

GERALDO W. ROCHA FERNANDES
ANTÔNIO M. RODRIGUES
CARLOS ALBERTO ROSA FERREIRA



Olhares para o ensino de Ciências:

tecnologias digitais,
atividades investigativas,
concepções e argumentação





Olhares para o ensino de Ciências:

tecnologias digitais,
atividades investigativas,
concepções e argumentação



Conselho Editorial da Editora Livraria da Física

Amílcar Pinto Martins – Universidade Aberta de Portugal

Arthur Belford Powell – Rutgers University, Newark, USA

Carlos Aldemir Farias da Silva – Universidade Federal do Pará

Emmánuel Lizcano Fernandes – UNED, Madri

Iran Abreu Mendes – Universidade Federal do Pará

José D'Assunção Barros – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Luis Radford – Universidade Laurentienne, Canadá

Manoel de Campos Almeida – Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Maria Aparecida Viggiani Bicudo – Universidade Estadual Paulista - UNESP/Rio Claro

Maria da Conceição Xavier de Almeida – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Maria do Socorro de Sousa – Universidade Federal do Ceará

Maria Luisa Oliveras – Universidade de Granada, Espanha

Maria Marly de Oliveira – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Raquel Gonçalves-Maia – Universidade de Lisboa

Teresa Vergani – Universidade Aberta de Portugal

Ubiratan D'Ambrosio – Universidade Anhanguera, São Paulo

Olhares para o ensino de Ciências:

tecnologias digitais,
atividades investigativas,
concepções e argumentação

GERALDO W. ROCHA FERNANDES
ANTÓNIO M. RODRIGUES
CARLOS ALBERTO ROSA FERREIRA



2021

Copyright © 2021 Editora Livraria da Física
1ª Edição

Direção editorial: José Roberto Marinho

Capa: Jorge A. Gabriel Seabra (Lisboa - Portugal)

Projeto gráfico e diagramação: Fabrício Ribeiro

Edição revisada segundo o Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Fernandes, Geraldo W. Rocha Olhares para o ensino de ciências: tecnologias digitais, atividades investigativas, concepções e argumentação / Geraldo W. Rocha Fernandes, António M. Rodrigues, Carlos Alberto Rosa Ferreira. – São Paulo: Livraria da Física, 2021.

Bibliografia.
ISBN 978-65-5563-028-2

1. Argumentação 2. Ciências - Estudo e ensino 3. Pedagogia 4. Investigação 5. Tecnologia digital
I. Rodrigues, António M. II. Ferreira, Carlos Alberto Rosa. III. Título.

20-47174

CDD-507

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências: Ensino 507

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida
sejam quais forem os meios empregados sem a permissão da Editora.

Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107
da Lei N° 9.610, de 19 de fevereiro de 1998



EDITORIAL

Editora Livraria da Física
www.livrariadafisica.com.br

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao professor Carlos Felipe Grácio, às crianças do “Projeto Espaço, Desafios e Oportunidades” pertencente ao Programa Escolhas em Portugal, à Fundação para a Ciência e Tecnologia – FCT, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Brasil e à Universidade de Lisboa (UL), Portugal, pelas parcerias.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
PARTE I. ALGUMAS REFLEXÕES E PROPOSIÇÕES PARA AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS	
CAPÍTULO I. APROXIMANDO O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO COM AS TICE	17
1. INTRODUÇÃO	17
2. ORIGEM E DEFINIÇÕES DO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO E ATIVIDADES INVESTIGATIVAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	18
3. AS PRINCIPAIS TICE UTILIZADAS EM ATIVIDADES INVESTIGATIVAS	25
4. AS PRINCIPAIS ETAPAS DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS E SUAS APROXIMAÇÕES PARA O USO DAS TICE	36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
6. BIBLIOGRAFIA	48
CAPÍTULO II. COMO ELABORAR UM MÓDULO TEMÁTICO VIRTUAL PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS?	57
1. INTRODUÇÃO	57
2. O CONTEXTO DE PRODUÇÃO DE UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA: OS MÓDULOS TEMÁTICOS VIRTUAIS	59
3. O PAPEL DO PROFESSOR/MEDIADOR E AS ETAPAS DE ELABORAÇÃO DOS MTV	86
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
5. BIBLIOGRAFIA	90

**PARTE II. ALGUMAS REFLEXÕES E PROPOSIÇÕES PARA
O DESENVOLVIMENTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS**

**CAPÍTULO III. REFLEXÕES SOBRE O PAPEL DO CIENTISTA E A
NATUREZA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA..... 95**

1. INTRODUÇÃO 95
2. AS CONCEPÇÕES SOBRE O PAPEL DO CIENTISTA, NdC E NdT 97
3. INSTRUMENTOS PARA COLETAR AS CONCEPÇÕES DOS
ESTUDANTES..... 109
4. INSTRUMENTOS PARA ANALISAR AS CONCEPÇÕES DOS
ESTUDANTES..... 110
5. ALGUNS EXEMPLOS DE IDENTIFICAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DE
CRIANÇAS E JOVENS 117
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 138
7. BIBLIOGRAFIA 140

**CAPÍTULO IV. REFLEXÕES SOBRE OS FUNDAMENTOS ESSENCIAIS
DA ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS 145**

1. INTRODUÇÃO 145
2. ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: DEFINIÇÕES E
FUNDAMENTOS ESSENCIAIS 146
3. OS FUNDAMENTOS ESSENCIAIS DA ARGUMENTAÇÃO NO
CONTEXTO DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA 147
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS 175
5. BIBLIOGRAFIA 176

**CAPÍTULO V. PROPONDO TRÊS INSTRUMENTOS PARA OS
FUNDAMENTOS ESSENCIAIS DA ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE
CIÊNCIAS 179**

1. INTRODUÇÃO 179
2. PARA A ESTRUTURA DO ARGUMENTO: OS ELEMENTOS E
UNIDADES TAXONÔMICAS DA ARGUMENTAÇÃO CIENTÍFICA..... 180

3. PARA A QUALIDADE DO ARGUMENTO: OS NÍVEIS HIERÁRQUICOS MODIFICADOS	186
4. PARA A CONSTRUÇÃO SOCIAL DO ARGUMENTO: O DISCURSO PEDAGÓGICO DE BASIL BERNSTEIN	188
5. ALGUNS EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DOS FUNDAMENTOS ESSENCIAIS DA ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	200
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	208
7. BIBLIOGRAFIA	209
SOBRE OS AUTORES	213

APRESENTAÇÃO

Os capítulos desse livro são frutos de vários estudos que foram concretizados na tese de doutorado intitulada “Atividades de investigação mediadas pelas TICE: estudo das concepções, interações e discussões desenvolvidas por crianças e jovens no ensino de Ciências” e, depois, publicados em alguns periódicos e anais de congressos nacionais e internacionais em educação científica.

Ainda faltava alcançar um último objetivo, sistematizar os principais textos, revisões, propostas e reflexões em um material didático que pudesse ser utilizado, debatido e refletido na educação básica e no ensino superior, principalmente na formação de professores de Ciências.

O leitor verificará que os exemplos citados, nos capítulos que se seguem, têm como cenário de coleta de dados um projeto social, em uma comunidade de imigrantes, desenvolvido na Região da Tapada das Mercês, no concelho de Sintra, em Portugal, que denominamos de “Projeto Experimental de Educação Científica e Tecnológica (PEECT)”. Este projeto atendia estudantes do ensino fundamental de várias escolas da região, num contexto de grande vulnerabilidade social e econômica. Para apoiar os estudantes dentro desta realidade, o PEECT procurava desenvolver ações de inclusão escolar, educação não formal e inclusão digital, durante todo o ano, num espaço que possui computadores e desenvolve diversas atividades.

As atividades eram realizadas na forma de oficinas temáticas, baseadas no desenvolvimento de projetos e num contexto de educação científica e tecnológica. As principais oficinas eram de aeromodelismo, onde os alunos construíam aeromodelos e modelos de foguetes (temática relacionada ao espaço, universo, aeronáutica e astronomia) e robótica (temática relacionada com energias alternativas), onde os alunos constroem modelos de barcos, carros movidos a energia solar e turbinas eólicas. Estas atividades, dentro de um contexto não formal, teve o objetivo de complementar o ensino formal de Ciências e Tecnologia que os estudantes recebem nas escolas da região, além disso, são mais práticas do que teóricas, uma vez que os alunos já têm acesso à teoria na sala de aula.

O espaço do PEECT não era um laboratório de práticas ou de experiências científicas para as escolas da região, mas um espaço de desenvolvimento de atividades baseadas num projeto de inclusão social e digital.

O PEECT era apoiado por um espaço equipado com computadores, denominado CID@NET, que foi criado em 2006 com o objetivo de promover a inclusão digital dos alunos participantes. Dentro deste espaço, os alunos têm o reforço escolar utilizando a Internet e, principalmente, utilizando um conjunto de sequências de ensino online. Assim, nasceu o desejo de trazer os estudos, reflexões e teorias do doutorado para este livro que está organizado em duas partes e constituído por cinco capítulos.

Ao propor o título deste livro, “*Olhares para o ensino de Ciências: tecnologias digitais, atividades investigativas, concepções e argumentação*”, pensamos trazer reflexões sobre quatro grandes temas, bastante pesquisados e difundidos no ensino de Ciências: o estudo das tecnologias digitais e o seu papel no ensino de Ciências, o Ensino de Ciências por Investigação e as Atividades Investigativas, as concepções sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e o papel do Cientista e, por fim, a argumentação científica articulada a todos os temas anteriores.

Assim, a PARTE I deste livro é caracterizada por dois capítulos que são resultados de uma revisão sistemática da literatura (ou pesquisa bibliográfica) que teve o objetivo de conhecer como se caracteriza o ensino de Ciências mediado pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para o Ensino (TICE). O **Capítulo I** apresenta uma análise sobre a integração do Ensino de Ciências por Investigação – ENCI (*inquiry-based science education*) com as TICE, ou seja, apresenta algumas tecnologias digitais e recursos como ferramentas mediadoras para o desenvolvimento de atividades de investigação no ensino de Ciências. De acordo com nossa reflexão, existem exemplos de uso efetivo das TICE para a realização de atividades investigativas, embora os estudos sugiram que a componente essencial para o ensino e a aprendizagem de Ciências, que utilizam recursos digitais, é determinada pelo professor com suas abordagens pedagógicas. O **Capítulo II** apresenta uma proposta pedagógica ativa para promover o Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) através de Módulos Temáticos Virtuais (MTV). Trata-se de uma proposta que busca contribuir com a prática e formação dos professores de Ciências. Para o seu desenvolvimento, consideramos quatro princípios que mantinham

relações com as TICE: 1) Identificar o tema e os conteúdos de Ciências que farão parte do MTV; 2) Selecionar os objetos virtuais de aprendizagem (OVA) de Ciências em repositórios educativos; 3) Organizar os OVA e os recursos digitais em um suporte multimídia e hipermídia interativa; 3) Elaborar diagramas no contexto do ENCI mediado pelas TICE; 4) Construir um MTV na perspectiva do ENCI. A nossa ideia neste capítulo foi a de fornecer um ponto de partida para a construção e implementação de uma abordagem didática alicerçada no ENCI e mediada pelas TICE para a aprendizagem de Ciências.

A PARTE II deste livro apresenta algumas identificações, reflexões e proposições para o desenvolvimento do ensino de Ciências: 1) a concepção da *Natureza da Ciência* (NdC), *Natureza da Tecnologia* (NdT) e do papel dos cientistas na visão de crianças e jovens; 2) revisão dos principais fundamentos essenciais da argumentação no ensino de Ciências; e 3) proposição de três instrumentos para os fundamentos essenciais da argumentação no ensino de Ciências.

Assim, o **Capítulo III** apresenta a elaboração e validação de um instrumento de categorias para analisar três concepções de crianças e jovens: 1) concepção sobre o papel do cientista, 2) concepção sobre a Natureza da Ciência (NdC) e 3) concepção sobre a Natureza da Tecnologia (NdT). Neste capítulo é mostrado que crianças e jovens possuem concepções ingênuas sobre a NdC, ou seja, com visões empíricas e técnica-instrumental. Elas caracterizam a NdT, principalmente, como recurso instrumental, aplicação do conhecimento e, até mesmo, como algo importante que faz parte de suas vidas. Em relação ao papel do cientista, possuem compreensões estereotipadas (desenvolvimento de métodos, comprovação dos fatos, relação com instrumentos tecnológicos etc.).

O **Capítulo IV** tem por objetivo apresentar os pressupostos teóricos que fundamentam as pesquisas que usam da argumentação como ferramenta de análise para as discussões argumentativas estabelecidas por crianças e jovens durante o ensino de Ciências. Os estudos que apoiam a argumentação, como ferramenta de análise, foram organizados em quatro temáticas, a saber: 1) a estrutura do argumento; 2) a qualidade do argumento; 3) o processo de movimento e progressão do argumento; e 4) a construção social do argumento.

O **Capítulo V** apresenta uma proposta de três instrumentos de análise da argumentação. O primeiro, designado *Elementos Taxionômicos da Argumentação Científica* (ETAC), procura caracterizar a estrutura e o movimento discursivo

num processo de interações sociais no âmbito de diferentes contextos: atividades manipulativas ou usando TIC (*hands-on* ou *TIC-on*). O segundo, denominado *Qualidade do Argumento Modificado* (QAM), visa hierarquizar o argumento, em diferentes níveis, para classificar a sua qualidade. O terceiro tem a preocupação de compreender o argumento, a partir da sua construção social, e para isso é apresentado um resumo dos principais termos que caracterizam o “discurso pedagógico” de Basil Bernstein (BERNSTEIN, 1993, 1998). Para exemplificar o uso desses instrumentos, foi analisado o argumento de crianças e jovens em uma oficina que trabalhou com conceitos de Física sobre o “Voo dos Aviões”.

Através das proposições, reflexões e dos diversos instrumentos de análise apresentados nos capítulos deste livro, esperamos que esta obra possa auxiliar professores e estudantes de licenciaturas a promoverem o desenvolvimento de atividades investigativas, o uso de recursos digitais e a construção do argumento em contextos formais e não formais do ensino de Ciências.

Os Autores,

Diamantina, dezembro de 2020.

Lisboa, dezembro de 2020.

PARTE I

ALGUMAS REFLEXÕES E PROPOSIÇÕES PARA AS
TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E
ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS



CAPÍTULO I

APROXIMANDO O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO COM AS TICE

1. INTRODUÇÃO

A investigação científica envolve uma variedade de competências que os cientistas usam para compreender o mundo natural. Para fazer com que os alunos também vivenciem algumas dessas competências de investigação, com o objetivo de promover uma melhor qualidade do ensino de Ciências, pesquisadores e educadores elaboram currículos diferentes, uma variedade de recursos instrucionais e diversas estratégias de ensino.

Conceber uma metodologia de ensino, que rompa com a linearidade da educação tradicional, implica criar diferentes estratégias. Entre elas, podemos pensar em estratégias que façam os alunos a pensarem, pesquisarem, selecionarem informações, recolher evidências, organizarem os argumentos e apresentarem as suas conclusões... Essas estratégias nem sempre são fáceis de serem construídas pelos alunos e os motivos são diversos: ênfase do currículo de Ciências no estudo dos conceitos por meio do ensino tradicional, formação inadequada de professores, falta de material didático adequado (CACHAPUZ; GIL-PÉREZ; CARVALHO; PRAIA; VILCHES, 2011), entre outros.

Por outro lado, também existem dificuldades em relação à mudança da percepção dos alunos quanto ao seu papel na sala de aula, pois tendem a considerar como lúdicas as tarefas que envolvem uma participação mais ativa em que professores são orientadores e moderadores e não transmissores de conhecimentos (BOSSLER; BAPTISTA; FREIRE; NASCIMENTO, 2009).

Uma tendência contemporânea para um ensino de Ciências, centrado mais no aluno e menos no professor, é o Ensino de Ciências por Investigação, ou como é apresentado na literatura internacional o *Inquiry-Based Science*

Education (IBSE) (NATIONAL RESEARCH COUNCIL [NRC], 2000) e que também pode ser mediado pelas tecnologias de informação e comunicação (TIC) (EBENEZER; KAYA; EBENEZER, 2011).

As TIC são usadas em diversos setores: engenharia, medicina, bancos etc. Para este capítulo, as TIC serão referidas como as possíveis “tecnologias educativas midiáticas” de serem utilizadas no ensino. Assim, também utilizaremos o termo “TICE”, ou seja, nos interessa as Tecnologias de Informação e Comunicação para o Ensino (TICE) que englobam as diversas ferramentas digitais que podem ser utilizadas na educação (TICE = TIC + Ensino) (CHARLIER; PERAYA, 2007). Ao colocar o aluno como agente ativo no processo de aquisição de conhecimento, o uso das TICE pode ajudá-lo a realizar investigações que incluem formulação de questões, desenvolvimento de hipótese, recolha de dados e revisão da teoria (RUTTEN; VAN JOOLINGEN; VAN DER VEEN, 2012).

Diante do exposto anteriormente, o objetivo do presente capítulo é apresentar uma reflexão sobre as principais TICE utilizadas no ENCI ou *IBSE* e propor uma sistematização das principais etapas que caracterizam as *atividades investigativas no ensino de ciências* e sua aproximação para o uso das TICE. Assim, a nossa intenção neste capítulo é refletir sobre as seguintes questões: 1) Quais as principais TIC podem ser utilizadas no ENCI-*IBSE*?; 2) Como se caracterizam as principais etapas do ENCI-*IBSE* quando o seu desenvolvimento é apoiado por diversas TICE?

Para melhor compreensão destas questões, resgatamos alguns trabalhos publicados nas principais revistas internacionais de ensino de Ciências. Selecionamos um grupo de artigos que trazem uma discussão sobre o ENCI mediado pelas TICEs e que apresentam estudos empíricos com resultados da integração da tecnologia educativa no ensino investigativo.

2. ORIGEM E DEFINIÇÕES DO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO E ATIVIDADES INVESTIGATIVAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Alguns estudos datam que são do século XIX as primeiras incorporações da realização da investigação científica nas salas de aulas, principalmente por meio do uso do laboratório escolar (NRC, 2000; ZOMPERO; LABURÚ, 2011) e que até a virada do século, a concepção de investigação era baseada em

repetir ações adotadas por cientistas através de um método científico e de uma ciência neutra.

Foi somente no início do século XX que a perspectiva de Ensino de Ciências por Investigação ou *inquiry-based science education* ganhou forças, principalmente pelos trabalhos de Joseph Schwab e John Dewey (NRC, 2000; TRÓPIA, 2011; ZOMPERO; LABURÚ, 2011). John Dewey publicou em 1938 o *Logic: The Theory of Inquiry*. Para Dewey, o conhecimento se inicia com um problema e se encerra com a resolução da situação problemática, ou seja, o ato investigativo, por sua vez, requer atitude sistematizada que implica em problematizar, investigar e concluir, diferenciando-se, portanto, da mera definição ou demonstração (DEWEY, 2007).

Na década de 1950, 1960 e início dos anos 70, o rótulo da abordagem investigativa (*inquiry-based approach*) foi usado pela maior parte dos projetos curriculares apoiados pela Fundação Nacional de Ciências (NSF) dos Estados Unidos.

Nos anos 60, os Estados Unidos, para vencer a batalha espacial, fizeram investimentos de recursos humanos e financeiros na educação, para produzir os chamados projetos de 1ª geração do ensino de Física (*Physical Science Study Commitee – PSSC*), Química (*Chemical Bond Approach – CBA*), Biologia (*Biological Science Curriculum Study – BSCS*) e Matemática (*Science Mathematics Study Group – SMSG*) para o ensino médio. Esses projetos enfatizavam os trabalhos experimentais e ensino por instrução programada. O método científico era dividido em etapas bem demarcadas: a identificação de problemas, o estabelecimento de hipóteses para resolvê-los, a organização e execução de experiências para a verificação das hipóteses e a conclusão, validando ou não as hipóteses. Esse movimento teve a participação intensa das sociedades científicas, das Universidades e de acadêmicos de renome, apoiados pelo governo e que influenciou outros países (por exemplo, a Inglaterra com os projetos financiados pela *Fundation Nuffield*).

Segundo Trópia (2011), a partir da década de 1980, houve uma associação do ensino investigativo (*inquiry-based approach*) com perspectivas teóricas contemporâneas decorrentes dos trabalhos de Piaget, das pesquisas em Educação em Ciências, como as *concepções alternativas* e a *mudança conceitual* (POSNER; STRIKE; HEWSOSN; GERTZOG, 1982), do movimento *Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)* (GIL PÉREZ; CASTRO, 1996).

Essas diversas perspectivas contribuíram no final da década de 1980 e início da década de 1990 para as reformas curriculares nos EUA e na Inglaterra, instituindo a investigação (*inquiry*) como prática de ensino de Ciências contextualizada com a realidade do aluno e não mais como reprodução do método científico (NRC, 1996; TRÓPIA, 2011; ZOMPERO; LABURÚ, 2011).

