiva, CTS é capaz de proporcionar uma visão da temática em outras dimensões do conhecimento. Roso e Auler (2016) destacam que temas de natureza sociocientífica, em especial as que envolvem problemas recentes, tais como mudanças climáticas, transportes, sustentabilidade, poluição, energia, dentre outros dessa natureza. Esses temas podem ser interessantes de serem trabalhados em sala de aula e sempre vão necessitar de outros conhecimentos em outras dimensões dos saberes para serem compreendidos de forma eficaz, de acordo com os propósitos CTS. Além disso, CTS também tem a capacidade de proporcionar uma formação científica de cariz humanista e rica, podendo, assim, dotar o cidadão de conhecimento para agir de forma responsável em situações do âmbito tecnocientífico que possa vir a enfrentar (MENDES; MARTINS, 2016).

Ao relacionarmos um conteúdo científico com outras dimensões dos saberes, estaremos diante de um desafio pedagógico que foge da normalidade disciplinar, podendo atingir níveis profundos de complexidade, na medida em que aumenta a quantidade de conceitos trabalhados e as variações de saberes (MACEDO, *et al.*, 2019). Diante disso, são necessárias abordagens pedagógicas diferentes das tradicionais, que sejam capazes de auxiliar na resolução de problemas.

DESIGN THINKING E SEUS SIGNIFICADOS

O DT é uma metodologia pela qual se planeja, projeta e desenvolve caminhos que levem à inovações e soluções criativas (PLATTNER, 2010). É, portanto, um modo de abordar problemas e buscar soluções por meio de aquisição de conhecimento e estudo aprofundado por determinado tema que está em trabalho. Dentro da ferramenta do DT se propõe uma análise e minuciosa do assunto para que haja entendimento aprofundado, incentiva-se a geração de ideias, articulação, desenvolvimento, implementação e criação a partir do que foi entendido. Para que exista este processo, o DT propõe etapas e meios de execução que serão expostas neste capítulo.

Esta metodologia foi criada e é amplamente utilizada por profissionais do Design, mas por sua perspectiva interdisciplinar e de aprofundamento do que está se tentando entender passou a ser abraçada por diversas outras áreas, incluindo, mas não limitando, a educação e os processos de ensino em sala de aula. DT é um termo da língua inglesa e sua tradução mais próxima pode se dizer que é “forma de pensar”, sendo esta uma tradução não literal, mas que permite o entendimento de qual é o propósito do termo. Segundo Parsons (2009, p. 140) esta metodologia propõe “aprender a observar e empatizar

efetivamente com as pessoas, técnicas de geração de ideias, incluindo a construção de protótipos, apresentando ideias [...] experiências e gerenciando equipes interdisciplinares de especialistas”.

Deste modo, esta atividade dá foco no desenvolvimento de soluções de problemas, propiciando uma investigação e abordagem por diversos meios diferentes, assim proporcionando a chegada de soluções satisfatórias para o desenvolvedor e para o cliente. Na perspectiva do *Design*, os desenvolvedores fazem parte de uma equipe multidisciplinar que depende do que está sendo projetado ou qual é o objetivo do produto, do público-alvo, como clientes, usuários, consumidores ou empresas, por exemplo. Em sala de aula pode-se dizer que os desenvolvedores são a equipe de alunos com suporte dos professores e o cliente seria a avaliação por conceito de quanto e como os alunos foram capazes de produzir e articular os conhecimentos expostos.

Como esta metodologia é cada vez mais utilizada em outras áreas, Parsons (2009) fala sobre uma palestra de Tim Brown¹ em que destaca que o DT aparece outrossora da área do design uma forma de desmistificar como são os processos do desenvolvimento de produto e serviços bem como o trabalho dos designers. Os caminhos que esta ferramenta possibilita, parecem atraentes em diversas outras áreas, como mencionado anteriormente.

Em sua pesquisa, Plattner (2010) expõe o DT segundo algumas características particulares que trazem benefícios ao ser escolhido como metodologia de abordagem na produção. Assim, o autor cita 4 dessas características:

1. Designer reconhecido por suas estratégias e seus estudos na área.

- **É colaborativo:** DT parte do princípio que ninguém trabalha sozinho e que unir competências múltiplas enriquece o projeto, dá abertura e estimula a criatividade. Assim sendo, esta abordagem encoraja a comunicação e o trabalho em grupo, fazendo com que cada um ocupe uma função segundo suas capacidades e potencialidades.

- **É centrado no ser humano:** DT estimula a empatia, bem como o entendimento das necessidades, aspirações e motivações do outro. “Como um todo, eles² giram em torno de aspectos como valores, relevância da identidade e empatia humana” (BALARAM, 2011, n.p.)³

- **É experimental:** Por princípio, pensar criativamente aviva a liberdade de tentar, errar e continuar tentando, tanto quanto for necessário, inclusive existe um incentivo no errar, porque entre um erro e outro se aprende e se elabora subterfúgios para melhorias e aprimoramentos. Taxar o erro com um teor pejorativo limita a ação criativa. Cabe ao professor apontar pontos fortes e frágeis no desenvolvimento do projeto, mantendo em mente que o erro é aceitável, pois é um caminho para construir melhorias e aperfeiçoamentos do projeto. Sobre isso Ferreira e Rezende (2013, p. 15) diz: “No ambiente escolar, as barreiras à criatividade estão presentes de várias formas, podendo-se destacar, por exemplo, a forte repressão ao errar”. Errar faz parte do processo da construção do conhecimento, como diria Piaget (1994) esta seria um auxílio na elaboração de hipótese. Por uma perspectiva do Design nada está perfeito, sempre há caminhos para aperfeiçoamento e evolução. É difícil imaginar como seria o momento em que vivemos se em determinado momento a

2.Eles no sentido dos princípios do DT

3.Tradução livre

tecnologia já não fosse mais possível de melhorias. O mundo está em estado permanente elaboração, criação, implementação e evolução.

- **É otimista:** Como dito no tópico anterior, o DT não cunha o erro como algo ruim, pelo contrário, o poder pensar livremente na concepção de algo e suas melhorias abre espaço para a criatividade, que é valorizada. A questão não é ser permissivo com o erro e persistir nele, a intenção é evoluir a partir disso e não dar uma conotação ruim, mas abraça-lo como um caminho para a aprendizagem. Independentemente do tamanho do desafio, com trabalho cooperativo, criatividade e otimismo os projetos se tornam possíveis, mesmo enfrentando restrições diversas.

Por meio destas características do DT se possibilita o desenvolvimento de projetos e ideias. Assim, sendo uma das justificativas do porquê o DT é usado como metodologia de ensino na escola.

O DT tem etapas, apesar de semelhantes em muitos pontos, cada autor trabalha de um modo diferente estas etapas, aqui nós adotamos principalmente Plattner (2010) pela clareza com a qual explica os passos, o modo como ele estabelece o processo e porque o autor trabalha com a visão DT direcionado para educadores, apesar de não excluir a importância de tantos outros teóricos que serão citados neste texto. Assim Plattner (2010) organiza em 5 etapas: Descoberta; Interpretação; Ideação; Experimentação; e Evolução.

Liedtka, King e Bennett (2013) expõem que os processos do DT podem ser auxiliados com 4 perguntas:

1. O que? – explora a realidade.
2. E se? – usa o que foi aprendido para criar opções para desenvolver e criar.

3. O que gera espanto e admiração? – faz com que seja possível escolher onde focar primeiro.

4. O que funciona? Faz com que exista um pensamento crítico do que é possível de implementar.

Seguindo estas perguntas facilita o desenvolvimento e como se guiar em cada uma das etapas, que são fundamentais para o processo de criação, compreensão e entendimento, mas é necessário ter bases de conceitos de criatividade para um melhor entendimento.

CRIATIVIDADE

Impasses são mais facilmente solucionados quando é feito o uso da criatividade. Para tal, é significativo ter um direcionamento (através de processos e meios) como procedimento de orientação para organizar o trabalho e propor soluções concretas.

A criatividade faz parte (??) da necessidade do ser humano de se expressar e comunicar com o mundo, condizendo com seu desejo de adaptar o ambiente a si. Ostrower (2001, p. 09) afirma que a criatividade é a “capacidade de compreender”, e esta, a de “relacionar, ordenar, configurar, significar”. Portanto, a criatividade é definida como o mecanismo de gerar, transformar ou inovar, partindo de um conhecimento pré-existente (SARSANI, 2006). Ela está presente na maioria das ações humanas. Ostrower (2001) defende ainda que o potencial criador do homem se dá através do trabalho. Criar resulta em realizar, construir, produzir ideias, pensamentos, conceitos ou teorias, o que permite a adaptação para viver.

A criatividade reside na intenção de pensar, no ato de consciência em relação à cultura e no sentimento de pertença (MISHRA;

HENRIKSEN, 2018). Ela é um tipo de comunicação entre todos os envolvidos no mesmo contexto, expandindo barreiras imaginativas e evoluindo entre as ideias de colegas para a melhoria contínua do resultado, intermediando lógica, conhecimento, ideias, objetivos e compreensão (POPE, 2005). Uma das suas principais bases é que tudo que existe pode ser melhorado. Tudo que permeia o meio humano é berço de criatividade, seja intangível ou palpável (HERNÁNDEZ-ROMERO, 2017).

O ser humano ser capaz de criar, idealizar, planejar e executar está intimamente associado à relação entre educação e criatividade. Para que seja possível existir a ação de projetar ou criar, é preciso que o indivíduo tenha compreendido o que é ensinado, de forma que se adquira significado (CHEMI; DAVY; LUND, 2017). A apreensão de conhecimento é imprescindível para que o pensamento criativo ocorra, a menos que exista independentemente do que é ensinado (BODEN, 2001).

Socialmente falando, a criatividade em sala de aula é explorada na individualidade de cada aluno, em suas potencialidades e dificuldades, que em conjunto podem realizar um intercâmbio de conhecimentos e habilidades. Hernández-Romero (2017) defende ainda que as características distintas dos alunos devem ser estimuladas, valorizadas e compartilhadas, para que o grupo se beneficie da troca de informações e competências. Vale ressaltar que neste ambiente não deve haver julgamentos ou juízo de valor, mas deve existir espaço livre para o diálogo e para a expressão pessoal, de forma respeitosa no encontro com ideias diferentes. Desta forma, o papel da escola é valorizar a imaginação, permitir a individualidade e incentivar esta troca de perspectivas (CRAFT; JEFFREY; LEIBLING, 2001). Para

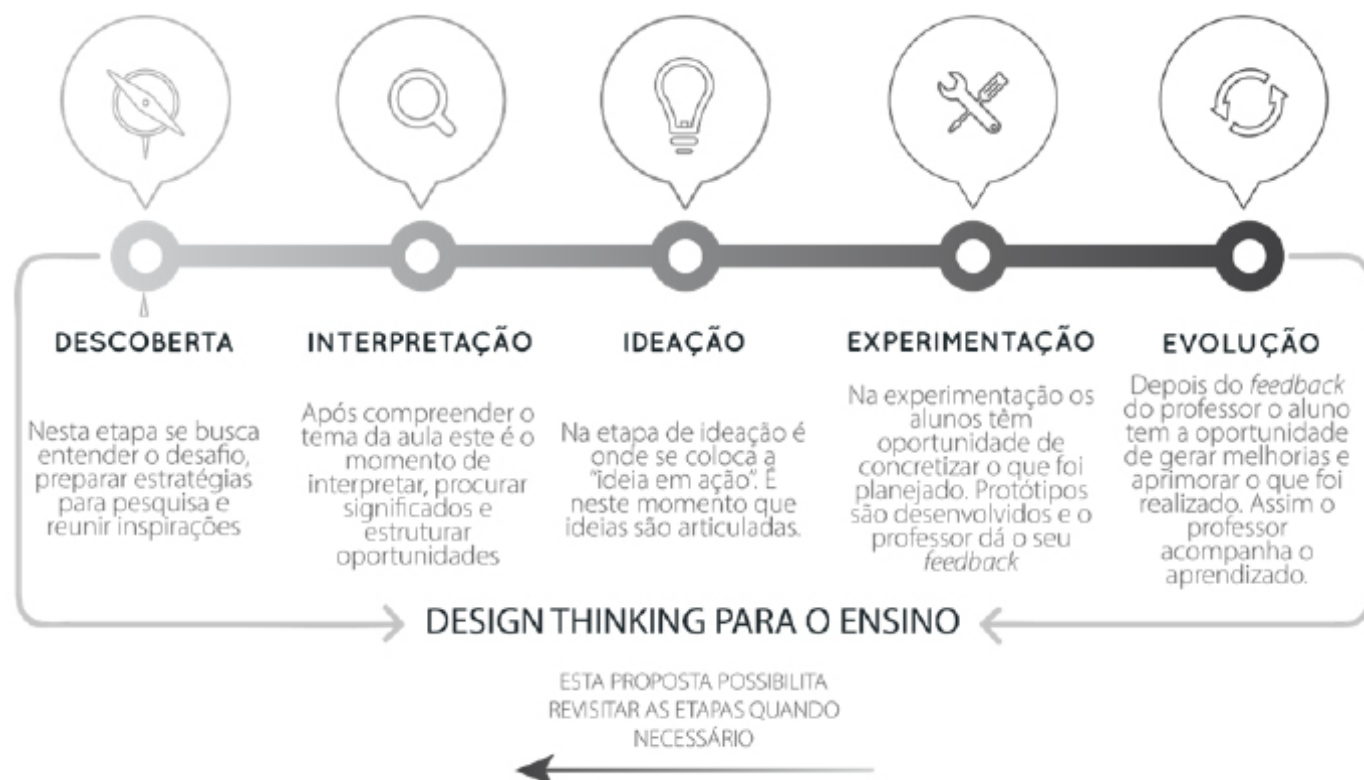
que este ambiente criativo seja criado, os professores deveriam também permitir a criatividade em atividades nas quais os alunos sejam atores ativos em aula, podendo criar e colocar suas ideias em prática.

Fautley e Savage (2007) discutem sobre a importância do professor ser inovador e inventivo no planejamento das suas atividades, exercitando também a sua criatividade, tornando-as tão interessantes quanto possível para os alunos. Ainda, Oliver (2013) busca enfatizar a noção de que aprender é divertido, portanto, este pode ser um meio importante a ser explorado no incentivo à busca de conhecimento. Os autores ainda frisam ainda o estabelecimento de regras claras a serem seguidas nas atividades, para que o ambiente criativo possa ser estimulado e desenvolvido de forma proveitosa. Este é o momento em que o processo criativo é articulado, no qual o aluno irá criar. A ação é lúdica, mas nunca desregrada. É função do professor também certificar-se de que a atividade seja flexível, considerando que o processo criativo não é linearmente organizado e sistemático.

DESIGN THINKING APLICADA

Resgatando o que foi escrito anteriormente, vamos nesta proposta de explicar os processos do DT. Assim, vamos fazer uso da teoria pelo modo como Plattner (2010). Suas etapas são, como dito anteriormente: Descoberta; Interpretação; Ideação; Experimentação; e Evolução (Figura 1).

Figura 1 - DT para o ensino



Fonte: baseado em Plattner (2010)

As etapas de descoberta e interpretação fazem parte do entendimento e de situar no que está sendo proposto. A ideação está na etapa de exploração do que foi entendido e a experimentação e evolução são etapas de materialização. Neste sentido a proposta se inicia com a descoberta. Em sala de aula esta etapa se concretiza com o professor explicando qual é o conteúdo para os alunos, esta aula pode ser expositiva fazendo uso de metodologias amplas de expor, desenvolver o conteúdo, demonstrar exemplos, ilustrar, explicitar, exemplificar, descrever o tema.

Na etapa de interpretação o professor possibilita que os alunos possam deduzir, compreender e articular o conhecimento exposto. É neste momento em que os alunos se juntam em grupos e discutem entre si o conteúdo e estruturam o trabalho que será realizado. Mas

antes de iniciar uma atividade Plattner (2010) diz que é necessário um planejamento prévio. O autor diz:

Todo processo de design começa com um problema específico e intencional a ser resolvido; ele é chamado de desafio de design. Um desafio deve ser passível de entendimento, ação, abordagem, e deve ter um escopo claro – nem tão grande nem tão pequeno, nem tão vago ou tão simples. O desafio envolve necessariamente um grupo de pessoas com o qual você se relaciona: outros educadores, mães e pais de alunos ou os próprios estudantes (PLATTNER, 2010, p. 19).

Assim, dentro do tema da disciplina o professor precisa estabelecer o que e como será trabalhado o assunto. No Ensino de Ciências esta abordagem se torna interessante na articulação do conhecimento. Inicialmente o professor estabelece o conteúdo que será apresentado e quais são os objetivos da atividade proposta. O professor pode listar estratégias de como o tema pode ser tratado e quais podem ser os resultados desta proposta e o que será avaliado. O material desenvolvido como resultado das atividades realizadas pelos alunos podem ser diversos: pode ser uma história em quadrinhos, algum modelo, maquete ou material concreto, um poema, uma música, um desenho, debate, um filme, animação, peça de teatro, cartazes, entre outras tantas ideias.

Note que sempre vai além de apenas um trabalho escrito estruturado conforme as normas da ABNT⁴, por exemplo. Busca-se um cunho criativo que vá além de uma avaliação individual, provas objetivas, subjetivas, descritivas ou que privilegiem somente a memória (LUCKESI, 2008). Rocha e Oliveira Junior (2016, p. 02) dizem que “O foco da avaliação não é a preocupação com a aprendizagem, mas o resultado ou nota obtida. Daí sua vinculação a uma das práticas escolares, talvez

4.Associação Brasileira de Normas Técnicas

a principal, causadora do fracasso das crianças”. É necessário a troca de experiências entre os alunos por um viés da criatividade.

Nesta fase anterior às atividades relacionadas ao DT o professor pode delimitar o problema a ser sanado, definir indicadores e objetivos, estabelecer limites levantando possíveis dificuldades, o que é possível conforme insumos disponíveis, delimitando tempo e que estrutura se propõe, para isso pode ser feito junto aos alunos um resumo que será um guia até o fim do processo. A organização para o DT é essencial. O professor deve auxiliar os alunos na construção de um cronograma e no planejamento da atividade como um todo. Neste momento o professor também define quais são as regras a serem seguidas, para então começar o projeto. Uma proposta de trabalho pode seguir os segundos passos, inspirados em Plattner (2010).

Descoberta

Nesta fase se entende qual é o tema e o que será tratado. O assunto faz parte do currículo escolar e o professor o expõe conforme for a necessidade. Mas aqui se incentiva a participação dos alunos compartilhando pensamentos, dúvidas e ideias. Após isso se propõe que os alunos se juntem em grupos, combinem as regras, definam objetivos, o plano e estratégias, bem como qual será o resultado do projeto dentro dos parâmetros estabelecidos pelo professor. Após isso os alunos devem preparar a pesquisa. Algumas perguntas podem ser respondidas, como: Quais são os passos que vão tomar? Quanto tempo vai demorar cada passo? Quais são os recursos disponíveis? O que cada um dos estudantes vai fazer? Como atribuir funções?

Como vão se reunir? Estas são estratégias que auxiliarão no preparo para o trabalho.

Interpretação

Esta fase é o momento para o diálogo entre os pares. É importante conversar sobre o que foi entendido do conteúdo e o que pode ser feito com este conhecimento. Pelo DT se propõe que estes diálogos e o que está sendo o aprendizado seja tomado nota e documentado. Esta documentação pode ser em forma de texto, mas pode-se usar recursos visuais para a anotação, como esquemas, mapas, diagramas ou fluxogramas, por exemplo. Deve-se anotar as impressões, dúvidas e pensamentos, procurar significado e agrupar informações. Assim os alunos começam a decifrar o que está sendo descoberto. Procurar informações em outros meios é recomendado. Internet, livros, revistas, outros professores ou profissionais devem ser consultados para uma compreensão mais aprofundada.

Ideação

A ideação é colocar as ideias em ação. É incentivado a gerar ideias diversas, sem juízo de valor e sem amarras, isso encoraja o pensar de forma expansiva e desencadear ideias que geram novas ideias. Criatividade é a palavra. A geração de ideias mais comum é o *brainstorming*. Esta palavra vem da língua inglesa e significa “tempestade cerebral”. Vianna et al. (2012) explica:

Brainstorming é uma técnica para estimular a geração de um grande número de ideias em um curto espaço de tempo. Geralmente realizado em grupo, é um processo criativo conduzido por um moderador, responsável por deixar os participantes à vontade e estimular a

criatividade sem deixar que o grupo perca o foco (VIANNA; et al., 2012, p. 101).

Rossiter e Lilien (1994) estabelecem seis princípios para o brainstorming: 1. As instruções de brainstorming são essenciais. 2. Uma meta específica e difícil deve ser definida. 3. Indivíduos, não grupos, devem gerar as ideias iniciais. 4. Use a interação do grupo para fundir e refinar ideias. 5. Selecionar ideias finais por votos individuais. 6. O tempo necessário deve ser extremamente curto.

O brainstorming deve começar com um tópico bem definido, com ferramentas apropriadas para a anotação de ideias bem como um espaço adequado em que todos estejam confortáveis e delimite o tempo. Plattner (2010, p. 51) sugere algumas regras para o brainstorming: “Evite Julgamento. Encoraje as ideias ousadas. Foque o tópico. Uma conversa de cada vez. Seja visual. Quantidade é melhor que qualidade. Erros são bem-vindos.”

Tendo todas as ideias anotadas, segue a parte de delimitar ideias promissoras, agrupando ideias semelhantes e depois isso pode ser feito uma votação das ideias mais populares para refinar as ideias. Assim será possível diminuir as opções e ficar com as mais praticáveis, evoluir a ideia e seus elencar obstáculos e soluções.

Experimentação

Na experimentação os alunos começam a colocar no mundo real o que só estava no campo das ideias. Segundo Plattner (2010):

A experimentação dá vida às suas ideias. Construir protótipos significa tornar as ideias tangíveis, aprender enquanto as constrói e dividi-las com outras pessoas. Mesmo com protótipos iniciais e rústicos você consegue uma resposta direta e aprende como melhorar e refinar uma ideia (PLATTNER, 2010, p. 57).

Construir um protótipo depende do que se tem como objetivo no projeto final. Se o resultado final esperado for uma maquete o protótipo pode ser uma versão simplificada ou não acabada. Se for uma história em quadrinhos pode ser um esboço. Se for uma peça de teatro pode ser só uma encenação. Para citar alguns exemplos.

Este protótipo será útil para quem está de fora do projeto conseguir interpretar o que será realizado e qual é o caminho que foi tomado e qual o resultado que se tenta atingir. O professor pode auxiliar com *feedbacks* e auxiliar em decisões a serem tomadas, fazendo uma pré-avaliação para que os objetivos sejam concluídos. O professor pode fazer uso de perguntas que ajudem na construção levantando deficiências e potencialidades do que está sendo desenvolvido, assim como também pode auxiliar na organização do roteiro caso os alunos estejam adiantados, atrasados ou saindo do planejamento.

Com o *feedback* os alunos podem dar continuidade, mudar o protótipo, reavaliar eventuais equívocos conceituais, avaliar as necessidades e planejar a conclusão.

Evolução

Após concluído e avaliado o projeto, a etapa da evolução serve para acompanhar o aprendizado. O aluno pode discutir os efeitos, compartilhar suas ideias e comemorar as conquistas. Dependendo do projeto os alunos podem dar continuidade, pensar em melhorias e aperfeiçoamentos. A continuidade pode ocorrer quando for uma ação que seja benéfica para a comunidade, por exemplo. Digamos que um grupo de alunos desenvolva uma forma de diminuir resíduos em sua escola. Esta ação não precisa parar quando a disciplina ter-

minar. Pode tomar novos caminhos e ter continuidade a benefício da escola e da comunidade.

As etapas elencadas não são engessadas. Pelo contrário, sempre que necessário os participantes podem revisitar alguma das fases a fim de solucionar eventuais problemas. Se o aluno não tiver compreendido o tema, ele terá dificuldades para concretizar a atividade, por isso é necessário que volte para a fase da descoberta para então dar continuidade no trabalho.

NOTAS CONCLUSIVAS

Neste trabalho apresentamos a metodologia de DT e seu potencial uso na resolução de problemas CTS, em especial em sala de aula. A metodologia se mostra assertiva por ser criativa, colaborativa, centrada no ser humano, experimental e otimista, assim como dito por Plattner (2010). Essas podem ser incorporadas no ensino de ciências com CTS pela proposta de ensino por meio de solução de problemas e desenvolvimento de projetos.

O processo de avaliação sob as práticas do DT pode ainda ter desdobramentos que vão além de avaliações escritas, individuais e baseadas no decorar informações e aplicação de técnicas de ensino engessadas, como comumente é feito em sala de aula. As ferramentas do DT são uma inspiração para o desenvolvimento de aulas, pois ele não é uma metodologia rígida. Contrário a isso, incentiva que o professor de fato adapte ao currículo conforme for melhor. A “educação por depósito” de Freire, assim, poderia ser adaptada ou alterada para um ensino baseado em projeto. Neste, o professor desenvolve atividades que exploram o trabalho em grupo, as indivi-

dualidades de cada aluno e cria um ambiente propício para o exercício do pensamento criativo. Dessa forma, os alunos teriam que realmente compreender o conteúdo de CTS para poder aplicá-lo no trabalho proposto pelo professor, tendo a vantagem de compartilhar conhecimentos e habilidades individuais com o grupo, exercendo a criatividade e tornando o aprendizado lúdico e eficaz. A relação dos alunos com o erro pode ainda se tornar mais saudável no momento em que não são confrontados com penalidades, mas com o ganho de conhecimentos de forma mais divertida e interessante.

Vale ressaltar que existem autores que também abordam o DT propondo propõe etapas diferentes das apresentadas neste trabalho, e, portanto, convidamos os professores e interessados a buscarem essas demais possibilidades.

REFERÊNCIAS

- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.
- ARAÚJO, A. B.; SILVA, M. A. Ciência, tecnologia e sociedade; trabalho e educação: possibilidades de integração no currículo da educação profissional tecnológica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 14, n. 1, p. 99-112, 2012.
- CEREZO, J. A. L. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos In: GORDILLO, M. M. **Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madri: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2009.
- MACEDO, L. C. A.; et al. Uma proposta didática metodológica para se trabalhar CTS e complexidade de Morin. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABRAPEC, 2019. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1495-1.pdf>. Acesso em: Nov. 2020.
- BALARAM, S. **Thinking design**. New Deli: SAGE Publications India, 2011. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.4135/9788132112112>
- BODEN, M. A. Creativity and Knowledge. In: CRAFT, A.; JEFFREY, B.; LEIBLING, M. (org.). **Creativity in education**. Norfolk: Continuum International Publishing, 2001. p. 225. *E-book*.