A Associação Americana para o Desenvolvimento da Ciência (*American Association for the Advancement of Science*) (AAAS) fundou em 1985 o *Project 2061* para ajudar a todos os Americanos a alcançar uma adequada formação em Ciências, Matemática e Tecnologia. Com sua publicação inicial, “*Science For All Americans*”¹, desde 1989, o documento fixou a base para o movimento nacional das principais orientações (*standards*) de Ciências nos anos de 1990. Em 1993 foi publicado outro documento, “*Benchmarks for Science literacy: project 2061*”, e que apresenta diretrizes curriculares para o ensino de Ciências². Em 1996, publicou-se nos EUA um dos principais documentos sobre o ensino investigativo, o *National Science Education Standards* (NRC, 1996). Nele são propostas algumas orientações (os *standards*) para a Alfabetização Científica (*Science literacy*), reconhecendo a importância do Ensino de Ciências por Investigação (*inquiry-based science education*) (ZOMPERO; LABURÚ, 2011). Em 2000, foi publicado o *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning* (NRC, 2000)³. Em 2012, foi publicado o *Framework for K-12 Science Education* com o objetivo de fazer com que o ensino de Ciências fosse mais uniforme em todo o país (NRC, 2012)⁴. Em 2013, um novo conjunto de padrões nacionais, *Next Generation Science Standards (NGSS)*, foram apresentadas à comunidade americana (NGSS LEAD STATES, 2013)⁵.

Os documentos oficiais de reformas nos EUA, como o da AAAS (1990), o NRC (1996) e NRC (2000), NRC (2012) e o NGSS (2013) são as principais referências bibliográficas na maioria das pesquisas internacionais sobre *inquiry-based approach* (BELL; URHAHNE, SCHANZE; PLOETZNER, 2010; OLYMPIOU; ZACHARIA, 2012; SMETANA; BELL, 2012; WEBB, 2005; ZACHARIA; OLYMPIOU; PAPAERVIPIDOU, 2008; OSBORNE,

1 Disponível em: <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>.

2 Disponível em: <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php?home=true>.

3 Disponível em: http://nap.edu/catalog.php?record_id=9596.

4 Disponível em: <https://www.nap.edu/download/13165#>

5 Disponível em: <https://www.nap.edu/download/18290#>

2014). Os projetos implementados nos EUA, seguidos das reformas curriculares, levaram as Academias de Ciências de vários países a repensar os seus currículos de Ciências. Segundo Boaventura, Faria, Chagas e Galvão (2011), muitos destes documentos defendem a necessidade de desenvolver as opiniões dos estudantes sobre a atividade científica, através da utilização de uma abordagem baseada na investigação, de modo a enfatizar a resolução de problemas e o pensamento crítico, o mais cedo possível, em um contexto do mundo real. Há, portanto, algum debate sobre o que os estudantes de diferentes níveis de ensino podem fazer com as atividades científicas, distanciando-se cada vez mais da investigação (*inquiry*) tradicional que era defendido na década de 1950 e 1960 através dos projetos curriculares americanos e ingleses. No Brasil, esta tendência se intensificou principalmente no final da década de 1990, com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999) e suas complementações (BRASIL, 2002), com os trabalhos de Carvalho et al. (2004, 2013, 2010) e também com os trabalhos do Centro de Divulgação Científica e Cultura (CCC/USP) que participa desde 2001 do programa ABC na Educação Científica – Mão na Massa (SCHIEL; ORLANDI et al., 2009).

Embora a importância da investigação no ensino de Ciências seja bastante clara, através de sua inserção nos documentos oficiais de diversos países, a sua definição é bastante confusa (BELL et al., 2010). O termo assume diferentes significados em diferentes contextos (BELL et al., 2010) e, do mesmo modo, também no currículo de Ciências, em função das necessidades políticas, econômicas e sociais de cada país (TRÓPIA, 2011; ZOMPERO, LABURÚ, 2011). Esses significados vão de concepções tradicionais nas reformas curriculares da década de 1950 e 1960, ao promover o método científico na sala de aula, às concepções que buscam superar essa visão, trazendo discussões sobre a Alfabetização Científica ou Letramento Científico, a Natureza da Ciência e outras dimensões que constituem as condições de compreensão e produção da ciência à partir da década de 1980 (NRC, 1996; TRÓPIA, 2011).

Atualmente, o que se entende por ENCI e atividades de ensino de Ciências baseadas em investigação? O que podemos dizer é que, na atualidade, as atividades investigativas não são realizadas por meio de etapas fechadas, levando os alunos a realizá-las de modo algorítmico, como em um suposto método científico (ZOMPERO; LABURÚ, 2011), método esse que recebe

crítica de vários pesquisadores em ensino de Ciências (CACHAPUZ et al., 2011).

O ENCI, não tem mais, como na década de 1960, o objetivo de formar cientistas. Atualmente, o ENCI é pensado como uma “Abordagem de Ensino” e utilizado com outras finalidade, como a promoção da Alfabetização Científica (SASSERON; CARVALHO, 2011), o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos (LEE; LINN; VARMA; LIU, 2010), a elaboração de hipóteses, anotação, análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação (CARVALHO et al., 2004, 2013; CHEN; LOOI, 2011), a reflexão de questões sociocientíficas (BARAB et al., 2007; CHER PING, 2008; NELSON, 2007), a discussão sobre a Natureza da Ciência e o papel do cientista (DRIVER et al., 1996; FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2016), o manuseio de softwares e programas específicos (FERNANDES, 2016; WEBB, 2005), entre outros.

Em busca de um conceito e da necessidade de demarcá-lo, é perceptível certa confusão na literatura quanto aos termos “aprendizagem por investigação”, “ensino por investigação” e “atividades por investigação” (*inquiry-based learning; inquiry-based teaching e inquiry-based activities*).

A partir de alguns trabalhos presentes na literatura, o ensino investigativo ou ‘*inquiry*’ é menos citado como um método (TAN; WONG, 2012), conteúdo (NRC, 2000) e estratégia de ensino (BOSSLER et al., 2009). Por outro lado, é mais comumente caracterizado por atividades investigativas, desenvolvimento de etapas e procedimentos, abordagem de aprendizagem e desenvolvimento de habilidades.

Muitos estudos utilizam a definição apresentada no National Research Council (NRC, 1996; 2000, 2012) (BARAB et al., 2007; KETELHUT, 2007; KUBASKO et al., 2008; TOLENTINO et al., 2009; TAN, WONG, 2012; OSBORNE, 2014; WAIGHT, ABD-EL-KHALICK, 2007). O próprio NRC (1996) apresenta vários elementos para caracterizar a investigação educativa como *atividades*:

A investigação também se refere às atividades dos estudantes em que eles desenvolvem conhecimento e compreensão de ideias científicas, bem como uma compreensão de como os cientistas estudam o mundo natural (NRC, 1996, p. 23, tradução nossa).

Também define o ensino investigativo, além de “atividade multifacetada”, como *etapas e procedimentos*:

A investigação é uma atividade multifacetada que envolve fazer observações; perguntas; examinar livros e outras fontes de informação para ver o que já é conhecido; planejar investigações; revisar o que já é conhecido à luz de evidências experimentais; usando ferramentas para coletar, analisar e interpretar dados; propor respostas, explicações e previsões; e comunicar os resultados (NRC, 1996, p. 23, tradução nossa).

Inicialmente não vamos assumir que o ENCI e as “*atividades investigativas no ensino de Ciências*” são necessariamente a mesma coisa, no entanto estão relacionadas entre si. O ENCI é uma abordagem para ensinar e aprender Ciências (BARAB et al., 2007; DORI, SASSON, 2008; JAAKKOLA, NURMI, 2008; NRC, 2000; SCALISE et al., 2011), já as atividades investigativas fazem parte desta abordagem e que tem como objetivo o desenvolvimento de certas competências cognitivas, caracterizadas por etapas e procedimentos específicos. Estes procedimentos são compreendidos por três fases: a) planejamento (antes); b) desenvolvimento (durante); c) reflexão (depois).

a) *Planejamento das atividades investigativas*: ao planejar uma atividade investigativa, dentro do ENCI, o professor deve ter claro o conteúdo que será trabalhado (NRC, 2000, 2012), as habilidades cognitivas e manipulativas desenvolvidas pelos alunos (DORI, SASSON, 2008; NRC, 2000; TAN, WONG, 2012; ZOMPERO; LABURÚ, 2011), e ainda as etapas e procedimentos da realização da atividade (JAAKKOLA; NURMI, 2008; KAWALKAR, VIJAPURKAR, 2011; LUCERO et al., 2012; NRC, 1996; WAIGHT; ABD-EL-KHALICK, 2007). Sasseron e Carvalho (2011) sugere que os professores levem em consideração, ao planejarem atividades investigativas, três eixos para promover a alfabetização científica: 1) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; 2) compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; 3) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente. De acordo com Sasseron e Carvalho (2011), as propostas didáticas que surgirem respeitando esses três eixos devem ser capazes de promover o início da alfabetização científica, pois terão criado

oportunidades para trabalhar problemas envolvendo a sociedade e o ambiente, discutindo, concomitantemente, os fenômenos do mundo natural associados, a construção do entendimento sobre esses fenômenos e os empreendimentos gerados a partir de tal conhecimento.

Podemos pensar que as atividades investigativas, dentro do ENCI, podem ser de dois tipos: ENCI através de objetos (*object-on*) e ENCI através da mente (*mind-on*). As atividades do tipo “*object-on*” podem ser de duas maneiras: 1) manipulativas (*hands-on*), onde os alunos irão manipular um objeto real, realizando um experimento para obter resposta de um dado problema de investigação; e/ou por 2) Tecnologias de Informação e Comunicação para o Ensino (*ICTE-on*), onde os alunos interagem com uma tecnologia educativa para obter resultados de uma investigação. Por exemplo, dados disponíveis na internet (UCAR; TRUNDLE, 2011; VAN SEE; ROBERTS, 2006; WAIGHT; ABD-EL-KHALICK, 2007); uso de simulações (BELL; TRUNDLE, 2008; LIN; HSU; YEH, 2012; FERNANDES, 2016) e de laboratórios virtuais (DORI; SASSON, 2008; JAAKKOLA; NURMI, 2008), ou até mesmo o uso de um jogo virtual no que diz respeito às questões sócio científicas (NELSON, 2007; TOLENTINO et al., 2009). As atividades do tipo “*mind-on*” são elaboradas para desenvolver o pensamento crítico dos alunos (*mind-on*) e não apenas a parte física da aprendizagem (*hands-on*) (DONNELLY; O'REILLY; McGARR, 2012). O desenvolvimento de questões sócio científicas, por meio de debates e leitura de textos, seria um exemplo de atividades *mind-on* (FURBERG; LUDVIGSEN; 2008; ZYDNEY; GRINCEWICK, 2011).

b) *Desenvolvimento das atividades investigativas*: esta é a fase caracterizada pela realização das *etapas e procedimentos* do ENCI. Vários autores apresentam uma série de etapas para a realização de atividades científicas (CARVALHO et al., 2013; EBENEZER et al., 2011; JAAKKOLA; NURMI, 2008; NRC, 2000; RUTTEN et al., 2012). Os alunos partem de uma questão, um problema (apresentado pelo professor ou criado por eles), levantam hipóteses, realizam ações (pesquisas) para responder o problema, coletam e sistematizam os dados e respondem as questões. O desenvolvimento das atividades através de etapas é muito mais que realizar um método científico, trata-se do desenvolvimento de competências mais complexas (*hands-on* e também *mind-on*): “Ao se envolver no ensino investigativo, os alunos descrevem objetos e eventos, fazem

perguntas, constroem explicações, avaliam essas explicações..., e comunicam suas ideias” (NRC, 1996, p. 2, tradução dos autores).

c) *Reflexão das atividades investigativas*: quando se finaliza a realização de uma atividade investigativa, o professor estimula os alunos a refletirem sobre as ações realizadas. Trata-se de uma competência *mind-on* em que os alunos argumentam sobre o processo, socializam as dúvidas, dificuldades e soluções e apresentam as suas sistematizações. Podemos dizer que este é o momento que o “ensino investigativo requer identificação de pressupostos, uso do pensamento crítico e lógico, e consideração de explicações alternativas” (NRC, 1996, p. 23 - tradução dos autores).

É importante destacar que o desenvolvimento do ENCI não deve estar centrado em perspectivas pouco reflexivas da ciência. O processo investigativo deve ir além das atividades técnicas instrumentalistas, como por exemplo, discutir as relações e implicações sociais e políticas da investigação científica na sociedade, incluindo as controvérsias e limites da ciência durante a realização das atividades (CACHAPUZ et al., 2011; TRÓPIA, 2011; FERNANDES, 2016).

3. AS PRINCIPAIS TICE UTILIZADAS EM ATIVIDADES INVESTIGATIVAS

Estudos em que alunos desenvolvem atividades investigativas mediadas por tecnologias educativas vêm ganhando destaque nos últimos anos. Existem estudos que utilizaram simulações e softwares de simulações, laboratórios virtuais, hipermídias, multimídias, internet, laboratórios remotos, smartphones, tablets e outras tecnologias digitais (atividades sobre objetos: *objects-on activities*) como apoio na realização de atividades investigativas em situações de ensino aprendizagem. O Quadro 1 apresenta um resumo das principais TICE e seus efeitos quando são utilizadas no ENCI.

Quadro 1. Principais tecnologias educativas possíveis de serem utilizadas para a realização de atividades investigativas, suas características e efeitos.

<i>As principais TICE utilizadas nas Atividades Investigativas</i>	<i>Resumo das características de “ensino investigativo”</i>	<i>Efeitos</i>
<i>Hiperâmídia, Multimâmídia, Web e Internet</i>	<p>Web: pesquisa de páginas na web; resolução de problemas; compartilhamento de dados disponíveis na web; investigação guiada e aberta; estratégias de pesquisa; comunicação síncrona e assíncrona; trabalho colaborativo; colaboração com cientistas.</p> <p>Hiperâmídia–Multimâmídia: representação dinâmica e estática dos fenômenos científicos; visualização ubíqua dos fenômenos; resolução de problemas; conteúdo guiado.</p>	<p>Necessidade de ações e apoio do professor; redução do tempo de ensino; atitude, raciocínio científico, mudança conceitual, motivação e engajamento do aluno; auto eficácia; formação de pensamento crítico.</p>
<i>Simulações & Software de Simulações</i>	<p>Representação dos fenômenos científicos; resolução de problemas; experimentação, navegação e manipulação de variáveis; observação da mudança dos fenômenos; construção e análise de modelos de fenômenos.</p>	<p>Promoção de argumentação científica; desenvolvimento de ideias e evolução conceitual; engajamento ativo; entendimento conceitual e analítico; complementação do ensino tradicional; identificação e correção de equívocos; construção das representações.</p>
<i>Laboratórios Virtuais</i>	<p>Combinação de recursos virtuais com experimentos reais; representação dos fenômenos científicos; resolução de problemas; manipulação de variáveis; modelização.</p>	<p>Preferência de uso de Laboratório Virtual; compreensão conceitual; apoio instrucional; entendimento conceitual e habilidades gráficas; interesse e motivação; aprendizagem individualizada.</p>
<i>Laboratórios e Dados Remotos</i>	<p>Investigação de dados; visualização dos fenômenos científicos; resolução de problemas; interpretação de variáveis; manipulação e controle de aparelhos reais; compartilhamento de recursos entre várias instituições; dados de pesquisa à distância; colaboração com cientistas.</p>	<p>Entusiasmo dos alunos; acesso ubíquo.</p>

<i>As principais TICE utilizadas nas Atividades Investigativas</i>	<i>Resumo das características de “ensino investigativo”</i>	<i>Efeitos</i>
<i>Jogos Virtuais e “serious games”</i>	Estratégia de predição-observação-explicação; resolução de problemas; manipulação de variáveis.	Raciocínio lógico; ganhos de conhecimento e impacto na aprendizagem; mudança de atitudes; pensamento e argumentação científica.
<i>Ambientes Virtuais Multiusuários (Multi-user Virtual Environments - MUVE)</i>	Problematização, reflexões e narrativa sobre questões conceituais, sócio científicas e éticas da ciência; processo de investigação científica e aprendizagem colaborativa.	Engajamento ativo; motivação; habilidades de pensamento de sistema complexo; produção de narrativa socio científica.
<i>Ensino mediado por Computador (Computer-assisted instruction-CAI)</i>	Sistema tutorial guiado; resolução de problemas; representação de fenômenos científicos; ações de modelagem: análise, síntese e interpretação por testes.	Melhoria no desempenho, capacidade de investigação e planejamento; atitudes em relação à ciência; redução de concepções alternativas, melhoria no entendimento conceitual e de teorias, argumentação científica, modelização e trabalho colaborativo.
<i>Fotos, vídeos, Wikis e chats</i>	Chat como meio de trocas de informação; vídeos como representação e explicação dos fenômenos científicos; fotografia como representação estática e recurso para mapear e analisar fenômenos.	Fotografias como ferramenta que explora ideias e favorece argumentação científica; vídeos como facilitador de questionamentos, elaboração de sentidos (significados) e promoção de mudanças de ideias.
<i>Smartphones e tablets</i>	Instrumentos de aprendizagem móvel e compartilhamento de dados; tarefas de consulta, coleta de dados e trabalho em grupo.	Aprendizagem mais pessoal; atitudes positivas em relação ao ensino de ciências.

O uso das tecnologias digitais, juntamente com o ENCI, propõe um ensino mais colaborativo, centrado no aluno e se afasta da ideia do “método científico tradicional”. Os efeitos evidenciados no Quadro 1 são centrais para o desenvolvimento deste tipo de ensino: raciocínio científico, evolução conceitual, motivação, engajamento, habilidades de pensamento, promoção da argumentação científica, mudanças de atitudes em relação ao ensino e à ciência, aprendizagem, trabalho colaborativo e outros.

Apresentamos a seguir, textos explicativos para as principais TICE utilizadas nas Atividades Investigativas do Quadro 1 com o objetivo de apresentar alguns estudos que utilizam alguma tecnologia educativa no Ensino de Ciências por Investigação.

3.1. Atividades Investigativas por Hipermissão, Multimídia, Web e Internet

Conforme o Quadro 1, o uso da *internet com seus suportes midiáticos e hiper midiáticos* apresenta diversas características numa perspectiva de ENCI. A aprendizagem de ciências baseada na Internet tem sido estudada por mais de uma década. Podemos citar o trabalho de Lee et al. (2011) que fez uma importante revisão de artigos publicados em periódicos sobre a *aprendizagem de ciência baseada na internet* de 1995-2008. Algumas conclusões referentes ao desenvolvimento de atividades investigativas que se apoiam sobre a internet são caracterizadas a partir desta revisão. Por exemplo, o controle do aluno é essencial para melhorar as suas atitudes e motivação para a aprendizagem de Ciências com base na Internet. No entanto, a orientação adequada dos professores, moderadores, ou ambientes de aprendizagem baseado na Internet ainda é fundamental para a aprendizagem de Ciências quando se usa a Internet.

Outro exemplo é o estudo de Gelbart, Brill e Yarden (2009) que apresenta o resultado do impacto do ENCI baseado na web sobre o entendimento de *genética* de estudantes; e Hoffman et al. (2003) que investigaram a natureza do entendimento de conteúdo científico, o uso e as estratégias de investigação de 830 alunos da sexta série ao utilizarem a internet (via Artemis, uma interface para a Biblioteca Digital) para pesquisarem sobre *astronomia, ecologia, geologia ou tempo*. Estes trabalhos mostram que os alunos constroem entendimentos significativos quando realizam investigação on-line, embora a precisão e profundidade de seus entendimentos variem. Os resultados sugerem que os estudantes podem desenvolver entendimentos mais precisos e profundos, se

eles pesquisarem e avaliarem as estratégias de forma adequada, se os recursos forem cuidadosamente escolhidos, e se o apoio do ambiente de aprendizagem for amplamente fornecido. Essas ações estão, muitas vezes, relacionadas ao papel do professor em acompanhar e propor o desenvolvimento do trabalho dos alunos.

Na literatura, principalmente internacional, existem uma série de projetos de ciências onde o processo investigativo acontece pelo compartilhamento de dados em rede (KUBASKO et al., 2008; HOFFMAN et al., 2003; MISTLER-JACKSON, BUTLER SONGER, 2000). Nestes projetos, um grupo de indivíduos, que podem ser os alunos, professores ou cientistas, compartilham dados e colaboram com questões científicas e eventos atuais. É importante destacar que o desenvolvimento de atividades de compartilhamento de dados difere em muitos aspectos, incluindo o público alvo, o seu objetivo, o uso de ferramentas tecnológicas, autonomia do professor e a flexibilidade dos padrões de coleta de dados.

3.2. Atividades Investigativas por Simulações e Softwares de Simulação

O ensino e a aprendizagem de ciências por investigação também pode ser mediado pelo uso de simulações, seguido de softwares educacionais (LINDGREN; SCHWARTZ, 2009; SCALISE et al., 2011; SMETANA; BELL, 2012) e que tornou objeto de estudo entre muitos pesquisadores do ensino de Ciências e da Psicologia (MAYER, 2009; SHE; CHEN, 2009). Preferimos apresentar uma reflexão sobre as simulações e softwares educacionais separados dos laboratórios virtuais porque cada um deles podem ter funções distintas.

Mesmo diante das dificuldades em introduzir as TIC no contexto educativo, algumas pesquisas nos apresentam tendências gerais do ENCI mediada pelo uso de simulações. Por exemplo, na revisão de Rutten et al. (2012), os autores comparam as condições de ensino com ou sem simulações e apresentam resultados positivos em que as simulações foram usadas para substituir ou melhorar o ensino tradicional, especialmente em fazer atividades investigativas que antecedem a prática de um laboratório físico (atividades pré-laboratório).

Scalise et al. (2011) revisaram 79 estudos relacionados ao uso de simulações computacionais para as aulas de Ciências do 6º ao 12º ano em escolas norte-americanas. Os autores verificaram que 53% dos estudos relataram

ganhos gerais de aprendizagem, aproximadamente 18% relataram ganhos sob certas condições, aproximadamente 25% relataram resultados mistos nos quais alguns grupos exibiram ganhos de aprendizagem e outros não, e 4% não relataram ganhos. Uma análise desses resultados indica que 96% dos artigos desta revisão apresentaram algum tipo de ganho de aprendizagem quando as simulações foram utilizadas e 29% dos estudos relataram nenhum ganho de aprendizagem em algum aspecto. De acordo com estes autores, as simulações ajudam os alunos no desenvolvimento de questões de pesquisa, planejamento de experimentos, criação de projetos de simulação, obtenção e análise de dados de simulação (SCALISE et al. 2011).

Smetana e Bell (2012) também apresentaram uma revisão sobre o impacto das simulações computacionais no ensino e aprendizagem de Ciências, além de resumir o que é conhecido atualmente sobre o ENCI e fornecer orientações para futuras pesquisas. Os resultados gerais desta revisão sugerem que o ensino de Ciências, que utiliza as simulações, pode ser mais eficaz do que, muitas vezes, as práticas pedagógicas tradicionais (baseadas em palestras, uso de livros, experimentações físicas) e auxiliar na construção do conhecimento científico, no desenvolvimento de habilidades (pesquisa, coleta de dados, mudança de variáveis etc.), além de favorecer uma evolução da compreensão dos conceitos científicos. Por exemplo, as simulações promovem o envolvimento ativo dos alunos na solução de problemas, no pensamento de ordem superior e em ações manipulativas em recursos digitais (SMETANA, BELL, 2012).

Uma simulação de computador bem projetada, usada dentro de um modelo de ensino investigativo, pode ser significativa na promoção de entendimentos científicos, habilidades de pensamento, promoção de argumentação científica, desenvolvimento de ideias, evolução conceitual, engajamento ativo etc.

3.3. Atividades Investigativas por laboratórios virtuais

Um resumo do uso e efeitos de laboratórios virtuais como atividades de pesquisa está apresentado no Quadro 1: combinação de recursos virtuais com experimentos reais; representação dos fenômenos científicos; resolução de problemas; manipulação de variáveis etc.

Ao longo das últimas décadas, vários estudos têm tentado compreender e nos mostrar a importância das atividades investigativas, do tipo *hands-on*, que

utilizam “experimentos físicos” (EF) e atualmente, do tipo *ICT-on*, que utilizam “experimentos virtuais” (EV) (JAAKKOLA; NURMI, 2008; JAAKKOLA; NURMI; VEERMANS, 2011; PYATT; SIMS, 2012; RUSSELL; LUCAS, McROBBIE, 2004; ZACHARIA; OLYMPIOU; PAPAERVIPIDOU, 2008; ZACHARIA, 2007). Existem estudos comparativos para identificar quais desses dois modos de experimentação (EF ou EV) são escolhidos para desenvolver atividades investigativas. Muitos professores de Ciências perguntam se é mais benéfico combinar EF com EV ou usar os recursos separadamente. Jaakkola e Nurmi (2008) investigaram qual a melhor associação para ensinar os conceitos fundamentais de *eletricidade* aos alunos da quinta série. Os resultados mostraram que a combinação de EV com EF levou a ganhos de aprendizagem estatisticamente significativos em comparação com o uso de EV ou EF sozinhos, e também promoveu a compreensão conceitual dos alunos de forma mais eficiente. O uso de EV foi identificado como a causa da melhora da compreensão dos conceitos estudados, ainda que nem todas as pesquisas apresentem os mesmos resultados ao usarem uma combinação de experimentos reais com virtuais. Por exemplo, na pesquisa de Pyatt e Sims (2012), os alunos universitários do curso de Química, que realizaram uma atividade investigativa de *Estequiometria* no laboratório virtual, obteve os mesmos resultados que os alunos que utilizaram equipamentos e materiais físicos. Mesmo que existam uma divergência sobre o uso de EF e EV, deve-se ter especial atenção, principalmente em relação ao número de participantes, à um grupo específico de sujeitos, ou seja, estudantes de graduação ou da educação básica, à análise de quais conceitos estão sendo trabalhados e das fontes de dados (por exemplo, testes conceituais). Pensamos que estes estudos poderiam ter tido melhores resultados de aprendizagem dos alunos, se tivessem usados mais fontes de coleta de dados, com foco nos processos do ENCI e não apenas nos resultados finais. A experimentação virtual oferece muitos ganhos potenciais de aprendizagem que podem facilitar o ENCI: possibilita independência espacial e temporal aos alunos, é de baixo custo, de fácil acesso e no geral, desloca o centro de aprendizagem dos professores para os alunos (DONNELLY; McGARR; O'REILLY, 2011). Apesar destas vantagens, a integração das TICE, numa perspectiva investigativa, é um processo complexo de mudança que necessita de uma análise cuidadosa pelos pesquisadores, educadores e professores, uma vez que nem todos sabem como realmente fazer (DONNELLY et al., 2011).

3.4. Atividades Investigativas por laboratórios de dados remotos

As atividades investigativas que usam experimentos controlados remotamente através da internet permitem aos alunos manipular ou controlar aparelhos reais e pesquisas científicas a uma distância por meio do uso de hardware e software específicos. O trabalho de Kong et al. (2009) buscou conhecer o resultado de aprendizagem dos alunos após o uso de um software livre, controlado remotamente, chamado LabVNC, e as opiniões do professor sobre o uso do LabVNC no ensino de Ciências. Os resultados deste estudo demonstram que a afirmação do professor sobre o valor pedagógico da experimentação controlada à distância e o entusiasmo dos alunos ao usar o LabVNC revelam o potencial para integrá-lo no desenvolvimento de atividades investigativas. Os mesmos resultados são evidenciados no estudo de Lowe et al. (2012), que descreveu os ensaios do uso de laboratórios remotos dentro das escolas da educação básica, estudando as reações de 112 alunos e professores ao interagirem com os laboratórios.

Estudos mostraram que, quando o laboratório remoto é utilizado de forma adequada, pode trazer uma variedade de benefícios potenciais, incluindo a capacidade de compartilhar recursos entre várias instituições, apoiar o acesso para instalações que de outra forma seriam inacessíveis por custo ou razões técnicas e proporcionar o aumento da atividade experimental (KONG et al., 2009; LOWE et al., 2012). Embora a utilização de laboratórios remotos dentro do ensino superior seja mais expressiva, o seu papel no ensino de Ciências da educação básica ainda é muito mais limitado e merece a realização de outros estudos neste âmbito, em particular, um maior aprofundamento sobre o seu uso e sua eficácia.

3.5. Atividades Investigativas por jogos virtuais e “serious games”

Existem trabalhos que relacionam as atividades investigativas com os jogos virtuais educativos ou “*serious games*” (ENYEDY; DANISH et al., 2012; SQUIRE; JAN, 2007). Para essa reflexão, trazemos o trabalho de Squire e Jan (2007) que investigaram se os jogos de realidade aumentada, em dispositivos portáteis, podem ser usados para envolver os alunos no pensamento investigativo e científico (particularmente na argumentação), como as estruturas de jogo afetam o pensamento dos alunos e qual o impacto dos jogos educativos na

aprendizagem. Os resultados demonstraram que esses jogos têm potencial para envolver os alunos em atividades investigativas e numa argumentação científica significativa de fenômenos científicos, porém Squire e Jan (2007) indicam que tenhamos uma certa atenção sobre os resultados da pesquisa que envolvem o uso desses recursos digitais para o ensino de Ciências. Em primeiro lugar, a atividade de investigação proposta pelo jogo, normalmente é de curta duração, muito menor e mais curta do que uma investigação real, impedindo que os alunos desenvolvem uma investigação científica mais significativa. Uma segunda limitação é a natureza da *abordagem investigativa* e da falta de dados sistemáticos sobre o desempenho dos alunos. Uma limitação final é o papel ativo dos investigadores, facilitadores e professores durante a supervisão do jogo e isso pode comprometer o real processo de construção de conhecimento dos alunos.

3.6. Atividades Investigativas por Ambientes Virtuais Multiusuários (MUVE)

Ambientes virtuais tridimensionais mais imersivos chamados MUVEs (*Multi-User Virtual Environments*) ou mundos virtuais têm surgido nos últimos anos e estão se tornando objetos de interesse para a educação. Os mundos virtuais, como o *Second Life*, não fixam regras e objetivos, e, portanto, são diferentes dos *jogos virtuais*. É importante destacar que diversas pesquisas que utilizam os MUVE também foram desenvolvidas para compreender a sua potencialidade no ensino de Ciências (KETELHUT, 2007; BARAB et al. 2007; DEDE; BARAB, 2009). Por exemplo, Barab et al. (2007) investigaram o potencial do MUVE educacional *Game Quest Atlanti*, em relação à produção de uma narrativa sócio científica com 28 alunos da quarta série do ensino fundamental e o papel interativo deste jogo para apoiar a aprendizagem num processo investigativo. O MUVE conta a história de uma cidade que enfrenta decadência ecológica, social e cultural (similar às questões globais existentes), devido a busca ‘cega’ de prosperidade e modernização de seus governantes (BARAB et al., 2007). De acordo com estes pesquisadores, os alunos se engajaram com a atividade investigativa proposta pelo MUVE, promoveram um discurso científico rico, apresentaram um trabalho de qualidade e aprenderam o conteúdo científico proposto. Além disso, através da participação com narrativa, os alunos desenvolveram uma rica compreensão conceitual e ética da ciência.

Ao aplicar os MUVE dentro de um contexto de ensino de Ciências, temos que ter especial atenção, principalmente em relação ao envolvimento dos professores durante o desenvolvimento das atividades investigativas que utilizam de MUVE, por exemplo, na pesquisa de Cher Ping (2008) não foi discutida qual a função dos professores e a sua formação para o uso do MUVE. De acordo com estes autores, os professores participantes sentiram que não eram competentes e não estavam confiantes o suficiente para lidar com o MUVE (*Quest Atlantis - QA*) (CHER PING, 2008).

3.7. Atividades Investigativas por ensino mediado por computador

Um número considerado de estudos procura caracterizar o ensino de Ciências mediado pelo computador, ou *computer-assisted instruction* (CAI). Trata-se da integração das TIC, com ênfase nos computadores, no ensino de Ciências. Na literatura, existem diversos trabalhos que buscaram investigar o potencial do CAI no ensino de Ciências: a meta-análise da eficácia do CAI na educação científica de Bayraktar (2001), o estudo da mudança conceitual facilitada pelo CAI de Webb (2005), o sistema tutorial de Soong e Mercer (2011), a “tutoria prescritiva”, as percepções de fluência por CAI e níveis de habilidades em investigação científica de Ebenezer et al. (2011), e outros. Os efeitos de atividades investigativas por CAI podem ser resumidas por: melhoria no desempenho, capacidade e planejamento de investigação; atitudes em relação à ciência; redução de concepções alternativas; melhoria no entendimento conceitual e de teorias; argumentação científica; modelização e trabalho colaborativo (BARAK; DORI, 2011; EBENEZER et al., 2011; HANSSON et al., 2011).

3.8. Atividades Investigativas por recursos específicos: fotografias, vídeos, wikis e chats

Para o desenvolvimento do ENCI que utiliza de recursos específicos (fotografias, vídeos, wikis e chats), podemos citar o estudo de Kim e Herbert (2012) que buscou uma parceria entre professores de Ciências e cientistas no estabelecimento de *comunidades de prática de investigação*. Os autores apresentam a “Coleção de Recursos Investigativos” (*Inquiry Resources Collection - IRC*), baseado em *Wiki* e *Chat*, e que foi desenvolvida por cientistas para apoiar a elaboração de atividades investigativas por professores de Ciências recém-formados.

Para Kim e Herbert (2012, p. 15), “o gerenciamento colaborativo e o compartilhamento de conhecimento em um programa de desenvolvimento profissional através de um ambiente wiki é a chave para o desenvolvimento de um recurso prático para professores novatos que ensinam investigação científica”.

Já Kim et al. (2012) apresentam a implementação de um programa baseado em “*comunidades de aprendizagem profissional*”, que utiliza de ações de investigação, da infusão de pesquisa científica atual e do uso da tecnologia da informação, para formar a compreensão científica e a prática docente de professores de Ciências em início de carreira. Esta *comunidade de aprendizagem* é formada por professores formadores, pesquisadores, cientistas, professores da educação básica, educadores etc., através de suas interações e colaborações com o objetivo de compartilhar práticas, concepções e conhecimento (KIM et al., 2012).

3.9. Atividades Investigativas pelo uso de tecnologias móveis

As pesquisas referentes ao uso de *smartphones* e *tablets* estão relacionadas ao tema “tecnologias móveis” ou “aprendizagem móvel” (*Mobile Technologies* ou *Learning Mobile*). Por exemplo, Looi et al. (2011) procuraram compreender o impacto das tecnologias móveis no currículo de Ciências do terceiro ano de uma escola primária para trabalhar o conteúdo do *Corpo Humano* por meio de atividades investigativas. Os resultados mostraram que a classe experimental teve um melhor desempenho do que as outras classes que utilizaram do ensino e avaliações tradicionais. Com as aulas apoiadas no uso das tecnologias móveis, os pesquisadores verificaram que os estudantes aprendiam e realizavam atividades investigativas de uma maneira mais pessoal e com atitudes positivas em relação ao ensino de Ciências. A pesquisa de Zhang et al. (2010) vem complementar estes resultados, uma vez que analisou os efeitos das tecnologias móveis quando 39 estudantes do primário as utilizaram diariamente no ensino de Ciências. Os resultados obtidos mostraram que os alunos se empenharam nas tarefas investigativas de consulta, tais como coleta de dados e trabalho em grupo.

3.10. Algumas considerações sobre o uso das TICE no ensino de Ciências

Após a apresentação das diversas tecnologias digitais que podem ser utilizadas no ENCI, é importante destacar que a elaboração e o uso destas

ferramentas, para o desenvolvimento de atividades investigativas, requerem certa atenção, pois o excesso de recursos pode restringir o processo de aprendizagem dos alunos. Por exemplo, a tecnologia usada (laboratórios virtuais; simulações e micromundos; tecnologias de telecomunicação, incluindo e-mail e internet, bem como o acesso e uso de dados provenientes da web) pode funcionar como uma restrição, em vez de promover o ENCI na participação na sala de aula. Na presença de computadores, existe uma tendência de que as atividades em grupo tornem-se mais estruturadas com o foco em tarefas de partilha e menos tempo dedicado ao discurso do grupo com uma diminuição acentuada na construção de significados das falas dos alunos (WAIGHT; ABD-EL-KHALICK, 2007).

A partir das principais TICE, possíveis de serem utilizadas no ENCI e que foram exemplificadas anteriormente, apontamos diversas possibilidades para a sua integração e desenvolvimento no ensino de Ciências, mas cabe ao professor ter critérios de seleção dos recursos e planejamento para o desenvolvimento de atividades investigativas baseadas em TICE.

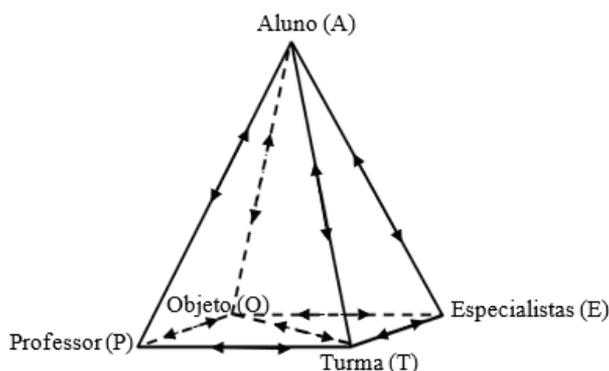
4. AS PRINCIPAIS ETAPAS DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS E SUAS APROXIMAÇÕES PARA O USO DAS TICE

Vimos na primeira parte deste capítulo que as diversas definições sobre o ENCI são concebidas como algo que envolve inúmeras atividades processuais e conceituais por desenvolvimento de estratégias e etapas. Para compreender as estratégias utilizadas para a realização de atividades investigativas, o uso de tecnologias educativas e seus resultados, é preciso a realização de *atividades investigativas* e o uso de *tecnologias educativas* e seus resultados, é preciso especificar quais as estratégias ou etapas a que nos referimos. O NRC (2000) divide as etapas do ENCI em cinco grandes categorias: 1) perguntas; 2) evidências; 3) explicação; 4) conexões; 5) comunicação. Essas etapas visam estimular principalmente: 1) a construção do conhecimento científico; e 2) habilidades e atitudes dos alunos dos alunos para que possam compreender mais sobre as relações entre as suas observações e ocorrências naturais. Para Ebenezer et al. (2011), as três principais características do “ensino investigativo” são: 1) conceitualização científica, 2) investigação científica, e 3) comunicação científica.

As principais etapas que caracterizam o desenvolvimento das atividades investigativas no ensino de Ciências e suas possíveis relações com o uso de *tecnologias educativas*, parecem demasiadas gerais. Como uma possível proposta, nós fizemos um levantamento das principais etapas investigativas, presentes em alguns estudos internacionais do Quadro 2, e que de certa forma utilizam diversas TICE. Procuramos descobrir o que as abordagens têm em comum e aproximamos os resultados para o uso das *tecnologias educativas*.

O desenvolvimento das etapas do ENCI acontece entre: aluno, professor (guia a investigação), turma (formada por mais de um aluno), objeto (que pode ser físico ou virtual) e especialistas (complementa as investigações e auxiliam os professores e alunos). O desenvolvimento das etapas normalmente segue o esquema da Figura 1 em que as ações são centradas no aluno; mediadas por professor ou objeto; necessita do objeto, mas não necessariamente do professor; e a interação do aluno pode ocorrer com o objeto, e/ou turma, e/ou professor, e/ou especialista. Por exemplo, ao realizar uma investigação, o aluno pode utilizar de um objeto (físico ou virtual) e pedir ajuda ao professor ($A \rightarrow O \rightarrow P$). O aluno pode utilizar de um objeto e realizar a investigação com a turma ($A \rightarrow O \rightarrow T$), ou até mesmo não utilizar um objeto e interagir diretamente com a Turma ($A \rightarrow T$) ou com o professor ($A \rightarrow P$) (Figura 1).

Figura 1. Elementos que caracterizam o desenvolvimento das etapas das atividades investigativas



Fonte: elaborado pelos autores.

As etapas do Quadro 2 e os elementos da Figura 1 não são listados em uma ordem fixa: os alunos podem passar por etapas na ordem necessária e voltar a elas, se necessário utilizando o objeto, professor, amigos de classe, especialistas ou até mesmo sozinhos com os objetos físicos ou virtuais. Análises do desenvolvimento das etapas demonstraram que o ENCI, mediado pelas TICE, pode tomar uma variedade de formas (BELL et al., 2010).

Quadro 2. Principais etapas investigativas e uma possível aproximação para o uso de TICE.