CHEMI, T.; DAVY, S. G.; LUND, B. **Innovative Pedagogy**. Boston: Sense Publishers, 2017. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-94-6300-968-3>

CRAFT, A.; JEFFREY, B.; LEIBLING, M. **Creativity in education**. Norfolk: Continuum International Publishing, 2001. *E-book*.

FAUTLEY, M.; SAVAGE, J. **Creativity in Secondary Education**. Exeter, UK: Learning Matters, 2007. *E-book*.

FERREIRA, J. F. C.; REZENDE, D. V. Objetos de aprendizagem: criatividade aplicada aos processos educativos. In: ULBRICHT, V. R.; VANZIN, T.; DA SILVA, A. R. L. (org.). **Contribuições da criatividade em diferentes áreas do conhecimento**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2013. p. 11–44. *E-book*.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: paz, 2013. *E-book*. Disponível em: 978-85-7753-228-5

HERNÁNDEZ-ROMERO, L. **Re-evaluating Creativity**. New York: Palgrave Macmillan US, 2017. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.1057/978-1-137-53911-3>

LIEDTKA, J.; KING, A.; BENNETT, K. **Solving Problems with Design Thinking: Ten Stories of What Works**. New York: Columbia University Press, 2013. *E-book*.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar**. São Paulo: Cortez, 2008. *E-book*.

MENDES, A.; MARTINS, I. P. Cinco Orientações para o Ensino das Ciências: a Dimensão CTS no Cruzamento da Didática e de Políticas Educativas Internacionais. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS**, Buenos Aires, v. 11, n. 33, p. 93–112, 2016.

MISHRA, P.; HENRIKSEN, D. **Creativity, Technology & Education: Exploring their Convergence**. Cham: Springer International Publishing, 2018. (SpringerBriefs in Educational Communications and Technology). *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-70275-9>

OLIVER, A. **Creative Teaching: Science in the Early Years and Primary Classroom**. [S. l.]: Taylor & Francis, 2013. (Creative Teaching). *E-book*. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=QRtC7DdjBLIC>

OSTROWER, F. **Criatividade e processos de criação**. 15ª ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2001. *E-book*.

PARSONS, T. **Thinking: Objects Contemporary approaches to product design**. Lasanne Switzerland: AVA Publishing SA, 2009. *E-book*.

PIAGET, J. **O juízo moral na criança**. São Paulo: Summus Editorial, 1994. *E-book*. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=jGH_amDeFM0C

PLATTNER, H. **Design Thinking para educadores**. São Paulo: IDEO, 2010. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-13757-0>

POPE, R. **Creativity: Theory, History, Practice**. London: Routledge, 2005. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.4324/9780203695319>

ROCHA, S. M. G. da; OLIVEIRA JUNIOR, I. B. de. O erro e seu papel na avaliação

da aprendizagem: Breves reflexões. **Os Desafios Da Escola Pública Paranaense Na Perspectiva Do Professor Pde**, [S. l.], v. 1, p. 1–24, 2016.

ROSO, C. C.; AULER, D. A participação na construção do currículo: Práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. **Ciencia & Educação**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 371–389, 2016.

ROSSITER, J. R.; LILIEN, G. L. Creativity_books_Rossiter - New Brainstorming Principles (Creativity).pdf. **Australian Journal of Management**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 61–72, 1994.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, [S. l.], v. 1, n. Número especial, 2007.

SARSANI, M. R. **Creativity In Schools**. [S. l.]: Sarup Book Publishers Pvt. Limited, 2006. *E-book*. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=mF-NduTZKBYC>

SILVA, E. P. Q.; CICILLINI, G. A. Tessituras sobre o Currículo de Ciências: Histórias, Metodologias e Atividades de Ensino. *In*: 2010, Belo Horizonte. **I SEMINÁRIO NACIONAL: CURRÍCULO EM MOVIMENTO**. Belo Horizonte: Perspectivas Atuais, 2010. p. 1–14.

VIANNA, M.; ET AL. **Design thinking : inovação em negócios**. Rio de janeiro: MJV Press, 2012. *E-book*.

CAPÍTULO 5

METODOLOGIA PBL (APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS) E COMPLEXIDADE: ENSINO DA RADIOATIVIDADE

Anderson Pedro Laurindo (UTFPR)

Janinha Aparecida Pereira (SEED)

INTRODUÇÃO

O presente artigo apresenta uma aplicação do pensamento complexo sobre radiação, utilizando-se da metodologia PBL (Problem-Based Learning) que parte de uma situação problema sobre o Raio X para o estudo da radiação e seus efeitos físicos, químicos, biológicos e ambientais. Segundo Morin (2010) o pensamento complexo consiste em religar saberes e experiências que permitam contextualizações para que o aluno aprenda a construir para si mesmo, representações valiosas do que ouve e do que faz, compreendendo con-

textos através de uma situação problema global, para que a formação de condições ao cidadão de tomar iniciativas e resolver situações problemas reais que se apresente em seu cotidiano, nesse caso no que tange ao exercício profissional do Tecnólogo em Radiologia.

Morin (2000) defende que o problema global é o conjunto de partes interligadas ao contexto de maneira organizacional, multidimensional e complexa, pois o todo tem qualidades e propriedades que não são encontradas nas partes fracionadas se forem apresentadas isoladamente. Assim, é preciso recompor o todo para conhecer as partes. O que justifica a escolha da Metodologia BPL (Problem-Based Learning) que consiste segundo Ribeiro (2008, p.11) “em uma metodologia de ensino-aprendizagem colaborativa, construtivista e contextualizada, na qual situações problema são utilizadas para iniciar, direcionar e motivar a aprendizagem de conceitos, teorias e o desenvolvimento de habilidades e atitudes no contexto da sala de aula.

Morin (2000) trata a complexidade como elementos diferentes que são inseparáveis e constitutivos do todo, assim o processo educativo deve favorecer a interligação geral para que a mente aprenda a sugerir hipóteses, formular e resolver problemas utilizando-se dos conhecimentos existentes sem a preocupação com as especialidades, pois o progresso disperso que aparece na maioria das vezes fragmentado e desconectado dos contextos, enfraquece a percepção global do problema, conduzindo para diminuição da responsabilidade e da solidariedade. Nesse contexto, o estudo da temática radioatividade leva o aluno a pensar e a refletir sobre os problemas reais, particulares e globais referente ao uso e ao trabalho com materiais radioativos, especialmente o Raio X.

Quando os conceitos relacionados a Radioatividade são trabalhados separadamente acabam diminuindo ou até mesmo escondendo os grandes problemas humanos, se limitam apenas nos benefícios particulares e técnicos do uso do Raio X. Morin (2000) alerta que ao se utilizar da inteligência parcelada, compartimentada, mecanicista, disjuntiva e reducionista rompe com a complexidade do saber, os fragmentos dos conceitos ensinados minimizam e escondem os problemas reais e as contextualizações destruindo o embrião da compreensão e da reflexão. A tomada de decisão é incitada pela metodologia PBL pois além de colocar o aluno em contato com situações problemas reais, favorece a pesquisa, desenvolve a criticidade, a criatividade e o estimula o pensamento complexo interligando e compreendendo a interação dos efeitos radioativos para a promoção da qualidade de vida humana e ambiental.

Ribeiro (2008) defende que a metodologia PBL além de usar problemas reais da vida que estimula o desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades para solucionar problemas que possam surgir em sua vivência profissional, possibilita a aquisição de conceitos fundamentais que integram teoria e prática promovendo o domínio do conhecimento específico bem como a ampliação de habilidades e atitudes profissionais éticas, responsáveis e cidadãs. O pensamento complexo de Morin (2010) que propõe a interligação de conceitos e saberes é favorecido pela metodologia PBL pois coloca o aluno na presença de uma situação problema real, onde o caminho para a possível solução exige a compreensão e reflexão das partes essenciais que compõe o todo, colocando o aluno do Curso de Radiologia em contato com a realidade profissional, responsabilizando-o para a construção do conhecimento em rede, buscando o desenvolvendo

do comportamento ético para as relações pessoais, profissionais e sociais.

INVESTIGAÇÃO INICIAL

Essa aula foi o primeiro contato com os alunos, onde se aplicou um questionário fechado para a percepção dos conceitos pré-existent sobre Radioatividade no que tange aos perigos, origem, relações, acidentes radiativos, benefícios e malefícios para a humanidade e meio ambiente.

Em seguida foi solicitado para que os alunos construíssem um mapa conceitual como caminho de identificação dos conceitos que os alunos possuem sobre radioatividade. Nesse sentido os mapas conceituais apresentam ser:

“[...] um bom instrumento para detectar com grande rapidez a quantidade e a qualidade de informação que possui um aluno em um dado momento, já que plasma com grande clareza o número de conceitos que um aluno domina, os erros ou acertos dos significados que outorgou e a forma como estruturou” (PENNA et. all, 2005, p.50).

Assim, esses instrumentos investigativos indicaram caminhos, materiais, conteúdos e práticas educativas que o professor devia seguir para as discussões dos erros, acertos e equívocos conceituais, bem com a ampliação das conexões do conceito de radioatividade, suas aplicações, limitações de uso e cuidados com o meio ambiente.

PROBLEMATIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO CONTEÚDO

O vídeo é instrumento que facilita a problematização de um conteúdo, visto que ele além de apresentar um resumo das conexões dos conceitos, facilita a instigação, a percepção e a motivação para a aprendizagem pois atrela os sentidos da audição e da visão. A história

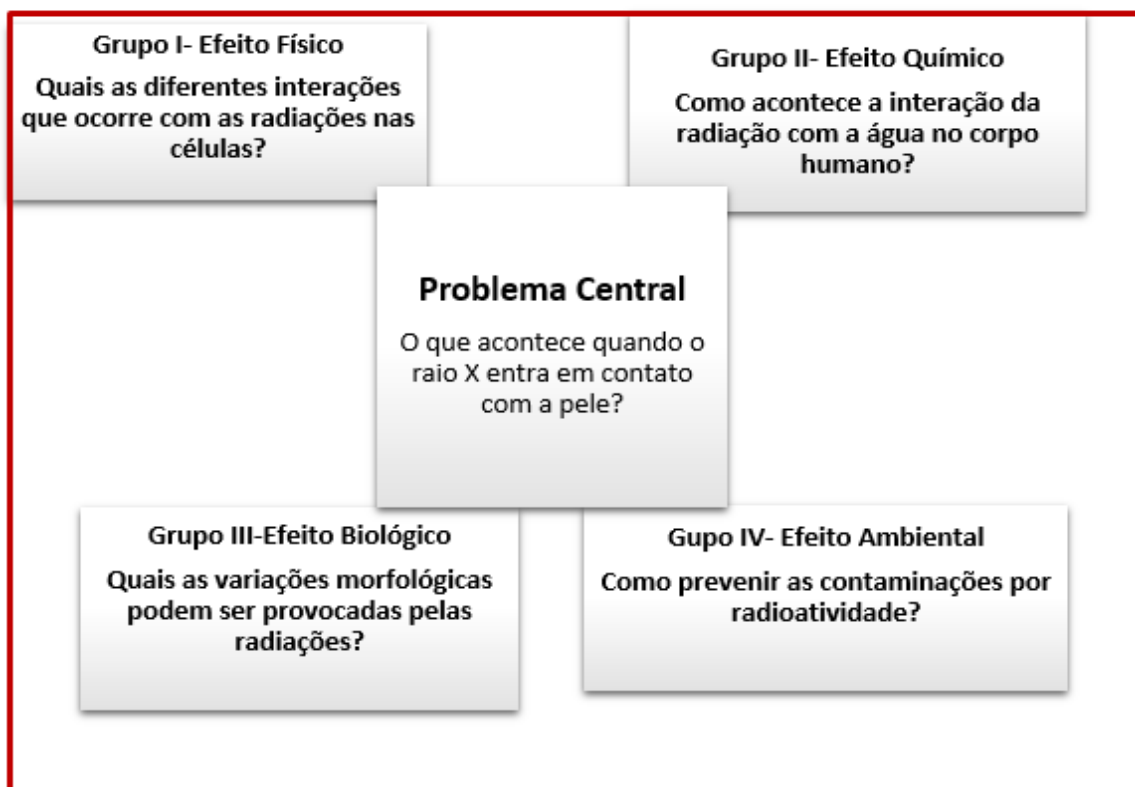
da Radiologia – Marie Curie presente neste documentário (Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=3XIGC6kbqaw>>. Acesso em nov. 2016), coloca os alunos em contato com a história da radioatividade, descrevendo os estudos de Marie Curie e suas contribuições nas descobertas dos elementos químicos radioativos bem como os fenômenos de energia radioativa e suas aplicações na medicina: Raio X e Radioterapia.

USANDO A METODOLOGIA PBL

A metodologia PBL é fundamentada na resolução de um problema de uma situação real vivenciada ou observada pelo aluno/professor, onde o aluno é responsável pela pesquisa, discussões, levantamento de hipóteses e apresentação do caminho para a resolução do problema apresentado pelo professor que faz o papel de mediador do processo de ensino aprendizagem. O uso dessa metodologia motiva a participação do aluno no estudo e nas reflexões para a aproximação do objeto de estudo com a realidade. Portanto esse momento foi organizado da seguinte forma:

- a) Divisão da turma em 04 grupos.
- b) Cada grupo deveria eleger um relator, um secretário e um orador.
- c) Distribuição do Tema e do Problema para cada grupo, vinculando com o problema central de acordo com o diagrama a seguir:

Figura 1: Diagrama seguido pelos alunos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Cada grupo organiza sua pesquisa extraclasse de acordo com a pergunta suporte que norteia a discussão e a suposta resolução do problema central sobre Raio X, que está vinculado com a prática profissional do tecnólogo em Radiologia. O professor passeia pelos grupos ajudando nas discussões, questionando as respostas e o raciocínio que leva a suposta resposta de situação problema.

DISCUSSÃO EM GRUPO

Cada componente do grupo traz as contribuições individuais de sua pesquisa para as discussões, levantamentos de hipóteses que norteiam as discussões para a suposta resposta ao problema central vinculado com sua questão suporte sobre o efeito da radioatividade. Momento em que se elabora um relato do grupo tentando responder

o problema proposto pelo professor colocando em ordem os conceitos mais importantes sobre os efeitos radioativos.

AVALIAÇÃO/RELATÓRIO FINAL

Momento em que os alunos formam um grande grupo e trazem as respostas das quatro perguntas suporte sobre os efeitos radioativos para os seres vivos que ajudam a discutir sobre a suposta resposta do problema central vinculado ao uso e trabalho com o Raio X. A articulação e as relações conceituais evidenciam ao professor/aluno a defasagem e ou aprendizagem dos conceitos básicos e fundamentais para que o aluno seja um bom profissional de radiologia. A avaliação por meio do relatório final é necessária para que o professor e o aluno possam perceber as conexões e amplitude do conhecimento sobre os efeitos radiativos na vida humana e suas implicações e seus cuidados com o meio ambiente. A complexidade do conteúdo radioatividade permite que o aluno faça conexões com outras disciplinas do curso, porém exige que o aluno pesquise, reflita e valore a aplicação e integração desses conceitos para a sua prática profissional na área da radiologia.

REPLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO E CONFECÇÃO DE MAPA CONCEITUAL

A reaplicação dos instrumentos de coletas de dados servem para que o pesquisador possa identificar avanços, limitações e potencialidades da Metodologia PBL vinculada ao pensamento complexo que segundo Vega e Do Nascimento (1999) atrela todos os elementos de uma ciência fracionada, compartimentada propondo e orientando

uma reflexão sobre as relações de complexidade e ética paralelamente conectados aos processos biológico, psicológico, sociológico e cultural para o desenvolvimento da tecnologia e da sociedade. Assim, é possível professor e alunos perceberem o grau de compreensão dos efeitos físicos, químicos, biológicos e ambientais da radioatividade e suas implicações na atividade profissional do Tecnólogo em Radiologia.

O trabalho foi realizado no mês de novembro de 2016 com 12 alunos do Curso Superior Tecnólogo em Radiologia de uma faculdade privada localizada no município de Ponta Grossa/PR. Os dados observados foram coletados por meio da pesquisa qualitativa com observação participante, segundo Flick (2009) a pesquisa qualitativa identifica características comuns, entende, descreve e explica os fenômenos observados por meio da análise dos comportamentos, interações e comunicações investigadas que podem ser por meio de textos, relatos, imagens, filmagens e anotações das observações realizadas e vivenciadas durante o estudo.

Os instrumentos de coleta de dados foram questionário fechado e mapa conceitual, observação das atividades desenvolvidas em sala de aula e estudo dos relatórios finais. Ademais foi utilizada a metodologia PBL que consiste em colocar o aluno perante a uma situação problema real, fundamentada pela teoria da Complexidade proposta por Morin (2000) (2010), obedecendo as seguintes etapas:

- a) Investigação por meio de questionário fechado direcionado por questões investigativas sobre o conhecimento da temática Radioatividade

- b) Apresentação do Documentário: História da Radiologia- Marie Curie.
- c) Utilizando-se dos passos da metodologia PBL, a turma foi dividida em quatro grupos:
- Grupo I- Efeito Físico- Quais as diferentes interações que ocorre com as radiações nas células?
 - Grupo II- Efeito Químico- Como acontece a interação da radiação com a água no corpo humano?
 - Grupo III-Efeito Biológico -Quais as variações morfológicas podem ser provocadas pelas radiações?
 - Grupo IV- Efeito Químico- Como acontece a interação da radiação com a água no corpo humano?

Lembrando que os grupos não poderiam esquecer de vincular suas respostas com o problema central: O que acontece quando o Raio X entra em contato com a pele?

- d) Pesquisa livre e estudo de materiais sugeridos pelo professor para a suposta resposta da questão suporte que direciona para a solução da situação real proposta no problema central com relação ao Raio X.
- e) Discussão em grupo e montagem de relatório com o suposto caminho para a resposta do problema central relacionado ao Raio X.
- f) Os quatro grupos se juntaram para fazer o relatório final com a suposta resposta do problema central relacionando os efeitos físicos, químicos, biológicos do Raio X no ser humano,

bem como suas implicações do lixo radioativo para o meio ambiente.

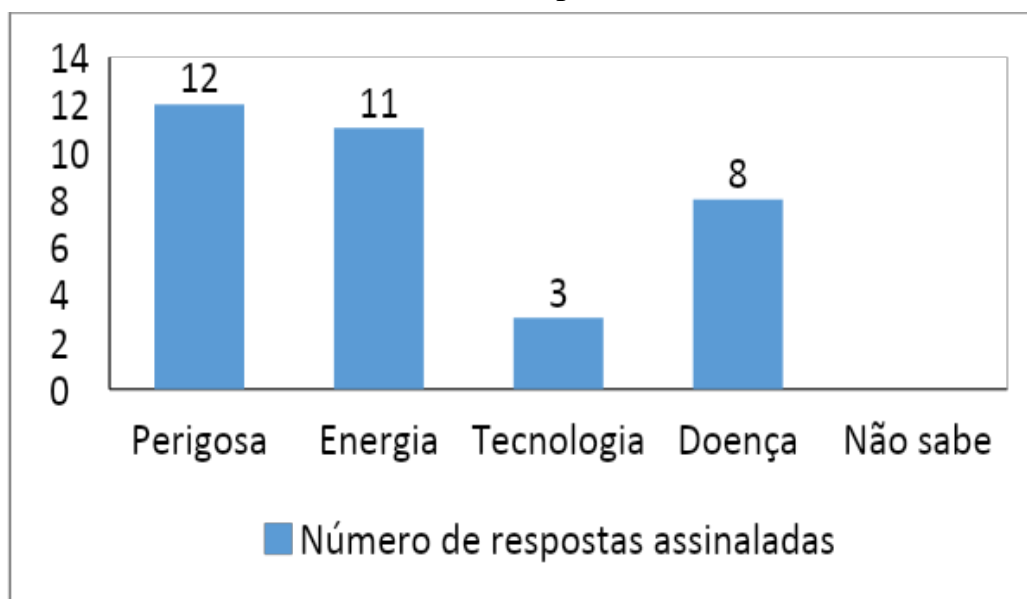
- g) Reaplicação do mesmo questionário investigativo.
- h) Reconstrução do mapa conceitual sobre radioatividade.
- i) Tabulação e estudo dos dados;

RESULTADOS E DISCUSSÕES

PERCEPÇÃO INICIAL

Participaram da pesquisa 12 alunos do Curso Tecnólogo em Radiologia, onde responderam algumas questões fechadas sobre o que sabem sobre o tema radioatividade. A primeira questão foi tratado do que cada um sabe sobre a radiação, com algumas alternativas, podendo ser assinalada mais de uma, são elas: perigosa, energia, tecnologia, doença e não sabe. Os resultados são demonstrados no gráfico 1 a seguir:

Gráfico 1: Associação sobre o que se conhece de Radiação

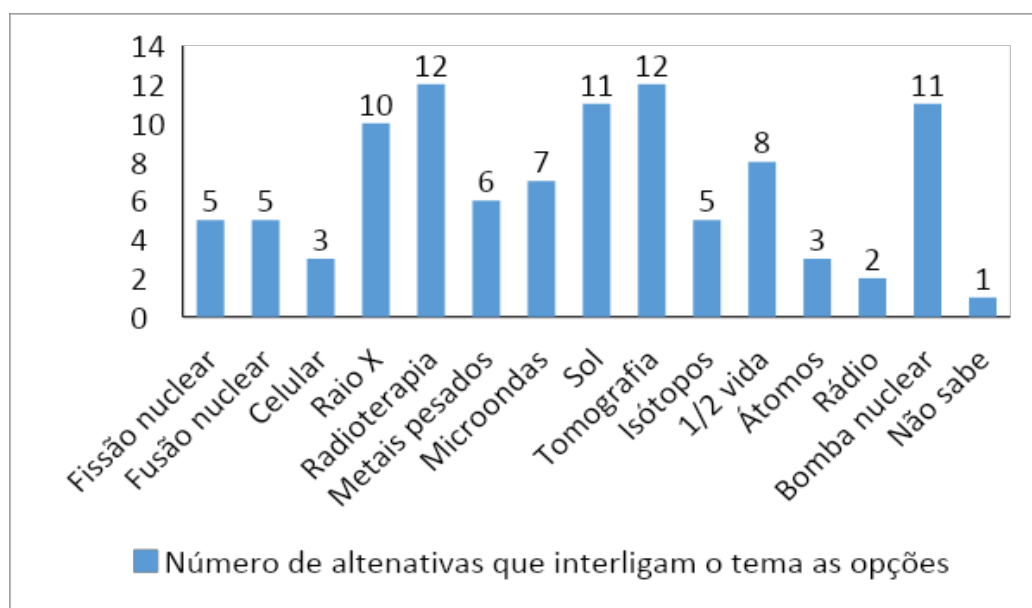


Fonte: Elaborado pelos autores.

Como cita Demo (2005), o saber pensar é a teoria mais prática que existe, ou a prática mais teórica que existe. Vemos essa realidade em filmes e desenhos, tornando a radiação como fonte fluorescente de perigo e doenças, isso faz com que as pessoas sigam o senso comum, como no caso acima., onde a alternativa perigosa foi marcada com unanimidade, relacionando a radiação como perigosa, onze perceberam que é uma forma de energia, apenas três associam a tecnologia, oito com doenças e a alternativa não sabe não obteve resposta.

Da mesma forma, questionou-se o que pode ser relacionado ao tema. Novamente, poderiam assinalar mais de uma alternativa, com diversos aspectos a serem considerados como é mostrado no gráfico 2:

Gráfico 2: Temas relacionados à Radioatividade



Fonte: Elaborado pelos autores.

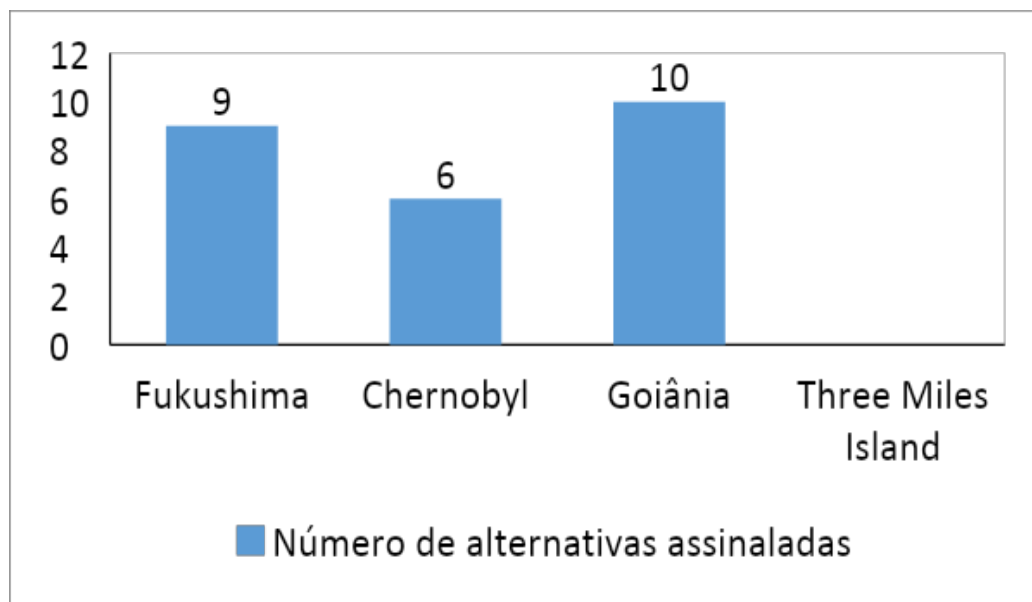
Aqui, observa-se claramente, que praticamente tudo está relacionado à radioatividade, principalmente exames e tratamentos internos ao ser humano como radioterapia e tomografia. Segundo o INCA (1993), isótopos como cobalto e cério, são transformados em placas ou agulhas para liberar radiações gama na destruição de células cancerígenas, com efeitos colaterais variáveis de acordo com a camada

da pele e a tensão aplicada. Como o índice do câncer tem aumentado drasticamente, infelizmente mais se conhece sobre seus tratamentos.

Com o avanço de novas tecnologias, surgem novos exames diagnósticos como a tomografia computadorizada, que emite raios X que reagem ao contraste absorvido pelo organismo, mostrando imagens no computador dos tecidos moles existentes. Segundo Varella (2011) as doses são cumulativas e devem ser aplicadas com cautela, pois uma realização pode ser suficiente para desencadear o câncer. Nesse sentido, como também é um exame, está mais próximo dos acadêmicos em seu dia a dia da profissão, seu contexto.