<i>Elementos das Atividades Investigativas</i>	<i>Etapas Investigativas</i>	<i>Síntese das Etapas</i>	<i>Possíveis TICES</i>
Problema	Fazer observações (KETELHUT, 2007) NRC, 1996) Explorar o mundo (BARAB et al., 2007) Identificar perguntas e conceitos que orientam investigações científicas (KIM et al., 2012) Engajamento dos alunos em questões científicas (ZYDNEY; GRINCEWICZ, 2011) Pesquisas bases (SHIN; JONASSEN; MCGEE, 2003) Predizer (ZACHARIA; OLYMPIOU; PAPAERVIPIDOU, 2008)	Explorar o Mundo	Vídeos Web Hiperídia Multimídia MUVE Fotos
	Formular questões capazes de serem pesquisadas ou hipóteses testáveis (EBENEZER et al., 2011; RUTTEN et al., 2012) Orientar/ questionar (BELL et al., 2010) Gerar uma pergunta de pesquisa (SQUIRE; JAN, 2007; DORI; SASSON, 2008) Identificar o problema que deve ser estudado (SCALISE et al., 2011; DORI et al., 2002)	Apresentar um problema	Simulação Software de Simulação Fotos
	Fazer observações para responder questões (incluindo proteção contra o senso comum) (SQUIRE; JAN, 2007) Revisar evidências para desenvolver e abordar as questões (ZYDNEY; GRINCEWICZ, 2011) Defender e reivindicar declarações (ZACHARIA et al., 2008)	Refletir sobre o problema	

<i>Elementos das Atividades Investigativas</i>	<i>Etapas Investigativas</i>	<i>Síntese das Etapas</i>	<i>Possíveis TICEs</i>
Hipótese	Demonstrar conexões lógicas entre conceitos científicos, elaboração de hipóteses e o desenho de um experimento (EBENEZER; KAYA; EBENEZER, 2011) Formular hipóteses e explicações (BARAB et al., 2007; BELL et al., 2010; DORI; SASSON, 2008; JAAKKOLA; NURMI, 2008; KETELHUT, 2007; QUELLMALZ et al., 2012; RUTTEN; VAN JOOLINGEN; VAN DER VEEN, 2012; UCAR; TRUNDLE, 2011; ZYDNEY; GRINCEWICZ, 2011) Escrever sobre as hipóteses (SCALISE et al., 2011)	Gerar hipóteses	Web Wiki (ou Google Docs)
	Reunir evidências (QUELLMALZ et al., 2012) Avaliar hipóteses à luz de evidências (QUELLMALZ et al., 2012) Comunicar uma hipótese a outros com um ciclo contínuo de ida e volta entre todas as atividades (BARAB et al., 2007)	Avaliar as Hipóteses	Simulação; Software de Simulação; Laboratório virtual e remoto
Processo Investigativo	Projetar e conduzir investigações científicas (NRC, 1996; BELL et al, 2010; DORI et al., 2002; EBENEZER et al., 2011; KIM et al., 2012; QUELLMALZ et al., 2012; SQUIRE; JAN, 2007) Desenvolver métodos e ferramentas para explicar os resultados (SQUIRE; JAN, 2007) Examinar livros e outras fontes de informação para ver o que já é conhecido; revisar o que já é conhecido à luz de evidências experimentais (NRC, 1996) Desenvolver teorias baseadas no desenvolvimento de evidências (SQUIRE; JAN, 2007) Estudar outras pesquisas (SQUIRE; JAN, 2007) Planejar a investigação (DORI; SASSON, 2008; SCALISE et al., 2011)	Planejar a Investigação	Web Wiki Ferramentas de mapas mentais

<i>Elementos das Atividades Investigativas</i>	<i>Etapas Investigativas</i>	<i>Síntese das Etapas</i>	<i>Possíveis TICs</i>
Processo Investigativo	<p>Usar instrumentos de medida para coleta de dados (EBENEZER et al., 2011; NRC, 1996)</p> <p>Coletar dados (SHIN et al., 2003; DORI et al., 2002; RUTTEN et al., 2012; SCALISE et al., 2011)</p> <p>Coletar e avaliar evidências (BARAB et al., 2007; UCAR; TRUNDLE, 2011)</p> <p>Fazer descobertas (BARAB et al., 2007; JAAKKOLA; NURMI, 2008)</p> <p>Realizar investigações (DORI; SASSON, 2008; BELL et al, 2010)</p> <p>Realizar testes (QUELLMALZ et al., 2012)</p> <p>Obter dados e resultados (SCALISE et al., 2011)</p> <p>Observar (ZACHARIA et al., 2008)</p>	Investigar	<p>Web</p> <p>Simulação</p> <p>MUVE</p> <p>Software</p> <p>Laboratório virtual e remoto</p> <p>CAI</p>
Análise e Interpretação	<p>Propor respostas, explicações e previsões (NRC, 1996)</p> <p>Avaliar explicações (ZYDNEY; GRINCEWICZ, 2011)</p> <p>Usar ferramentas matemáticas e software estatístico para analisar e apresentar dados em gráficos e tabelas (EBENEZER et al., 2011)</p> <p>Testar e avaliar rigorosamente a plausibilidade das descobertas na busca de um novo entendimento (BARAB et al., 2007; JAAKKOLA; NURMI, 2008)</p> <p>Usar a matemática para melhorar as investigações e as comunicações (KIM et al., 2012)</p> <p>Recolher e analisar dados (DORI; SASSON, 2008; SCALISE et al., 2011; SHIN et al., 2003; KETELHUT, 2007; BELL et al., 2010)</p> <p>Transformar observações em resultados (ZACHARIA et al., 2008)</p>	Analisar os dados obtidos	<p>Software de cálculos</p> <p>Laboratório virtual e remoto</p> <p>CAI</p>

<i>Elementos das Atividades Investigativas</i>	<i>Etapas Investigativas</i>	<i>Síntese das Etapas</i>	<i>Possíveis TICEs</i>
Análise e Interpretação	<p>Reconhecer como o processo de investigação requer esclarecimentos sobre questões de pesquisa, métodos, comparações e explicações; e, analisar evidências usando critérios científicos para encontrar explicações e modelos (EBENEZER et al., 2011)</p> <p>Elaborar explicações (BARAB et al., 2007)</p> <p>Formular, revisar e analisar explicações científicas e modelos usando lógica e evidência (KIM et al., 2012)</p> <p>Prever, observar e explicar resultados (QUELLMALZ et al., 2012)</p> <p>Analisar dados e erros ruidosos (SCALISE et al., 2011)</p> <p>Sintetizar resultados (SCALISE et al., 2011)</p> <p>Usar os dados para desenhar tabelas e gráficos (SCALISE et al., 2011)</p> <p>Interpretar dados (SHIN et al., 2003; ZACHARIA et al., 2008; NRC, 1996)</p> <p>Formar conclusões de dados (KETELHUt, 2007; Bell et al., 2010)</p> <p>Revisar teoria (RUTTEN et al., 2012)</p>	Interpretar novas informações	<p>Ferramenta Excel</p> <p>Ferramentas de mapas mentais</p>
Conclusão	<p>Elaborar conclusões (DORI; SASSON, 2008)</p> <p>Construir o entendimento conceitual (QUELLMALZ et al., 2012)</p> <p>Usar e desenvolver modelos (BELL et al, 2010; ZACHARIA et al., 2008)</p> <p>Lançar os dados no computador (SCALISE et al., 2011)</p>	Sistematizar e registrar	<p>Software de simulação;</p> <p>Ferramentas para desenhar gráficos, tabelas, diagramas</p> <p>Ferramentas de mapas mentais</p>

<i>Elementos das Atividades Investigativas</i>	<i>Etapas Investigativas</i>	<i>Síntese das Etapas</i>	<i>Possíveis TICEs</i>
Conclusão	Comunicar os resultados (SHIN et al., 2003; NRC, 1996; BELL et al, 2010; BARAB et al., 2007; ZACHARIA et al., 2008) Fazer perguntas (JAAKKOLA; NURMI, 2008; BARAB et al., 2007) Argumentar teorias (ZACHARIA et al., 2008) Defender uma conclusão baseada em evidências (UCAR; TRUNDLE, 2011) Comunicar e defender argumentos científicos (DORI; SASSON, 2008; KIM et al., 2012) Justificar explicações (ZYDNEY; GRINCEWICZ, 2011)	Comunicar os resultados	Chat Fórum de discussão Wiki (ou Google Docs) Sistema de mensagens
	Fazer previsão (BELL et al, 2010) Considerar soluções em termos de impacto sociais (BARAB et al., 2007) Críticas às investigações de outros (QUELLMALZ et al., 2012) Necessidades de andaimes para que pesquisa seja bem-sucedida (SCALISE et al., 2011)	Aplicar o conhecimento construído a novas situações	Vídeo Foto Wiki Fórum de discussão Software de simulação

Ao analisarmos o Quadro 2, podemos evidenciar a existência de vários pontos em comum. Muitos autores citados admitem que para desenvolver uma proposta investigativa deva haver: um problema para ser analisado, a emissão de hipóteses, a realização do processo investigativo, a interpretação dessas novas informações e a posterior comunicação das mesmas (BELL et al., 2010).

Os estudos no Quadro 2 foram selecionados para cobrir uma ampla gama das etapas utilizadas nas *atividades investigativas* e compreender o ENCI por meio de tecnologias educativas. Os autores citados no Quadro 2 não dão uma visão completa de todas as etapas destinadas a caracterizar o ENCI, as Atividades Investigativas e o uso das tecnologias educativas que fazem parte deste ensino. A intenção do Quadro 2 é apresentar um quadro teórico inicial, não finalizado, que caracteriza o ENCI, aproximar este ensino com as TICE e definir um modelo para as possíveis etapas a serem utilizadas no contexto das tecnologias educativas. Ao compilar uma variedade de etapas mediadas

por TICE, determinamos um conjunto de elementos que caracterizam as etapas investigativas presentes no Quadro 2. As cinco etapas, denominadas de “*Elementos das Atividades Investigativas*”, estão acompanhadas por doze processos, denominados de “*Sínteses das Etapas*” específicas de investigação (ou etapas ampliadas) e relacionadas com as “possíveis TICE” de serem utilizadas.

1) *Apresentar um problema e refletir sobre ele* é quase sempre a primeira etapa do ENCI. Três novos processos desta etapa foram sintetizados a partir dos estudos: a) *explorar o mundo* – os alunos fazem observações, olham para os fenômenos científicos que são significativos ou que despertem a sua curiosidade. Podem trazer para a investigação questões atuais, socio científicas e de relevância social; b) *apresentar um problema* – os alunos ou o professor apresentam um problema que pode ser aberto, de pesquisa ou em forma de situação problema; c) *refletir sobre o problema* – nesta fase, é crucial que os professores deixem claro o real motivo da elaboração, escolha e apresentação do problema. É importante que eles liderem discussões com toda a classe, para levantar concepções e consolidar os processos vivenciados pelos alunos durante esta etapa. Uma dificuldade particular, em um domínio a ser explorado, é formular “boas” perguntas que são relevantes e podem ser investigadas por diversas ferramentas e meios científicos (LUCERO et al., 2012). Para esta etapa do ENCI, muitos estudos utilizam: *vídeos, web, hipermídia, multimídia, MUVE, fotos, simulação e software de simulação*. As interações, de acordo com a Figura 1, podem partir do professor ($P \rightarrow A \rightarrow O \rightarrow P$), do aluno ($A \rightarrow O \rightarrow T \rightarrow P$) ou da interação ente aluno – professor – objeto e turma ($A \rightarrow P \rightarrow O \rightarrow T$).

2) *A elaboração de hipóteses* é a próxima etapa do processo investigativo (BARAB et al., 2007; BELL et al., 2010; DORI; SASSON, 2008; JAAKKOLA; NURMI, 2008; KETELHUT, 2007; QUELLMALZ et al., 2012; RUTTEN et al., 2012; UCAR, TRUNDLE, 2011). Os estudos nos revelam passos importantes para esta etapa e que muitas vezes não são levados em consideração: a) formular explicações sobre o problema apresentado; b) demonstrar conexões lógicas entre conceitos científicos que guiam uma hipótese e o planejamento de um experimento (EBENEZER et al., 2011); c) fazer novas perguntas que orientam a elaboração das hipóteses; e, d) escrever as hipóteses. O próximo passo é avaliar a coerência das hipóteses, ou seja, é o momento de reunir evidências para avaliar a sua consistência (QUELLMALZ et al., 2012). No registro das hipóteses, o aluno poderá utilizar planilhas do

'Google Docs', usar as redes sociais e sistemas de mensagens para compartilhar as hipóteses num trabalho colaborativo. Para testar as hipóteses, Bell et al. (2010) sugerem softwares de simulação, e que pode acontecer de acordo com o ciclo das interações da Figura 1: $A \rightarrow O \rightarrow P \rightarrow A$ e/ou $A \rightarrow O \rightarrow T \rightarrow P$ etc.

3) O *Processo investigativo* é a terceira etapa e que pode ser organizada em dois momentos: *planejamento* e *investigação*. Para a primeira, algumas características foram evidenciadas no Quadro 2: a) planejar um estudo para abordar a questão de pesquisa (SQUIRE; JAN, 2007); b) desenvolver métodos, ferramentas e lógica para apresentar resultados (SQUIRE; JAN, 2007); c) desenvolver teorias sobre as evidências; d) estudar outras pesquisas (SQUIRE; JAN, 2007); e) planejar os experimentos (SCALISE et al., 2011). O segundo momento é a *tapa da investigação* e que pode ser realizada também por livros e outras fontes de informação para saber o que é conhecido (NRC, 1996). É o momento de coletar dados e avaliar evidências; fazer descobertas; obter dados e resultados através de diversos instrumentos de pesquisa (EBENEZER et al., 2011). Esses instrumentos de coleta de dados são diversos: internet, web (banco de dados), simulações, MUVE, softwares etc. As interações também podem ser determinadas pelo esquema do Quadro 1, incluindo os especialistas $A \rightarrow O \rightarrow E \rightarrow A$, mas principalmente por $A \rightarrow O \rightarrow A$ e $A \rightarrow O \rightarrow T$.

4) *Analisar e interpretar os dados* coletados é uma competência fundamental para o desenvolvimento de uma *atividade investigativa*. Esta etapa é caracterizada por dois processos. A primeira é a *Análise dos dados obtidos*: a) propor respostas, explicações e previsões (NRC, 1996); b) usar ferramentas matemáticas e software estatístico para analisar e exibir dados em tabelas e gráficos (EBENEZER et al., 2011); c) testar e avaliar a plausibilidade de descobertas na busca de novos conhecimentos (BARAB et al, 2007; JAAKKOLA; NURMI, 2008); d) usar a matemática para analisar a investigação e comunicar a informação (KIM et al., 2012); e) compartilhar os dados para organizar as informações. Depois de organizar e analisar os dados coletados, o aluno deverá *Interpretar a informação encontrada*, ou seja: a) saber explicar o desenvolvimento realizado para se chegar aos resultados; e, ponderar as evidências com base em critérios científicos para encontrar os resultados e formular modelos (EBENEZER et al., 2011); b) Formular, revisar e analisar as explicações e modelos científicos usando lógica e evidência (KIM et al. , 2012; BARAB et al., 2007); c) Justificar os resultados (ZYDNEY; GRINCEWICZ, 2011;

QUELLMALZ et al., 2012; SHIN et al., 2003); d) Analisar os erros e dados duvidosos (SCALISE et al., 2011); e) Sintetizar os resultados (SCALISE et al., 2011); f) Usar os dados em tabelas e gráficos (SCALISE et al., 2011); g) Formar conclusões a partir dos dados (KETELHUT, 2007); e, h) Revisar a teoria (RUTTEN et al., 2012). Os instrumentos de análise são caracterizados por: planilhas Excel, softwares para gerar gráficos e tabelas, simulações, wikis etc. A dinâmica entre aluno, objeto virtual e turma, da Figura 1, é fundamental para análise dos resultados na perspectiva colaborativa e construtivista (OSHIMA et al., 2004).

5) A última etapa é a *Conclusão* das atividades e está dividida em três novos processos: a) *Sistematizar e registrar os resultados* – que pode ser impresso ou diretamente usando um dispositivo informático. Neste momento, os alunos: tiram conclusões (DORI; SASSON, 2008); constroem o entendimento conceitual (QUELLMALZ et al., 2012); usam e desenvolvem modelos (BELL et al., 2010; ZACHARIA et al., 2008) e traçam os dados novamente no computador (SCALISE et al., 2011); b) *Comunicar os resultados*: neste momento incentiva-se fortemente a argumentação científica para que os alunos possam comunicar, explicar e defender seus resultados (ZACHARIA et al., 2008; SHIN et al., 2003; NRC, 1996; BELL et al., 2010; BARAB et al., 2007; DORI; SASSON, 2008; KIM et al., 2012); defender uma conclusão baseada em evidências (UCAR; GAVETA, 2011) e discutir teorias (ZACHARIA et al., 2008) com os demais colegas e professor(es); c) *Aplicar o conhecimento adquirido a novas situações*: trata-se de um momento de conclusão em que o aluno pode refletir sobre o que foi realizado e trazer os resultados da atividade investigativa como hipótese para outras atividades. Trata-se do momento de fazer conexões (NRC, 2000), relacionar a atividade com o cotidiano, analisar os resultados de acordo com o que o aluno conhece da realidade e prever os fenômenos reais (BELL et al. 2010). Alguns estudos trazem este momento como: considerar as soluções em termos de seus impactos sociais (BARAB et al., 2007); criticar as investigações de outros (QUELLMALZ et al., 2012); e necessidades de suportes para que as investigações sejam bem-sucedidas (SCALISE et al., 2011). A comunicação dos resultados pode ser de forma direta, via argumentação científica ou até mesmo apoiada por uma *tecnologia educativa*: wikis, chats, e-mail, fóruns-online etc. A interação entre $A \rightarrow O \rightarrow T \rightarrow P$ é fundamental para conclusão da atividade.

Lembramos que estas etapas não necessitam ser lineares, pois o professor, juntamente com os alunos podem se questionar e levantar novas hipóteses durante o desenvolvimento de uma *atividade investigativa*. Os estudos revisitos apontam no sentido de que existe um grande potencial das ferramentas informáticas ajudarem os alunos a se concentrarem em processos de aprendizagem mais elevados, sendo característicos para o ENCI. Os estudos também indicam que o computador é uma ferramenta de mediação das informações que podem ser controladas pelos próprios alunos e que tem uma capacidade de apoiá-los no planejamento das investigações ou de construção do conhecimento. As competências necessárias para que os alunos consigam construir conhecimento científico e utilizar as TIC estão nos processos rotineiros, como cálculo, aquisição, classificação ou visualização de dados. Os alunos podem acessar informações e dicas através das interfaces digitais por sua própria iniciativa e não necessariamente tem que contar com o professor ou outros especialistas de acordo com a Figura 1.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo das últimas décadas, uma variedade de estratégias de ensino foi desenvolvida para promover a compreensão de diferentes conteúdos de Ciências por estudantes. Neste capítulo, apresentamos o ENCI como uma possível “abordagem” de ensino que vem ganhando destaque nos currículos de vários países. O ENCI, do tipo *hands-on*, é uma “abordagem” de ensino amplamente aceita, apesar de existirem várias interpretações do que constitui o ENCI (BELL et al., 2010; JAAKKOLA; NURMI, 2008; UCAR; TRUNDLE, 2011). Também há várias interpretações sobre a eficácia da abordagem investigativa e como deve ser implementada, independentemente das possíveis definições.

Neste capítulo, também buscamos aprofundar o ENCI e as atividades investigativas através do uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para o Ensino (TICE) de Ciências (TICEC), pois verificamos que os alunos são especialmente motivados e engajados para envolver-se no ensino investigativo quando a aprendizagem é suportada por alguma tecnologia educativa digital (SMETANA, BELL, 2012; SQUIRE, JAN, 2007; STIEFF, 2011; ZACHARIA, 2005). Inicialmente assumimos que o ENCI é uma

abordagem para ensinar e aprender Ciências, apoiado por atividades investigativas e que tem como objetivo o desenvolvimento de certas competências cognitivas e caracterizadas por etapas e procedimentos específicos. Estes procedimentos são compreendidos por três fases: a) planejamento (antes); b) desenvolvimento (durante); c) reflexão (depois).

Ao analisarmos as possíveis etapas das atividades investigativas, caracterizadas pelas pesquisas evidenciadas no Quadro 2 e que são apoiadas pelas TICE, verificamos que a possibilidade de realização do processo investigativo torna-se ampliado, permitindo ao aluno novas competências e efeitos que as atividades do tipo *hands-on* não permitem: compartilhamento de dados disponíveis na web; investigação guiada e aberta; estratégias de pesquisa; comunicação síncrona e assíncrona; trabalho colaborativo; colaboração com cientistas etc.

O Quadro 1 apresenta algumas tecnologias educativas, características do ENCI e seus efeitos, porém a elaboração e o uso das diversas ferramentas digitais para o desenvolvimento de atividades investigativas requer certa atenção, pois o excesso de recursos pode restringir o processo de aprendizagem dos alunos (WAIGHT; ABD-EL-KHALICK, 2007). Para amenizar tal problema, cabe ao professor gerenciar o processo de aprendizagem dos alunos, uma vez que as ferramentas tecnológicas os permitem serem sujeitos ativos desse processo (LEE et al., 2006). Assim, o professor deverá ficar atento ao desenvolvimento das atividades investigativas cujas etapas normalmente seguem o ciclo da Figura 1 em que: as ações são centradas no aluno; mediadas por professor ou objeto (que pode ser físico ou virtual); necessita do objeto, mas não necessariamente do professor; e a interação do aluno pode ocorrer com o objeto, e/ou turma, e/ou professor, e/ou especialista (complementa as investigações).

Ao compilar uma variedade de abordagens para o ENCI, determinamos um quadro, formado por um conjunto de cinco categorias que caracterizam as etapas do ENCI e que estão presentes no Quadro 2. As categorias, denominadas de “Elementos das Atividades Investigativas”, estão acompanhadas por doze “Sínteses das Etapas” específicas de investigação (ou etapas ampliadas) e relacionadas com as possíveis TICE que podem ser utilizadas. Os estudos, no Quadro 2, apresentam uma ampla gama das etapas utilizadas nas atividades investigativas no ensino de Ciências e que torna possível o ENCI, por meio das tecnologias educativas. Os autores citados no Quadro 2 não dão uma visão

completa de todas as etapas destinadas a caracterizar o ENCI, as Atividades Investigativas e o uso das tecnologias educativas que fazem parte deste ensino. A nossa intenção foi de apresentar uma reflexão que caracterizasse o ENCI e que definissem uma estrutura para as possíveis etapas a serem utilizadas no contexto das tecnologias educativas. A partir deste quadro, resta-nos agora validar os “elementos das atividades investigativas”, as “sínteses das etapas” e relacioná-las com as “possíveis TICEs” do Quadro 2 de modo a compreender realmente o “ENCI através das TICE”.

6. BIBLIOGRAFIA

AAAS. **Science for all Americans**. New York, Oxford University Press, 1990.

BARAB, S. et al. Relating Narrative, Inquiry, and Inscriptions: Supporting Consequential Play. **Journal of Science Education and Technology**, v. 16, n. 1, p. 59–82, 2007.

BARAB, S. et al. Transformational Play as a Curricular Scaffold: Using Videogames to Support Science Education. **Journal of Science Education and Technology**, v. 18, n. 4, p. 305–320, 2009.

BARAB, S.; DEDE, C. Games and Immersive Participatory Simulations for Science Education: An Emerging Type of Curricula. **Journal of Science Education and Technology**, v. 16, n. 1, p. 1–3, 2007.

BARAK, M.; DORI, Y. Science Education in Primary Schools: Is an Animation Worth a Thousand Pictures? **Journal of Science Education and Technology**, v. 20, n. 5, p. 608–620, 2011.

BELL, R. L.; TRUNDLE, K. C. The use of a computer simulation to promote scientific conceptions of moon phases. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 3, p. 346–372, 1 mar. 2008.

BELL, T. et al. Collaborative Inquiry Learning: Models, tools, and challenges. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 3, p. 349–377, 2010.

BOAVENTURA, D. et al. Promoting Science Outdoor Activities for Elementary School Children: Contributions from a research laboratory. **International Journal of Science Education**, v. 0, n. 0, p. 1–19, 2011.

BOSSLER, A. P. et al. O estudo das vozes de alunos quando estão envolvidos em atividades de investigação em aulas de física. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 2, p. 307–319, 15 out. 2009.

BRASIL. **Ministério da Educação. PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais - Secretaria de Educação Média e Tecnológica.** MEC; SEMTC, 1999.

BRASIL. **Ministério da Educação. PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza e suas Tecnologias.** Secretaria de Educação Média e Tecnológica: MEC; SEMTC, 2002.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências.** São Paulo: Cortez Editora, 2011.

CARVALHO, A. M. P. DE et al. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico.** São Paulo: Editora Scipione, 2010.

CARVALHO, A. M. P. DE; (ORG.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

CARVALHO, A. M. P. DE; (ORG.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CHARLIER, B.; PERAYA, D.; COLLECTIF. **Transformation des regards sur la recherche en technologie de l'éducation.** Bruxelles: De Boeck, 2007.

CHEN, W.; LOOI, C.-K. Active classroom participation in a Group Scribbles primary science classroom. **British Journal of Educational Technology**, v. 42, n. 4, p. 676–686, 2011.

CHER PING, L. Global citizenship education, school curriculum and games: Learning Mathematics, English and Science as a global citizen. **Computers & Education**, v. 51, n. 3, p. 1073–1093, nov. 2008.

DEDE, C.; BARAB, S. Emerging Technologies for Learning Science: A Time of Rapid Advances. **Journal of Science Education and Technology**, v. 18, p. 301–304, 13 ago. 2009.

DEWEY, J. **Logic - The Theory of Inquiry.** New York: Saerchinger Press, 2007.

DONNELLY, D.; MCGARR, O.; O'REILLY, J. A framework for teachers' integration of ICT into their classroom practice. **Computers & Education**, v. 57, n. 2, p. 1469–1483, set. 2011.

DONNELLY, D.; O'REILLY, J.; MCGARR, O. Enhancing the Student Experiment Experience: Visible Scientific Inquiry Through a Virtual Chemistry Laboratory. **Research in Science Education**, v. 43, n. 4, p. 1–22, 2012.

DORI, Y. J.; SASSON, I. Chemical understanding and graphing skills in an honors case-based computerized chemistry laboratory environment: The value of bidirectional visual and textual representations. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 2, p. 219–250, 2008.

DORI, Y. J.; TAL, R. T.; PELED, Y. Characteristics of Science Teachers Who Incorporate Web-Based Teaching. **Research in Science Education**, v. 32, n. 4, p. 511–547, 2002.

DRIVER, R. et al. **Young People's Images of Science**. Buckingham: Open University Press, 1996.

EBENEZER, J.; KAYA, O. N.; EBENEZER, D. L. Engaging students in environmental research projects: Perceptions of fluency with innovative technologies and levels of scientific inquiry abilities. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 48, n. 1, p. 94–116, 2011.

ENYEDY, N. et al. Learning physics through play in an augmented reality environment. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 7, n. 3, p. 347–378, 2012.

FERNANDES, G. **Atividades de Investigação mediadas pelas TICE: estudo das concepções, interações e discussões desenvolvidas por crianças e jovens dentro de um contexto de ensino de Ciências ativo e colaborativo**. Tese de Doutorado—Portugal: Universidade de Lisboa, 2016.

FERNANDES, G.; RODRIGUES, A.; FERREIRA, C. Conceptions of the nature of science and technology: a study with children and youths in a non-formal science and technology education setting. **Research in Science Education**, 2016.

FURBERG, A.; LUDVIGSEN, S. Students' Meaning-making of Socio-scientific Issues in Computer Mediated Settings: Exploring learning through interaction trajectories. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 13, p. 1775–1799, 2008.

GALVÃO, C. et al. Enhancing the Popularity and the Relevance of Science Teaching in Portuguese Science Classes. **Research in Science Education**, v. 41, n. 5, p. 651–666, 2011.

GELBART, H.; BRILL, G.; YARDEN, A. The Impact of a Web-Based Research Simulation in Bioinformatics on Students' Understanding of Genetics. **Research in Science Education**, v. 39, n. 5, p. 725–751, 2009.

GIL PÉREZ, D.; CASTRO, P. V. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 14, n. 2, p. 155–164, 1996.

HANSSON, L.; REDFORS, A.; ROSBERG, M. Students' Socio-Scientific Reasoning in an Astrobiological Context During Work with a Digital Learning Environment. **Journal of Science Education and Technology**, v. 20, n. 4, p. 388–402, 2011.

HOFFMAN, J. L. et al. The nature of middle school learners' science content understandings with the use of on-line resources. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 3, p. 323–346, 7 fev. 2003.

JAAKKOLA, T.; NURMI, S. Fostering elementary school students' understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 24, n. 4, p. 271–283, 2008.

JAAKKOLA, T.; NURMI, S.; VEERMANS, K. A comparison of students' conceptual understanding of electric circuits in simulation only and simulation-laboratory contexts. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 48, n. 1, p. 71–93, 2011.

KAWALKAR, A.; VIJAPURKAR, J. Scaffolding Science Talk: The role of teachers' questions in the inquiry classroom. **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 12, p. 2004–2027, 2013.

KETELHUT, D. The Impact of Student Self-efficacy on Scientific Inquiry Skills: An Exploratory Investigation in River City, a Multi-user Virtual Environment. **Journal of Science Education and Technology**, v. 16, n. 1, p. 99–111, 2007.

KIM, H. et al. Using a Wiki in a Scientist-Teacher Professional Learning Community: Impact on Teacher Perception Changes. **Journal of Science Education and Technology**, v. 21, n. 4, p. 440–452, 2012.

KIM, H.; HERBERT, B. Inquiry Resources Collection as a Boundary Object Supporting Meaningful Collaboration in a Wiki-Based Scientist-Teacher Community. **Journal of Science Education and Technology**, v. 21, n. 4, p. 504–512, 2012.

KONG, S. C.; YEUNG, Y. Y.; WU, X. Q. An experience of teaching for learning by observation: Remote-controlled experiments on electrical circuits. **Computers & Education**, v. 52, n. 3, p. 702–717, abr. 2009.

KUBASKO, D. et al. Is it Live or is it Memorex? Students' Synchronous and Asynchronous Communication with Scientists. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 4, p. 495–514, 2008.

LEE, H.-S. et al. How do technology-enhanced inquiry science units impact classroom learning? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 47, n. 1, p. 71–90, 2010.

LEE, S. W. et al. Internet-based Science Learning: A review of journal publications. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 14, p. 1893–1925, 2011.

LIN, L.-F.; HSU, Y.-S.; YEH, Y.-F. The Role of Computer Simulation in an Inquiry-Based Learning Environment: Reconstructing Geological Events as Geologists. **Journal of Science Education and Technology**, v. 21, n. 3, p. 370–383, 2012.

LINDGREN, R.; SCHWARTZ, D. L. Spatial Learning and Computer Simulations in Science. **International Journal of Science Education**, v. 31, n. 3, p. 419–438, 2009.

LOOI, C.-K. et al. 1:1 mobile inquiry learning experience for primary science students: a study of learning effectiveness. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 27, n. 3, p. 269–287, 2011.

LOWE, D.; NEWCOMBE, P.; STUMPERS, B. Evaluation of the Use of Remote Laboratories for Secondary School Science Education. **Research in Science Education**, v. 43, n. 3, p. 1–23, 2012.

LUCERO, M.; VALCKE, M.; SCHELLENS, T. Teachers' Beliefs and Self-Reported Use of Inquiry in Science Education in Public Primary Schools. **International Journal of Science Education**, v. 0, n. 0, p. 1–17, 2012.

MAYER, R. E. Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia. In: **Ensino Online e Aprendizagem Multimédia**. Lisboa: Relógio D'Água Editores, 2009.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DU DÉVELOPPEMENT DE LA PETITE ENFANCE. **Programme d'études: Sciences et technologies 6e année - 8e année**New Nouveau Brunswick, 2011.

MISTLER-JACKSON, M.; BUTLER SONGER, N. Student Motivation and Internet Technology: Are Students Empowered to Learn Science? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 5, p. 459–479, 28 abr. 2000.

NELSON, B. Exploring the Use of Individualized, Reflective Guidance In an Educational Multi-User Virtual Environment. **Journal of Science Education and Technology**, v. 16, n. 1, p. 83–97, 2007.

NGSS LEAD STATES. **Next Generation Science Standards: For States, By States**. Washington, DC: The National Academies Press, 2013.

NRC. **National Science Education Standards**. DC: National Academy Press ed. Washington, 1996.

NRC. **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning**. DC: National Academy Press. ed. Washington, 2000.

NRC. **A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas**. Washington, DC: The National Academies Press, 2012.

OLYMPIOU, G.; ZACHARIA, Z. C. Blending physical and virtual manipulatives: An effort to improve students' conceptual understanding through science laboratory experimentation. **Science Education**, v. 96, n. 1, p. 21–47, 2012.

OSBORNE, J. Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. **Journal of Science Teacher Education**, v. 25, n. 2, p. 177–196, 25 mar. 2014.

OSHIMA, J. et al. Design experiments in Japanese elementary science education with computer support for collaborative learning: hypothesis testing and collaborative construction. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 10, p. 1199–1221, 2004.

POSNER, G. J. et al. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v. 66, n. 2, p. 211–227, 1982.

PYATT, K.; SIMS, R. Virtual and Physical Experimentation in Inquiry-Based Science Labs: Attitudes, Performance and Access. **Journal of Science Education and Technology**, v. 21, n. 1, p. 133–147, 2012.

QUELLMALZ, E. S. et al. Science assessments for all: Integrating science simulations into balanced state science assessment systems. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 49, n. 3, p. 363–393, 2012.

RUSSELL, D. W.; LUCAS, K. B.; MCROBBIE, C. J. Role of the microcomputer-based laboratory display in supporting the construction of new understandings in thermal physics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 2, p. 165–185, 2004.

RUTTEN, N.; VAN JOOLINGEN, W. R.; VAN DER VEEN, J. T. The learning effects of computer simulations in science education. **Computers & Education**, v. 58, n. 1, p. 136–153, jan. 2012.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. Scientific Literacy: a bibliographical review. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, 2011.

SCALISE, K. et al. Student learning in science simulations: Design features that promote learning gains. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 48, n. 9, p. 1050–1078, 2011.

SCHIEL, D.; ORLANDI, A. S.; COLLECTIF. **Ensino de Ciências por Investigação**. São Carlos: CDCC/ Compacta Gráfica e Editora Ltda, 2009.

SHE, H.-C.; CHEN, Y.-Z. The impact of multimedia effect on science learning: Evidence from eye movements. **Computers & Education**, v. 53, n. 4, p. 1297–1307, dez. 2009.

SHIN, N.; JONASSEN, D. H.; MCGEE, S. Predictors of well-structured and ill-structured problem solving in an astronomy simulation. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 1, p. 6–33, 2003.

SMETANA, L. K.; BELL, R. L. Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 9, p. 1337–1370, 2012.

SOONG, B.; MERCER, N. Improving Students' Revision of Physics Concepts through ICT-Based Co-construction and Prescriptive Tutoring. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 8, p. 1055–1078, 2011.

SQUIRE, K.; JAN, M. Mad City Mystery: Developing Scientific Argumentation Skills with a Place-based Augmented Reality Game on Handheld Computers. **Journal of Science Education and Technology**, v. 16, n. 1, p. 5–29, 2007.

TAN, A.-L.; WONG, H.-M. 'Didn't Get Expected Answer, Rectify It.': Teaching science content in an elementary science classroom using hands-on activities. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 2, p. 197–222, 2012.

TOLENTINO, L. et al. Teaching and Learning in the Mixed-Reality Science Classroom. **Journal of Science Education and Technology**, v. 18, p. 501–517, 21 maio 2009.

TRÓPIA, G. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 1, p. 121, 12 maio 2011.

UCAR, S.; TRUNDLE, K. C. Conducting guided inquiry in science classes using authentic, archived, web-based data. **Computers & Education**, v. 57, n. 2, p. 1571–1582, set. 2011.

VAN ZEE, E.; ROBERTS, D. Making Science Teaching and Learning Visible Through Web-Based “Snapshots of Practice”. **Journal of Science Teacher Education**, v. 17, n. 4, p. 367–388, 2006.

WRIGHT, N.; ABD-EL-KHALICK, F. The impact of technology on the enactment of “inquiry” in a technology enthusiast’s sixth grade science classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 44, n. 1, p. 154–182, 2007.

WEBB, M. E. Affordances of ICT in science learning: implications for an integrated pedagogy. **International Journal of Science Education**, v. 27, n. 6, p. 705–735, 2005.

ZACHARIA, Z. C. Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students’ conceptual understanding of electric circuits. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 23, n. 2, p. 120–132, 2007.

ZACHARIA, Z. C.; OLYMPIOU, G.; PAPAERVIPIDOU, M. Effects of experimenting with physical and virtual manipulatives on students’ conceptual understanding in heat and temperature. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 9, p. 1021–1035, 2008.

ZHANG, B. et al. Deconstructing and reconstructing: Transforming primary science learning via a mobilized curriculum. **Computers & Education**, v. 55, n. 4, p. 1504–1523, dez. 2010.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 67, 20 dez. 2011.

ZYDNEY, J.; GRINCEWICZ, A. The Use of Video Cases in a Multimedia Learning Environment for Facilitating High School Students’ Inquiry into a Problem from Varying Perspectives. **Journal of Science Education and Technology**, v. 20, n. 6, p. 715–728, 2011.

CAPÍTULO II

COMO ELABORAR UM MÓDULO TEMÁTICO VIRTUAL PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS?⁶

1. INTRODUÇÃO

Seguindo as tendências atuais de oferecer aos alunos outras formas de estudar e aprender, verifica-se que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) estão a tornar-se um instrumento importante para o ensino e aprendizagem de Ciências.

Neste novo panorama mundial em que se encontra a educação, como se encaixam essas TIC no Ensino (TICE) e como instrumento didático? Os recursos tecnológicos, em geral, e, em especial, os da informática, podem ser um importante recurso para os professores, particularmente para aqueles que trabalham com conteúdos de Ciências (por exemplo, Física, Química, Biologia, Geologia, Astronomia). Mas os professores estão preparados para utilizar os artefatos digitais na sala de aula?

Ainda hoje, há muitas barreiras em relação ao uso das TICE. A primeira barreira está relacionada com o fato de as escolas possuírem, ou não, laboratórios de informática. Naquelas que os têm, ainda existe a necessidade de manutenção de computadores, de ligação à Internet e de um espaço mais adequado para instalar as TICE. Naquelas que têm poucos computadores, estes estão distribuídos em pontos estratégicos da escola: sala de professores, biblioteca, sala de direção. Como forma de superar esta barreira, muitos alunos procuram ter acesso aos computadores em algum lugar: na casa dos amigos, parentes ou

6 Este capítulo foi baseado no artigo: FERNANDES, G. W. R.; RODRIGUES, A.; FERREIRA, C. A. Módulos temáticos virtuais: uma proposta pedagógica para o ensino de ciências e o uso das TICs. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 32, n. 3, p. 934-962, out. 2015.

em espaços alternativos, as chamadas *lan houses*, centros de inclusão digital (CID) e outros.

A segunda barreira está relacionada com o fato de muitos professores não aceitarem o uso destas tecnologias digitais na sala de aula. Para alguns professores, as calculadoras são proibidas e os celulares ou smartphones devem estar desligados durante a aula. Alguns alunos começam a levar os computadores portáteis e tablets para a sala de aula, mas estes também devem ser guardados. O uso da Internet para trabalhos escolares também se constitui como uma dificuldade: a falta de controle do ato de copiar e colar informação e de sites com conteúdos duvidosos e impróprios, e da dispersão dos alunos quando navegam na Internet. As tecnologias aceitáveis seriam os quadros digitais e o projetor conectado ao computador para a projeção de imagens e filmes.

A terceira, e talvez a mais difícil de superar, relaciona-se com a formação inicial e continuada do professor para a utilização das TICE. Até há pouco tempo, as universidades não possuíam, nos seus currículos, disciplinas específicas sobre as bases teóricas e práticas para o uso das TICE. Com a inclusão das tecnologias digitais nas escolas pelas políticas públicas, os cursos de formação inicial têm dificuldade em se estruturar, cabendo às ações de formação contínua preparar os docentes para desenvolverem as suas práticas de ensino utilizando as TICE e seus recursos: quadros digitais, projetores, filmes, multimídias, animações, simulações, mundos e laboratórios virtuais etc. Deste modo, como os cursos estão a preparar-se para desenvolver a *didática da tecnologia*? Os professores que usam as TICE realmente precisam de formação inicial para tal uso? De onde vem a principal formação para usar as TIC na educação? Estas questões, em relação ao uso das TICE, devem ser vistas como desafios pedagógicos do nosso tempo e não apenas pelos seus aspectos negativos ou pela falta de aparelhos tecnológicos.

Perante esta realidade, o objetivo deste capítulo é apresentar uma proposta pedagógica, denominada de *Módulos Temáticos Virtuais* (MTV), em que o professor pode utilizar na aula de Ciências diversos Objetos de Aprendizagem (OA) ou Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVA) e outras TICE. Ancorado à perspectiva de um Ensino de Ciências por Temas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011) e através da Investigação (BELL et al., 2010; CARVALHO et al., 2004, 2013; KIM; HANNAFIN; BRYAN, 2007),

este capítulo também apresenta reflexões importantes sobre a integração das TIC no ensino de Ciências (TICEC).

2. O CONTEXTO DE PRODUÇÃO DE UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA: OS MÓDULOS TEMÁTICOS VIRTUAIS

A disponibilidade física dos recursos tecnológicos e de comunicação, no meio educacional, por si mesma, não traz nenhuma garantia para a ocorrência de transformações significativas no ensino de Ciências, uma vez que este uso depende, fundamentalmente, do trabalho do docente e é nele que se apoiam as transformações educacionais. Assim, é impossível pensar a incorporação das TIC na educação e no ensino de Ciências sem a apropriação e domínio delas por parte dos educadores.

Algumas das grandes dificuldades que o professor de Ciências tem hoje são: 1) como trabalhar com o computador na sala de aula? 2) Quais conteúdos que podem ser desenvolvidos com o uso das TICE? 3) Onde encontrar recursos digitais válidos?

2.1 O que são os Módulos Temáticos Virtuais?

Os MTV têm origem em diferentes movimentos educacionais. A primeira contribuição vem dos materiais pedagógicos utilizados pelas chamadas *escolas inovadoras* que começam a espalhar-se por diversos países (DORI; BELCHER, 2005). Atualmente, muitas destas escolas apoiam-se na *pedagogia ativa* e utilizam as TICE como principais instrumentos de aprendizagem, e os seus currículos sofrem uma remodelação profunda (LEBRUN, 2008, 2007). Entre essas escolas, podemos destacar a Escola da Ponte, em Portugal, a *School of One*⁷, em Nova Iorque (com o seu banco de lições virtuais e algoritmos de aprendizagem), a Organização Sueca *Vittra Telefonplan*⁸ (com a plataforma *SchoolSoft*), o Projeto Ginásio Experimental de Novas Tecnologias⁹ (GENTE), no Rio de Janeiro (Brasil) (com as atividades da Educopédia) e

7 Disponível em: <http://izonenyc.org/initiatives/school-of-one/>

8 Disponível em: <http://www.vittra.se/english/Schools/StockholmSouth/Telefonplan.aspx>

9 Disponível em: <http://gente.rioeduca.net/>

o Projeto *Web-based Inquiry Science Environment – WISE*¹⁰ (com a sua plataforma de aprendizagem digital baseada na pesquisa).

Uma característica marcante de muitas escolas inovadoras está nas perspectivas metodológicas usadas. Uma dessas perspectivas metodológicas é a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), onde se parte sempre de um problema real do cotidiano do aluno, cuja resolução se revela importante em termos pessoais, sociais e/ou ambientais. Dentro desta perspectiva, três princípios tornam-se fundamentais: 1) aprendizagem colaborativa; 2) aprendizagem baseada na resolução de problemas; e 3) aprendizagem tutorial em pequenos grupos (LEBRUN, 2008). Outra perspectiva metodológica, que se aproxima à ABRP, é a perspectiva do Ensino de Ciências através da Investigação (ENCI) que também parte de uma situação-problema, seguido do desenvolvimento de etapas para se chegar a uma conclusão (CARVALHO et al., 2013).

A primeira característica de um *Módulo Temático Virtual (MTV)* é que se trata de um recurso elaborado por um mediador de ensino ou equipe interdisciplinar (professores, pedagogos, especialistas da educação, entre outros), que não necessita de comprar os softwares, mídias e outros recursos para serem utilizados em sala de aula. A segunda característica de um MTV é que se trata de um instrumento didático para o processo de ensino e aprendizagem de Ciências através do computador e da Internet. A terceira característica é a de que um MTV se assemelha às Sequências de Ensino Investigativas (SEI) de Carvalho et al. (2013), porém apoiadas por diversos recursos digitais.