Na terceira questão, indagou-se sobre o possível conhecimento por meio dos alunos sobre os mais importantes acidentes radioativos já ocorridos na história, como Fukushima, Chernobyl, Goiânia e Three Miles Island, obtendo como o resultado o gráfico 3 abaixo:

Gráfico 3: Acidentes Radiológicos mais conhecidos



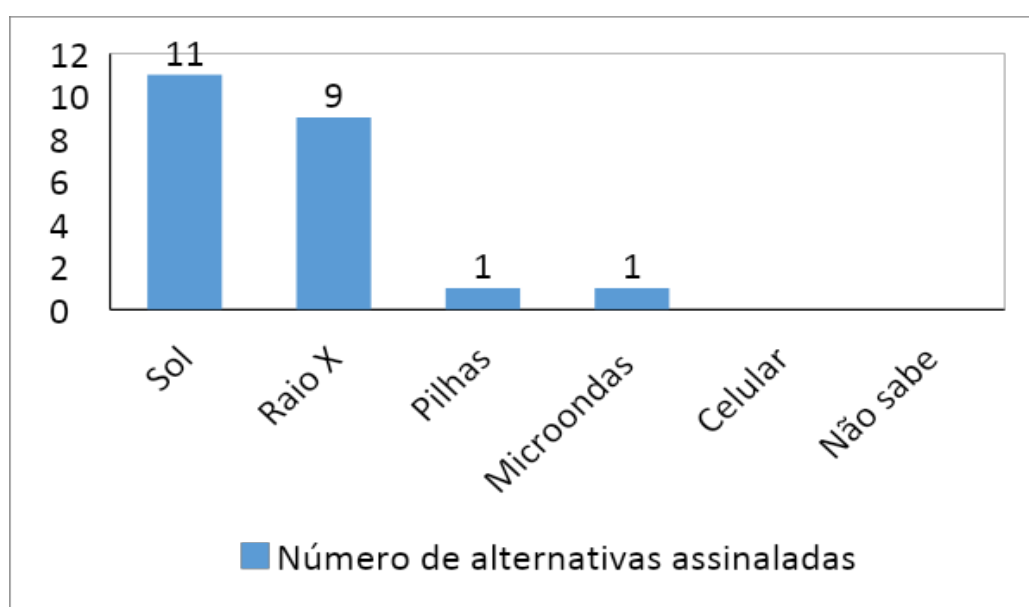
Fonte: Elaborado pelos autores.

Primeiramente, devemos nos ater em classificar acidentes com radiação de duas formas: os nucleares e os radiológicos. Segundo Santos e Oliveira Filho (2012), os acidentes nucleares são quando

ocorrem em reatores nucleares, ou combustíveis nucleares como no transporte. Já os radiológicos, são os que envolvem fontes ou geradores de radiação. Sentido só pode considerar acidente radiológico o acidente de Goiânia, onde ocorreu a descoberta de césio em uma caixa de raios-X, sendo o mais conhecido pelos acadêmicos, também devido ao fato de seu cotidiano e pela localização também.

Posteriormente, foi questionado sobre quais as radiações que os pesquisados se protegem, sendo alternativas o sol, raios X, pilhas, micro-ondas, celular e não sabe, revelando os resultados no gráfico 4:

Gráfico 4: Radiações que cada um se protege

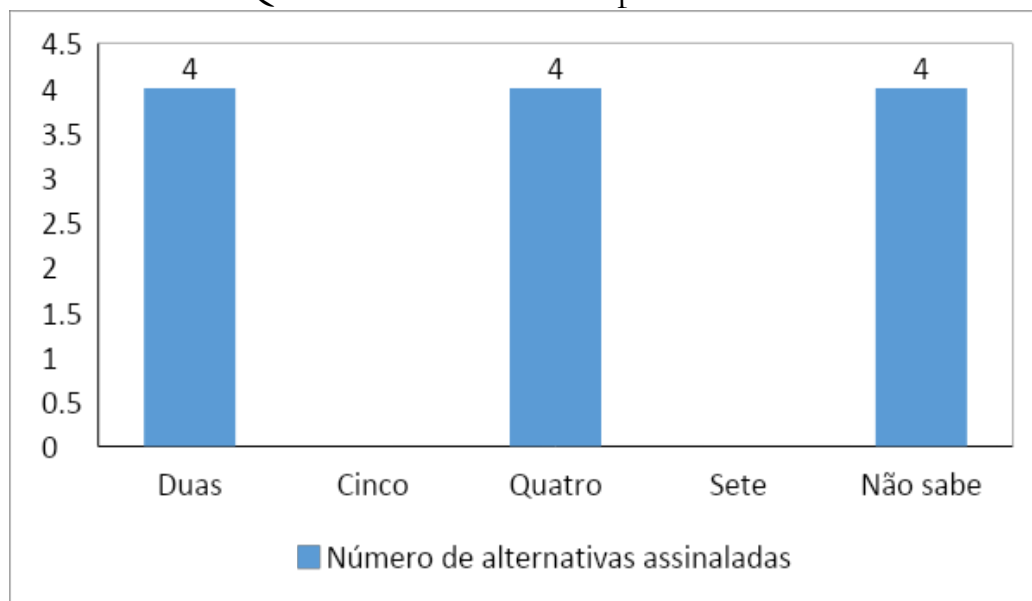


Fonte: Elaborado pelos autores.

O sol, parece ser a maior fonte de emissão de radiação para os futuros tecnólogos. Isso se deve ao fato de o índice de câncer de pele aumentar drasticamente todos os anos, que segundo o INCA (2017), o câncer mais comum no Brasil é o de pele, com a estimativa de 175.760 casos só em 2016. Em segundo lugar, aparecem os raios X, fontes de radiação para seu trabalho.

A questão seguinte foi retratada quantas vezes são possíveis de se realizar os raios-X anualmente. Seus resultados são apresentados no gráfico 5:

Gráfico 5: Quantidade de Raios-X permitidos Anualmente

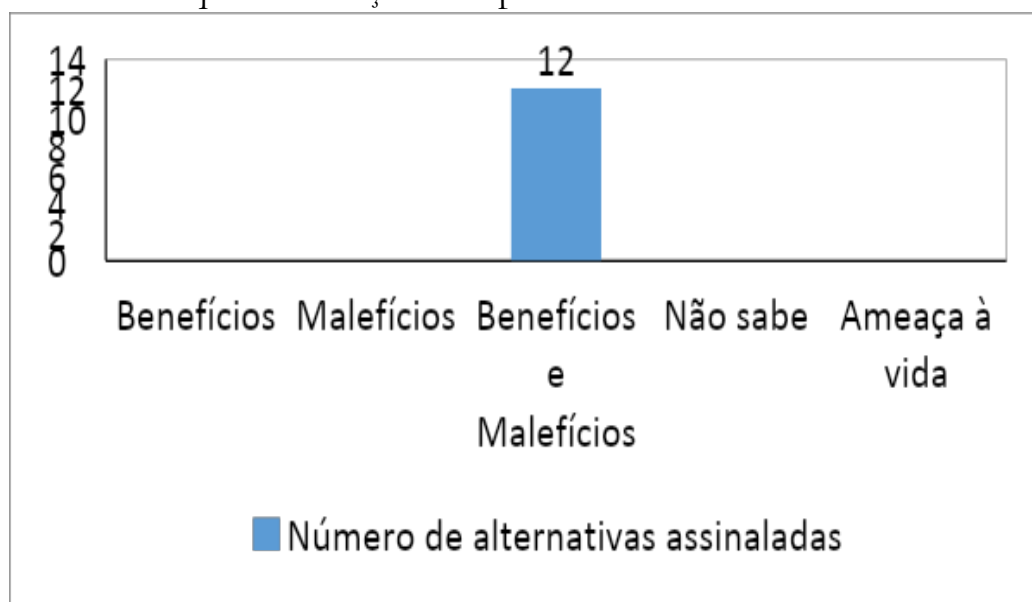


Fonte: Elaborado pelos autores.

Segundo Cury, são considerados o nível de radiação emitido por exame e não o número de exames anuais. A média anual permitida é de 2.4 mSv/ano, o que dá em média de aproximadamente 5 exames anuais.

A penúltima questão levantada foi o que a radiação pode trazer ao ser humano e ao meio ambiente. As respostas serão apresentadas no gráfico 6:

Gráfico 6: O que a Radiação traz para o Ser Humano e Meio Ambiente

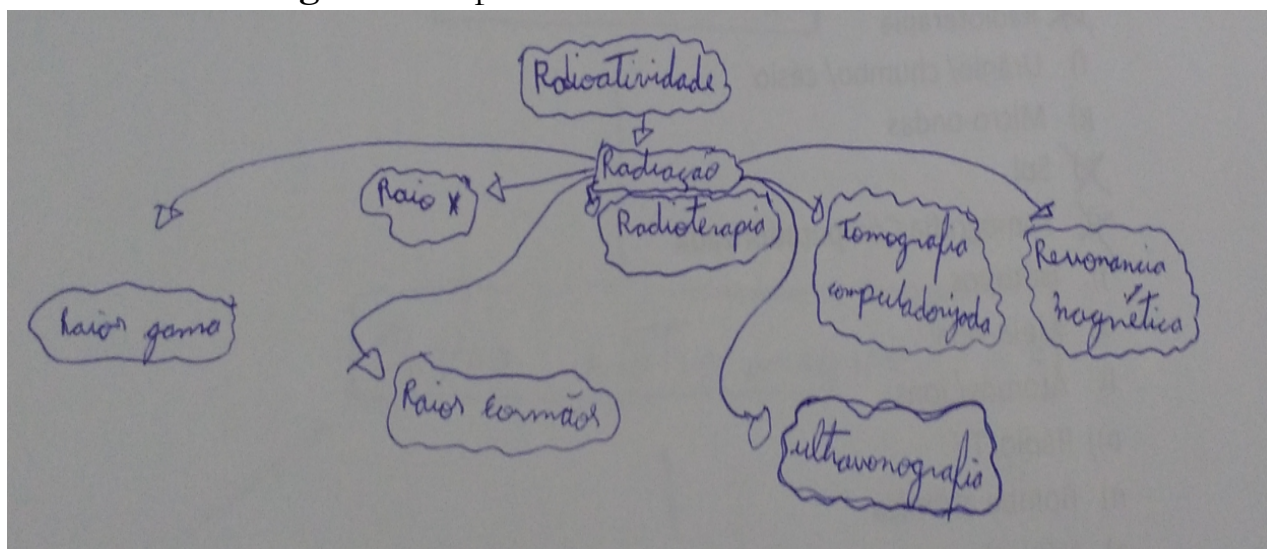


Fonte: Elaborado pelos autores.

Realmente, nos trazem benefícios como diagnósticos preventivos e rápidos e malefícios como doenças tais como câncer e morte.

Por fim nessa primeira etapa, foi pedido para construir um mapa conceitual relacionado ao tema. Com escolha aleatória, obteve-se o seguinte mapa, expresso na figura 2:

Figura 2: Mapa Conceitual sobre Radioatividade



Fonte: Acadêmicos do Curso de Tecnologia em Radiologia

Nota-se extrema relevância com temas associados à radiologia, como seus exames, considerando que, segundo Stavy (1991) o processo de aprendizagem decorre da escolha de uma situação ou exemplo inicial apropriado, nesse caso, o curso em formação.

METODOLOGIA PBL E O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPLEXO

A metodologia PBL e o pensamento complexo foram desenvolvidos a partir da seguinte questão: O que acontece quando o raios-X entram em contato com a pele? A partir dessa questão, os alunos foram divididos em quatro grupos, cada um com um tipo de fator a ser relacionado com o tema gerador, neste caso, a questão problema. Os

resultados obtidos foram expressos por meio de pesquisas e escrita de textos:

- Grupo dos Efeitos Físicos: pergunta a ser respondida: Quais as diferenças entre interações que ocorre com as radiações nas células?

[...] *A ionização afeta as moléculas, até o funcionamento do corpo, o atravessando por meio de ionização e excitação dos átomos. (A_1)¹**

- Grupo dos Efeitos Químicos: Como acontece a interação da radiação com a água no corpo humano?

[...] *As células quando atingidas ou ingeridas doses de radiação, sofrem aceleração e transformam-se em íons, podendo remover elétrons, fazendo com que a ionização enfraqueça as ligações. (A_2)^{*}*

- Grupo dos Efeitos Biológicos: Quais as variações morfológicas podem ser provocadas pelas radiações?

[...] *Morte celular. (A_3)^{*}*

- Grupo dos Efeitos Ambientais: Como prevenir contaminações por radioatividade?

Usar EPI's, [...] Armazenamento em recipiente e local apropriado. (A_4)^{}*

A partir do tema gerador e de pesquisas, que se construíram os resultados, segundo Ulisses (2016) a metodologia PBL é uma abordagem inovadora e de reinvenção não se restringe a formação estritamente profissional e científica de seus estudantes, portanto exi-

1.*A1, A2, A3,..., A_n alunos participantes da pesquisa.

ge uma maior responsabilidade das instituições de Ensino Superior. Pois, a sociedade atual com suas complexidades, diferenças, desigualdades na democratização do acesso ao conhecimento, exige que os formados assumam responsabilidades políticas e sociais com opiniões fundamentadas e éticas para exercer sua cidadania com tomadas de decisões que promovam transformações locais e globais.

Nesse sentido, procuraram sanar as questões de cunho Físico, Químico, Biológico e Ambiental com pesquisas, contribuindo para a formação de aprendizagem complexa que segundo Morin (2000, p. 33) “ [...] necessitamos de uma mudança, de uma reforma do pensamento que necessita, evidentemente de uma reforma de ensino. Há uma inteira dependência e nesta interdependência nos tornamos, também, a possibilidade de relacionar as partes ao todo e o todo a nós”. Assim é preciso buscar e reconstruir um ensino interligado, a fragmentação nos conteúdos em disciplinas dificulta o entendimento e aplicação do conhecimento a uma situação real do cotidiano.

APONTAMENTOS PARA A RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

De maneira geral, não foram desenvolvidas possibilidades para a resolução efetiva do problema, mas somente medidas profiláticas as pessoas que estão conduzindo exames e para quem está recebendo radiação:

[...] pode não acontecer danos aos tecidos, vai depender da duração de exposição, pois as células têm muita água. [...] Para atenuar efeitos, devemos utilizar EPI's. (A_5^2)

Nessa fase, os acadêmicos procuram resolver as questões que segundo Leite e Afonso (2001), os mesmos deverão consultar diversas

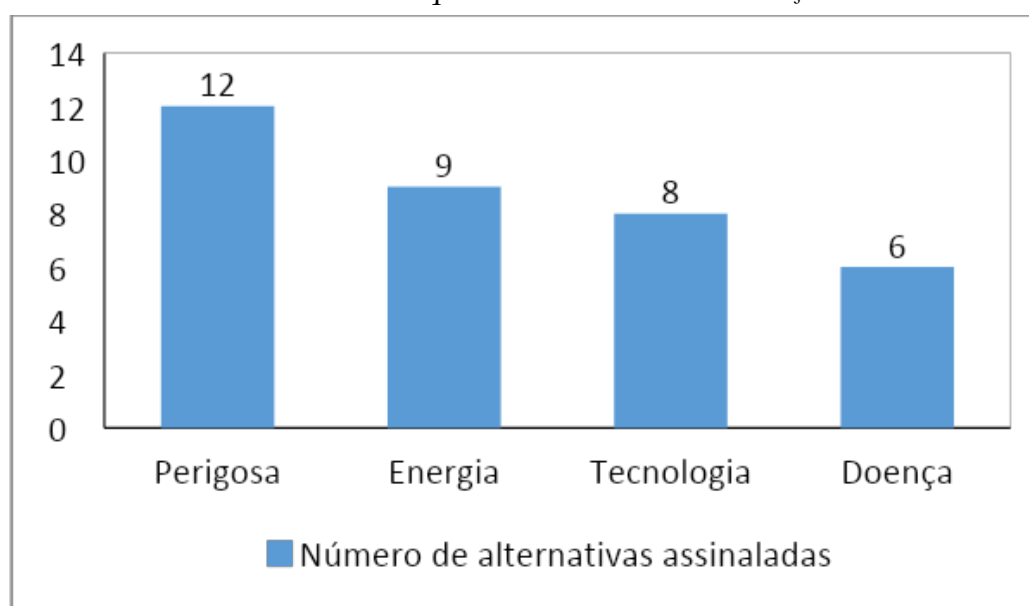
2.*A1, A2, A3,..., A_n alunos participantes da pesquisa.

fontes de informação e o professor assegurar que as informações são acessíveis.

AVALIAÇÃO

Como última parte da pesquisa, foi reaplicado o questionário para ver o que os alunos absorveram ao longo de todo o processo de pesquisa. Novamente, gráficos demonstrativos com os resultados finais. No gráfico 7, é retratada o que se sabe sobre radiação.

Gráfico 7: O que se sabe sobre Radiação

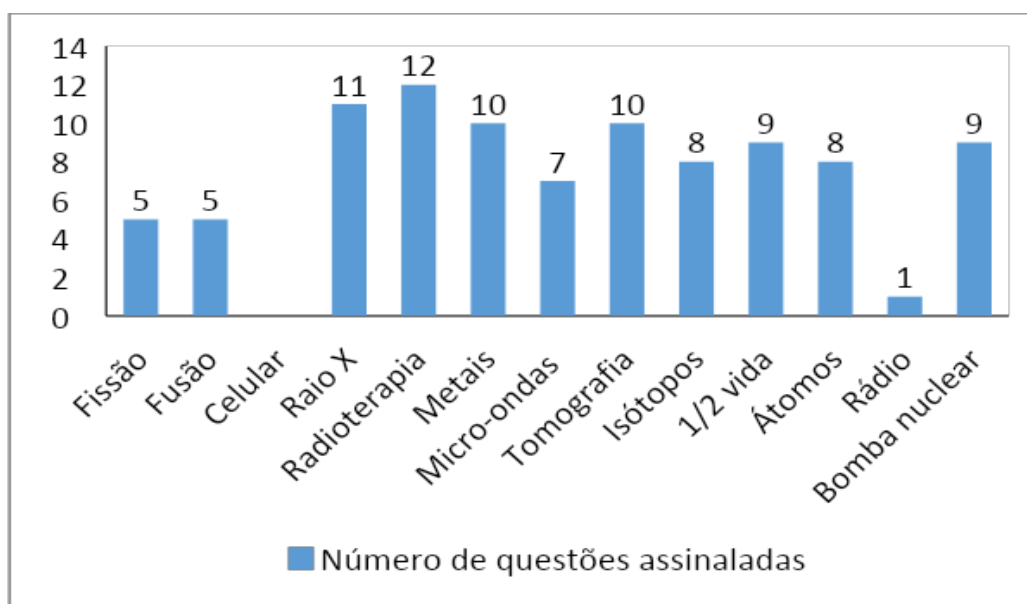


Fonte: Elaborado pelos autores.

Se compararmos ao primeiro gráfico, nota-se que os alunos perceberam que é uma fonte de tecnologia, onde inicialmente apenas três haviam assinalado inicialmente. Precisa ser considerado a compreensão desse fenômeno, que segundo, Palacios et al (2003), se tem buscado explorar influências sociais e culturais tanto na ciência quanto na tecnologia, examinando o impacto das tecnologias para a sociedade.

Para o índice de relacionar alguns termos, os alunos apresentaram os seguintes resultados, como mostra o gráfico 8:

Gráfico 8: Termos Relacionados à Radioatividade

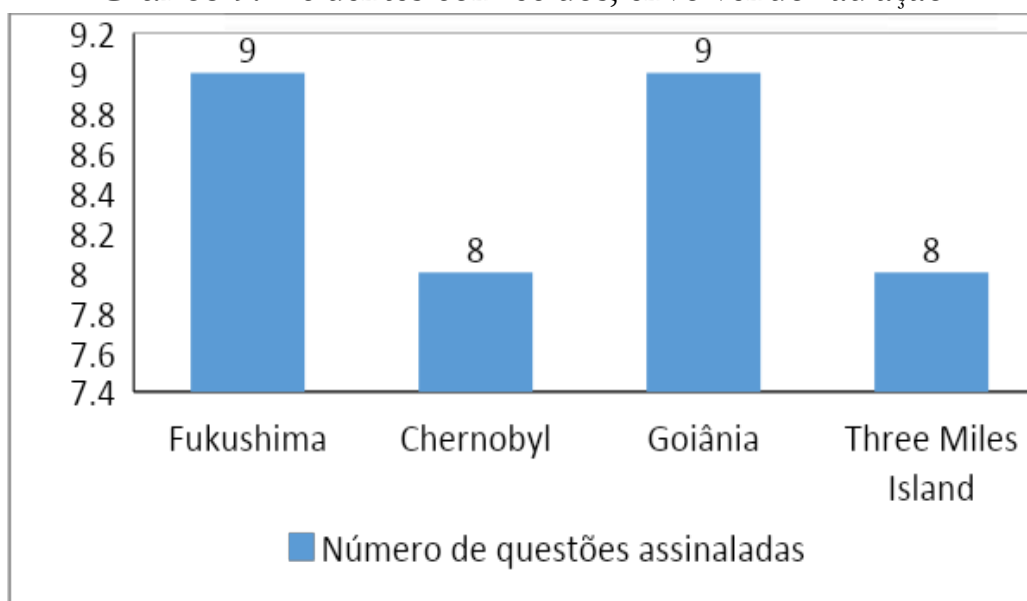


Fonte: Elaborado pelos autores.

O que se observa de diferente, são as questões relacionadas ao celular, que anteriormente três haviam assinalado e ondas de rádio, que apenas um assinalou desta vez. Tanto um eletrônico ou outro, trabalham com ondas eletromagnéticas, que “além do efeito indutor, outro efeito bem conhecido dos campos eletromagnéticos em seres vivos é a diatermia, um aquecimento dos tecidos biológicos”. (REAL,2008, p.3)

Novamente, os acidentes com radiação aparecem, demonstrados no gráfico 9:

Gráfico 9: Acidentes conhecidos, envolvendo radiação

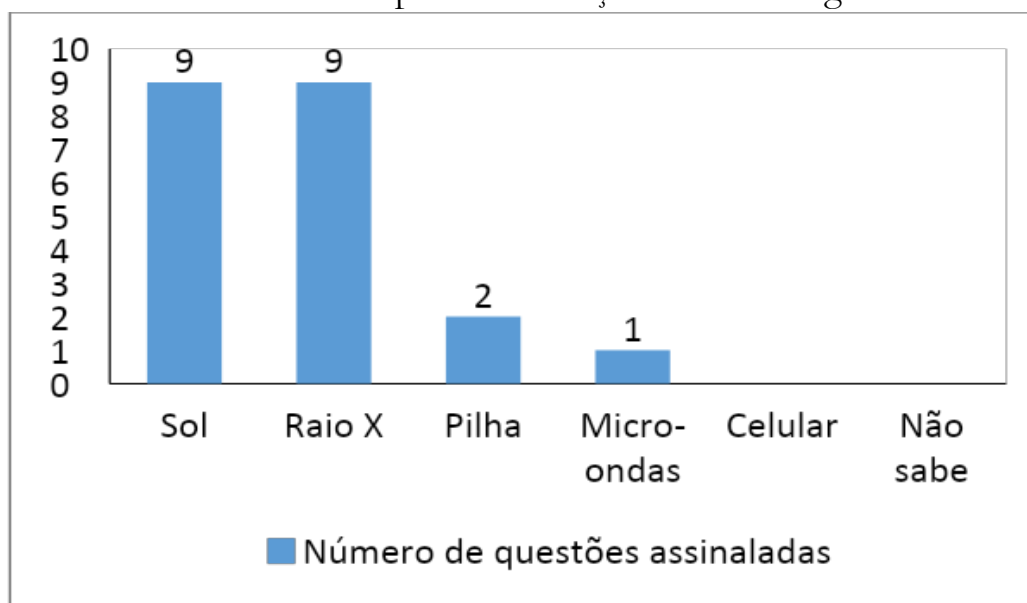


Fonte: Elaborado pelos autores.

Comparando com o questionário pré-pesquisa, alguns pesquisaram o acidente de Three Miles Island, que houve uma fusão de reator nuclear, liberando substâncias radioativas para a atmosfera. Nesse sentido, parte-se do pressuposto que houve curiosidade em pesquisar, que para Frota-Pessoa; Gevertz; Silva (1982), para as práticas serem úteis no ensino, é necessário o professor situar adequadamente o processo de aprendizagem, que apareceu no questionário e não parece ser tão comentado.

Como não se brinca com a radiação, seja qual for sua forma, devemos tomar cuidado, nesse sentido, após a pesquisa, apresentaram os seguintes resultados, expressos no gráfico 10:

Gráfico 10: Tipos de Radiações a se Proteger

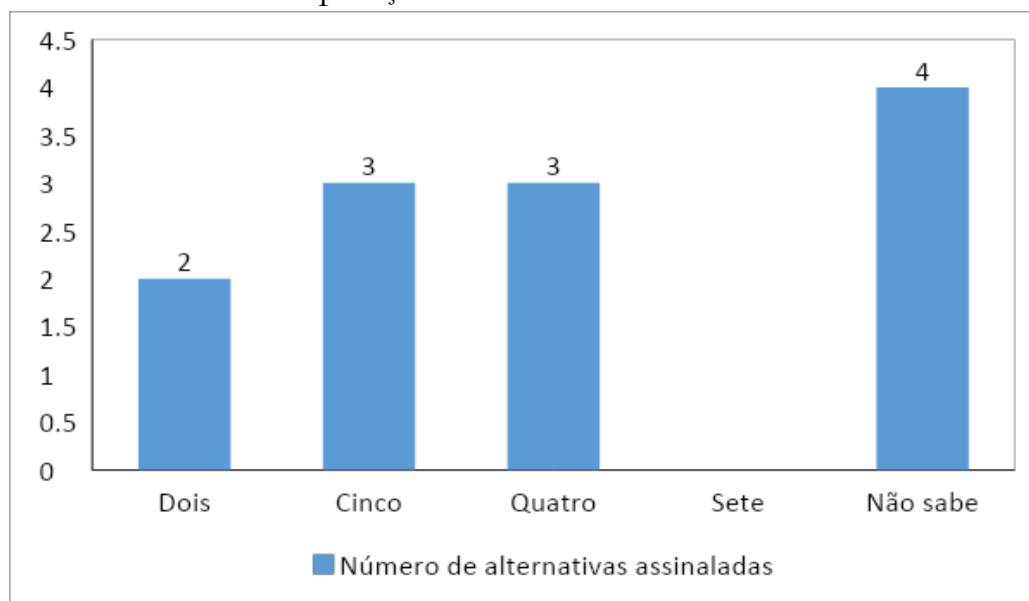


Fonte: Elaborado pelos autores.

Não houve muita diferença, pois já sabiam aparentemente quais as principais para se cuidar.