Os MTV, para o ensino de Ciências, representam uma das diversas possibilidades metodológicas para auxiliar o trabalho dos professores quando se usa as TICE. Eles constituem-se como parte de um movimento de apoio ao ensino de Ciências, no contexto do uso de material digital pelo professor na sala de aula. Assim, podemos dizer que os MTV se vinculam a uma perspectiva metodológica e ao movimento construtivista, uma vez que consideram que o desenvolvimento cognitivo do aluno não ocorre independente do contexto social, histórico e cultural, mesmo dentro de uma realidade de instrumentos digitais (CHER PING, 2008; DORI; BELCHER, 2005; KUBASKO et al., 2008; TOLENTINO et al., 2009).

10 Disponível em. <https://wise.berkeley.edu/index.html>

Os MTV seriam, para nós, uma opção para a elaboração de material instrucional, pois constituem-se em blocos básicos de OVA e outros recursos digitais, elaborados por uma equipe interdisciplinar, mediados por professor(es) e orientados para o ensino de Ciências. Eles são compostos por um conjunto organizado de atividades, num sistema midiático, hiper midiático ou de plataforma, na perspectiva do ENCI (mas que pode ser estendido a outras referências e abordagens de ensino, como a aprendizagem baseada em projetos e resolução de problemas), capazes de ajudar à compreensão de diversos conceitos científicos, através da criação de uma situação-problema, do levantamento de hipóteses, da interação com o OVA, da interpretação e da conclusão.

Partimos do princípio de que o desenvolvimento de conteúdos científicos, na perspectiva da Abordagem Temática e organizados em MTV, seria uma alternativa contemporânea de ensino de Ciências (EC). Para que os professores de Ciências possam desenvolver a proposta dos MTV, vamos recorrer ao uso e às características de Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVA) e a Repositórios de Objetos de Aprendizagem (ROA), além de recorrermos a softwares educacionais, aplicações, ambientes multiusos e outros.

Para elaborar uma Proposta Pedagógica, como um MTV, disponível num ambiente online, levamos em consideração cinco princípios:

- 1) Identificar o tema e os conteúdos de Ciências que farão parte do MTV;
- 2) Selecionar os OVA de Ciências em repositórios educativos;
- 3) Organizar os OVA e os recursos digitais em um suporte multimídia e hipermídia interativa;
- 4) Elaborar diagramas no contexto do ENCI mediado pelas TICE;
- 5) Construir um MTV na perspectiva do ENCI.

2.2 Identificar o tema e os conteúdos de Ciências que farão parte do MTV

O ensino de Ciências baseado em temas começa a aparecer em vários trabalhos importantes da área (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011; STRIEDER et al. 2011 e outros) e nos currículos de algumas escolas, com perspectivas inovadoras, e que exploram o uso das TICE (DORI; BELCHER, 2005).

Encontramos, na literatura, perspectivas teórico-metodológicas contemporâneas que apontam para a possibilidade de organização do currículo de Ciências por temas: a) Temas com foco em CTS; b) Temas Ambientais; c) Situação de Estudo; d) Temas Freireanos; e) Unidades de Aprendizagem; e f) Temas Conceituais e Contextuais (STRIEDER et al., 2011). Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) entendem que um ensino apoiado em temas significativos para o aluno é aquele cujo conteúdo de Ciências pode ser organizado na perspectiva da *Abordagem Temática* (AT) que se constitui como uma “perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada com base em temas, com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas. Nessa abordagem, a conceituação científica da programação é subordinada ao tema” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 189).

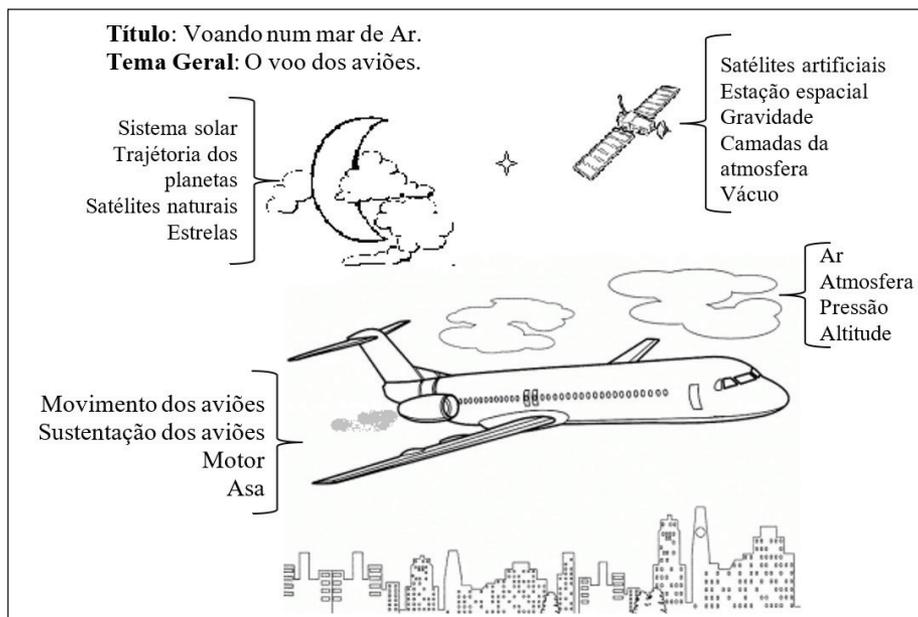
Uma vez que o professor opte em trabalhar com a AT, a seleção dos conteúdos, a metodologia de trabalho e estruturação das atividades de Ciências serão organizadas por temas e não por conceitos científicos, que estão, na verdade, associados aos temas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011; STRIEDER et al. 2011).

Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), é importante que o professor identifique “o conhecimento de que o aluno é portador e que exista um diálogo entre o aluno e o professor sobre os conhecimentos que ambos têm sobre o tema” (p. 193). Este diálogo só acontecerá quando o professor apresentar ao aluno “Situações Significativas e Problematizadoras” no contexto de uma Abordagem Temática (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011). De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), as situações que são significativas para os alunos apresentam-se como desafios para a compreensão dos problemas envolvidos nos temas. Elas não são encontradas e desenvolvidas meramente com base na curiosidade dos alunos ou na sua vontade de conhecer; mas, da capacidade dos alunos de transformar as situações problematizadas durante o desenvolvimento do conteúdo ensinado em conhecimento.

Podemos citar um exemplo de um tema escolhido baseado na construção de aeromodelos por participantes de um projeto de inclusão digital e social. Os participantes do projeto tinham idades compreendidas entre os 10 e os 13 anos, e que para desenvolverem os aeromodelos precisavam estudar o ar, a atmosfera, o espaço, e, sobretudo, a forma como os aviões voam e quais os

conceitos científicos que estão relacionados com o voo de um avião (Figura 2). Para tentar alcançar esses objetivos, o professor/coordenador do projeto, numa parceria colaborativa com outros especialistas, começou a elaborar um conjunto de atividades temáticas com o uso de diversos OVA.

Figura 2. Exemplo de um esquema que caracteriza os conceitos associados ao tema sobre o voo dos aviões.



Fonte: elaborado pelos autores.

Na perspectiva da Abordagem Temática, interessa-nos saber se é possível um ensino de Ciências por temas usando TICE? Para o nosso propósito, interessa-nos transpor a Abordagem Temática para o ensino de Ciências, em módulos temáticos, mais precisamente no contexto do virtual, para serem desenvolvidos através do ecrã do computador, ou de outro suporte (tablet, smartphone, entre outros). O professor pode desenvolver diversas situações significativas para os alunos (dentro desses módulos) tornando-se estas objeto de conhecimento.

2.3 Selecionar os objetos virtuais de aprendizagem de Ciências em repositórios educativos

Uma vez definido o ENCI como uma abordagem de ensino de Ciências, em que se pode utilizar o MTV, como recurso digital a um tema significativo para o aluno, iremos iniciar a proposta do seu desenvolvimento e sua relação com as TICE.

Atualmente, estão disponíveis na Internet diversos recursos que são possíveis de serem utilizados nas aulas de Ciências: animações, simulações, jogos educativos, vídeos, hipermídias, entre outros.

Apesar dos diversos OVA serem, potencialmente, uma importante ferramenta para o ensino de Ciências, uma grande parte deles tem vindo a ser subutilizados em propostas de atividades que simplesmente os colocam à disposição dos alunos, para que estes os explorem, sem uma orientação adequada, que possa levá-los a uma efetiva aprendizagem do conteúdo envolvido nesses OVA (ARAÚJO; VEIT; MOREIRA, 2012). Consideramos que o seu uso não deve ficar limitado à demonstração do objeto pelo professor e à visualização passiva dos alunos, mas que os alunos possam interagir com os OVA “para testarem as suas hipóteses e avaliarem as suas próprias explicações para determinados fenômenos” (ARAÚJO; VEIT; MOREIRA, 2012, p. 343).

Os OVA ficam normalmente armazenados em locais na Internet denominados de repositórios. O Repositório de Objetos de Aprendizagem (ROA) é um local onde se encontra uma coleção centralizada de metadados usados para descrever fontes educacionais que podem, ou não, estar distribuídas na Web. Os repositórios armazenam OVA e que podem ser recuperados por palavras-chave ou assunto. O Quadro 3 indica uma lista dos principais repositórios que disponibilizam diversos OVA para o EC. É a partir destes repositórios que se podem selecionar simulações, vídeos, animações, entre outros, para a elaboração dos MTV.

Quadro 3. Principais repositórios de OVA gratuitos para o Ensino de Ciências.

PORTAIS

- 1) Britannica Escola Online - <https://escola.britannica.com.br>
- 2) Ciência à Mão USP – Portal de Ensino de Ciências - <http://www.cienciamao.usp.br/>
- 3) Ciência na Escola – <http://www.scienceinschool.org>
- 4) GEENF: Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação não formal e Divulgação em Ciência – <http://www.geenf.fe.usp.br/v2/>
- 5) Science Me - <https://www.scienceme.com.br/>
- 6) Portal PontoCiência – <http://www.pontociencia.org.br/>
- 7) Museu da Vida – <http://www.museudavida.fiocruz.br/>
- 8) Mão na Massa: ABC na Educação Científica - <http://www.cdcc.usp.br/maomassa/>

REPOSITÓRIOS DE OBJETOS VIRTUAIS

- 9) PHET: Simulações em Ciências e Matemática - https://phet.colorado.edu/pt_BR/
- 10) Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE) - <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>
- 11) CESTA – Coletânea de Entidades de Suporte ao Uso da Tecnologia na Aprendizagem - <http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/>
- 12) Laboratório Virtual da USP - <http://www.labvirt.fe.usp.br/>
- 13) Fábrica Virtual - http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/fabrica_virtual
- 14) Núcleo de construção de Objetos de Aprendizagem - <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/objetosaprendizagem/Rived/index.html>
- 15) Física Vivencial - <http://www.fisicavivencial.pro.br/fisica-vivencial>
- 16) A Física e o Cotidiano - <http://pat.educacao.ba.gov.br/fisicaecotidiano/>
- 17) Centro de previsão de tempo e estudos climáticos - <http://videoseducacionais.cptec.inpe.br/>
- 18) Youtube - <https://www.youtube.com>

PORTAIS DO GOVERNO

- 19) TV Escola - <https://tvescola.org.br/tve/home>
- 20) Educapes - <https://educapes.capes.gov.br/>
- 21) Portal de Periódicos da Capes - <http://www.periodicos.capes.gov.br/>
- 22) Canal Futura - <http://futura.org.br/>
- 23) Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa em Educação Anísio Teixeira – INEP – <http://portal.inep.gov.br>
- 24) Ministério da Educação – <http://portal.mec.gov.br/>
- 25) Portal do Professor – <http://portaldoprofessor.mec.gov.br>
- 26) Centro de Referência Virtual do Professor – <http://crv.educacao.mg.gov.br>
- 27) Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais - <https://www.educacao.mg.gov.br/>
- 28) Acervo MultiRio - <http://www.multirio.rj.gov.br/>
- 29) Domínio Público - <http://www.dominiopublico.gov.br/>
- 30) Catálogo de Teses e Dissertações da Capes - <http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>

REVISTAS

- 31) Ciência Hoje – <http://www.cienciahoje.org.br/>
- 32) Ciência Hoje das Crianças - <http://chc.org.br/>
- 33) Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – <https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/user>
- 34) Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências – http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1983-2117&lng=pt&nrm=iso
- 35) Revista Química Nova na Escola - <http://qnesc.sbq.org.br>
- 36) Revista Experiências em Ensino de Ciências - <http://if.ufmt.br/eenci/>
- 37) Revista Ciência & Educação - http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1516-7313&lng=en&nrm=iso
- 38) Revista Investigações em Ensino de Ciências - <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/index>

2.4 Organizar os OVA e os recursos digitais em um suporte multimídia e hipermídia interativa

Os OVA tem pouca utilidade se não estiverem disponíveis em forma de hipermídia ou multimídia e organizados numa sequência lógica, pedagógica e didática para que os alunos possam interagir com o material. Hoje, já existem diferentes sites gratuitos em que o professor pode utilizá-los para elaborar diversas atividades online para os seus alunos.

Muitos destes sites, na melhor das hipóteses, tentam contextualizar e aproximar a realidade digital do aluno à realidade escolar atual. Esta aproximação de realidades, que compete ao professor, não é uma tarefa fácil, uma vez que muitos não possuem formação, habilidades e competências para a elaboração de tais materiais. O Quadro 4 apresenta alguns sites gratuitos para a organização de conteúdos em formato multimídia.

Quadro 4. Sites gratuitos para a organização de conteúdos online.

Nº	SITES	ENDEREÇOS
1	Edulify.com	https://edulify.com/
2	WISE	https://wise.berkeley.edu/index.html
3	Wix	http://pt.wix.com/
4	Wordpress	http://pt-br.wordpress.com/
5	Webnood	http://www.webnode.com.br/
6	Blogger	https://www.blogger.com/tour_start.g
7	Google sites	https://sites.google.com/?hl=pt-BR
8	Ucoz	http://www.ucoz.com.br/tour/
9	Weebly	http://www.weebly.com/index.php?lang=pt
10	Exelearning	http://exelearning.org/

Com o objetivo de auxiliar o professor ou a equipe pedagógica a produzir um MTV, delimitaremos as definições de multimídia e hipermídia, baseando-nos nas definições dadas por Lebrun (2008, 2007). A diferença entre os objetos multimídia, propostos localmente pelos CD-ROM, e os disponíveis na Internet torna-se cada vez mais tênue. Graças às ferramentas que apoiam a criação de páginas WWW, estas podem tornar-se uma excelente plataforma de concepção de multimídias, que para Lebrun (2007) pode ser definida do seguinte modo:

a multimídia consiste na integração sobre um mesmo suporte (CD local ou servidor remoto) de diferentes tipos (texto, sons, imagens fixas ou animadas) ou até mesmo programas de computador que realizam uma determinada tarefa (por exemplo, um “aplicativo” escrito na linguagem Java) (p. 198 – tradução nossa).

A definição de Lebrun (2007) está representada na Figura 3, ou seja, este autor denomina de *multimídia interativa* o sistema que permite ao utilizador final escolher elementos com os quais se pode interagir (Figura 4). Por sua vez, se uma estrutura de elementos interligados permite ao utilizador mover-se de um elemento para o outro, a multimídia interativa ganha a denominação de hipermídia. A Figura 5 caracteriza a *hiper multimídia interativa*, “que cobra uma série de atributos: qual o grau de interatividade com o usuário? Ele sabe onde clicar? Para quais efeitos? Qual a arquitetura e organização dos elementos?” (LEBRUN, 2007, p. 200, tradução nossa).

Figura 3. Multimídia.

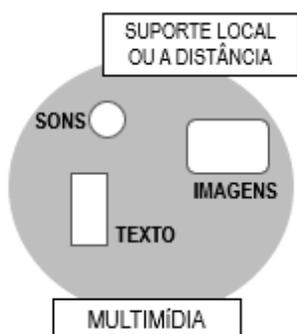


Figura 4. Multimídia Interativa.

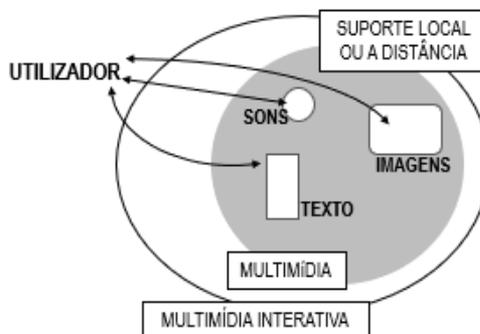
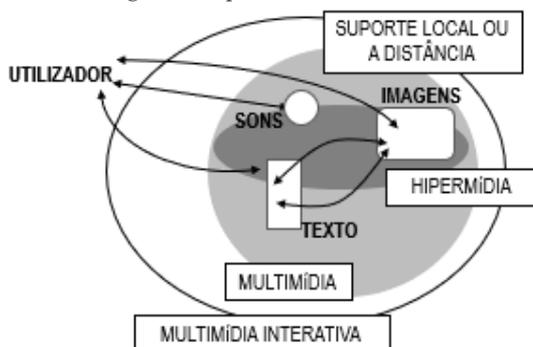


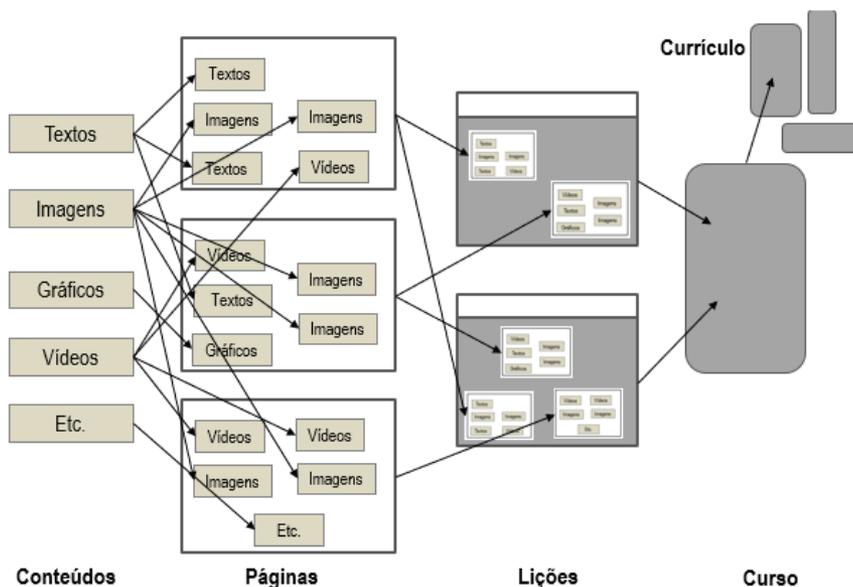
Figura 5. Hiper multimídia interativa.



Fonte: Adaptado de Lebrun (2007, pp. 198-199).

Para Cejudo (2013), uma apresentação multimídia poderia ser definida como “um documento que incorpora diferentes recursos, tais como texto, imagens estáticas, imagens em movimento, sons, vídeos etc., que permitem expressar um conteúdo a um público determinado” (p. 127, tradução nossa). Segundo Peco, Sánchez e Such (2013), a associação destes recursos educativos em formato padronizado permite construir recursos educativos mais complexos (Figura 6): conteúdos → páginas → lições → curso → currículo.

Figura 6. Metáfora de agregação de objetos de aprendizagem em um sistema hiper multimídia interativo.



Fonte: Peco et al. (2013, p. 340).

Assim, os MTV possuem *dados de diferentes naturezas* e estão organizados em módulos de hipermídia (por CD-ROM – offline, ou pela Internet – online) de modo a que os alunos possam interagir com os diversos recursos que os suportes podem receber. Neste contexto, ainda falta definir a abordagem pedagógica apropriada para desenvolver o conteúdo de Ciências nos MTV. Contudo, destacamos que os MTV podem ser elaborados com abordagens que fazem parte de um ensino mais ativo e centrado no aluno e que seja possível de trabalhar o conteúdo científico: resolução de problemas, abordagem por projetos e investigação. A opção que será caracterizada a seguir pressupõe que um MTV pode ser estruturado por um Ensino de Ciências através da Investigação (ENCI) ou *inquiry-based approach*.

2.5 Elaborar diagramas no contexto do ENCI mediado pelas TICE

O ensino de Ciências tem vindo a ganhar ferramentas importantes para o desenvolvimento de atividades dentro da sala de aula. Diferentes estudos

apresentam importantes contribuições resultantes da articulação do ensino de Ciências com o uso das TIC (ATHANASSIOS, 2010; DORI; BELCHER, 2005; JAAKKOLA; NURMI, 2008; KIM; HANNAFIN; BRYAN, 2007).

O desafio que hoje se tem para o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação para o Ensino de Ciências (TICEC) é o de conceber uma metodologia de ensino que rompa com a linearidade da educação tradicional (principalmente transmissiva) e criar estratégias que levem os alunos a pensar, pesquisar, selecionar informações, recolher evidências, organizar os argumentos e apresentar conclusões.