A penúltima questão fechada, era sobre quantas vezes por ano podemos nos expor a radiação, expressos no gráfico 11:

Gráfico 11: Exposição Radioativa Permitida Anualmente

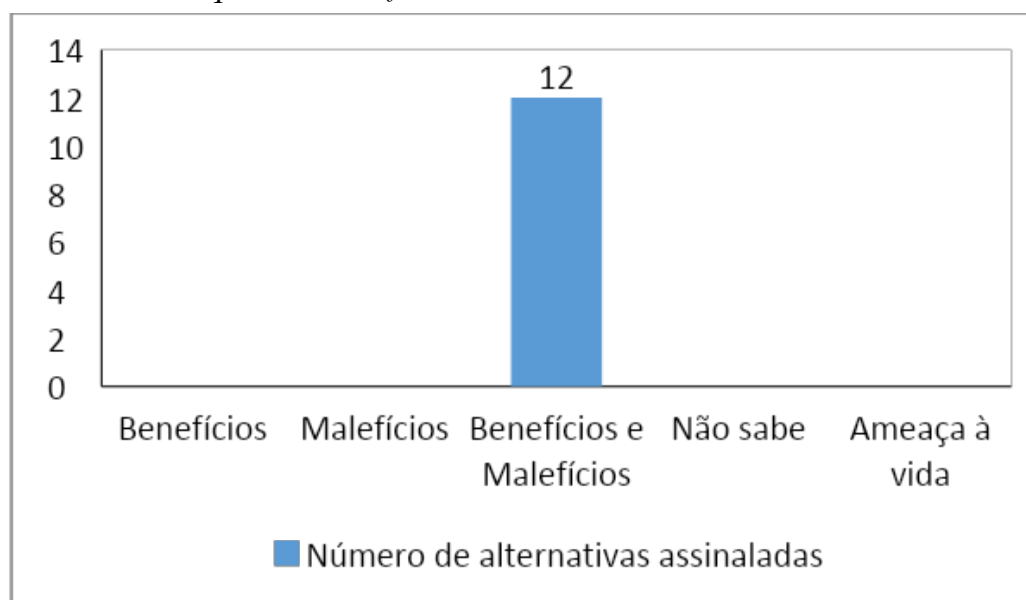


Fonte: Elaborado pelos autores.

Houve a marcação para cinco vezes, o que demonstra a pesquisa sobre exposição à radiação e seus riscos, remetendo a parte da pesquisa escrita na resolução de questões.

A última questão fechada, não se alterou em nada as respostas, como demonstradas no gráfico 12:

Gráfico 12: O que a Radiação Traz a Humanidade e ao Meio Ambiente

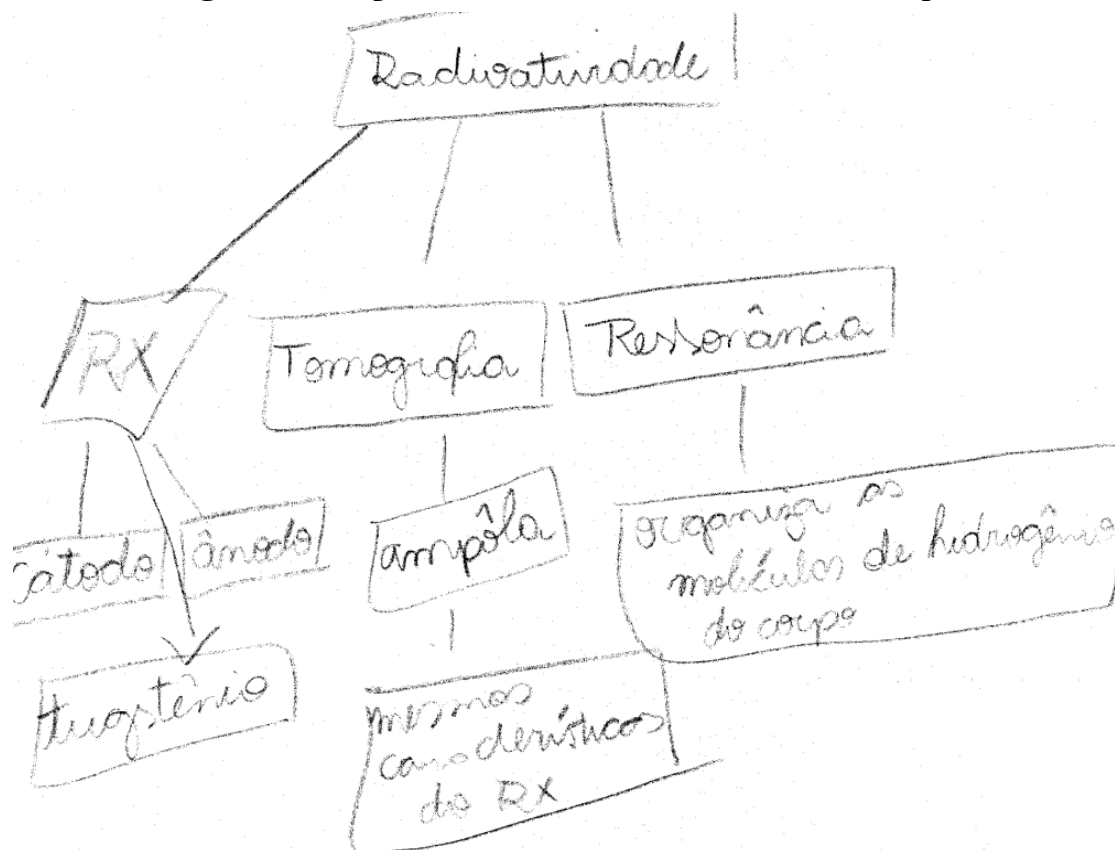


Fonte: Elaborado pelos autores.

Como tudo que existe, há o lado positivo e negativo, nesse caso, positivos para tratamentos e diagnósticos de doenças e negativos para possíveis doenças e mutações.

Por último, houve a formulação de mapa conceitual, demonstrado na figura 3:

Figura 3: Mapa Conceitual como Síntese da Pesquisa



Fonte: Acadêmicos do Curso de Tecnologia em radiologia

Uma das maneiras de se obter uma síntese de conteúdo e possíveis conexões de conceitos e situações é por meios de mapas conceituais que permitem demonstrar e organizar ideias. Esse tipo de metodologia pode ser considerado como aprendizagem significativa, proposta por Ausubel. Nessa metodologia, considera-se o que o aluno sabe, com possíveis significados. Segundo Barbosa et al (2005), há a diferenciação progressiva, que é a atribuição de significados, relacionando ideias a outros conceitos. Na década de setenta que

Novak propôs os mapas conceituais baseados na aprendizagem significativa de Ausubel.

No que tange a metodologia PBL, percebe-se que os alunos tiveram muita dificuldade para realizar as atividades e seguir o caminho indicado pelo professor, acreditamos que é por falta de costume em pesquisar, e autonomia para buscar conhecimentos, outro fator determinante é que o tema abordado é muito abrangente e faltou tempo para que o professor acompanhasse o desenvolvimento das atividades para a resolução do problema central. Segundo Piaget (2013), o conhecimento é construído através da interação entre o sujeito/objetos / situações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a pesquisa, percebe-se que dependendo da maneira em que se aprofundam os estudos, os resultados podem variar, de acordo com suas informações iniciais e fontes de pesquisa. Nesse sentido, pode apontar que ainda os alunos acreditam que o professor é o detentor do saber e que eles apenas absorvem o que lhes são transmitidos. Para uma pesquisa mais efetiva, é necessária a autonomia, a qual permite entrelaçar de várias formas conteúdos de diferentes disciplinas como um todo.

Uma possibilidade de erros, foi o tempo curto para execução da proposta, que de certa forma atrapalha, as fontes de pesquisa dos acadêmicos não são propriamente científicas, onde precisarão aprender a ir a fontes confiáveis de pesquisa, de repente professores específicos que podem ministrar aulas sobre os efeitos da radiação.

A parte que praticamente não aparece, é a parte relacionada ao meio ambiente, onde cada estudante se preocupar somente com as questões do ser humano enquanto indivíduo e sociedade e não como habitante de um espaço que o modifica e o adapta constantemente. A pesquisa serviu também para ver em que situação a educação anda, e podemos considerar um ensino tradicionalista e conteudista, que visa o professor como total detentor do saber, onde cada vez as disciplinas são mais fragmentadas e os alunos cada vez menos autônomos e dependentes do professor.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Ulisses Ferreira de; SASTRE, Genoveva. **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. 3 ed. São Paulo: Summus, 2016.

BARBOSA, M.L.; ALVES, A.S.; JESUS, J.C.O. De; BURNHAM, T.F. Mapas conceituais na avaliação da aprendizagem significativa. **XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/snef/_mapasconceituaisnaavalia.trabalho.pdf acesso em: 03/03/2017.

CURY, S.E.N.; Informações sobre raios X aos pacientes. **Blog Radiocentro**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www.radiocentro.com.br/blog/informacoes-sobre-raios-x-aos-pacientes> acesso em: 25/02/2017

DEMO, P. Saber pensar: Saber pensar desdobra duplo horizonte combinado: de um lado, exige habilidade metodológica; de outro, habilidade política. **Revista da ABENO**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 75-79, 2005. Disponível em: <http://abeno.org.br/ckfinder/userfiles/files/revista-abeno-2005-1.pdf#page=75> acesso em: 15/02/2017.

FAMESP, Inspeção de Carga com Raios-X. **História da Radiologia - Marie Curie**. Publicado em 14 de abr de 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3XIGC6kbqaw>. Acesso em: 18 nov. 2016.

FLICK, U. **Desenho da pesquisa qualitativa: Coleção Pesquisa qualitativa**. Bookman Editora, 2009.

FROTA-PESSOA, O.; GEVERTZ, R.; SILVA, A. G. **Como ensinar Ciências** 4 ed. São Paulo: Companhia editora nacional, 1982.

Instituto Nacional de Câncer (INCA) Controle do Câncer: uma proposta de integração ensino-serviço. 2ed. **Revista Atual** – Rio de Janeiro: Pro-Onco. 1993. Disponível em: http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?ID=100. Acesso em: 20/02/2017.

Instituto Nacional de Câncer (INCA) **Tipos de câncer: pele não melanoma**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pele_ao_melanoma . Acesso em: 20/02/2017.

LEITE, L.; AFONSO, A.N.; Aprendizagem baseada na resolução de problemas. Características, organização e supervisão. **Boletín das Ciências**. Ano XIV nº 48, nov. 2001. XIV Congresso de Enciga <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/5538>. Acesso em: 04/03/2017.

MORIN, E, 1921- **Os sete saberes necessários à Educação do futuro**. -2ªed.- São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.

MORIN, E, 1998- **A religação dos Saberes: o desafio do século XXI**. 9ª ed.- Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

MORIN, Edgar; TERENA, Marcos. **Saberes globais e saberes locais: o olhar transdisciplinar**. Editora Garamond, 2000.

PALACIOS, E.M.G.; LINSINGEN, I. Von; GALBARTE, J.C.G.; CEREZO, J.A.L.; LUJÁN, J.L.; PEREIRA, L.T.V. (Ed); GORDILLO, M.M.; OSORIO, C.; VALDÉS, C.; BAZZO, W.A. (Ed). Introdução aos estudos CTS. **Cadernos de Ibero-América**. 2003. Disponível em www.oei.es/historico/salactsi/Libro_CTS_OEI.pdf . Acesso em: 01/03/2017.

PEÑA, A. O. et al. **Mapas Conceituais: uma técnica para aprender**. São Paulo: Loyola, 2005.

PIAGET, Jean. **A psicologia da inteligência**. Editora Vozes Limitada, 2013.

REAL, L. F. O. C.; **Transmissão sem fio, ondas, campos magnéticos e os seus efeitos na saúde humana**, 2008. Disponível em: <http://www.vidageek.net/wp-content/uploads/2009/01/monografia.pdf> . Acesso em: 14/02/2017.

RIBEIRO, L. R. de C.. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior**. 2008.

SANTOS, R. dos; OLIVEIRA FILHO, D. S. de **Acidentes Radiológicos e Nucleares**. Divisão de Atendimento a Emergências Radiológicas e Nucleares IRD/CNEN. Apoio: Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD), Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), Ministério da Ciência e Tecnologia, Governo Federal. 2012. Disponível em: <http://www.nuclear.ufrj.br/semana2012/pdf/IRD/A-04%20Acidentes%20Radiologicos%20e%20Nucleares%20-%202009.pdf> . Acesso em: 03/03/2017.

STAVY, R. (1991) Using analogy to overcome misconceptions about conservation of matter. **Journal of Research in Science Teaching**, 28(4): 305-313.

VARELLA, D. **O risco das tomografias**. Publicado em 05/12/2011, revisado em: 26/06/2014 site Draúzio. Disponível em: <https://drauziovarella.com.br/drauzio/o-risco-das-tomografias/> acesso em: 05/03/2017.

VEGA, A. P.; DO NASCIMENTO, E. P. **O pensar complexo: Edgar Morin e a crise da modernidade**. Editora Garamond, 1999.

PARTE 3

CAPÍTULO 6

ANÁLISE DE ILUSTRAÇÕES PRESENTES EM LIVRO COM ENFOQUE CTS PARA OS ANOS INICIAIS

Jéssica da Silva Gaudêncio (UC – UTFPR)

Alan Fernando Yoshiaki Matsushita (UC)

INTRODUÇÃO

Imagens e ilustrações possuem propriedades comunicativas, transmitem mensagens e funções que podem auxiliar o professor no processo de ensino-aprendizagem escolar. Os estudantes já possuem um grande contato com imagens no seu dia a dia, como na televisão, nos livros ou na internet, e isso faz com que desenvolvam habilidades, como descrever, comparar, interpretar, enumerar e recriar qualquer texto ilustrado (OLIM, 2010). O uso de livros didáticos é muito comum em sala de aula, além dos recursos midiáticos cada vez mais necessários como ferramentas de ensino em se tratando de conteú-

dos mais abstratos, que exijam do aluno transladar entre os modos de representação macroscópico, submicroscópico e simbólico, comum nas disciplinas científicas.

O ensino de ciências proporciona um grande campo para o uso de representações visuais como ferramenta pedagógica, possibilitando a exibição de dados e a organização de conteúdos complexos. A busca pela facilitação da compreensão por parte do aluno de assuntos que envolvam fenômenos da natureza permite o uso de ilustrações que muitas vezes promovem a visualização e interpretação de fatores macroscópicos e submicroscópicos, que são difíceis de descrever ou explicar. Cook (2006) cita alguns exemplos dessa facilitação do conteúdo e organização de ideias para a exposição de informações científicas apoiadas em imagens, como: os gráficos, as tabelas, os quadros, os fluxogramas, os esquemas... Muitas imagens, ilustrações e representações são utilizadas em livros didáticos, sites educacionais, em vídeos e outros materiais com objetivo de melhorar a compreensão do alunado. Várias definições podem ser apresentadas para os termos imagem e ilustração, e, conforme Gibin e Ferreira (2013), depende da área de conhecimento e do contexto que esses termos são utilizados. Segundo Perales (2006, p. 14, tradução nossa):

Imagem: representação de seres, objetos ou fenômenos, seja com características gráficas (em papel ou audiovisual) ou mentais (a partir de um processo de abstração mais ou menos complexo).

Ilustração: se trata de uma imagem mais específica, de caráter exclusivamente gráfico e que acompanha o texto escrito com a intenção de complementar a informação fornecida (Perales, 2006, p. 14, tradução nossa).

Assim, sugere-se que os livros voltados para o ensino trazem na maioria das vezes ilustrações, pois estas complementam a informação trazida no texto do conteúdo. Portanto, considera-se que ilustra-

ções contêm imagens, e estas são representações visuais de conceitos científicos (GAUDÊNCIO, 2015). Na dimensão pedagógica, as imagens assumem um objetivo maior do que “embelezar um texto com intenção de vendê-lo”, visa contribuir como uma diferente forma de linguagem para a aprendizagem de conceitos científicos e para otimizar a dinâmica da comunicação dentro da sala de aula (TOMIO *et al.*, 2013).

Em se tratando das séries iniciais do ensino fundamental, a criança entra desde cedo em contato com a prática do desenho, sendo uma ferramenta de aprendizagem muito utilizada por professores para o contexto socioambiental. O emprego do desenho pode instigar desde cedo no aluno a motivação e a investigação (COSTA *et al.*, 2018). No universo infantil, as imagens se tornam o principal meio de comunicações entre as crianças, pois, com vocabulário limitado, se expressam gesticulando e desenhando objetos. Deste modo, o ensino apoiado nas ilustrações, fotografias, recortes e outras manipulações imagéticas tornam o estudo mais atrativo e interessante. As imagens nessa fase inicial de alfabetização são funcionais, precisam ser lógicas e descritivas, com objetivo de auxiliar a criança a compreender e interpretar textos e conceitos (FREIRE, 2008).

Esse universo imagético é dividido em dois domínios de imagens, o das representações visuais, que se engloba as fotografias, os desenhos, as gravuras e as pinturas, e o domínio imaterial (mental), como fantasias, imaginações, visões, modelos, esquemas e representações mentais. De certa forma, uma representação visual passou pela mente em algum momento, e uma imagem mental não é idealizada sem haver uma referência concreta, assim, esses dois domínios não ocorrem separadamente (FREIRE, 2008).

Diante deste contexto, este capítulo tem como objetivo analisar as ilustrações presentes no livro das autoras Fabiane Fabri e Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira intitulado “Professores em ação: Ensino de Ciências para os anos iniciais em um enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)” (FABRI; SILVEIRA, 2018), em referência aos tipos de ilustrações, suas funções e implicações no texto. Embora o assunto seja voltado para a ação de professores dos anos iniciais, o livro escolhido traz muitas ilustrações com objetivo pedagógico, para serem utilizadas em sala de aula com os alunos, juntamente com sugestões de atividades que envolvem o enfoque CTS, visando a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) das crianças nos anos iniciais. Para fazer essa análise, utilizou-se como suporte teórico a taxonomia proposta por Perales e Jimenez (2002), dos quais analisaram livros didáticos espanhóis utilizados no processo de ensino-aprendizagem de ciências sobre ilustrações e a relação destas com o conteúdo ali presente.

A QUESTÃO DA IMAGEM NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM EM ÁREAS CIENTÍFICAS

A utilização de imagens no ensino de ciências contribui para a construção e comunicação acerca dos fenômenos científicos, sendo esse uso muito mais importante do que tradicionalmente já é atribuído, como por exemplo, na memorização (TOMIO *et al.*, 2013). O fato de o conhecimento científico envolver abstração de certos conteúdos e conceitos favorece a necessidade de um apoio pedagógico voltado às imagens, para que se possa promover uma aprendizagem mais significativa e efetiva. Em se tratando de ilustrações, muitas vezes livros e textos didáticos utilizam de forma massiva representações visuais

de forma inoperantes para o leitor, como uma fotografia ou um desenho, porém, sem contexto ou relações com o conteúdo ali informado.

Gibin, Kill e Ferreira (2009) indicam em seu estudo que o uso de imagens é pouco explorado em sala de aula durante atividades de ensino, inclusive por não serem autoexplicativas, fazendo com que estudantes apresentem diferentes compreensões sobre uma mesma imagem. As representações visuais encontradas nos mais variados materiais didáticos, como imagens por exemplo, podem ser definidas como um signo, que, conforme Olim (2010) indicam um sistema de comunicação ativo, podendo obter outros signos de resposta.

Guerra (1977, 1979) classifica a imagem presente no livro didático como ícones, contendo alto grau de iconicidade, que é o nível de realismo de uma imagem em comparação com o objeto ou “coisa” que representa. No ensino de química, por exemplo, os livros caracterizam um importante instrumento de apoio pedagógico, que segundo Campos e Cachapuz (1997) exercem grande influência no processo de ensino-aprendizagem, podendo além de ser útil para explanar o conteúdo, possuir outras finalidades como despertar o interesse do aluno. Assim, nota-se que no meio científico o uso de imagens serve como representação gráfica para os fenômenos naturais na tentativa de buscar explicações e representações da realidade estudada (GIBIN e FERREIRA, 2013).

Perales e Jiménez (2002) definem algumas funções didáticas para as imagens, das quais são ilustrar os livros, descrever situações, fenômenos, experiências e ainda explicá-los. O objetivo dessas ilustrações seria o de tornar mais atrativo e interessante o assunto para o leitor. Já as descrições são baseadas na capacidade humana de processar a informação visual

que lhe foi dada, estimulando o desenvolvimento de modelos mentais. E mais: “as ilustrações não mostram apenas o mundo, mas também o que o transforma com a intenção de evidenciar relações ou ideias não evidentes por si mesmas, a fim de facilitar sua compreensão por parte do leitor” (PERALES; JIMENES, 2002, p. 372, tradução nossa).

O livro analisado é um produto de uma pesquisa de doutorado sobre o uso do enfoque CTS nos anos iniciais, e traz propostas de planos de aula para professores. O ensino com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) ou Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) visa promover uma articulação entre os conhecimentos científicos e tecnológicos com o contexto social possibilitando a compreensão e consciência de temas socioambientais. Segundo Gil-Pérez (1998) o objetivo maior é capacitar o cidadão para ter consciência e reflexão sobre tudo aquilo que envolve o desenvolvimento científico e tecnológico, favorecendo a tomada de decisões responsáveis. Isso faz com que o ensino de ciências baseado nesse contexto seja considerado como aspecto prioritário para o desenvolvimento de um país.

O enfoque CTS voltado para o ensino de ciências teve início nos anos 70, devido aos grandes impactos ambientais ocorridos na época (bombas de Hiroshima e Nagasaki, envenenamento na baía de Minamata, e com o passar dos anos, acidente de Chernobyl, desastre de Bophal, entre muitos outros), o qual gerou discussões e principalmente críticas sobre a natureza do conhecimento científico e o seu papel e impacto na sociedade (BAZZO *et al.*, 2003).

A pesquisa de Pinto e Vermelho (2017) mostra um panorama sobre o uso do enfoque CTS no ensino de ciências na educação bá-

sica no Brasil, e indica que diversas práticas pedagógicas vêm sendo utilizadas por professores e têm se mostrado bem-sucedidas, favorecendo a mudança do ensino tradicional, sendo atividades voltadas para a interdisciplinaridade e espaços não formais de educação. Isso incentiva um ensino voltado para o desenvolvimento de habilidades e valores essenciais que podem contribuir para a tomada de decisões do aluno. Assim, é importante que isso seja inserido desde cedo na escola, nas séries iniciais, no acompanhamento do desenvolvimento da criança, para que esta seja mais ativa para futuros debates acerca de questões e desafios que surgem na sociedade, ligados à política, economia, cultura, ética e ambiente.

TAXONOMIA PARA CATEGORIZAÇÃO DE ILUSTRAÇÕES

Perales e Jiménez (2002) apresentam um estudo que utiliza de uma taxonomia de categorização para analisar ilustrações presentes em livros e textos didáticos. Essa pesquisa foi realizada em materiais escolares da Espanha, precisamente em dez livros voltados para o equivalente ensino médio brasileiro, que continham o conteúdo de mecânica. A investigação teve como objetivo a promoção da melhoria do emprego de imagens e ilustrações em livros didáticos de ciências. Para a análise das ilustrações, considera-se dois aspectos: formal e semântico. O aspecto formal refere-se à sua disposição no texto, ou seja, como essa ilustração é apresentada ao longo da informação, e o aspecto semântico se caracteriza pelo significado que essa ilustração passa ao leitor. Portanto, a utilização dessa taxonomia permite investigar e analisar as mais diversas representações visuais presentes em materiais didáticos. A taxonomia consiste nas seguintes categorias: função da sequência didática em que aparece a ilustração;

funcionalidade da ilustração; grau de iconicidade da ilustração; presença e tipo de etiquetas verbais; relação texto-imagem e conteúdo científico que a sustenta. Porém, para esta pesquisa será analisado as seguintes categorias: funcionalidade; grau de iconicidade; presença e tipo de etiquetas verbais e relação texto-imagem:

- *funcionalidade*: corresponde ao que pode ser feito com as imagens. As categorias são: inoperantes, operativas elementares e sintáticas.
- *grau de iconicidade da ilustração*: determina o grau de complexidade que a imagem possui. As categorias são: fotografia, desenho figurativo, desenho figurativo com signos e dentro desta se inclui a ilustração figurativa/signos normalizados, desenhos esquemáticos, desenhos esquemáticos com signos e descrição em signos normalizados.
- *presença ou não de “etiquetas verbais”*: textos inclusos dentro das ilustrações. As categorias são: sem etiquetas, nominativas e relacionais.
- *Relação texto-imagem*: referências mútuas entre o texto e a imagem; ajudas para a sua interpretação. As categorias são: conotativa, denotativa e sinótica.

METODOLOGIA

Primeiramente, contabilizou-se o número de ilustrações presentes no livro analisado, porém, não se considerou as ilustrações de três momentos do livro: as das sessões chamadas “reflexões CTS” e “Para Ler” do autor Álvaro Franco da Fonseca Júnior, e as imagens do anexo (atividades e história em quadrinho). Sobre as ilustrações das referidas

sessões, estas se repetem toda vez que a sessão é citada, apresentando 40 ilustrações¹ ao total, podendo contar com mais de uma ilustração por página, e ilustram uma criança atuando conforme o título da atividade: com cadernos na mão, lápis, fazendo experiência..., mas não relacionado diretamente com o conteúdo do livro em si.

Após contagem das demais ilustrações, realizou-se a classificação quanto ao tipo de ilustração presente, e em seguida categorizadas conforme a taxonomia apresentada por Perales e Jimenez (2002): funcionalidade das ilustrações, grau de iconicidade, presença de etiquetas verbais e relação texto-imagem.

TIPOS DE ILUSTRAÇÃO

Nesta etapa, as ilustrações foram separadas em diferentes grupos de ilustrações (Por exemplo: fotografia, esquema, gráfico, figura, fluxograma...), e contabilizadas de acordo com sua ocorrência no texto. Os quadros e as tabelas foram incluídos como tipo de ilustração, pois apresentam informações que orientam o leitor e elucidam conceitos e conteúdos abordados no livro.

FUNCIONALIDADE DAS ILUSTRAÇÕES

A análise para verificação da funcionalidade das ilustrações é dividida em três categorias, a inoperante, as operativas elementares e a sintática, sendo suas definições apresentadas no Quadro 1. Portanto, analisou-se cada ilustração conforme o grau de funcionalidade existente.

1. Localizadas nas seguintes páginas: 46, 49, 53, 55, 57, 59, 65, 74, 78, 80, 82, 83, 90, 91, 102, 106, 108, 109, 111, 113, 120, 121, 125, 130, 131, 138, 140, 144, 150, 152, 155, 157, 163, 166, 168, 170, 178, 190 e 197.