Vimos no capítulo anterior que têm surgido na literatura vários trabalhos que discutem de que modo as ferramentas computacionais podem apoiar o ensino investigativo (BELL et al., 2010; DORI; SASSON, 2008; JAAKKOLA; NURMI, 2008; WAIGHT; ABD-EL-KHALICK, 2007; CLARK; SAMPSON, 2007). Duas razões muito gerais para a utilização de ferramentas computacionais para a investigação têm sido apontadas na literatura. Em primeiro lugar, as ferramentas informáticas ajudam os alunos a concentrar-se em processos de aprendizagem mais elevados sendo importantes recursos no ensino onde se promove a investigação (DORI; SASSON, 2008; JAAKKOLA; NURMI, 2008), ou seja, os computadores apoiam os alunos no planejamento das investigações ou na construção do conhecimento, auxiliando-os nos processos rotineiros, como o cálculo, a aquisição, classificação ou visualização de dados. Em segundo lugar, a informação presente no computador pode ser controlada pelos próprios alunos. Eles podem verificar informações e dicas através da interface por sua própria iniciativa, sem ter de contar, necessariamente, com a ajuda de um professor (LEE et al., 2006).

Para a elaboração dos MTV, apoiados pelos diversos OVA e outros recursos digitais, propomos elementos e etapas das Atividades Investigativas do Ensino de Ciências (AIEC) de acordo com o Quadro 5.

Quadro 5. Principais etapas investigativas e aproximações para o uso de TIC.

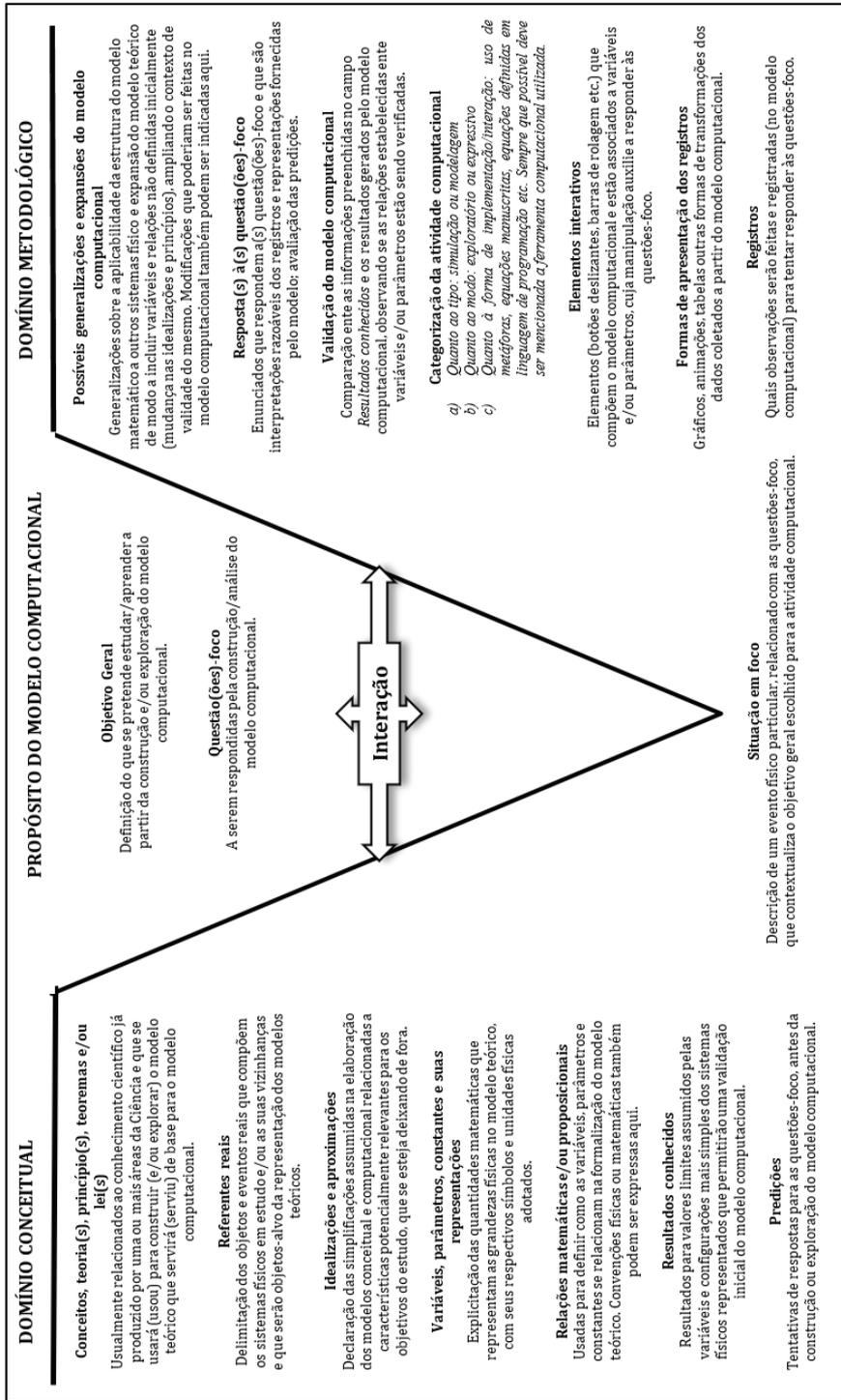
Nº	ELEMENTOS DAS AIEC	ETAPAS DE INVESTIGAÇÃO	POSSÍVEIS TICE e RECURSOS DIGITAIS
1	Problema	Explorar o mundo	Vídeos; Web; Hipermédia; Multimédia; MUVE; Fotografias
		Apresentar o problema	Simulação; Software de simulação
		Refletir sobre o problema	
2	Hipótese	Gerar as hipóteses	Web; Wiki
		Avaliar as hipóteses	Simulação; Software de simulação; Laboratório remoto e virtual
3	Processo de investigação	Planear a investigação	Web; Wiki; Ferramenta de mapas mentais
		Investigar	Web; Simulação; MUVE; Software; Laboratório remoto e virtual; CAI
4	Interpretação	Analisar os dados obtidos	Software de cálculo; Laboratório remoto e virtual; CAI
		Interpretar as novas informações	Ferramenta Excel; Ferramenta de mapas mentais
5	Conclusão	Sistematizar e registrar	Wikis; software de simulação; Ferramenta de desenho de gráficos, tabelas e diagramas; Ferramenta de mapas mentais
		Comunicar as informações	Chat; Fórum de discussão; Wiki
		Aplicar o conhecimento a novas situações	Vídeo; Foto; Wiki; Fórum de discussão; <i>Software</i> de Simulação

Na tentativa de construir uma metodologia para o desenvolvimento dos MTV de modo a aproximar as etapas das AIEC com as TICE, vamos apoiar-nos no trabalho de Araújo, Veit e Moreira (2012, p.343) que apresenta uma abordagem teórica com o objetivo de auxiliar a aprendizagem de Ciências através da construção e/ou do uso de modelos computacionais. A proposta destes investigadores baseia-se no uso do dAVM (Diagrama Adaptado do Vê de Gowin para a Modelação), que é caracterizado como:

uma ferramenta voltada para o delineamento de atividades computacionais potencialmente significativas, aumentando a eficácia do uso de recursos midiáticos disponíveis e apontando elementos importantes para a construção de novos (ARAÚJO; VEIT; MOREIRA, 2012, p. 343).

Como os próprios autores definem, o dAVM é “um ponto de partida tanto para quem pretende conceber atividades, como para quem as explorará” (ARAÚJO; VEIT; MOREIRA, 2012, p. 343). O dAVM é um instrumento constituído por três partes interdependentes: I) o propósito do modelo computacional (parte central do Vê – relaciona-se com o estudo do fenômeno de interesse); II) o domínio conceitual (parte esquerda do Vê – relaciona-se com o que se deve pensar); e III) o domínio metodológico (parte direita do Vê – relaciona-se com o que se deve fazer). Segue-se a Figura 7 que apresenta e caracteriza o dAVM de Araújo, Veit e Moreira (2012).

Figura 7. Diagrama AVM de Araújo et al. (2012, p. 354).



O Diagrama AVM de Araújo et al. (2012) caracteriza-se, sobretudo, por ser um instrumento voltado para o estudo e para a análise de simulações e softwares de simulações, em que professores e/ou alunos podem analisar os fenômenos reais através de modelos virtuais. Como o nosso objetivo é ter um instrumento que auxilie a elaboração das atividades dos MTV, na perspectiva de um ensino através da investigação, o dAVM torna-se um instrumento didático e pedagógico do processo, uma vez que nos orienta com as suas três dimensões.

Utilizando os elementos das AIEC e as suas etapas (Quadro 5), bem como o Diagrama AVM de Araújo et al. (2012) (Figura 7), formulamos uma nova proposta que resultou no modelo caracterizado no Quadro 6 denominado de *Diagrama em Vê para as Atividades Investigativas de um Módulo Temático Virtual (DVAIMTV)*. Esta nova proposta caracteriza as etapas das atividades de investigação de um MTV quando estas são realizadas pelos alunos. Os professores/mediadores podem planejá-las para que os alunos alcancem a reflexão e compreensão dos conceitos científicos propostos, a partir das etapas das atividades investigativas mediadas pelas TIC.

Quadro 6. Diagrama em Vê para as Atividades Investigativas de um Módulo Temático Virtual (DVAIMTV).

Desenvolvimento das AIEC pelos alunos		Diagrama em Vê para as atividades investigativas de um MTV	
ELEMENTOS DAS AIEC	ETAPAS AIEC	DOMÍNIO CONCEITUAL	DOMÍNIO METODOLÓGICO
Problema	Explorar o mundo	Introdução do tema Apresentação do tema que será desenvolvido pelos alunos.	Contextualização: Descrição de um evento físico particular, relacionado com o tema e a situação-problema, que contextualiza o objetivo geral escolhido para o desenvolvimento da atividade. Contato com o objeto Identificação da hipermedia, objetos, recursos pelo aluno.
	Apresentar um problema	---	Situação-problema: A serem respondidas pelo desenvolvimento das atividades do MTV.
	Refletir sobre o problema	---	Objetivo Geral: Definição do que se pretende estudar/aprender e partir da exploração do módulo
Hipótese	Gerar as hipóteses	Predições: Tentativas de respostas para a situação-problema, antes do desenvolvimento da atividade.	---
	Avaliar as hipóteses	Resultados conhecidos Resultados identificados/apresentados pelas variáveis e configurações mais simples dos sistemas físicos representados pelos recursos disponíveis no módulo.	---
Processo de Investigação	Planejar a investigação	Conceitos, princípios, teoremas, leis e/ou teorias Usualmente relacionados ao conhecimento científico já produzido por uma ou mais áreas da Ciência e que servirá de base para o desenvolvimento da atividade e resposta à situação-problema.	Caracterização do recurso tecnológico: Sempre que possível deve ser mencionada a ferramenta computacional utilizada. a) Quanto ao tipo: simulação, modelagem, web, vídeo, fotografias ; b) Quanto à forma de interação: uso de metáforas, equações, entre outras.
	Investigar	---	Elementos interativos: Elementos (botões deslizantes, barras de rolagem, entre outros,) que compõem a atividade e estão associados a variáveis e ou parâmetros, cuja manipulação auxilia a responder a situação-problema.
	Interpretar	Relações qualitativas ou quantitativas das variáveis, parâmetros, constantes e suas representações: Explicitação das quantidades qualitativas e quantitativas que representam as grandezas físicas da atividade estudada, com os seus respectivos símbolos e unidades físicas adotados e como se relacionam durante a atividade. Convenções físicas ou matemáticas também podem ser expressas aqui.	Formas de apresentação dos dados Gráficos, animações, tabelas outras formas de apresentação dos dados recolhidos.
Conclusão	Interpretar as novas informações	Novas Questões: Durante o desenvolvimento da atividade, novas questões (ou situações) poderão ser introduzidas.	---
	Sistematizar e registrar	---	Registros: Que observações serão feitas e registradas (na hipermedia ou outro meio) para tentar responder a situação-problema.
	Comunicar as informações	---	Respostas à(s) situação(ões)-problema Enunciados que respondem à(s) situação(ões)-problema e que são interpretações razoáveis dos registros e avaliação das predições.
	Aplicar o conhecimento a Novas situações	---	Argumentação científica: Explicitar o pensamento e opiniões sobre a situação-problema: "O que você quer dizer? Como você fez isso? Por que você diz isso? Como é que isso se encaixa no que acabamos de dizer? Poderia me dar um exemplo? Como você chegou a isso?"



Podemos observar que existe, inicialmente, uma aproximação entre as duas propostas, mas que não pode ser pensada como a única maneira de associação entre os elementos do Diagrama AVM e as etapas do ENCI. Nem todas as Etapas das AIEC têm uma correspondência com o diagrama AVM de Araújo et al. (2012), e, na aproximação que propomos, não utilizamos todos os elementos das AIEC (Quadro 6). O principal objetivo desta nova aproximação é orientar o professor/mediador quanto aos conceitos, propósitos e metodologias necessárias para a elaboração e para o desenvolvimento de um MTV. Também sentimos a necessidade de introduzir novos elementos para que conferissem mais sentido à nossa proposta (e que estão grifados no Quadro 6): introdução do tema, contato com o objetivo, contextualização, novas questões, relações qualitativas e quantitativas das variáveis, entre outros. Deste modo, a nossa proposta de desenvolver os MTV, de acordo com o Quadro 6, pode ser resumida da seguinte maneira:

a) Quanto ao problema de investigação: o primeiro contato do aluno com o OVA, com as mídias e com o recurso tecnológico é o momento de exploração dos fenômenos que a atividade propõe. Neste momento sugerimos que o professor/mediador contextualize a atividade, apresente um tema de investigação que faça sentido para os alunos, relacionando-o com o dia a dia deles. Ao apresentar o problema, é importante que o tema que será estudado esteja claro para os alunos, no formato de situação-problema, caracterizado na hipermídia ou evidenciado noutro suporte. Ao refletir sobre o problema, que será investigado pelos alunos, é importante deixar claro o objetivo da investigação no MTV.

b) Quanto ao desenvolvimento de hipóteses: para que os alunos consigam gerar as suas hipóteses, é importante que o professor estimule os alunos a fazerem suas previsões para as questões-foco, antes da exploração do recurso tecnológico. Para avaliar as hipóteses dos alunos, sugere-se que o professor/mediador recolha os resultados conhecidos pelos alunos e tente listá-los para que estes sejam orientadores do processo de investigação.

c) Quanto ao processo investigativo: para o planejamento da investigação, é importante que o professor/mediador tenha claro quais os conceitos, princípios, teoremas, leis ou teorias que estarão presentes no MTV. Para isso, durante o planejamento do MTV, o professor pode caracterizar o recurso tecnológico quanto ao tipo: vídeo, web, simulação, animação, entre outros; quanto ao modo: exploratório ou expressivo; quanto à forma de interação: manipulação,

pesquisa, escrita, entre outras, ou seja, sempre que possível, deve ser mencionada a ferramenta computacional (ARAÚJO et al., 2012) e a forma como esta será utilizada. Já na etapa da investigação, que é o momento da interação do aluno com o MTV, é importante que sejam evidenciados os elementos interativos que compõe o processo de investigação e que “estão associados a variáveis e/ou parâmetros, cuja manipulação auxilia a responder às questões-foco” (ARAÚJO et al. 2012). Alguns recursos possuem menos elementos do que outros, mas a interação do aluno com o módulo está relacionada diretamente com a possibilidade de manipular tais elementos.

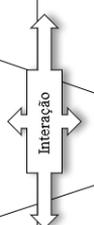
d) Quanto à interpretação dos dados: ao analisar os dados de um MTV, os alunos vão recorrer às variáveis, parâmetros, constantes e suas representações, de acordo com o Domínio Conceitual. O recurso tecnológico presente no MTV possui diversas formas de apresentar os registros: em forma de gráficos, tabelas, imagens ou outra forma de transformação dos dados recolhidos a partir do recurso presente no MTV. A interpretação das informações recolhidas é o momento mais importante da atividade, pois o aluno procura, através das relações matemáticas e/ou proposicionais, relacionar os dados encontrados com as hipóteses levantadas e, assim, encontrar as respostas para as questões-foco levantadas no início da atividade.

e) Quanto à conclusão do módulo: este é o momento em que os alunos sistematizam e registram os dados para responder ao problema da investigação. Após a sistematização, os alunos já conseguem responder as questões-foco. A comunicação dos resultados pode ser feita de forma direta, via argumentação científica ou até mesmo apoiada por uma tecnologia educativa: wikis, chats, e-mail, fóruns online, entre outras formas. Nesta etapa de conclusão, é importante que os alunos, juntamente com o professor, através de um debate argumentativo, reflitam sobre a atividade desenvolvida e apliquem, às novas situações possíveis, o conhecimento adquirido. Trata-se do momento de fazer conexões, relacionar a atividade com o cotidiano e analisar os resultados de acordo com o que o aluno conhece da realidade (BELL et al. 2010). Alguns estudos trazem este momento de conclusão como: considerar as soluções em termos de seus impactos sociais (BARAB et al., 2007); criticar as investigações de outros (QUELLMALZ et al., 2012); e necessidade de apoios/orientações para que as investigações sejam bem sucedidas (SCALISE et al., 2011).

Para ilustrar a nossa proposta, apresentamos no Quadro 7 um diagrama que caracteriza a produção de um MTV. Trata-se de um esquema que representa as características dos gases, para que os alunos possam entender o ar atmosférico. Orientamos os professores que tenham atenção para não sobrecarregar cognitivamente o aluno ao abordar em detalhe todas as aplicações do instrumento.

Quadro 7. Exemplo de Diagrama em Vê para as Atividades Investigativas de um Módulo Temático Virtual (DVAIMTV).

Desenvolvimento das AIEC pelos alunos		Novo Diagrama AVG para um MTV elaborado pelo professor	
ELEMENTOS DAS AIEC	ETAPAS AIEC	D. CONCEITUAL	PROPÓSITO
	Explorar o mundo	Introdução do tema Brotado com a forma do ar.	Contextualização Sabe-se que o ar flui nos espaços e que o ar não está parado, mas este ar é formado por diferentes gases e pode ser encontrado em três principais estados.
Problema	Apresentar um problema	---	Situação-problema Sabemos que o ar faz parte da nossa vida e está ao nosso redor. 1) Você sente o ar? Qual é a forma do ar? Como você sabe que o ar existe?
	Refletir sobre o problema	---	Objetivo Geral Conhecer como o ar se caracteriza, os diferentes gases e os estados da matéria
Hipótese	Gerar hipóteses	Predições Na hipermídia: tentativas de respostas dos alunos para a situação-problema, antes do desenvolvimento da atividade.	---
	Avaliar as hipóteses	Resultados conhecidos A matéria possui três estados.	---
Processo Investigativo	Planejar a investigação	Conceitos, princípios, teoremas, leis e/ou teorias Estados da Matéria; Átomos e Moléculas; Temperatura; Termômetro	Caracterização do recurso tecnológico Simulação <i>Phet</i> , pesquisa web e planilha Google Docs para registro das respostas.
	Investigar	---	Elementos interativos Botão play e pause para a simulação. Seleção dos átomos e moléculas de gases. Botão de enviar respostas
Interpretação	Analisar os dados obtidos	Relações qualitativas ou quantitativas das variáveis, parâmetros, constantes e suas representações Qualitativo: grau de agitação das moléculas; Calor (frio: gelo e quente: fogo). Quantitativo: temperatura T (K).	Formas de apresentação dos dados Animações e valores de temperatura.
	Interpretar as novas informações	Novas Questões 1) O que acontece com os átomos e moléculas de água quando aumentamos a temperatura? 2) Qual a diferença entre o estado sólido, líquido e gasoso? 3) Desafio: das quatro substâncias presentes na simulação, quais são respiráveis?	---
Conclusão	Sistematizar e registrar	---	Registros Na Hipermídia: registro das hipóteses e respostas da situação-problema.
	Comunicar as informações	---	Resposta(s) à(s) situação(ões)-problema Verificar no documento gerado pela hipermídia as respostas dos alunos.
	Aplicar o conhecimento a novas situações	---	Argumentação Científica No nosso dia a dia respiramos somente oxigênio? Para lugares mais frios, o que podemos dizer sobre o movimento das moléculas? Como você sabe disso?



Enfim, na tentativa de apoiar o uso, por professores de Ciências, de um MTV, na perspectiva do ENCI, propomos um esquema de trabalho que relaciona as etapas das atividades de investigação com o Diagrama Adaptado do Vê de Gowin para a Modelagem de Araújo et al. (2012). Acreditamos que os procedimentos apresentados no esquema do Quadro 6 sintetizam os principais aspectos que julgamos relevantes para a elaboração de um MTV para o ensino de Ciências. Através da reflexão proporcionada pelo preenchimento adequado dos campos do diagrama, esperamos que os professores consigam perceber as interações teórico-metodológicas que se fazem presentes para elaboração e uso dos MTV.