Quadro 1 – Descrição das categorias de funcionalidade das ilustrações

Categoria	Descrição
inoperante	Corresponde quando a ilustração não aponta nenhum elemento utilizável (somente observação)
operativas elementares	Corresponde quando a ilustração contém elementos de representações universais (esboços, dimensões)
sintática	Corresponde quando a ilustração apresenta elementos que necessitam de conhecimento científico específico (vetores, elementos químicos, circuitos elétricos...)

Fonte: PERALES; JIMÉNEZ, 2002, p. 377.

GRAU DE ICONICIDADE

Nesta etapa analisou-se as ilustrações em relação ao grau de iconicidade existente, ou seja, o grau de complexidade existente na imagem. As categorias são apresentadas no Quadro 2 e representam uma escala de iconicidade, em um grau crescente de simbolização.

Quadro 2 – Descrição das categorias grau de iconicidade das ilustrações

Categoria	Descrição
Fotografia	Quando ocorre a interpretação do espaço e da realidade por meio da imagem
Desenho figurativo	Aprecia a representação orgânica, mostrando objetos mediante a realidade
Desenho esquemático	Aprecia a representação das relações independente dos detalhes
Desenho figurativo + signos	Representam ações ou magnitudes inobserváveis em um espaço de representação heterogêneo
Desenho esquemático + signos	Representam ações ou magnitudes inobserváveis. Gráficos e tabelas podem ser considerados integrantes desta categoria
Desenho figurativo + signos normalizados	Inclui ilustrações em que se representa figurativamente uma situação e a seu lado se representam alguns aspectos relevantes mediante signos normalizados
Desenho esquemático + signos normalizados	Constituem um espaço de representação heterogêneo e simbólico que possui regras sintáticas específicas

Fonte: PERALES; JIMÉNEZ, 2002, p. 376; GIBIN, FILL; FERREIRA, 2009, p.705.

TIPOS E PRESENÇA DE ETIQUETAS VERBAIS

De modo geral, as ilustrações podem apresentar etiquetas verbais, que são textos que a acompanham. O tipo e presença de etiquetas verbais apresentam três categorias, das quais são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Descrição das categorias etiquetas verbais

Etiquetas Verbais	Descrição
Sem etiquetas	ilustrações que não contêm texto
Nominativas	letras e palavras que identificam elementos da ilustração
Relacionais	são textos que descrevem relações entre os elementos da ilustração

Fonte: PERALES; JIMÉNEZ, 2002, p. 378.

RELAÇÃO TEXTO-IMAGEM

Nesta etapa analisou-se o tipo de relação existente entre o texto do livro e a ilustração. A análise permite identificar se a ilustração aparece isolada no texto (sem conexão), se apresenta algum tipo de interação ou está totalmente relacionada (inseparável) auxiliando na sua interpretação. Essa dupla codificação (texto-imagem) possui três categorias: conotativa, denotativa e sinótica, que são definidas no Quadro 4, sendo a análise partindo da interpretação da leitura do texto juntamente com a ilustração apresentada.

Quadro 4 – Descrição das categorias da relação texto-imagem

Categoria	Descrição
Conotativa	quando o texto descreve os conteúdos sem mencionar sua correspondência com os elementos contidos na ilustração, tornando-se óbvias para o leitor
Denotativa	o texto estabelece correspondência entre os elementos da ilustração e os conteúdos representados
Sinótica	o texto estabelece correspondência entre os elementos da ilustração e os conteúdos representados, tornando a imagem e o texto uma unidade indivisível

Fonte: PERALES; JIMÉNEZ, 2002, p. 377.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tipos de ilustração

Identificou-se 95 tipos de ilustrações que comportam o conteúdo do texto no livro escolhido. Essas 95 ilustrações foram categorizadas em diferentes tipos: fotografia, quadro, figura, representação esquemática e tabela. No Quadro 5 é possível observar o número de ocorrências para os tipos de ilustrações acompanhado de exemplos retirados do próprio universo analisado.

Quadro 5 – Classificação dos tipos de ilustração

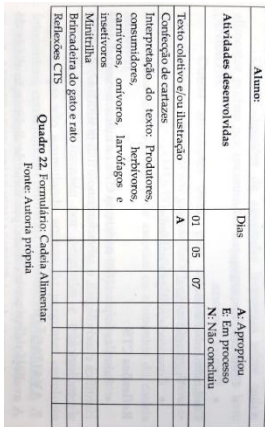
Tipos de ilustração	n*	%**	Exemplo
Fotografia	33	35%	 Identificação: Figura 8. Plantação em garrafas pet. (FABRI; SILVEIRA, 2018, p. 88).
Quadro	41	43%	 Identificação: Quadro 22. Formulário cadeia alimentar. (FABRI; SILVEIRA, 2018, p. 134).

Figura	15	16%	 Identificação: Figura 5. Representação do Sistema Solar. <i>Fonte:</i> PALLOTTI (2020) / (FABRI; SILVEIRA, 2018, p. 64).																								
Representação esquemática	3	3%	 Identificação: Figura 16. Teia alimentar. <i>Fonte:</i> SIGNIFICADOS (2020). (FABRI; SILVEIRA, 2018, p. 129).																								
Tabela	3	3%	<table border="1"><thead><tr><th>NÚMERO DE MUDAS DE FLORES</th><th>DOBRO</th><th>TRIPLO</th><th>QUÁDRUPLO</th><th>QUÍNTUPLO</th><th>SÊXTUPLO</th></tr></thead><tbody><tr><td>2 DÚZIAS</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5 DÚZIAS</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>7 DÚZIAS</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table> Tabela 1. A multiplicação <i>Fonte:</i> Autoria própria Identificação: Tabela 1. A multiplicação (FABRI; SILVEIRA, 2018, p. 95).	NÚMERO DE MUDAS DE FLORES	DOBRO	TRIPLO	QUÁDRUPLO	QUÍNTUPLO	SÊXTUPLO	2 DÚZIAS						5 DÚZIAS						7 DÚZIAS					
NÚMERO DE MUDAS DE FLORES	DOBRO	TRIPLO	QUÁDRUPLO	QUÍNTUPLO	SÊXTUPLO																						
2 DÚZIAS																											
5 DÚZIAS																											
7 DÚZIAS																											

*n = quantidade de ilustrações

**0% = porcentagem de ocorrências

Portanto, identificou-se 5 tipos diferentes de ilustrações presentes no livro Professores em ação. Percebe-se que o tipo de ilustração mais frequente foi “quadro” com 43%. Os quadros neste livro são muito evidenciados, pois serviram para organização do conteúdo, principalmente por se tratar de um planejamento de aulas direcionado para crianças. A diferença no uso de tabela e quadro pode ser definida como: tabela, um arranjo predominante de dados numéricos, e quadro,

um arranjo predominante de palavras, com ou sem indicação de dados numéricos. Sendo assim, os autores do livro poderiam ter denominado de “quadro” as 3 tabelas que são identificadas, pois as mesmas possuem predominância de palavras, assim como os demais 41 quadros².

Das 95 ilustrações, 33 são “fotografias”, que correspondem a 35% das ocorrências. Dessas fotografias, 22 são do acervo das próprias autoras e 11 retiradas de outras fontes na internet. As “figuras” encontradas correspondem a 16% das ocorrências, frequência relativamente baixa por se tratar de um livro voltado para a educação nas séries iniciais.

Funcionalidade das ilustrações

O Quadro 6 a seguir apresenta os resultados encontrados para a categoria de funcionalidade das ilustrações, ou seja, identificar qual a função daquela imagem presente naquele momento do texto. Esses resultados representam todos os tipos de ilustrações, já o Quadro 7 apresenta os resultados para cada tipo de ilustração classificado na etapa anterior.

Quadro 6 – Resultados encontrados para a categoria funcionalidade das ilustrações

Dados gerais (n = 95)		
Funcionalidade	Número de ilustrações	Frequência (%)
Inoperante	75	79%
operativas elementares	17	18%
Sintática	3	3%

n = número total de ilustrações por tipo de classificação.

2.Os quadros não foram considerados nas análises realizadas para o *grau de iconicidade e etiquetas verbais*, pois é evidente que os mesmos serviram como apoio na organização do conteúdo, não sendo possível analisar algum tipo de iconicidade, assim como considerar a ocorrência de etiquetas verbais em um quadro predominante de palavras.

Quadro 7 – Resultados para a categoria funcionalidade nos diferentes tipos de ilustrações

Fotografia (n = 33)		
Funcionalidade	Número de ilustrações	Frequência (%)
Inoperante	22	67%
operativas elementares	10	30%
Sintática	1	3%
Quadro (n = 41)		
inoperante	41	100%
operativas elementares	-	-
sintática	-	-
Figura (n = 15)		
inoperante	9	60%
operativas elementares	6	40%
sintática	-	-
Representação esquemática (n = 3)		
inoperante	-	-
operativas elementares	1	33%
sintática	2	67%
Tabela (n = 3)		
inoperante	3	100%
operativas elementares	-	-
sintática	-	-

n = número total de ilustrações por tipo de classificação.

A partir desses resultados, percebe-se que a categoria “inoperante” foi a mais frequente em ambos os tipos de ilustrações, indicando que a maioria possui função apenas de observação, sem nenhum elemento para utilização. Um exemplo para essa categoria pode ser observado na Figura 1, em que a fotografia mostra uma cena de lixo na natureza, que cabe ao leitor apenas sua visualização para contexto.

Figura 1: Exemplo de ilustração do tipo “fotografia” categorizada “inoperante” para a sua funcionalidade



(Identificação: Figura 8. Lixo.
(Fonte: FABRI; SILVEIRA, 2018, p. 89)).

No tipo de ilustração “figura”, 60% das ilustrações são “inoperantes” e 40% “operativas elementares”. Todos os “quadros” foram categorizados como “inoperantes”, pois serviram como apoio e organização. Já para as “fotografias”, os resultados indicam que, 67% são inoperantes, mas, 30% são “operativas elementares”, ou seja, que apresentam algum tipo de informação que representa algo universal do conhecimento, como pode ser observado no exemplo da Figura 2, em que mostra um sistema solar.

Figura 2: Exemplo de ilustração do tipo “fotografia” categorizada “operativas elementares” para a sua funcionalidade



(Identificação: Figura 3. Modelo planetário construído pelos alunos.
(Fonte: FABRI; SILVEIRA, 2018, p. 63)).

O tipo de ilustração “representação esquemática”, com total de 3 ilustrações, 2 delas foram classificadas na categoria sintática, e a outra em “operativas elementares”. Dentro ainda do tipo de ilustração “fotografia”, identificou-se uma ilustração que o leitor necessita de conhecimento específico para poder interpretá-lo, e assim foi classificado na categoria “sintática” (Figura 3).

Figura 3: Exemplo de ilustração do tipo “fotografia” categorizada “operativas elementares” para a sua funcionalidade



120g da sobremesa pronta	Gelatina Royal Cereja	Gelatina Royal Zero Açúcar Cereja
Valor energético	29 kcal	9 kcal
Carboidratos	5,7 g	0 g
Açúcares	5,5 g	0 g
Proteínas	1,4 g	1,6 g
Sódio	100 mg	97 mg
Vitamina C	16,2 mg	-

(Identificação: Figura 40. Rótulo.

Fonte: REGINATTO (2020); DESROTULANDO (2012) / (FABRI; SILVEIRA, 2018, p. 200)).

Esse exemplo mostra uma imagem de rótulo de gelatina que traz diversas informações para a interpretação do aluno. Várias interpretações podem ocorrer, dependendo de qual é o objetivo da atividade ou estudo. Por exemplo, para crianças menores de 7 anos, podem reconhecer os números, as letras, as palavras, saber o que é sal e açúcar, para idades maiores, saber identificar quantidades, unidades de medida, calorias, proteínas, ou trabalhar comparação de rótulos, calorimetria e valores nutricionais.

Grau de Iconicidade

Para esta etapa organizou-se um esquema crescente da simbolização utilizada. As ilustrações que apresentam um maior grau de iconicidade (mais complexas) são interpretadas como menos realistas, fazendo com que seja exigido do leitor um maior conhecimento do código simbolizado utilizado, e, no contrário, uma ilustração com menor grau de iconicidade é mais realista e assim não exige um conhecimento simbólico. Como já descrito, a grande quantidade de “quadros” presente no livro foi considerada para a classificação de tipos de ilustrações, mas para esta análise os “quadros” não foram considerados. O Quadro 8 a seguir apresenta os resultados gerais para cada categoria do grau de iconicidade.

Quadro 8 – Resultados gerais para o grau de iconicidade

Dados gerais (n = 54)		
Categoria	Número de ilustrações	Frequência (%)
Fotografia	17	31%
Desenho figurativo	12	22%
Desenho esquemático	10	19%
Desenho figurativo + signos	2	4%
Desenho esquemático + signos	4	7%
Desenho figurativo + signos normalizados	8	15%
Desenho esquemático + signos normalizados	1	2%

n = número total de ilustrações por tipo de classificação (excluindo o tipo “quadro”).

Os resultados apresentados no Quadro 8 mostram que a categoria “fotografia” teve a maior ocorrência, uma vez que entre todos os tipos de ilustrações presentes nessa análise, o tipo “fotografia” é o

mais recorrente. Isso indica um uso maciço de fotografias no livro, bem como “desenhos figurativos”, sendo a segunda maior ocorrência (22%). A maioria das ilustrações faz parte de propostas de atividades a serem realizadas com crianças. Segundo Perales (2006), o uso excessivo de fotografias não melhora a compreensão dos textos, e podem trazer a falsa crença de que as imagens “atraem” os leitores, algo muito válido na publicidade e na comunicação informal, em que a imagem atua como chamariz, fazendo com que o uso de imagens no processo de ensino-aprendizagem necessite de uma justificativa empírica. Entretanto, as imagens disponibilizadas aos alunos podem constituir a única referência acessível a ele, pois em diferentes disciplinas elas podem ser essenciais, como na matemática (geometria), geologia (mapas), arte (fotografias), biologia (observações microscópicas), química e física (submicroscópicas), medicina (radiografias). Assim, de forma geral, as ilustrações do livro são pertinentes em relação a faixa etária dos alunos de séries iniciais, que normalmente se utilizam de imagens e desenhos como ferramenta didática. Porém, um excesso de imagens sem uma real necessidade pode causar um excesso de informação, e não cumprir com a justificativa do seu uso.

De acordo com a escala de grau de iconicidade, de forma geral, as ilustrações apresentam baixo grau de iconicidade, ou seja, mais de 70% das ilustrações foram classificadas nas primeiras categorias que representam um baixo grau de iconicidade, que são mais realistas, representando objetos e de forma mais clara e objetiva, não exigindo da criança um maior conhecimento de símbolos normalizados (setas, vetores, sinais (+), indicadores, fórmulas, simbologia química, etc.).

O Quadro 9 a seguir apresenta os resultados do grau de iconicidade para os diferentes tipos de ilustração.

Quadro 9 – Resultados encontrados para o grau de iconicidade de cada tipo de ilustração

Fotografia (n = 33)		
Categoria	Número de ilustrações	Frequência (%)
Fotografia	16	49%
Desenho figurativo	11	33%
Desenho esquemático	-	-
Desenho figurativo + signos	-	-
Desenho esquemático + signos	2	6%
Desenho figurativo + signos normalizados	3	9%
Desenho esquemático + signos normalizados	1	3%
Figura (n = 15)		
Fotografia	1	7%
Desenho figurativo	1	7%
Desenho esquemático	7	46%
Desenho figurativo + signos	1	7%
Desenho esquemático + signos	2	13%
Desenho figurativo + signos normalizados	3	20%
Desenho esquemático + signos normalizados	-	-
Representação esquemática (n = 3)		
Fotografia	-	-
Desenho figurativo	-	-
Desenho esquemático	-	-
Desenho figurativo + signos	1	33%
Desenho esquemático + signos	-	-
Desenho figurativo + signos normalizados	2	67%
Desenho esquemático + signos normalizados	-	-
Tabela (n = 3)		
Desenho esquemático	3	100%

Em uma síntese do Quadro 9, destaca-se os resultados para o tipo de ilustração “figura”, que apresenta 46% de ocorrências para a categoria de grau de iconicidade “desenho esquemático”, e 20% para “desenho figurativo + signos normalizados”. As tabelas predominam 100% na categoria “desenho esquemático”, e a “representação esquemática” contou com 67% para a categoria “desenho figurativo + signos normalizados”. Portanto, nota-se que ilustrações do tipo “figura” e “representação esquemática” foram as que mais trouxeram ocorrências nas categorias com maior grau de iconicidade, do

qual exige do estudante uma maior abrangência de conhecimento simbólico, neste caso o científico.

Presença e Tipo de Etiquetas Verbais

O Quadro 10 apresenta os resultados gerais encontrados para as categorias definidas para tipos e presença de etiquetas verbais, e o Quadro 11 os resultados para os diferentes tipos de ilustração já classificados.

Quadro 10 – Resultados gerais para etiquetas verbais

Dados gerais (n = 54)		
Etiquetas Verbais	Número de ilustrações	Frequência (%)
Sem etiquetas	41	76%
Nominativas	11	20%
Relacionais	2	4%

n = número total de ilustrações por tipo de classificação (excluindo o tipo “quadro”).

Quadro 11 – Resultados para as categorias de etiquetas verbais de cada tipo de ilustração

Fotografia (n = 33)		
Etiquetas Verbais	Número de ilustrações	Frequência (%)
Sem etiquetas	30	91%
Nominativas	3	9%
Relacionais	-	-
Figura (n = 15)		
Sem etiquetas	11	73%
Nominativas	4	27%
Relacionais	-	-
Representação esquemática (n = 3)		
Sem etiquetas	-	-
Nominativas	1	33%
Relacionais	2	67%
Tabela (n = 3)		
Nominativas	3	100%

Os resultados do Quadro 10 indicam uma maior frequência (76%) da categoria “sem etiquetas”, ou seja, que a maioria das ilus-

trações não apresentam letras ou palavras que ajudam na sua interpretação e/ou auxiliam na identificação de algum elemento gráfico. No ensino de ciências, o uso de etiquetas verbais contribui para que o leitor extraia informações da própria imagem, podendo se tornar essencial para a aprendizagem. De forma geral, nota-se o baixo uso de etiquetas verbais nas ilustrações do livro, evidenciado pelas baixas frequências nas categorias “nominativas” e “relacionais”.

Relação texto-imagem

Essa análise engloba a interpretação das ações CTS abordadas no livro, ou seja, a relação da ilustração em si com a informação trazida no texto. Os resultados gerais podem ser visualizados no Quadro 12, e no Quadro 13, os resultados para cada tipo de ilustração.

Quadro 12 – Descrição da categoria relação texto-imagem

Dados gerais (n = 95)		
Texto-imagem	Número de ilustrações	Frequência (%)
Conotativa	35	37%
Denotativa	49	51%
Sinótica	11	11%

n = número total de ilustrações por tipo de classificação.

Quadro 13 – Descrição da categoria relação texto-imagem para os diferentes tipos de ilustrações

Fotografia (n = 33)		
Texto-imagem	Número de ilustrações	Frequência (%)
Conotativa	23	70%
Denotativa	4	12%
Sinótica	6	18%
Quadro (n = 41)		
Conotativa	-	-
Denotativa	41	100%
Sinótica	-	-
Figura (n = 15)		
Conotativa	11	74%
Denotativa	2	13%
Sinótica	2	13%
Representação esquemática (n = 3)		
Conotativa	-	-

Denotativa	-	-
Sinótica	3	100%
Tabela (n = 3)		
Conotativa	1	33%
Denotativa	2	67%
Sinótica	-	-

De forma geral, diante dos resultados do Quadro 12, percebe-se que 55% das ilustrações correspondem com a categoria “denotativa”, no qual o texto apresenta uma certa correspondência com os elementos da ilustração. A segunda categoria mais frequente foi a “conotativa”, com 37%, ou seja, o texto apresentado descreve os conteúdos sem mencionar correspondência com a ilustração em si, porém, estas se tornam óbvias para o leitor, sendo a maioria das ocorrências para “fotografias” e para “figuras”. A categoria sinótica teve maior representatividade nos tipos de ilustrações “fotografia” e “representação esquemática”. Por exemplo, a ilustração identificada como “Figura 28 - Pirâmide Alimentar” (FABRI; SILVEIRA, 2018, p. 171, 172) complementa o texto que a antecede sobre o assunto. O texto tem como objetivo que as crianças conheçam a pirâmide alimentar e os alimentos que fazem parte dela, e assim, seja apresentado a ilustração da pirâmide alimentar proposta pelo Ministério da Educação. Assim, o texto do livro estabelece correspondência entre os elementos da ilustração e o conteúdo que foi abordado, tornando a imagem e o texto uma unidade indivisível.

A seguir pode-se observar alguns exemplos de ilustrações e sua taxonomia:

Exemplo 1

Identificação: Figura 20. Lixeiras de reciclagem.



Fonte: (FABRI; SILVEIRA, 2018, p. 158)

Tipo de ilustração: Fotografia.

Funcionalidade: operativas elementares – a imagem apresenta elementos com representações universais (símbolos de reciclagem).

Grau de iconicidade: Desenho figurativo + signos normalizados – a imagem mostra um local com lixeiras, e estas revelam ser de diferentes cores, que implica um significado de coloração diferenciada para cada tipo de lixo, e ainda apresenta os símbolos específicos para cada tipo de material reciclável.

Etiquetas verbais: nominativas (plástico, metal, papel e orgânico).

Relação imagem-texto: sinótica. O texto trata sobre a importância para a vida e para meio ambiente o hábito de depositar o lixo em lugares apropriados. Em seguida, apresenta as lixeiras de reciclagem (imagem), para que os alunos possam reconhecer qual tipo de lixo deve ser depositado em cada uma delas, implicando forte correspondência entre ambos.

Exemplo 2

Identificação: Figura 10. Tirinha.



Fonte: SANTOS (2020) / (FABRI; SILVEIRA, 2018, p. 104)

Tipo de ilustração: Figura.

Funcionalidade: operativas elementares – a imagem apresenta elementos com representais universais.

Grau de iconicidade: Desenho figurativo + signos normalizados – a ilustração representa a poluição, situação no qual é representada figurativamente pela fumaça advinda das chaminés das indústrias, árvores queimadas, lixo jogado no chão, tom acinzentado e um símbolo radioativo, e em oposto, uma vista de uma natureza com um campo verde, com ar limpo e borboletas no céu.

Etiquetas verbais: sem etiquetas.

Relação imagem-texto: sinótica - o texto aborda a interpretação de histórias com o tema poluição. A imagem é utilizada para instigar o aluno a perceber a poluição no meio ambiente e a partir da tirinha, questionar sobre determinismo tecnológico.

Exemplo 3

Identificação: Figura 3. Plantas bem nutridas.



Fonte: (FABRI; SILVEIRA, 2018, p. 88)

Tipo de ilustração: Fotografia

Funcionalidade: operativas elementares – a imagem apresenta elementos com representais universais.

Grau de iconicidade: fotografia – caracteriza uma interpretação da realidade por meio da imagem.

Etiquetas verbais: sem etiquetas.

Relação imagem-texto: conotativa – o texto aborda sobre os benefícios da compostagem doméstica, explica que o produto desta compostagem pode ser utilizado em plantas, jardins e na produção de alimentos, sendo considerado o melhor fertilizante natural para plantas, mas não faz menção da imagem da “planta bem nutrida”, tornando-se óbvia para o leitor a sua correlação com o contexto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação a classificação dos diferentes tipos de ilustrações presentes no livro “Professores em Ação”, os tipos mais frequentes foram as fotografias e os quadros. Os resultados para a categoria de

funcionalidade das ilustrações indicam que o livro, de modo geral, envolve ilustrações que não necessitam do conhecimento científico para interpretação e consequente compreensão do que lhe foi apresentado. Esse dado também pode ser verificado através dos resultados para a categoria de grau de iconicidade, revelando que as maiores ocorrências foram para fotografias e desenhos esquemáticos com signos normalizados, sendo estes de menor grau de iconicidade, ou seja, mais realistas, não necessitando para sua compreensão de um conhecimento científico específico associado a um símbolo normalizado.

Considera-se este livro analisado um excelente material didático para a abordagem do enfoque CTS nas séries iniciais, contemplando os conteúdos programáticos das escolas, e deste modo, influenciando diretamente o processo de ensino-aprendizagem em sala de aula, principalmente das crianças do Ensino Fundamental I e II. Assim, por se tratar de propostas voltadas para crianças dos anos iniciais, percebe-se ser um material rico em imagens, atreladas a situações realistas, do qual o assunto CTS está bem articulado com as atividades e com as ilustrações ali inseridas, e que, consequentemente, serão passadas para os alunos.

Por fim, os resultados desta pesquisa indicam uma grande frequência de ilustrações com funcionalidade somente de observação e pouca interação, porém, mostram como o uso de representações visuais é importante no ensino básico, relevante e presente no processo educacional, sendo uma ferramenta indispensável. Portanto, esta análise serve para uma reflexão e atenção quanto ao uso (e, talvez, abuso) de imagens no processo educacional, já que muitos livros didáticos, provas vestibulares, apostilas e demais materiais utilizam

de representações visuais para explicitar seus conteúdos, no qual podem não ser adequados para certos assuntos em textos, como ter funcionalidade inoperante e ficar desconexa do tema abordado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAZZO, W. A.; PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; LINSINGEN, I. von; CEREZO, J. A. L.; LUJÁN, J. L.; GORDILLO, M. M.; OSORIO, C.; PEREIRA, L. T. V.; VALDÉS, C. **Introdução aos estudos CTS: O que é Ciência, Tecnologia e Sociedade.** *Cadernos de Ibero-América*, OEI, 2003.
- CAMPOS, C.; CACHAPUZ, A. **Imagens de ciência em manuais de química portugueses.** *Química Nova na Escola*, n. 6, p. 23 – 29, 1997.
- COOK, M. P. **Visual representations in science education: the influence of prior knowledge and cognitive load theory on Instructional design principles.** *Science Education*, vol. 9, n. 6, p. 1073 – 1091, 2006.
- COSTA, E. S. L.; HIGASHIKAWAUCHI, A.; COSTA, E. S. L.; ARAÚJO, M. S. L. C. **A ilustração científica no ensino de ciências como ferramenta etnobiológica.** *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, vol.4, n.1. p. 207-219, 2018.
- DESROTULANDO. O seu detetive dos rótulos. Disponível em: <https://desrotulando.com/app/produto-categoria/gelatina/> Acesso em: 06 ago 2020.
- FABRI, F.; SILVEIRA, R. M. C. F. **Professores em ação: ensino de Ciências para os anos iniciais em um enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).** São Carlos: Pedro & João Editores, 2018.
- FREIRE, V. E. C. **A eficácia de imagens em livros didáticos infantis de Língua Portuguesa: parâmetros e recomendações para seu uso.** 2008. Dissertação de Mestrado em Design. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2008.
- GAUDÊNCIO, J. S. **Estudo das representações visuais em questões de química dos exames vestibulares de Universidades Públicas do Estado de São Paulo.** 2015. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.
- GIBIN, G. B.; FILL, K. B.; FERREIRA, L. H. **Categorização das imagens referentes ao tema equilíbrio químico nos livros provados pelo PNLEM.** *Revista Eletrônica de Enseñansa de las Ciencias*, vol. 8, n. 2, p. 711 – 721, 2009.
- GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. **Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos.** *Química Nova na Escola*, vol. 35, n. 1, p. 19 – 26, 2013.
- GUERRA, M. A. S. El mundo de la imagen. In: AVANZINI, G. *La pedagogía del siglo XX.* Madrid: Ed. Narcea, 1977, p. 277 – 278.

GUERRA, M. A. S. **Educación para la imagen: denotación y connotación en la lectura de mensajes verboicónicos estáticos.** 1979. Tese de Doutorado. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, 1979.

PALLOTTI, V. Escola Vicente Pallotti. Disponível em: <http://escolavicentepallotti.blogspot.com/2013/04/sistema-solar-4-ano.html> Acesso em: 28 de jul. 2020.

PINTO, S. L.; VERMELHO, S. C. S. D. **Um panorama do enfoque CTS no ensino de ciências na educação básica no Brasil.** In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC. *Anais...* Florianópolis, 2017, p. 1 – 10.

OLIM, B. B. **Imagens em livros didáticos de história das séries iniciais: uma análise comparativa e avaliadora.** *Outros tempos*, vol. 7, n. 10, p. 93 – 118, 2010.

GIL-PÉREZ, D. **El papel de la educación ante las transformaciones científico-tecnológicas.** *Revista ibero-americana de educación*, vol. 18, p. 141 – 172, 1998.

PERALES, F. J. **Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias.** *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 28, n. 1, p. 13 – 30, 2006.

PERALES, F. J.; JIMÉNEZ, J. D. **Las ilustraciones en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto.** *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 20, n. 3, p. 369 – 386, 2002.

REGINATTO, M. M. **De sobremesa preferida a vilã: gelatina.** Disponível em: <https://www.nutrimichefuncional.com.br/2015/03/de-sobremesa-preferida-vila-gelatina.html> Acesso em: 06 ago 2020.

SANTOS, F. **Cantinho literário SOS rios do Brasil.** Tirinhas. Disponível em: <https://cantinholiterariososriosdobrasil.wordpress.com/imagens/tirinhas/> Acesso em: 06 ago 2020.

SIGNIFICADOS. **Significado de Teia Alimentar.** Disponível em: <https://www.significados.com.br/teia-alimentar/> Acesso em: 28 de jul. 2020.

TOMIO, D.; GRIMES, C.; RONCHI, D. L.; PIAZZA, F.; REINICKE, K.; PECINI, V. **As imagens no ensino de ciências: o que dizem os estudantes sobre elas?** *Caderno pedagógico*, vol. 10, n. 1, p. 25 – 40, 2013.

CAPÍTULO 7

IMAGENS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: UMA ABORDAGEM CTS

Josie Agatha Parrilha da Silva (UEPG)

Marcos Gervânio de Azevedo Melo (UFOPA)

Marcos Cesar Danhoni Neves (UEM)

Anderson Pedro Laurindo (UTFPR)

1. Introdução

Um dos maiores desafios no complexo processo de ensino-aprendizagem é, sem dúvida, promover uma mudança conceitual nos alunos: entre os saberes que eles carregam em suas inevitáveis e necessárias explicações e concepções de mundo e aquelas que alicerçam o conhecimento mediado em nossa sociedade contemporânea. A divisão do conhecimento em compartimentos estanques fracassou fragorosamente em edificar um saber que pudesse elaborar um pensamento autônomo, plural, inter e transdisciplinar. Ao exilar elemen-

tos da história do conhecimento, ou mesmo, evitá-los na formação do espírito científico, o saber resultante criou especialistas destituídos de uma visão mais rica, criativa e emancipadora. Carvalho (1989, p. 4) destaca que:

O mais difícil [...] é o processo de construção do ensino. Esse processo de mudança conceitual, que atualmente é o principal campo de pesquisa em ensino de Ciências, deve levar em conta, de um lado, o processo histórico da construção desse conceito e, de outro, uma teoria que explique como o conceito é construído pelo aluno. A importância do professor conhecer a história da Ciência está em poder compreender os seus alunos, pois inúmeras vezes o raciocínio encontrado em sala de aula é muito semelhante a raciocínios que um dia a Ciência já considerou como corretos [...]

A autora apontava como um dos caminhos para a mudança no ensino de ciências (EC), as discussões sobre a história da ciência. Sugere assim que professor e alunos deveriam partilhar do entendimento de como a sociedade construiu seu conhecimento. A nossa contemporaneidade contempla um contexto jamais visto na História de nossa humanidade, seja na ciência, na tecnologia, na cultura, diante de um processo crescente de democratização de acesso aos estabelecimentos da construção do saber. No entanto, nesse longo processo, que se intensifica do século XVII em diante, uma nova e inesperada situação se coloca: a do processo retroativo da ciência na sociedade.

Diz Morin (1982, p.28): “hoje a ciência tornou-se uma poderosa e maciça instituição do centro da sociedade, subvencionada, alimentada, controlada pelos poderes econômicos e estatais. Assim, estamos num processo-retroativo.” Ciência e sociedade encontram-se hoje, pois, indissociadas, tanto em seu caráter empreendedor, produtivo, criativo, quanto na economia e no desenvolvimento social: é um empreendimento antropossocial que tem origem, por sua vez, em

nossos mecanismos humanos, demasiadamente humanos, de edificar uma visão de mundo, compartilhá-la e negociar seus distintos significados (sejam elas *compreensões e incompreensões*). (Morin, 1982).

O espírito científico que move a humanidade insere a ciência como um constructo social, cultural e histórico. A ciência manifesta-se em sua forma mais aparente, a tecnologia, base de nossa civilização contemporânea: “a produção de novos meios de observação ou de experimentação transforma incessantemente as condições de conhecimento.” (MORIN, 1982, p. 44). Na Educação Básica a escola parece estar cada vez mais distante da cotidianidade dos alunos, num sistema perdido em meio às contingências de um ensino quase sempre de natureza propedêutica e num processo de ensino-aprendizagem que se caracteriza por um eterno estado de *devoir*.

Entendemos que um dos caminhos para contribuir com esses novos meios de observação e experimentação podem ocorrer por meio do CTS uma vez que contribui com a tomada de consciência de questões éticas, políticas e sociais. Desta forma, o ensino CTS pode, potencialmente, preparar os alunos para o exercício da cidadania mediante abordagem dos conteúdos científicos no seu contexto social incorporando questões relativas aos aspectos econômicos e políticos da ciência (Santos; Mortimer, 2000).

As discussões sobre o a educação com enfoque CTS (Ciência, Sociedade e Tecnologia) ainda eram poucos no Brasil no início do século XXI. Um importante marco de discussões foi observado nos “Cadernos de Ibero-América”, com o tema “Introdução aos estudos CTS”, em 2003. Nestes cadernos um dos autores de destaque é o brasileiro W. A. Bazzo, autor que já desenvolvia pesquisas sobre

o CTS. Entre as reflexões, está a de que publicações sobre CTS na língua portuguesa ainda eram poucas até aquele momento (primeira década do século XXI).

Adotamos como fundamentação epistemológica para nossas discussões Paul Feyerabend (1977). Este epistemólogo criticava o racionalismo e as análises da natureza da ciência comumente propostas e defendia o anarquismo epistemológico ou a chamada metodologia pluralista. Entendemos que a posição filosófica de Feyerabend é *anarquista*, no sentido de possibilitar metodologias variadas para a criação de novas formas de construção do conhecimento. Compartilhamos com a ideia de Feyerabend de não ficarmos presos a metodologias e sim desenvolvermos novas propostas para o desenvolvimento da ciência. Desta forma, desenvolveremos uma proposta de leitura de imagem baseada na área de Artes, contudo, adaptada para a área das Ciências Naturais, ou seja, numa proposta interdisciplinar ou *anarquista* no sentido *feyerabendiano*.

A partir do exposto e na busca em se relacionar CTS com novas abordagens que poderão contribuir com a construção do conhecimento mais humanizado e ligado a questões sociais, relacionaremos CTS com estudos imagéticos. A proposta é apresentada porque entendemos que na contemporaneidade as imagens se fazem presentes de forma significativa no cotidiano humano, nos livros didáticos, em publicidades de toda ordem, na TV, celulares e nos demais meios de comunicação. Assim, faz-se necessário saber utilizar as imagens para o ensino, uma vez que podem recriar a comunicação num patamar novo e desafiador para os complexos processos de ensino-aprendizagem baseados na simbologia e abstração.

Se as imagens são utilizadas em nosso cotidiano, nas escolas e no ensino, será que os professores estão preparados para trabalhar com elas? Infelizmente, com os resultados parciais que temos, frutos de inúmeras indagações de pesquisa que temos elaborado no último decênio, acreditamos que não. Isso decorre devido aos escassos estudos sobre imagem desenvolvidos no decorrer de todo o percurso escolar, o processo formativo prioriza da linguagem escrita em detrimento a leitura de imagem. A maioria dos alunos finaliza a Educação Básica com pouca ou nenhuma experiência em leitura de imagens e o mesmo ocorre com a formação dos professores nas diferentes áreas de conhecimento. Em relação a formação de professores, com exceção das Licenciaturas em Artes Visuais e Letras, são raras as ofertas de disciplinas e conteúdos ligados à leitura de imagem na formação de professores.

Diante dessa falta de formação sobre o tema, interrogamos: será que os professores têm competências para selecionar, analisar e trabalhar com as imagens com enfoque CTS? A partir deste questionamento serão apresentadas possibilidades de desenvolver análise de imagens com enfoque CTS. Para tanto, propiciaremos subsídios (teórico-metodológicos) para pesquisadores e professores que ampliem o universo imagético das Ciências Naturais sob enfoque CTS. Apresentaremos, inicialmente, a proposta de *Leitura de Imagem Interdisciplinar* – LI² e, a partir dela incluiremos novas discussões da área Filosofia, Epistemologia, Arte e ensino com enfoque CTS. O nosso objetivo principal foi desenvolver uma proposta de análise de imagens que propicie subsídios (teórico-metodológicos) de pesquisa, ensino e extensão, em especial ligados ao ensino de ciências (EC) com enfoque CTS para áreas de Ciências Naturais.

Para desenvolvermos uma análise de imagem é necessário realizarmos a *leitura de imagem*, entendida como a capacidade de codificá-la, de interpretá-la, enfim, empreender uma busca para compreendê-la. Organizamos essa discussão em três momentos: no primeiro, apresentaremos algumas ponderações sobre a importante relação entre EC e CTS. No segundo, abordaremos o tema *imagem*, buscando situar o leitor sobre leitura e análise de imagem e definiremos como recorte, as imagens sem movimento. E, no terceiro momento, delinearemos uma proposta para a utilização de imagens no EC com enfoque CTS. Como nosso foco refere-se ao EC, adotaremos a denominação professor e alunos no decorrer de nossas discussões, contudo, não o restringimos somente à esfera escolar.

Importante destacar que essa discussão faz parte do Projeto de Pesquisa aprovado pelo Programa CNPq-Universal (2018/2021) e desenvolvido na Universidade Estadual de Ponta Grossa, intitulado: *Imagens da Ciência: Estudos, Análises e Criação de Imagens para o Ensino de Ciência com enfoque CTS*.

ENSINO DE CIÊNCIAS E CTS

A modificação das sociedades humanas, especialmente após o período do Renascimento introduziu características culturais que permaneceram por longo tempo entranhadas na *Weltanschauung* que moldou conceitos, teorias e paradigmas científicos. No entanto, à medida que teorias e observações emaranhavam-se num todo conformacional, ciência, cultura e educação passaram a trilhar caminhos divergentes, no sentido de rotulá-las em diferentes campos das ciências: naturais, humanas, sociais. Esta divisão iniciada pelo *Discours de la Méthode* e consolidada no discurso Comtiano, colocou as ciências

humanas e sociais a reboque da Física e da Matemática Clássica, produzindo resultados no campo das Ciências Naturais, mas *cientificizando* um mundo outrora contingente, plural e diverso.

Somente na virada do século XIX para o século XX, com uma nova construção de visão de mundo e com a crise das ciências europeias, como batiza Edmund Husserl (2008), as ciências humanas e sociais retomam seu papel norteador de um conhecimento complexo, crítico, interdisciplinar e, necessariamente, plural. Na Física, a distinção clara entre observador e observável, começa a ser tingido por contornos de incertezas como o próprio princípio de incerteza cunhado por Heisenberg nos primórdios da mecânica quântica. Este episódio importante para o conhecimento reinsere o sujeito no próprio conhecimento. Morin (1982, 46-47) escreve: “Se enunciarmos que todo o conhecimento por exemplo, físico, está inscrito na sociedade, cabe ao físico não só estudar os objetos físicos, mas também refletir sobre os caracteres culturais dos conceitos, e teorias físicas, bem como sobre o seu papel próprio na sociedade. [...]”.

Tornar a ciência consciente de seu papel, de suas contingências, incertezas, e de sua cultura humana é investir contra a cegueira do reconhecimento de um processo histórico-social que acompanha entranhado o crescimento dos conhecimentos. Morin (1982, p. 47) reforça que o conhecimento não pode ser cego ao papel que “desempenha na sociedade e o lugar que ocupa na sociedade, continuará a fornecer ao poder meios de morte e opressão. Embora insuficiente, a consciência deste papel torna-se necessária para fazer frutificar os seus benefícios e as suas possibilidades de libertação”. No mundo em que vivemos, as transformações aceleradas do processo produtivo, as exigências da cidadania moderna, as revoluções da informática

e dos meios de comunicação de massa geraram novas necessidades, modificando a vida e os valores da sociedade. Tais mudanças exigem revisões profundas na concepção de educação, de escola e de educador, que ultrapasse os limites do sistema institucionalizado.

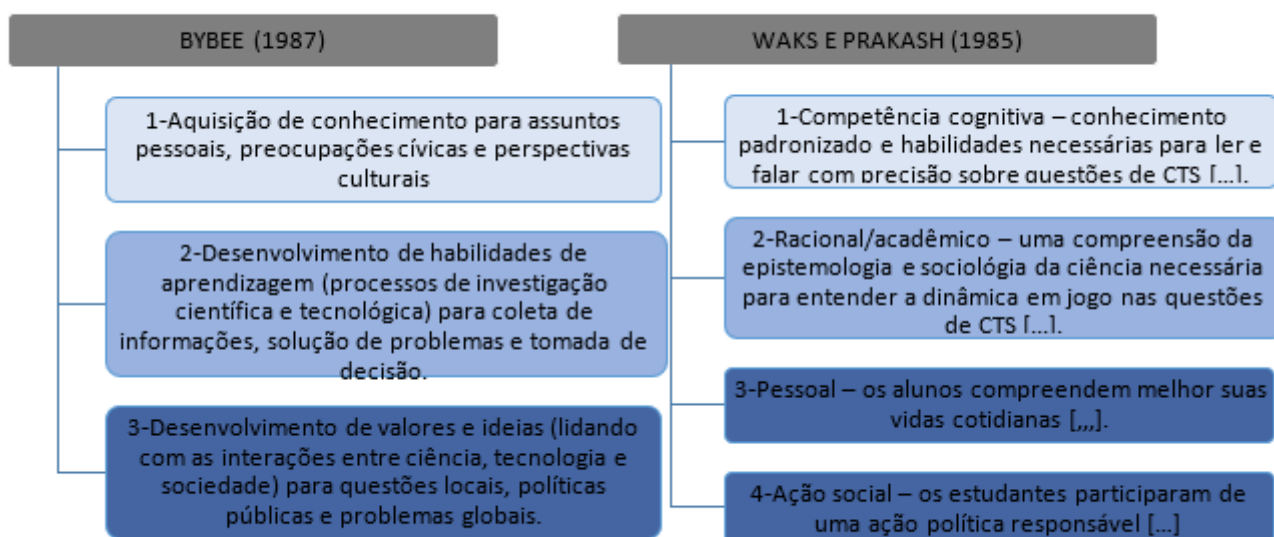
Nesse contexto, a educação, como já salientamos anteriormente, tem uma responsabilidade especial na construção de um novo humanismo, fundamentado na aquisição de conhecimentos, valores, atitudes, habilidades e competências; na compreensão do mundo e do outro; no sentido de abertura cultural; responsabilidade social; ética e cidadania. Pensar educação desta forma, aproxima-se dos questionamentos levantados no enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Bazzo et al (2003, p. 125) apresentou os estudos CTS como um campo de trabalho recente e heterogêneo, que tinha em comum o caráter crítico em relação a ciência e a tecnologia, e incluía em seus estudos as disciplinas “a filosofia e a história da ciência e da tecnologia, a sociologia do conhecimento científico, a teoria da educação e a economia da mudança técnica.” O CTS apresenta uma forma interdisciplinar de estudos, que podem ser assim sintetizados:

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. (Bazzo et al 2003, p.125).

No ensino de ciências (EC) com enfoque CTS, a “aprendizagem é já uma maneira de tomar consciência do real e, portanto, não pode efetuar-se a não ser no seio dessa tomada de consciência” (Freire, 1980, p. 51), porém, é preciso reconhecer que esse processo de conscientização não se esgota, pois, a realidade é dinâmica e isso cor-

robora a ideia de que não se deve divinizar e nem diabolizar a tecnologia (Freire, 1996). Apontaremos algumas das discussões, de Aikenhead (1994), apresentadas no capítulo 5 do livro *What is STS teaching?* que sintetizam os objetivos, conteúdos, e ensino relacionados a abordagem CTS. Aikenhead (1994) destaca que alguns autores apresentam objetivos para a educação científica em CTS e estes são descritos minuciosamente em pesquisas sobre o tema. Optamos por sintetizar, na forma de um quadro (Quadro 1), os objetivos definidos por Bybee e Waks;Prakash (Aikenhead, 1994):

Quadro 1- Síntese dos objetivos de ensino com enfoque CTS



Fonte: elaborado pelos autores.

Fonte: elaborado pelos autores.

Deixamos com as mesmas cores os objetivos referentes à ciência CTS dos autores Bybee, Waks e Prakash, que se aproximam em relação às ações apresentadas. Sintetizamos esses objetivos em três grupos de competências necessárias para a abordagem CTS: 1 - Competência cognitiva para ler e interpretar questões de CTS; 2 - Competência acadêmica para compreender o processo de investiga-

ção de questões CTS; 3 - Competência Social para desenvolver ações individuais e em grupo que integrem CTS. (Quadro 2).

Quadro 2 – Síntese de objetivos/competências para CTS.

Competências CTS		
1- Competência cognitiva para ler e interpretar questões de CTS	2- Competência acadêmica para compreender o processo de investigação de questões CTS	3- Competência Social para desenvolver ações individuais e em grupo que integrem CTS

Fonte: Elaborado pelos autores (2020). Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Em relação ao conteúdo de ciência CTS, Aikenhead (1994) aponta uma diferenciação entre o ofertado nos cursos universitários e no Ensino Médio. Não discutiremos essa diferenciação e sim adotaremos a concepção de que os conteúdos CTS devem relacionar-se às questões sociais, em especial, de acordo com as perspectivas de Rosenthal (1989) e Ziman (1984) apresentadas por Aikenhead (1994, p.51)¹:

1. Questões sociais externas à comunidade científica (tópicos “ciência e sociedade”; por exemplo, conservação de energia ou poluição); 2. Aspectos sociais da ciência – questões internas da comunidade científica (a epistemologia social da ciência; por exemplo, a natureza das teorias científicas ou a controvérsia da fusão a frio).

Explorando tais questões, internas e externas à comunidade científica, nos tornamos, indubitavelmente, mais “capazes de intervir na realidade, tarefa incomparavelmente mais complexa e geradora de novos saberes do que simplesmente a de nos adaptar a ela” (Freire, 1996, p. 77). Assim, para cada área específica da ciência (Física, Química, Biologia) é possível desenvolver abordagens CTS, partindo da área mas empreendendo abordagens interdisciplinares. Dar esse enfoque é desenvolver diretrizes para esse conteúdo condizente com os objetivos CTS (apresentados no Quadro 1) e, apresentar as competências necessárias (Quadro 2).

1. Traduzido pelos autores.

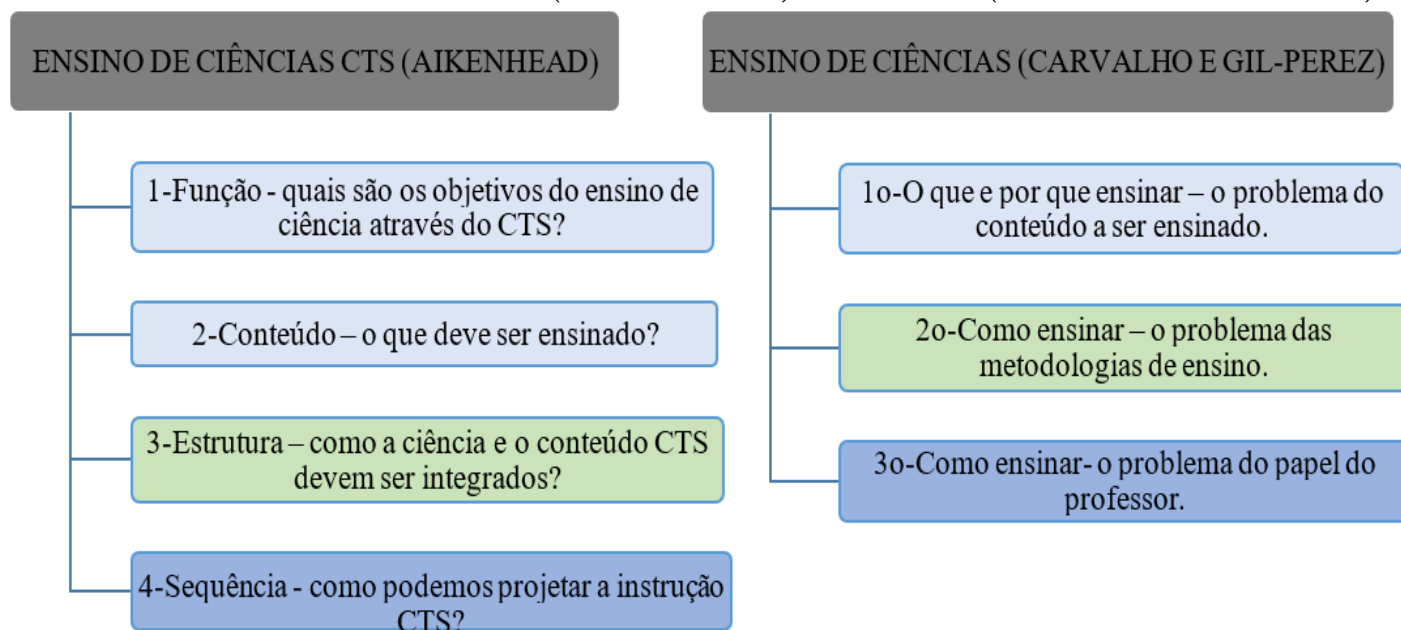
Nesse capítulo, ainda, Aikenhead destaca a relação entre o ensino CTS com o currículo, sintetizando alguns pontos que devem ser levados em consideração nessa relação: “1. Função - quais são os objetivos do ensino da ciência através do CTS? 2. Conteúdo - o que deve ser ensinado? 3. Estrutura - como a ciência e o conteúdo da CTS devem ser integrados? 4. Sequência - como podemos projetar a instrução CTS?” (Aikenhead, 1994, p.37). De acordo com o autor, estes questionamentos não serão respondidos e sim devem ser refletidos ao se pensar no ensino CTS.

O ponto fundamental em relação ao EC com enfoque CTS é a mudança de orientação, do ensino tradicional de ciência, ligado ao cientificismo, para uma orientação voltada ao seu ambiente e a vida cotidiana. O ensino deve assim, relacionar-se com as experiências do ambiente natural e social. Trata-se de uma possibilidade singular de desmistificar a realidade, “processo pelo qual aqueles que antes haviam estado submersos na realidade começam a sair, para se reinserirem nela com uma consciência crítica” (Freire, 1980, p. 75-76).

Assim, optamos por relacionar estes quatro aspectos do currículo do EC com enfoque CTS, apresentados por Aikenhead (1994), com os “critérios estruturante para o ensino de ciências” apresentados por Carvalho e Perez (2011). Os autores destacam a importância em desenvolver o EC baseado em pesquisa em sala de aula e ao discutirem sobre o EC, os mesmos ressaltam três pontos importantes: 1o- o que e por que ensinar – o problema do conteúdo a ser ensinado; 2o- Como ensinar - o problema das metodologias de ensino; 3o- como ensinar - o problema do papel do professor. Relacionamos ensino de ciências com o ensino com enfoque CTS destes autores no quadro que segue (Quadro 3).

Quadro 3

Síntese do o Ensino de Ciências CTS (Aikenhead, 1994) e de Ciências (Carvalho e Gil -Perez, 2011).



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Identificamos aproximações entre os passos propostos por Aikenhead e Carvalho Gil Perez, como podem ser observados pelo quadro 3 com as cores correspondentes: os aspectos 1 e 2 de Aikenhead, que abordam a função e o conteúdo CTS a ser ensinado, relaciona-se ao 1º questionamento de Carvalho e Gil Perez; aspecto 3 apresentado por Aikenhead relaciona-se ao 2º questionamento de Carvalho e Gil Perez e aspecto 4 de Aikenhead se relaciona ao 3º questionamento de Carvalho e Gil Perez.

Outro importante autor que discute sobre CTS e o relaciona ao contexto brasileiro é W. A. Bazzo. Bazzo et al (2003) em “Introdução aos estudos CTS” apresenta uma ampla discussão sobre o tema: histórico, conceitos, relação com a educação. Destacamos a apresentação de diferentes discussões de CTS, voltadas à Educação, oriundas de pesquisadores da Europa e EUA. Importante enfatizar, em relação aos currículos com enfoque CTS, em especial como se situam e influenciam cada um dos conteúdos, separadamente: Ciên-

cia, Tecnologia e Sociedade. Citamos os nove aspectos CTS e seus esclarecimentos (Quadro 4) de Santos e Schnetzler (2003, p. 65).

Quadro 4 - Nove aspectos da abordagem CTS.

ASPECTOS CTS	ESCLARECIMENTOS
1-Natureza da ciência	1-Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social.
2-Natureza da Tecnologia	2-Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia.
3-Natureza da Sociedade	3-A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
4-Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	4-A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
5-Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	5-A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
6-Efeito da Sociedade sobre a Ciência	6-Por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
7-Efeito da Ciência sobre a Sociedade	7-Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
8-Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	8-Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução dos problemas e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
9-Efeito da Tecnologia sobre a ciência	9-A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Fonte: Santos e Schnetzler (2003, p. 65).

Os três primeiros aspectos CTS observados no Quadro 4 reportam-se à *natureza* da ciência, da Tecnologia e da Sociedade, natureza no sentido de essência, características e qualidades; os seus outros aspectos relacionam-se aos efeitos de um sobre o outro, o que nos faz refletir sobre a fragilidade de mitos ligados a concepção de neutralidade da C&T, quais sejam: o salvacionismo atribuído à C&T, a tecnocracia e o determinismo tecnológico (Auler; Delizoicov, 2001).

Santos e Mortimer (2002) trazem uma discussão sobre a relação entre os currículos e os conteúdos científicos no seu contexto so-

cial e apresentam três referenciais que trazem discussões referentes a CTS: Merryfield, que expõe sete exemplos de temas globais; Towse que agrupa oito temas abordados com frequência nos cursos de CTS; Bybee e Mau que identificaram doze temas centrais em cursos de CTS. Segue uma síntese com os conteúdos apresentado pelos três autores (Quadro 5).

Quadro 5 – Temas relacionados ao CTS.

MERRYFIELD (1991) – temas globais,	TOWSE (1986) – CTS	BYBEE E MAU (1986) identificou os seguintes temas centrais em cursos CTS:
(1) temas ambientais; (2) saúde e população; (3) questões econômicas; (4) transporte e comunicação; (5) alimentos e fome; (6) energia (7) questões militares.	(1) saúde; (2) alimentação e agricultura; (3) recursos energéticos; (4) terra, água e recursos minerais; (5) indústria e tecnologia; (6) ambiente; (7) transferência de informação e tecnologia; (8) ética e responsabilidade social.	(1) qualidade do ar e atmosfera; (2) fome mundial e fontes de alimentos; (3) guerra tecnológica; (4) crescimento populacional; (5) recursos hídricos; (6) escassez de energia; (7) substâncias perigosas; (8) a saúde humana e doença; (9) uso do solo; (10) reatores nucleares; (11) animais e plantas em extinção (12) recursos minerais.

Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Os conteúdos apresentados apresentam pontos convergentes e foram identificados em discussões com enfoque CTS, contudo questionamos, se apenas utilizar um destes conteúdos possibilita o desenvolvimento discussões com enfoque CTS. Quem nos responde é Ramsey (1993), que apresenta três critérios para identificar quais conteúdos possuem uma questão social relevante:

(1) se o tema apresenta opiniões conflitantes, ou seja, se determinado assunto possui um problema polêmico, (2) se o tema tem uma importância social, se em algum momento a sociedade será impactada, (3) se o tema tem relação com a ciência ou tecnologia. Em síntese um conteúdo precisa ter implicações tecnológicas ou científicas, com relações social e com possibilidades para uma discussão alinhada aos interesses sociais e científicos. (SANTOS; MORTMER, 2002, p.119)

Diante do exposto, podemos inferir que o enfoque CTS é de grande amplitude e pode ser desenvolvido a partir de diferentes conteúdos e metodologias. Considerando que a instituição escolar nunca dará conta da totalidade do que há para ensinar, além de selecionar os conteúdos que serão trabalhados, é preciso que os professores e seus formadores revejam sua organização, buscando abordagens metodológicas que promovam integrações que extrapolem os limites de cada área. Destacamos a necessidade de iniciativas interdisciplinaridade, em especial por meio da leitura e análise de imagens.

LEITURA E ANÁLISE DE IMAGENS

O conceito de imagem trata-se de uma discussão filosófica e pela amplitude sugerimos outras leituras (Areal, Silva e Neves; Joly) por hora simplificaremos para “uma imagem é sempre uma representação de outra coisa” (Areal, 2012, p. 1). Areal (2012) nos apresenta uma discussão sobre o conceito e utiliza-se de uma obra de Magritte (Figura 1) para ajudar nessa compreensão.

Figura 1 - La trahison des images (A traição das imagens).



Fonte: Magritte (1929).

A frase de Magritte “isto não é um cachimbo” provocou intensos debates quando foi apresentado e continua a nos provocar. O cachimbo é a *coisa* e a pintura de Magritte é uma imagem: a representação de um cachimbo. Adotaremos como recorte as imagens sem movimento e pautaremos nossas discussões partir dos dois domínios das imagens apresentados por Santaella e Nöth (1998, p.15):

O primeiro é o domínio das imagens como representações visuais: desenho, pintura, gravuras, fotografias e as imagens cinematográficas, televisivas, holo e infográficas pertencem a esse domínio. Imagens, nesse sentido, são objetos materiais, signos que representam o nosso ambiente visual. O segundo é o domínio imaterial das imagens na nossa mente. Neste domínio, imagens aparecem como visões, fantasias, imaginações, esquemas, modelos, ou, em geral, como representações mentais. (SANTAELLA; NÖTH, 1998, p. 15).

As imagens possuem, de acordo com estes autores dois domínios, contudo, estes não podem ser dissociados - elementos plásticos e representação. Essa discussão é ampla e faz parte de estudos da semiótica de Pierce, por ora ressaltamos que nossos estudos serão realizados de forma simplificada com estas imagens que perpassam por estes dois domínios com enfoque em imagens *estáticas*, o 1º Domínio referem-se as representações visuais, que se relacionam a imagens do nosso ambiente visual e o 2º Domínio refere-se as representações imateriais, imagens da nossa mente. (Quadro 6).

Quadro 6 - Domínios de Imagem (Adaptado de Santaella e Nöth, 1997).

1º Domínio Representações visuais	2º Domínio Representações imateriais
Desenho, Pintura, Gravura Fotografia (comum, via satélite, com intervenção digital, de equipamentos, telescópio, microscópio, etc.) Holografia e infografia Ilustrações (corpo humano, animais, plantas, etc.) Frame: vídeos, filmes animados, etc. Outras representações visuais.	Esquemas Modelos Mapas, cartas cartográficas, etc. Representações mentais Outras representações imateriais.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A organização em dois domínios, favorecem a compreensão das formas adotadas para representação das imagens, contudo, na maioria das vezes não existem em separado. Algumas representações visuais, por exemplo, são criadas a partir de imagens mentais. Importante ressaltar, ainda, as representações visuais podem ser apresentadas em mais de um item. Vejamos o caso do *Daví*² de Michelângelo, conseguem criar uma imagem mental sobre essa escultura? Provavelmente conseguiram criar a imagem mental desta representação visual que é uma escultura (tridimensional) mesmo que seja conhecida por meio de fotografia, uma representação bidimensional. Santaella e Nöth (1997) fazem um estudo mais profundo destes dois domínios, apresentando os conceitos que os unificam: signo e representação, bem como, dos estudos realizados a partir destas, a semiótica e a ciência cognitiva.

O século XX é apresentado, com frequência, como o século da *Imagem* (Rossi, 2003) e, podemos inferir que este século dá continuidade ao uso cada vez mais constante de imagens no nosso cotidiano, em especial, com a inclusão da *imagem digital*. Inferimos que XXI é o século dos *estudos da Imagem*: “o uso da imagem (sua natureza, sua semiótica, sua inter e transdisciplinaridade etc.), bem como suas infinitas possibilidades nas mais diversas áreas do conhecimento, com destaque para o ensino.” (SILVA; NEVES, 2018, p. 15)

São várias as questões que podem ser discutidas em relação às imagens, como, por exemplo, a *apreciação visual*. Essa discussão se faz importante uma vez que, com essa grande quantidade de imagens

2.Sugerimos uma visita on line - <https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=Z7r6OgzcB1A>

que estamos expostos, corremos o risco de sobrecarregarmos nosso olhar e ficarmos desatentos e incapazes de apreciá-las.

Acreditamos que, mais do que em qualquer outro momento, é necessário desenvolvermos a *sensibilidade do olhar*. O que parece inicialmente algo simples, na verdade não o é, pois, a maioria de nós não teve essa preparação. Isso porque a educação escolar, inicia-nos na alfabetização da leitura e escrita alfabética, ou seja, a linguagem escrita e, ainda as linguagens matemática, científica, entre outras, contudo, nosso processo formativo não prioriza a leitura de imagem. Quantos de nós aprendemos e desenvolvemos nossa capacidade de leitura visual na escola? (Souza et al, 2018). A falta de experiências de leitura visual diminui nossa possibilidade de apreciar imagens, em especial as imagens de representações como desenhos, pinturas, fotografias, etc.

Nos povos não letrados a representação de imagens (desenhos, gravuras) eram fundamentais e foram realizados com diferentes objetivos, por meio deles podemos conhecer sobre essa cultura já extinta. Alguns estudos sobre o desenvolvimento infantil apontam que a primeira forma de comunicação dos bebês se dá por meio das imagens, anterior a fala. A criança mesmo antes de ler e escrever consegue comunicar-se e compreende várias simbologias, em especial as imagens que sua sociedade utiliza. Essa mesma criança ao entrar no ensino formal passa a concentrar-se na leitura textual, deixando de ocupar-se com a leitura de imagens. (Ostrower, 1998). Dificilmente observamos propostas de leitura de imagens nas escolas e as poucas experiências que temos, não tem continuidade no decorrer do ensino.

A partir do entendimento de que a sociedade contemporânea faz uso exacerbado de imagens, é fundamental sabermos *ler* tais imagens

e a escola deveria ser um espaço para desenvolver tal capacidade. De acordo com Santaella e Nöth (1997, p. 17),

Aprender a ler imagens significa assim desenvolver a observação de seus aspectos e traços constitutivos, detectar o que se produz no interior da própria imagem, sem fugir para outros pensamentos que nada têm a ver com ela. Ou seja, significa adquirir os conhecimentos correspondentes e desenvolver a sensibilidade necessária para saber como as imagens se apresentam, como indicam o que querem indicar, qual é o seu contexto de referência, como as imagens significam, como elas pensam, quais são seus modos específicos de representar, figurar, indicar a realidade e, no limite, apresentarem-se a si mesmas libertas de quaisquer vínculos externos, uma liberdade que a música e, muitas vezes, a poesia conhecem bem.

É necessário desenvolver na escola essa capacidade de leitura, pois a imagem é também uma forma de conhecimento. Todas as áreas trabalham com imagens, contudo, nosso foco serão as imagens sem movimento, em especial as sintetizadas no Quadro 5 e voltados ao EC nas áreas de Biologia, Física e Química.

Entre os autores que apresentam discussões sobre as imagens, destacamos Joly (2010) que aborda as imagens ligadas a ciência. A autora explica que o potencial das imagens pode ser observado na astronomia, medicina, matemática, física entre outras áreas e, de forma geral tratam de visualizações de fenômenos. Assim, as imagens possibilitam a observação e a interpretação de diferentes fenômenos como, raios luminosos, de satélites, entre outros. Os telescópios possibilitam a visão de corpos celestes, enquanto que os microscópios possibilitam a filmagem do interior do corpo humanos (Joly, 2010). Enfim, os instrumentos de observações poderosos possibilitam reproduzir imagens grandes e de longas distancias, bem como pequenas. Estas imagens contribuem para importantes investigações que os olhos humanos não conseguiriam captar, contudo, é necessário aprimorar o olhar para as análises a serem desenvolvidas a partir des-

tas imagens captadas. Estas mesmas imagens que são desenvolvidas e analisadas nestas áreas específicas são muitas vezes utilizadas para o EC e é necessário que os professores consigam trabalhar de forma adequada com elas.

A partir de nossa vivência na área de Artes Visuais e no EC desenvolvemos um esboço para Leitura de Imagens. Essa proposta foi desenvolvida no decorrer de curso/disciplinas com discussões de *análises imagéticas* e apresentada no artigo *Leitura de imagens: reflexões e possibilidades teórico-práticas*³, publicado em 2018. A proposta, *Leitura de Imagem Interdisciplinar* – LI², é composta de quatro passos: análise da forma, análise do conteúdo, análise das relações que envolvem a *imagem* (autor *versus* contexto *versus* leitor) e análise interpretativa do leitor. A LI² foi apresentada, inicialmente, desta forma:

No 1º passo, análise da forma, o olhar volta-se para a forma da imagem, a estrutura geral de cor, linhas e volumes, etc.; pode-se dizer que esse é o passo mais próximo da objetividade, ou seja, outro leitor faria praticamente a mesma análise. No 2º passo, análise do conteúdo, busca-se desvendar o conteúdo temático ou o significado da imagem; essa fase requer um olhar mais apurado e alguns conhecimentos prévios – aqui já é possível observar diferenças significativas entre diferentes leitores nas suas análises. No 3º passo, análise das relações que envolvem a imagem (autor x contexto x leitor) exige-se um nível de análise ainda mais complexo, pois requer pesquisas quanto ao contexto no qual a imagem foi produzida, seu autor e ainda a que público era destinado – enfim, envolve questões quanto a produção e utilização da imagem. Por fim, no 4º passo, análise interpretativa do leitor, deve-se levar em conta todas as análises anteriores realizadas pelo leitor e, ainda, sua vivência e conhecimento sobre o tema da imagem. É a fase na qual o leitor estabelece uma relação profunda com a imagem e sente-se apto a desenvolver uma análise ainda mais individual e interpretativa. (SILVA; NEVES, 2016, p. 135-136).

3.Silva, J. A. P.; Neves, M. C. D. (2016). **Leitura de imagem:** reflexões e possibilidades teórico-práticas. *Labore em Ensino de Ciências*, Campo Grande, v. 1, n. 1, p. 128-136. Disponível em: <<http://seer.ufms.br/index.php/labore/article/view/2866/pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

A partir da proposta da LI², iniciamos algumas análises e, posteriormente, desenvolvemos nova discussão no artigo *Leitura de imagens como possibilidade de aproximação entre arte e ciência*⁴, (Silva; Neves, 2018). Apresentamos essa síntese no Quadro 7, com os principais referenciais utilizados Dondis⁵, Panofsky⁶, Gombrich⁷ e Merleau-Ponty⁸. Destacamos que a proposta ainda está em construção, em especial por estarmos validando sua utilização a partir da realização de leituras de imagens de diferentes áreas.

Quadro 7 – Síntese da Leitura de Imagem Interdisciplinar – LI².

1º passo Análise da Forma	Perspectiva formalista Referência: Dondis	Analisar quais as cores, as linhas, a dimensão e as demais qualidades expressivas da imagem
2º passo Análise de Conteúdo	Perspectiva warburgiana Referência: Panofsky	Analisar qual é o tema e o significado da imagem

4.Silva, J. A. P.; Neves, M. C. D. (2018). **Leitura de imagens como possibilidade de aproximação entre arte e ciência**. Em Aberto, Brasília, v. 31, no. 103, p 23-38, set./dez. Disponível em: <<http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/4002>>. Acesso em: 12 jul.2019.

5.Donis A. Dondis, em seu livro “A sintaxe da linguagem visual” apresenta importantes discussões sobre os elementos básicos da linguagem visual, como cor, forma etc. É um importante referencial da área de Artes Visuais. [Ver Dondis, A. D. (2007). **Sintaxe da linguagem visual**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes].

6.Erwin Panofsky (1892 -1968) desenvolveu um método para leitura de imagem de obras de arte (ver PANOFSKY. E. (2007). **Significado nas Artes Visuais**. Trad. M. C. F. Keese e J. Guinsburg 3ª. ed. São Paulo: Perspectiva.).

7.Ernst H. Gombrich (1909 -2001) é mais conhecido pelo seu livro de “A História da Arte”, contudo, utilizamos como principal referencial um de seus livros que discute o uso de imagens. (Ver GOMBRICH, E. **Os usos das imagens**: estudos sobre a função da arte e da comunicação visual. Trad. Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2012.).

8.O filósofo Maurice Merleau-Ponty (1908-1961), apresenta importantes discussões fenomenológicas, entre estas adotamos como referência seu livro “Fenomenologia da percepção”, uma vez que a percepção é fundamental para a leitura e análise de imagens. (Ver Merleau-Ponty, M. **Fenomenologia da percepção**. Trad. Carlos Alberto Ribeiro de Moura. São Paulo: Martins Fontes, 2006.).

3º passo Análise das relações que envolvem a imagem: autor x contexto x leitor	Perspectiva perceptualista ou semiológica Referência: Gombrich	Analisar que é autor, o leitor, para que fim a imagem foi produzida, qual a relação entre o autor e leitor e o contexto no qual a imagem foi produzida
4º passo Análise interpretativa do leitor	Perspectiva fenomenológica Referência: Merleau- Pontyç	Realizar uma análise interpretativa, buscando compreender a imagem como uma representação que vai além do que representa, que tem expressão própria.

Fonte: Silva; Neves (2018, p. 34).

Essa proposta de leitura de imagem foi pensada para ser desenvolvida por professores/pesquisadores de diferentes áreas de conhecimento e, mais especificamente, da área de ciências. Mas é possível desenvolvê-la com os alunos, contudo, devem ser realizadas adaptações para a sala de aula. Na sequência apresentaremos a proposta de análise de imagens com enfoque CTS, partindo da LI², nosso recorte será o de imagens sem movimento e de representações figurativas⁹.

PROPOSTA DE ANÁLISE DE IMAGEM COM ENFOQUE CTS

Existe diferença leitura e análise de imagens? Para alguns autores sim, para outros não. Aqui podemos fazer uma comparação com a linguagem escrita, na qual é possível fazer uma leitura sem compreender o conteúdo da frase ou o próprio texto. Esse entendimento não é adequado, pois, além de reconhecer as palavras e sons é necessário dar significado a tais palavras e frases. Pontuamos que em relação à imagem é necessário realizar, inicialmente, sua leitura e, a partir desta, realizar sua análise, pois esta é uma forma mais ampla de estudos e requer a utilização de determinados referenciais para ser desenvol-

9. Imagem figurativa é uma representação visual cujas formas são identificáveis e, de forma geral existem na realidade, em oposição a elas temos as imagens abstratas, que não representa objetos próprios da nossa realidade.

vida. Assim, a partir da leitura de imagem iremos aprofundar nosso entendimento para possibilitar uma ampla análise imagética.

As imagens sem movimento se fazem presentes de forma significativa na área de EC, no decorrer das aulas, livros didáticos, bem como demais materiais. Como discutido anteriormente, as imagens têm maior impacto do que a linguagem textual, contudo, na maioria das vezes não são utilizadas de forma adequada, pois, a leitura de *imagem* não é desenvolvida da mesma forma que a leitura textual na educação formal.

Importante destacar a necessidade de uma compreensão crítica das imagens, uma vez que a criticidade é fundamental para a educação. Paulo Freire foi um dos educadores que defendeu que o processo de ensino não pode ser apenas ligado a transmissão de conhecimentos e sim deve ser um processo dinâmico, no qual o aluno deve ser o sujeito de sua aprendizagem. (Freire, 1987). Partindo dessa premissa, onde a educação ocorre na relação do diálogo que acontece por meio da problematização de situações significativas, a *imagem* pode ter um papel de destaque nesse processo, uma vez que possibilita esse diálogo. Paulo Freire utilizou imagens para sua proposta educacional em 1963.

O diálogo entre natureza e cultura, está presente no Método Paulo Freire a partir da ideia de homens e mulheres enquanto produtores de cultura. Para a introdução do conceito de cultura, ao mesmo tempo gnosiológica e antropológica, Freire selecionou dez situações existenciais “codificadas” para levar os grupos à sua respectiva ‘decodificação’. Francisco Brennand um expressivo pintor brasileiro pintou essas situações. (Feitosa, 1999, p. 47).

As imagens das gravuras de Francisco Brennand¹⁰ (1927) contribuíram de forma significativa para relacionar natureza e cultura na

10. Francisco Brennand (1927), um importante artista plástico de Recife que desenvolve

proposta de Paulo Freire. Freire soube selecionar imagens expressivas e, a partir delas, propiciou discussões críticas e reflexivas. Para exemplificar essa possibilidade apresentaremos uma destas imagens e o texto do educador sobre ela.

Figura 1 - Gravura de Brennand.

1ª Situação existencial



Fonte: Feitosa (1997, p. 123).

O debate desta situação, em que se discute o homem como um ter de relações, se chega à distinção entre os dois mundos – o da natureza e o da cultura. Percebe-se a posição normal do homem como um ser no mundo e com o mundo. Como um ser criador e recriador que, por meio do trabalho, vai alterando a realidade. Com perguntas simples, tais como: quem fez o poço? Por que o fez? Como o fez? Quando: que se repetem com relações aos demais ‘elementos’ da situação, emergem dois conceitos básicos: o de necessidade e o do trabalho e a cultura se explica num primeiro nível, o de subsistência. O homem fez o poço porque teve necessidade de água. E o fez na medida em que, relacionando-se com o mundo, fez dele objeto de seu conhecimento. Submetendo-o, pelo trabalho, a um processo de transformação. Assim fez a cada, sua roupa, seus instrumentos de trabalho. A partir daí, discute com o grupo, em termos evidentemente simples, mas criticamente objetivos,

trabalhos com diferentes técnicas e suporte, contudo, é mais reconhecido como ceramista.

as relações entre os homens que não podem ser de dominação nem de transformação, como as anteriores, mas de sujeitos. [Paulo Freire] (Feitosa, 1997, p. 124).

Observamos que o texto apresenta interrogações sobre a imagem exibida. Tais questionamentos reportam-se a temas sociais, em especial sobre o trabalho humano. Propiciam assim, discussões críticas sobre o dia a dia, formas de interação, exploração, sentimentos negativos e positivos na contingencialidade da situação, e sobre a necessidade do reconhecimento do sujeito na teia da vida social e de suas atribulações. Se naquela época (década de 1960) à imagem foi fundamental para propiciar discussões críticas sobre temas sociais, na contemporaneidade pode ser fundamental para atingirmos os objetivos almejados, em especial quando pensamos na possibilidade do EC com enfoque CTS.

No decorrer das disciplinas e cursos ministrados¹¹ sobre análise de Imagem um dos questionamentos realizados foi quanto a seleção de imagens - os alunos e futuros professores questionam: “como selecionar imagens?” Essa reflexão nos levou a abarcar essa discussão, ampliando a proposta de análise. Incluímos, ainda, o esboço do desenvolvimento de uma leitura de imagem que pode ser utilizada em sala de aula ou em outros espaços (cursos, oficinas ou outros). Ao final, refletimos e apresentamos indicações de como o professor deveria selecionar, analisar, planejar e propor leitura de imagens - resultando, assim, numa proposta com quatro etapas: Seleção da Imagem; Análise da Imagem; Planejamento do uso da Imagem e Leitura da Imagem.

Para a Etapa 1, Seleção da imagem, vamos adotar de forma simplificada a seleção por meio da verificação da *forma* e do *tema* (ou con-

11.Desde 2015 ofertamos disciplinas que discutem o tema imagem em Programas de Pós-Graduação stricto sensu da área de ensino e oficinas para docentes e discentes de licenciaturas de diferentes áreas de conhecimento.

teúdo) da imagem. (SILVA; NARDI, 2017). A *forma* da imagem reporta-se a sua visualidade - cor, linha, dimensão e demais qualidades expressivas, em Artes Visuais nomeamos de elementos básicos da comunicação visual (DONDIS, 2007). Ainda, em relação a forma, será importante verificar se a imagem é de qualidade, o que é fundamental para uma análise de imagem, bem como, fonte original, título, autor, ano e demais informações técnicas. Em alguns casos a mesma imagem é encontrada com cores diferentes, ou com recortes, o que pode prejudicar uma análise mais detalhada. O ideal para uso de imagens é localizar sua fonte original, contudo, é necessário utilizar banco de imagens ou em sites livres que garantam a liberdade de reproduzi-la.

Em relação ao *tema* ou conteúdo, como estamos apresentando a proposta com enfoque CTS, será importante que essa imagem, possibilite desenvolver esse enfoque. Essa etapa é de seleção provisória da imagem, pois, somente após a Etapa 2, será possível verificar se a imagem realmente possibilitará uma adequada abordagem de enfoque CTS (de acordo com o que será programado pelo professor).

Na Etapa 2, Análise da Imagem, adotaremos a proposta de *Leitura de Imagem Interdisciplinar* (LI²), que deve ser realizada pelo professor (a) antes de utilizar a imagem em sala de aula. A proposta foi explicada e apresentada no Quadro 8. Como adaptação para o enfoque CTS este deve ser incluído no 2º, 3 e 4º passos (conteúdo, análise e interpretações) como exposto no Quadro 7.

Quadro 8

Adaptação da *Leitura de Imagem Interdisciplinar* (LI²) ao enfoque CTS (Análise da Imagem).

LI ²	Enfoque CTS
1º passo Análise da forma	-

2º passo Análise de conteúdo	Conteúdo com enfoque CTS
3º passo Análise das relações que envolvem a Imagem: autor x contexto x leitor	Análise a partir do enfoque CTS
4º passo Análise interpretativa	Interpretações a partir de enfoque CTS

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Ao final da análise o professor deve avaliar se a imagem contribuirá, efetivamente, para o desenvolvimento de uma proposta (plano de aula, curso, oficina) com enfoque CTS.

Na Etapa 3 Planejamento do uso da Imagem o professor delineará sua proposta de ensino com uso da imagem. Inicialmente devemos relacionar a Etapa 1 com a Etapa 2. Deve-se questionar: será que a imagem selecionada, levando em conta os itens observados, condiz com a leitura que realizada?

Após a análise inferimos que a imagem apresenta conteúdo que possibilita um enfoque CTS? A imagem poderá contribuir com os objetivos CTS? Se sim, podemos continuar nosso planejamento, se não, buscaremos outra imagem. Sugerimos esses questionamentos: em relação ao CTS - apresenta conteúdo adequado para o enfoque CTS? Contribuirá com os objetivos propostos para CTS?; em relação ao plano de aula/oficina - contribuirá para atender os objetivos do tema/contéudo específico? Poderá ser explorada no tempo delimitado para o plano?

Para discutir essa etapa nos reportamos as pesquisas de Carvalho e Perez (2011) para o EC. Os autores organizam uma estratégia de ensino a partir do tratamento de situações problemáticas denominadas “estratégias de ensino para uma aprendizagem como pesquisa”. Estas estratégias são apresentadas em quatro momentos:

- 1o-Propor situações problemáticas [...] que gerem interesse [...];
- 2o-Propor o estudo qualitativo das situações problemáticas propostas [...];
- 3o-Orientar o tratamento científico dos problemas propostos, o que inclui entre outros: invenção de conceitos e emissão de hipóteses, elaboração de estratégias para resolução, resolução e análise dos resultados [...];
- 4o-Colocar a manipulação reiterada dos novos conhecimentos em uma variedade de situações para aprofundar os mesmos... com ênfase nas relações Ciência/Tecnologia/Sociedade [...] favorecer as atividades de sínteses com esquemas, memórias, mapas conceituais; elaborar produtos e conceber novos problemas. (CARVALHO; GIL-PEREZ, 2011, p. 48).

Esses quatro momentos apresentados por Carvalho e Gil-Peres explicam como desenvolver o ensino baseado em pesquisa em sala de aula. Ao discutirem sobre o EC os autores ressaltam três pontos importantes: 1- O que e por que ensinar – o problema do conteúdo a ser ensinado; 2-Como ensinar - o problema das metodologias de ensino; 3- Como ensinar - o problema do papel do professor. A partir destes três *problemas*, definimos que para a utilização da imagem com enfoque CTS devemos realizar esses questionamentos: o que? (Conteúdo), para que? (Objetivos), para quem? (Público-alvo), como? (Metodologia).

Em relação ao enfoque CTS o conteúdo e objetivos devem relacionar-se a tal abordagem. Como já discutido anteriormente, o conteúdo a ser desenvolvido com enfoque CTS é amplo e interdisciplinar e, mesmo ao se pensar em conteúdo específico de uma das áreas das Ciências Naturais (Biologia, Física, Química) ou matemática, este configura-se como ênfase. Em relação aos objetivos estes devem relacionar-se aos que sintetizamos anteriormente no Quadro 2.

O público alvo refere-se a série/idade no qual a proposta será desenvolvida e, ainda, ao número de alunos - é fundamental ter essas informações para o planejamento do professor. Assim, a imagem a ser selecionada, além de apresentar um conteúdo possível de focar

CTS, bem como de atender seus objetivos, deve ser adequada a proposta que será desenvolvida com determinado público.

Vamos exemplificar com a obra *Os embaixadores*, de Hans Holbein, de 1533 (Figura 2), por ser conhecida e utilizada em diferentes áreas de conhecimento. A obra apresenta diversos objetos de astronomia: globo celeste, relógio de sol cilíndrico, quadrante, relógio de sol poliédrico, se estivéssemos preparando um plano de aula, essa imagem seria mais adequada para um público que já fez ou está fazendo estudos sobre astronomia, pois, poderia explorar todos esses objetos. Não que a imagem não possa ser trabalhada com alunos dos anos iniciais, mas, para isso, o tempo deveria ser maior do que apenas uma ou duas aulas, pois, seriam necessários vários estudos sobre estes importantes objetos. Aqui apresentamos apenas uma das peculiaridades da obra que na verdade possibilita muitas outras discussões: políticas, econômicas, sociais, histórias, entre outras. Enfim, é uma imagem que tem potencial para estudos de CTS.

Figura 2 - Os embaixadores. Hans Holbein [filho], pintura a óleo sobre madeira de Carvalho. Dimensão - 207× 209.5 cm. National Gallery, Londres, 1533.



Fonte: Hans Holbein [filho] (1533).

Em relação a metodologia, devemos definir se realizaremos uma aula, oficina, etc., qual será a carga horária, o espaço físico e possibilidades de apresentação da imagem? Após estas definições poderemos pensar sobre a melhor forma de desenvolver a leitura de imagem. Nesta etapa cada professor terá liberdade de desenvolver uma metodologia que julgue adequada para sua área de conhecimento. Nossa sugestão é que o professor adapte a *Leitura de Imagem Interdisciplinar* – LI² (na etapa 2) para seu planejamento, mas buscando evidenciar: tema/conteúdo, objetivos, metodologia e avaliação.

Na Etapa 4, *Leitura de Imagem* o professor deve colocar em prática a proposta que foi elaborada na etapa anterior. Reforçamos, novamente, a importância de uma imagem com qualidade e identificação para que todo o conteúdo de enfoque CTS seja explorado de forma adequada. Enfim, é o momento que o professor irá realizar no seu curso ou disciplina a *Leitura de Imagem* com seus alunos.

A proposta dessas quatro etapas, para utilização de imagens no Ensino, em especial com enfoque CTS, é apenas uma forma de abordagem que pode contribuir para uma leitura interpretativa necessária à compreensão do mundo contemporâneo dominado pela Imagem e por seus ícones dialógicos. As três primeiras etapas o professor irá realizar sozinho ou com outros professores e, apenas ao final destas etapas deve avançar para quarta etapa, na qual irá desenvolver a leitura de imagem com seus alunos. Nesta organização é possível compreender a importância de uma preparação para a utilização da imagem, quando se pensa no uso de imagem voltada para o ensino. Na sequência síntese destas quatro etapas (Quadro 9).

Quadro 9- Síntese das etapas de uma proposta para a utilização de Imagens para Ensino de Ciências com enfoque CTS.

ETAPA 1 SELEÇÃO DA IMAGEM	Forma Conteúdo (enfoque CTS)
ETAPA 2 ANÁLISE DA IMAGEM	Realizar LI ² adaptada ao enfoque CTS
ETAPA 3 PLANEJAMENTO DO USO DA IMAGEM	Planejar LI ² adaptada ao enfoque CTS
ETAPA 4 LEITURA DE IMAGEM	Desenvolver LI ² adaptada ao enfoque CTS com alunos

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

O professor tem a opção de utilizar essa proposta como referência e incluir outras opções de análises, contudo, é fundamental que deixe os alunos fazerem suas próprias *leituras* e não imponha sua análise realizada previamente. Enfim, assim como na leitura escrita o professor deve contribuir para que cada aluno possa fazer sua própria leitura de imagem. Para exemplificar a importância dessa liberdade, pensemos num aluno e num professor de 1^a ou 2^a séries do Ensino Fundamental: o professor procura alfabetizá-lo e não fazer a leitura por ele. O professor sabe ler, sabe o que está escrito, mas ... espera pela leitura do aluno. Em relação à imagem deve-se seguir esse caminho. Retornamos a Paulo Freire em relação à imagem a partir da interpretação de Fagundes (2016, p. 24):

A leitura da palavra se diferencia da leitura da imagem, porém quando Freire (1983) se refere à leitura da palavra considerando “palavra mundo” é possível que na imagem possa utilizar-se de meio semelhante, pois o/a estudante, ao chegar ao ambiente escolar, traz em seu repertório

imagético uma quantidade imensa de imagens que são significativas para ele/a por ter estabelecido algum tipo de relação. Essas imagens tornam-se relevantes na medida em que possibilitam uma aproximação ao contexto do/a estudante e também por poderem aproximar-se das obras de arte em sua constituição visual ou temática.

Para Fagundes devemos transpor o termo *palavra mundo* de Paulo. Podemos, assim, chamar de *imagem mundo*, na medida em que a imagem se aproxima da vivência do aluno. Ao pensarmos numa imagem ligada à ciência com enfoque CTS essa possibilidade torna-se necessária pois a imagem deve possibilitar uma compreensão do fenômeno em que se insere (social, educacional, político).

Se o professor for utilizar a LI² para trabalhar com imagens em sala de aula, sugerimos algumas adaptações. A partir da obra *Os embaixadores* (Figura 2) apresentaremos um exemplo (simplificado) da LI² para o enfoque CTS (Etapa 4).

No 1º passo, Análise da forma, o professor deve apresentar a imagem e solicitar que os alunos a descrevam; para ajudar na descrição pode fazer perguntas: o que vocês percebem na Imagem? Que cores o artista utilizou? E as formas? Quantos personagens? Em que local os personagens estão? Descrevam as roupas. Que outros objetos aparecem? Reconhecem algum objeto? O que aparece distorcido no chão? Pode-se fazer mais questões, ampliando a descrição visual da imagem. É comum os alunos darem início ao passo seguinte, identificado o período histórico, estilo, profissão/atividade dos personagens, etc.; deve-se valorizar tais resposta e, a partir delas, iniciar o 2º passo.

No 2º, passo, Análise de conteúdo, o professor deve ampliar os questionamentos, propiciando reflexões sobre o tema/conteúdo. Importante destacar que, por se tratar de uma análise interdisciplinar, o conteúdo a ser discutido deve ser de diferentes áreas. Da área

de Artes Visuais, pode-se levantar questões sobre harmonia cromática, estilo artístico, por exemplo. Deve-se, ainda, fazer questões que contribuam para a compreensão do conteúdo da cena existente, utilizando, por exemplo, algumas questões: a partir das roupas dos personagens diriam que os personagens têm que profissão? Por que será que estão com esses objetos? (Na mesa, por exemplo, encontramos objetos da astronomia, geometria, aritmética e música, as quatro disciplinas que compunham o *quadrivium* ensinado nas universidades). Pode-se, ainda, explorar questões quanto às emoções dos personagens. Um detalhe importante que aparece no piso da cena da imagem é um crânio, que foi pintado de forma anamórfica. Esse tema pode ser desenvolvido de acordo com o tempo disponível (sugerimos a leitura do capítulo *Formação de Professores e Ensino de Ciências*, 2017¹²). Enfim, o professor deve direcionar, por meio de questionamentos, para a análise de conteúdo com enfoque CTS. Nesse passo o professor deve contribuir para que o aluno adquira “1- Competência cognitiva para ler e interpretar questões de CTS.”

No 3º passo, Análise das relações que envolvem a Imagem: autor x contexto x leitor, deve-se indagar sobre o autor e contexto, mas é necessário oportunizar textos e pesquisas com esses conteúdos. É importante identificar os personagens, o período histórico, político, social da obra e, ainda, explorar objetos astronômicos que aparecem na obra. Nesse momento, busca-se compreender o que o autor quis expressar com a obra. Como o professor já realizou, anteriormente, a análise da obra pode contribuir para que os alunos compreendam o momento de conflito religioso, político e social vivenciado pelo artis-

12.Silva, J. A.P; Neves, M. C. D. (2017) Uma proposta interdisciplinar a partir da perspectiva e da anamorfose. In: **Formação de Professores e Ensino de Ciências**. Magalhães Júnior, C.A.O. Maringá: EDUEM.

ta. Pode-se fazer essa relação com os objetos apresentados na obra: na antiguidade e na Idade Média utilizava-se o relógio de sol e hoje? Quem ainda usa relógio para saber as horas? Nesse passo é fundamental fazer a relação entre autor da obra (Hans Holbein) com o contexto do século XVI e com o dia a dia dos alunos, em especial relacionando questões CTS observadas na contemporaneidade. Nessa etapa o professor deve contribuir para a “2 - Competência acadêmica para compreender o processo de investigação de questões CTS”.

No 4º passo, Análise interpretativa do leitor, o professor deve retomar as análises anteriores, compartilhando as discussões desenvolvidas pelo grupo e, a partir delas, sugerir que apresentem interpretações/análises individuais, relacionando-as com o contexto vivenciado pelos alunos. Será importante discutirem sobre propostas de ações a serem desenvolvidas e relacionadas as questões CTS observadas. Uma sugestão é a releitura¹³ da obra, apresentando elementos contemporâneos para a produção individual dos alunos. Essa produção pode gerar interpretações interessantes sobre o enfoque CTS, bem como possibilitar reflexões sobre ações a serem desenvolvidas pelo grupo. Nesse momento o professor deve contribuir para desenvolver “3 -Competência Social para desenvolver ações individuais e em grupo que integrem CTS”.

13.A *releitura* foi proposta por Ana Mae Barbosa ao apresentar sua *Abordagem Triangular*, que, inicialmente, foi desenvolvida para Leitura de Imagens. A área de arte adotou essa abordagem como metodologia de ensino e passou a utilizar a releitura amplamente nas atividades escolares. A própria autora observou que houve um mal entendimento da abordagem da releitura, pois, essa passou a ser usada como um exercício de cópia de obras de arte ou cópia modificadas. Mas a releitura refere-se à produção de trabalhos artísticos baseados nas interpretações realizadas em uma determinada obra de arte. (Barbosa, 2005).

Segue sistematização da proposta de adaptação da *Leitura de Imagem Interdisciplinar* (LI²) ao enfoque CTS para ser utilizado nesse passo (Quadro 10).

Quadro 10 – Adaptação da Leitura de Imagem Interdisciplinar (LI²) ao enfoque CTS (Análise interpretativa do leitor).

LI ²	Competências CTS
1º passo Análise da forma	-
2º passo Análise de conteúdo	1- Competência cognitiva para ler e interpretar questões de CTS
3º passo Análise das relações que envolvem a Imagem: autor x contexto x leitor	2- Competência acadêmica para compreender o processo de investigação de questões CTS
4º passo Análise interpretativa do leitor	3- Competência Social para desenvolver ações individuais e em grupo que integrem CTS

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No final do século XX e início do século XXI o uso das imagens ampliou-se em especial nas redes sociais, onde o uso de imagens na comunicação ganhou espaço de forma exponencial, suplantando até o uso do texto. Contudo, na escola a imagem continua a ser utilizada como um suporte textual. Observamos assim, que a leitura textual é valorizada enquanto que a leitura de imagem não é explorada adequadamente no ensino e na educação formal.

As Ciências Naturais se baseiam essencialmente na observação e na modelização do mundo, apoiando-se, pois, num complexo universo imagético que não só ilustra como, sobretudo, suporta suas concepções de mundo, envolvendo: a educação, a divulgação e a pesquisa científica em si. Assim, é fundamental que essas imagens, em especial na Biologia, na Química e na Física, com enfoque CTS, sejam utilizadas adequadamente. Desta forma, entendemos que é im-

portante disponibilizar aos professores em formação ou em atuação, mecanismos que o auxiliem em relação à decodificação das imagens e sua compreensão mais ampla e profícua.

A proposta aqui apresentada vem, assim, contribuir com a leitura e a análise de imagem com enfoque CTS, leitura essa que pode ser realizada pelos professores e alunos. Entendemos que essa forma de análise abre a possibilidade para uma ampla gama de metodologias que podem interagir para equacionar o conhecimento no ato de sua compreensão entre intérprete e suas imagens. Estamos desenvolvendo estudos e discussões sobre análise de imagem com enfoque CTS, em especial em livros didáticos aprovados pelo PNLD.

A imagem, possibilita uma interpretação mais pessoal e subjetiva, o que não pode ser descartado ou desconsiderado. Nem sempre o aluno terá a mesma leitura do professor e é essa troca entre aluno-aluno, professor-aluno e alunos-professor que propicia riqueza do uso de imagens em sala de aula. Esta característica nos coloca dentro da *contrametodologia*¹⁴ feyerabendiana onde o enxame de metodologias é pensado na constituição do mundo da ciência, com o seu *tudo vai bem* (e não o *vale tudo*, na tradução brasileira – posto que este termo possui um juízo negativo de valor). Nenhuma única teoria pode estar de acordo com todos os fatos conhecidos de seu campo de conhecimento, é o grande ensinamento do epistemólogo alemão. (Feyerabend, 1977).

No *tudo vai bem* é necessário ver, compreender, interpretar, e situar-se na imagem, mas em sua dimensão crítica e transfiguradora pois, tal qual os hieróglifos egípcios ou os ideogramas do mandarim, as imagens abrigam o mundo e todo o Universo.

14.Termo desenvolvido pelos autores.

A análise poderá acessar a um grande código que é aquele de relacionar a natureza com a cultura quase da forma freiriana, onde o caminho interpretativo e a seleção das imagens significativas conduzirá a um inexorável reemergir das sombras especulares da caverna platônica em direção à construção de um conhecimento legítimo e mediado entre aqueles que compõem e constroem a sociedade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CNPq (Chamada Universal MCTI/CNPq 2018.) que propiciou recursos financeiros para o desenvolvimento da pesquisa “Imagens da Ciência: estudos, análises e criação de imagens para o ensino de ciência com enfoque CTS (Ciência- Tecnologia - Sociedade)”.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. **What is STS teaching?** In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. STS education: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, p. 47-59, 1994.
- AREAL, L. **O que é uma imagem?** Cadernos PAR. N.º 5 (Mai. 2012), p. 59-80. Disponível em: <<https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/566/1/art4.pdf>>. Acesso em 11 set. 2019.
- AULER, D; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científico-tecnológica para quê? Ensaio Pesquisa em Educação em Ciência**, Belo Horizonte, v.3, n.2, p.122-134, 2001.
- BARBOSA, A. A. T. B. **Releitura, citação, apropriação ou o quê?** BARBOSA, A. M. (Org.). Arte-Educação contemporânea: consonâncias internacionais. São Paulo: Cortez, p.143-149. 2005.
- CARVALHO, A. M. P. de. (1989). **Física: proposta para um ensino construtivista**. São Paulo: EPU. 65p.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez. 2011. 127p.
- FAGUNDES, E. A. **Leitura de imagem no ensino da arte: a fala e a prática dos/as professores/as da educação básica**. Curitiba, 247 f. (Mestrado em Educação). 2016. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/fevereiro2016/arte_dissertacoes/dissertacao_edimara_alves_fagundes.pdf> Acesso em: 10 jan. 2020.

FEITOSA, S. C. S. **Método Paulo Freire: Princípios e Práticas de uma Concepção Popular de Educação**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. 1999. Disponível em: <http://acervo.paulofreire.org:8080/jspui/bitstream/7891/4274/1/FPF_PTPF_01_0923.pdf>. Acesso em: 11 set 2020.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. Trad. Octanny S. da Mota e Leonidas Hegenberg. Rio de Janeiro: Francisco Alves. 1977. 488p.

FREIRE, P. **Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. 3 ed., São Paulo: Moraes. 1980.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra. 1996. 166p.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. São Paulo: Paz e Terra. 1987. 184p.

HANS HOLBEIN [filho]. **Os embaixadores**. Pintura a óleo sobre madeira de Carvalho. Dimensão - 207× 209.5 cm. National Gallery, Londres. 1533. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Os_Embaixadores#/media/Ficheiro:Hans_Holbein_the_Younger_-_The_Ambassadors_-_Google_Art_Project.jpg>. Acesso em: 11 set 2019.

HUSSERL, E. **A crise da humanidade europeia e a filosofia**. Porto Alegre; EDIPUCRS. 2008. 52p.

JOLY, M. **Introdução à análise da imagem**. 14. ed. Campinas: Papirus. 2010. 173p.

MAGRITTE, R. **La trahison des images (A traição das imagens)**. Técnica: Óleo sobre tela, dimensões: 60,33 cm × 81,12 cm. Los Angeles County Museum of Arte. Los Angeles, 1929. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/The_Treachery_of_Images#/media/File:MagrittePipe.jpg> Acesso em: 11 set 2020.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Trad. Maria Gabriela de Bragança. Mira-Sintra: Europa-América, 1982. 256p.

OSTROWER, F. **A construção do olhar**. In: NOVAES, A. O olhar. São Paulo: Editora Companhia das Letras. 1998. 495p.

ROSSI, M. H. W. **Imagens que falam: leitura da arte na escola**. Porto Alegre: Mediação. 2003. 140p.

SANTAELLA, L.; NÖTH, W. **Imagem: cognição, semiótica, mídia**. Iluminuras: São Paulo. 1997. 232p.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. **Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, p.133-162, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172000000200110> Acesso em: 11 set 2020.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. 3ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí. 2003. 160p.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da**

abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p.110-132, jul. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172000000200110>. Acesso em: 11 set 2020.

SILVA, J. A. P.; NARDI, R. **Arte e Ciência na Lua: interdisciplinaridade e formação de professores.** São Paulo: Cultura Acadêmica. 2017. 302p. Disponível em: <<http://www.culturaacademica.com.br/catalogo/arte-e-ciencia-na-lua/>>. Acesso em: 11 set. 2020.

SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D. **Leitura de imagem: reflexões e possibilidades teórico-práticas.** Labore em Ensino de Ciências, Campo Grande, v. 1, n. 1, p. 128-136. 2016. Disponível em: <<http://seer.ufms.br/index.php/labore/article/view/2866/pdf>>. Acesso em: 15 set. 2020.

SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D. **Leitura de imagens como possibilidade de aproximação entre arte e ciência.** Em Aberto, Brasília, v. 31, n. 103, p. 23-38, set./dez. 2018. Disponível em: < Leitura de imagens como possibilidade de aproximação entre arte e ciência>. Acesso em: 15 set. 2020.

SOUZA, C. A.; SILVA, J. A. P.; ALMEIDA, P. R. **Foto&Poema: diálogos entre arte e ciência.** Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa - PROEX, 2018. 70p. Disponível em: < https://issuu.com/focafotojor/docs/livro_foto_poema>. Acesso em: 12 dez. 2019.

“SOBRE OS AUTORES”

Fabio Ramos da Silva

Licenciado em Física pela Universidade Estadual de Maringá, UEM, Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina, UEL, e Doutor em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR. Foi professor de Física na rede pública do Estado de São Paulo, na Unesp e na UFMT. Atualmente é professor no Instituto Federal do Paraná, campus de Foz do Iguaçu. É líder do grupo de pesquisa em educação em ciências e matemática na mesma instituição.

Nájela Tavares Ujiie

Pedagoga. Psicopedagoga. Especialista em Educação Infantil. Mestre em Educação. Doutora em Ensino de Ciência e Tecnologia. Professora Adjunta da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Campus de Paranavaí. Líder do Grupo de Estudos e Pesquisa Práxis Educativa Infantil (GEPPEI) e do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação: teoria e prática (GEPE) ambos vinculados ao CNPq.

Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro

Licenciada em Matemática. Mestre em Tecnologia. Doutora em Educação Científica e Tecnológica. Professora titular do Departamento de Matemática e do Programa de Doutorado e Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia, da Universidade Tecnológica Fe-

deral do Paraná (UTFPR). Líder do Grupo de Estudos e Pesquisa Abordagens e Referenciais para o ensino-aprendizagem de matemática e Grupo de Pesquisa em Ciência, Educação, Tecnologia e Sociedade (CETS), ambos vinculados ao CNPq.

Débora Amaral Taveira Mello

Graduada em Tecnologia em Design de Móveis e em Bacharelado em Design pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Especialista em História da Arte pela Universidade do Sul de Santa Catarina, Mestre em Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR e Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. datmello@gmail.com.

Luiz Carlos Aires de Macêdo

Professor Adjunto na Universidade Federal Rural do Semi-Árido desde 2010 atuando no curso de Ciência e Tecnologia. Graduado em Sistema de Informação pela Universidade Potiguar em 2002; Mestre em Ciência da Computação pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) no ano de 2010; e Doutorando em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). E-mail: luizcarlos@ufersa.edu.br

Marcos Cesar Danhoni Neves

Professor Titular do Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia-UTFPR/PG e do Programa de Educação

para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá (UEM) e do PPGECEM – UEPG. Graduado em Licenciatura em Física pela UEM, Mestre em Física e Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Especialista em Educação e Divulgação Científica pelo MASHAV-Jerusalém (Israel). Em 2010 recebeu o Prêmio Paranaense de Ciência e Tecnologia, na área de Ciências Humanas e em 2019 recebeu o Prêmio Paranaense de Ciência E Tecnologia, categoria Exensionista em Ciências Exatas (concedidos pela Fundação Araucária)

Giovana Blitzkow Scucato dos Santos

Graduada em Bacharelado em Design pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Designer gráfica atuante nas áreas de animação, branding, diagramação e arte-finalização. Estudos em torno do uso da linguagem visual na divulgação científica. Foco na história da animação. blitzkow.gb@gmail.com.

Anderson Pedro Laurindo

Doutorando Acadêmico em Ensino de Ciência e Tecnologia na UTFPR-Ponta Grossa. Licenciando em Artes Visuais na Faculdade Campos Elíseos. Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2017). Pós-graduado em Psicopedagogia Clínica e Institucional pela ABRASCE (2011) e Filosofia e Sociologia para Educadores pelo ITDE (2013). Licenciatura em Pedagogia pela Faculdade Educacional de Arapoti – FATI (2009); Licenciatura em Filosofia pela UNAR – Centro Universitário de Araras Dr. Ed-

mundo Ulson (2013). Bolsista Capes e membro grupo de pesquisa INTERART - Interação entre Arte, Ciência e Educação: diálogos e interfaces nas Artes Visuais (CNPq).

Janinha Aparecida Pereira

Possui Licenciatura em Física pela UEPG (2002), Especialização em Pedagogia Escolar pela FACINTER (2004), Especialização em Educação Especial Inclusiva pela FSB (2013), Aperfeiçoamento PDE/UTFPR/CURITIBA (2015). Atualmente é professora efetiva de Física /SEED, lotada no Colégio Estadual Manoel Antônio Gomes, Município de Reserva, Núcleo de Telêmaco Borba. Está cursando o Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia na UTFPR-PG. Tem experiência nas disciplinas de Física, Química no Ensino Médio e Ciências, Informática e Matemática no Ensino Fundamental.

Jéssica da Silva Gaudêncio

Doutoranda em História das Ciências e Educação Científica na Universidade de Coimbra (UC) em acordo de cotutela com o Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia (PP-GECT), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Licenciada em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e mestre em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo (USP). É investigadora da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) e integrante do grupo de pesquisa História das Ciências e Educação Científica do Centro de Física da Universidade de Coimbra (CFIsUC). E-mail: jessigaudencio@hotmail.com

Alan Fernando Yoshiaki Matsushita

Doutor em Química pela Universidade de Coimbra (UC). Licenciado em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e mestre em Química Aplicada pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Integrante do grupo de pesquisa Química Supramolecular no Departamento de Química da Universidade de Coimbra (UC). E-mail: alanmatsushita@hotmail.com

Josie Agatha Parrilha da Silva

Doutora em Educação para Ciência e a Matemática pelo Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática - UEM (2009-2013). Pós-Doutorado em Educação para a Ciência - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP de Bauru (2015-2016). Mestre em Educação pela Programa de Pós-graduação em Educação - UEM (2004-2006). Licenciatura em Pedagogia (1984-1988) e Licenciatura em Artes Visuais (2004-2006). Docente do Departamento de Artes, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG (desde 2009). Docente do corpo permanente dos Programas stricto sensu de Pós-graduação: Ensino em Ciências e a Educação Matemática (PPGECM - UEPG) e Educação para a Ciência e a Matemática (PCM - UEM). Líder do grupo de pesquisa INTERART - Interação entre Arte, Ciência e Educação: diálogos e interfaces nas Artes Visuais (CNPq).

Marcos Gervânio de Azevedo Melo

Licenciado Pleno em Física, pela UFPA, Especialista em Ensino de Ciências, pela UFPA, Mestre em Ensino de Ciências Exatas pela

UNIVATES-RS e Doutor em Ensino de Ciências e Tecnologia, pela UTFPR. É Professor do Instituto de Ciências da Educação (ICED) da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA. Realiza estudos sobre Alfabetização Científica e Tecnológica no contexto do enfoque CTS.

Texto e Contexto

EDITORA E LIVRARIA

Rua Eduardo Bonjean, 375 - Uvaranas
CEP 84032030 - Ponta Grossa - Paraná
(42) 32269464 | (42) 988834226
textoecontexto.editora@gmail.com