2.6 Construir um MTV na perspectiva do ENCI

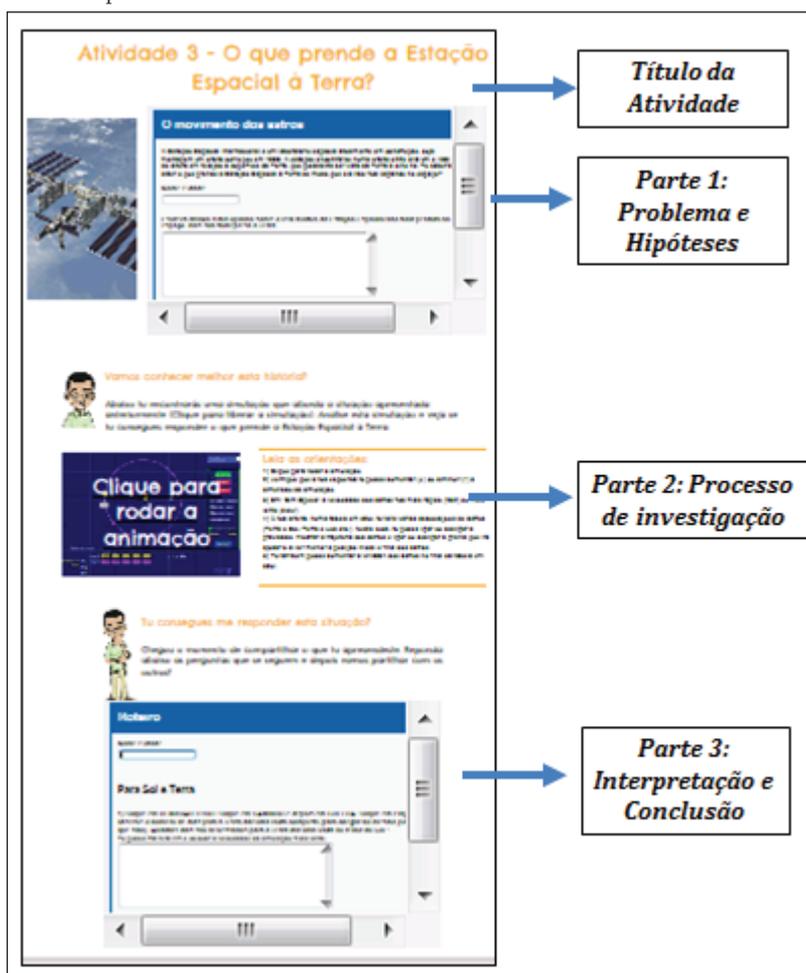
Após a escolha do tema e da elaboração de diagramas para a organização das atividades investigativas de um MTV, propõe-se que as atividades sejam organizadas numa estrutura baseada no ENCI (como apresenta o esquema da Figura 8), onde são consideradas três etapas ou partes: 1) apresentação de um problema e descrição das hipóteses; 2) a interação com o OVA, acompanhada de um pequeno roteiro (processo de investigação); e 3) a descrição do que foi observado durante a interação (interpretação e conclusão).

Figura 8. Esquema para elaboração dos roteiros do MTV.

Título da Atividade		
Situação problema:		Parte 1: Problema e Hipóteses
Espaço para levantamento de hipóteses:		
Objeto de Aprendizagem:		Parte 2: Processo de investigação
	Roteiro para interação com o OA	
Espaço para comprovação das hipóteses e conclusão:		Parte 3: Interpretação e Conclusão

A Figura 8 mostra-nos como uma atividade pode ser disponibilizada num ambiente virtual ou numa hipermídia. Por sua vez, a Figura 9 apresenta-nos um exemplo de uma atividade, em forma de hipermídia e que faz parte de um MTV com a seguinte questão problema: *O que prende a estação espacial à Terra?*

Figura 9. Exemplo de uma atividade de um MTV.



Em seguida, passamos a descrever as três etapas mencionadas anteriormente:

1) Apresentação de um problema e descrição das hipóteses: A *introdução do tema* e *contextualização inicial* são orientadas para a situação-problema inicial. Novos problemas surgem após o envolvimento do aluno na atividade. Nesta etapa é importante promover o diálogo com os alunos, pois mesmo que se faça o registro das concepções do aluno num formulário online (ou em outro suporte), a argumentação dos alunos é importante para a compreensão do processo de construção do conhecimento quotidiano e científico (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000; SASSERON; CARVALHO, 2013). A Figura 10 exemplifica a apresentação de uma situação-problema, sobre o que prende a estação espacial à Terra antes de interagir com uma simulação que vai trabalhar com a gravidade.

Figura 10. Apresentação de uma situação-problema no MTV.

The image shows a screenshot of a web page titled "Atividade 3 - O que prende a Estação Espacial à Terra?". On the left, there is a photograph of the International Space Station (ISS) in orbit above Earth. On the right, there is a form titled "O movimento dos astros". The form contains the following text: "A Estação Espacial Internacional é um laboratório espacial atualmente em construção, cuja montagem em órbita começou em 1998. A estação encontra-se numa órbita entre 340 km e 400 km de altura em relação à superfície da Terra, que possibilita ser vista da Terra a olho nú. Tu saberias dizer o que prende a Estação Espacial à Terra de modo que ela não fica vagando no espaço?". Below this text, there is a field for "Nome e idade" with an input box. Further down, there is a text area with the prompt: "Escreva abaixo a tua opinião sobre o real motivo da Estação Espacial não ficar perdida no espaço, mas sim ficar presa à Terra." At the bottom of the form, there is a blue "Enviar" button.

2) A interação com o OVA, acompanhado de um pequeno roteiro (processo de investigação): a *Interação* e principalmente os *Elementos interativos*, que fazem parte desta etapa, são integrados, de acordo com o diagrama, no MTV. O roteiro que acompanha o OVA da investigação não apresenta a resposta nem o que o aluno irá descobrir, mas orienta o aluno sobre a forma como deve usar os elementos interativos (Figura 11).

Figura 11. Exemplo de uma simulação para que o aluno possa interagir.



Vamos conhecer melhor esta história?

Abaixo tu encontrarás uma simulação que aborda a situação apresentada anteriormente (Clique para liberar a simulação). Analise esta simulação e veja se tu consegues responder o que prende a Estação Espacial à Terra.



Leia as orientações:

- 1) Clique para rodar a simulação.
- 2) Verifique que a tua esquerda tu podes aumentar (+) ou diminuir (-) a dimensão da simulação.
- 3) Em "Sim Speed" a velocidade dos astros fica mais rápido (fast) ou mais lento (slow).
- 4) À tua direita, numa tabela em azul, tu tens várias associações de astros (Terra e Sol, Terra e Lua etc.). Neste local, tu podes ligar ou desligar a gravidade, mostrar a trajetória dos astros e ligar ou desligar a grelha que irá ajudá-lo a ver melhor a posição inicial e final dos astros.
- 5) Tu também podes aumentar a MASSA dos astros no final da tabela em azul.

É nesta etapa que são destacadas as relações matemáticas e/ou proposicionais, as variáveis, parâmetros, constantes e suas representações e as formas de apresentação dos registos.

3) A descrição da observação durante a interação (interpretação e conclusão): é nesta etapa que outras situações-problema são apresentadas, bem como as respostas às questões-foco. Nesta etapa, temos a interpretação e conclusão da atividade desenvolvida (Figura 12). É importante que neste momento o professor volte às questões iniciais e estimule a explicação, pelos alunos, dos fenômenos num processo argumentativo. Ao mesmo tempo o professor deve corrigir, completar ou concordar com as ideias apresentadas pelos alunos.

Figura 12. Exemplo da interpretação e conclusão da atividade.

Tu consegues me responder esta situação?

Chegou o momento de partilhar o que tu aprendeste. Responda abaixo as perguntas que se seguem e depois vamos partilhar com os outros?

Roteiro

Nome e idade

Para Sol e Terra

1) Clique em REINICIAR TUDO. Clique em CAMINHO e depois em GRELHA. Clique em Play e observe o número de dias para a Terra dar uma volta completa (para chegar no mesmo ponto que saiu). Quantos dias são necessários para a Terra dar uma volta ao redor do Sol?
Tu podes REINICIAR e colocar a velocidade da simulação mais lenta.

Continuar »

Para a apresentação do problema, registro das hipóteses, interpretação e conclusão (Figura 10 e Figura 12) pelos alunos, uma sugestão é anexar na hipermídia um formulário online (por exemplo, proveniente do *Google Drive*) para o controle e conhecimento das respostas dadas pelos alunos. As observações e interpretações provenientes de simulações, animações ou vídeos (acompanhados por um pequeno roteiro) seriam registradas neste formulário online.

Figura 13. Exemplo da ferramenta *Formulários* do *Google Drive* para o registo do levantamento de hipóteses de uma atividade num MTV.

2) Registre abaixo a tua opinião sobre o que causou a turbulência no avião de Mariana?
 Não fique preocupado se a resposta apresentada está correta ou não, pois no final vamos descobrir juntos.

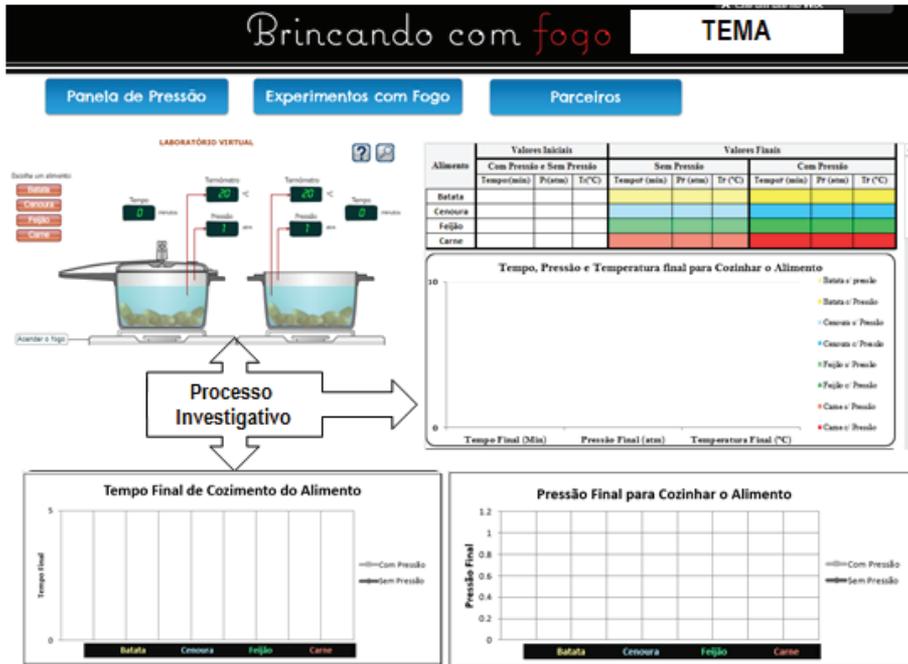
Nunca envie senhas em Formulários Google.

	A	B	C
1			2) Registre abaixo a tua opinião sobre o que causou a turbulência no avião de Mariana?
	Indicação de data e hora	1) Nome e idade	
4	18/06/2013 11:49:00	kiko	o vento, as nuvens tenpestade
5	18/06/2013 11:49:09	abel	oquecausoaturbulen foiofento
6	18/06/2013 11:49:21	jhones	
7	18/06/2013 11:49:25	thiago.	o vento.
8	18/06/2013 11:50:38	peridos	o aviao
9	18/06/2013 11:55:18	abel	ovento
10	18/06/2013 12:01:24	luan	a asa do aviao

Outro exemplo de um MTV que recorra a hipermídia *online* é demonstrado na Figura 14. Este módulo foi elaborado por um grupo de professores que adota a perspectiva do Ensino de Ciências baseado na resolução de problemas para alunos do 6º e 7º ano do ensino básico brasileiro. A partir do tema *Brincando com o fogo*, os alunos interagem com uma animação que mostra uma panela de pressão fechada e outra aberta. Em primeiro lugar, ocorre o levantamento de hipóteses e, posteriormente, inicia-se o processo de investigação, durante o qual os alunos preenchem uma tabela online (elaborada em forma de *Planilha Excel* do *Google Drive*) em que vão surgindo gráficos relacionados

com o tempo de cozimento dos alimentos, pressão e temperatura. Após o preenchimento, os alunos são convidados a analisar os gráficos, a responder às perguntas em outras fichas online e a divulgar as suas conclusões num debate argumentativo (Figura 14).

Figura 14. Exemplo de um MTV baseado na Resolução de Problemas.



3. O PAPEL DO PROFESSOR/MEDIADOR E AS ETAPAS DE ELABORAÇÃO DOS MTV

O professor/mediador tem um papel importante para a elaboração e desenvolvimento dos MTV. Esta proposta torna-se um desafio para muitos professores, e produz um clima de insegurança quanto à sua ação pedagógica nos seguintes aspectos: como produzir materiais com recursos digitais e que auxiliem os alunos no processo de aprendizagem? Como trabalhar esses conteúdos em sala de aula? Qual é a Literacia Científica e Tecnológica que se quer atingir?

Os MTV para o ensino de Ciências seriam um desafio se elaborados apenas pelo professor. Seria interessante que ocorresse uma interação entre

diferentes componentes do meio escolar. A interação para a produção dos módulos poderia acontecer entre o professor de Ciências e outros professores da escola, professores universitários, estagiários de licenciaturas, técnicos de informática e especialistas de diversas áreas (médicos, engenheiros, nutricionistas, químicos, biólogos, físicos, entre outros.).

Quando o professor elabora e desenvolve o MTV no contexto escolar, ele deixa de ser o transmissor do conhecimento (como é no ensino conhecido como tradicional) e torna-se o gestor do processo de construção do conhecimento do aluno. Para isso, o professor de Ciências necessita de ter um alto nível de competências, que se aproxima do exigido no *Modelo TPASK* de Athanassios (2010), onde são requeridos conhecimentos científico, pedagógicos e tecnológicos sobre o conteúdo.

É o professor/mediador quem define o tema que será desenvolvido e quem escolhe os OVA nos ROA que estão relacionados ao tema. É ele quem seleciona o conteúdo que será desenvolvido, elabora as atividades e organiza o material no meio online (hipertexto temático) que intitulamos de MTV. É o professor/mediador quem intervém e conduz as atividades de investigação que serão realizadas pelos alunos: problematiza, orienta o levantamento de hipóteses por parte dos alunos, faz os alunos interagirem com o objeto informático, faz com que o aluno reflita sobre os conteúdos envolvidos e pede para que eles sistematizem as atividades. É o professor/mediador quem conduz o processo de aprendizagem online.

Para que o professor não tenha perspectivas empiristas ao elaborar e desenvolver o MTV, Driver et al. (1999) lembra que:

O papel do professor de Ciências, mais do que organizar o processo pelo qual os indivíduos geram significados sobre o mundo natural, é o de atuar como mediador entre o conhecimento científico e os aprendizes, ajudando-os a conferir sentido pessoal à maneira como as asserções do conhecimento são geradas e validadas (p.31).

Segundo estes autores, o papel do professor é o de fornecer as experiências físicas e encorajar a reflexão dos alunos com intervenções do tipo: “O que você quer dizer? Como você fez isso? Por que você diz isso? Como é que isso se

encaixa no que acabamos de dizer? Poderia me dar um exemplo? Como você chegou a isso?” (DRIVER et al., 1999, p. 32).

Assim, as atividades e intervenções do professor para o desenvolvimento dos MTV podem ser pensadas com o objetivo de promover o pensamento e a reflexão por parte dos alunos, solicitando argumentos e evidências que apoiem as suas afirmações. A proposta dos MTV procura superar o desafio de como alcançar com êxito esse processo de ações na rotina da sala de aula.

Durante o processo de elaboração de um MTV, o professor poderá não estar sozinho, mas é ele o gestor do processo. A construção coletiva de um módulo temático, para que este seja disponibilizado à comunidade escolar em forma de hipertexto, envolve, como orientação básica, sete etapas, a saber:

- 1) Identificar o tema que fará sentido aos alunos e selecionar conceitos;
- 2) Selecionar os OVA em Repositórios Educativos;
- 3) Organizar os OVA significativos por conteúdos;
- 4) Selecionar os OVA e elaborar os diagramas ampliados para o ENCI (DVAIMTV);
- 5) Elaborar roteiros para o MTV de acordo com os diagramas;
- 6) Construir o MTV em formato de hipertexto junto com os diversos OVA e de acordo com os diagramas;
- 7) Organizar o processo de validação dos MTV.

Essas etapas são importantes para a elaboração dos MTV pela equipe e, principalmente, pelo professor/mediador. Trata-se de um processo de formação contínua onde o professor deve ampliar suas competências online.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Procuramos apresentar uma proposta pedagógica, denominada de Módulo Temático Virtual (MTV), em que o professor/mediador pode utilizar na sua aula de Ciências diversos OVA e outras TICE. Ancorado na perspectiva de um Ensino de Ciências através da Investigação (ENCI), organizado por Temas e mediado por diversas TICE, utilizamos e modificamos o Diagrama Adaptado do Vê de Gowin para a Modelagem (dAVM) de Araújo et al. (2012)

como referência para desenvolver o 1) propósito do uso de um recurso digital; 2) o domínio conceitual; e 3) o domínio metodológico.

Na tentativa de construir uma definição para o MTV, podemos resumir as suas principais características da seguinte maneira:

- 1) Trata-se de um recurso digital elaborado por um docente, normalmente em equipe, onde a partir de um tema, se desenvolvem diversos conteúdos científicos em formato multimídia, hipermídia ou plataforma.
- 2) Os MTV constituem-se em blocos básicos de Objetos de Aprendizagem (OA) e outros recursos digitais, elaborados por professores de ensino de Ciências e/ou equipe interdisciplinar.
- 3) São compostos por um conjunto organizado de atividades, num sistema hiper midiático ou de plataforma, na perspectiva do ENCI (mas que pode ser estendido a outros quadros de referência, como por exemplo, aprendizagem baseada em projetos e resolução de problemas), capazes de ajudar a compreensão de diversos conceitos científicos, onde se explora: uma situação-problema, levantamento de hipóteses, interações com o OVA, e interpretação e conclusão.
- 4) Trata-se de apresentar ao professor/mediador/equipe interdisciplinar possibilidades de ensino para o uso das tecnologias, bem como para o uso do computador e a Internet como instrumentos didáticos para o processo de ensino e aprendizagem de Ciências.
- 5) Os MTV têm origem em diferentes movimentos educacionais: vêm das chamadas *escolas inovadoras* e apoiam-se na *pedagogia ativa* e utilizam as TICE como principais instrumentos de aprendizagem.
- 6) Os MTV vinculam-se a uma perspectiva metodológica e também ao movimento construtivista.

Para ajudar o professor/mediador a organizar os MTV, fizemos uma associação das atividades de investigação com o dAVM de Araújo et al. (2012) que resultou noutra diagrama (diagrama em Vê das Atividades de Investigação para os MTV – dVAIMTV) voltado para qualquer recurso TIC possível de ser utilizado para o ensino de Ciências.

Uma vez que os MTV são desenvolvidos em grupo e coordenado pelo professor, cinco etapas acompanham o processo de elaboração: 1) Identificar o tema e os conteúdos que farão sentido aos alunos; 2) Selecionar os OVA em

Repositórios Educativos; 3) Organizar os OVA significativos por conteúdos; 4) Elaborar diagramas no contexto do ENCI e mediado pelas TICE; e 5) Construir os MTV em formato de hipermídia junto com os diversos OVA, de acordo com os diagramas.

Partimos do princípio de que o desenvolvimento de conteúdos científicos, na perspectiva da abordagem temática e organizados em MTV, como recurso a um novo dAVM, seria uma alternativa que requeria melhor atenção.

5. BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. Modelos computacionais no ensino-aprendizagem de física: um referencial de trabalho. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, 2012.

ATHANASSIOS, J. Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers professional development. **Computers & Education**, v. 55, n. 3, p. 1259–1269, nov. 2010.

BARAB, S. et al. Relating Narrative, Inquiry, and Inscriptions: Supporting Consequential Play. **Journal of Science Education and Technology**, v. 16, n. 1, p. 59–82, 2007.

BELL, T. et al. Collaborative Inquiry Learning: Models, tools, and challenges. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 3, p. 349–377, 2010.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

CARVALHO, A. M. P. DE; et al. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

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

CEJUDO, M. D. C. L. Presentación multimedia: principios didácticos y aspectos técnicos para su producción. In: OSUNA, J. B.; CABERO, J. (Eds.). **Nuevos escenarios digitales: las tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la formación y desarrollo curricular**. Madrid: Piramide Ediciones Sa, 2013. p. 432.

CHARLIER, B.; PERAYA, D. (Orgs.). **Transformation des regards sur la recherche en technologie de l'éducation**. Bruxelles: De Boeck, 2007.

CHER PING, L. Global citizenship education, school curriculum and games: Learning Mathematics, English and Science as a global citizen. **Computers & Education**, v. 51, n. 3, p. 1073–1093, nov. 2008.

CLARK, D.; SAMPSON, V. D. Personally-Seeded Discussions to Scaffold Online Argumentation. **International Journal of Science Education**, v. 29, n. 3, p. 253–277, 2007.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4ª. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DORI, Y. J.; BELCHER, J. How Does Technology-Enabled Active Learning Affect Undergraduate Students' Understanding of Electromagnetism Concepts? **Journal of the Learning Sciences**, v. 14, n. 2, p. 243–279, 2005.

DORI, Y. J.; SASSON, I. Chemical understanding and graphing skills in an honors case-based computerized chemistry laboratory environment: The value of bidirectional visual and textual representations. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 2, p. 219–250, 2008.

DRIVER, R. et al. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 1, n. 9, 1999.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v. 84, n. 3, p. 287–312, 2000.

HAKKARAINEN, K. Progressive inquiry in a computer-supported biology class. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 10, p. 1072–1088, 2003.

JAAKKOLA, T.; NURMI, S. Fostering elementary school students' understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 24, n. 4, p. 271–283, 2008.

KIM, M. C.; HANNAFIN, M. J.; BRYAN, L. A. Technology-enhanced inquiry tools in science education: An emerging pedagogical framework for classroom practice. **Science Education**, v. 91, n. 6, p. 1010–1030, 2007.

KUBASKO, D. et al. Is it Live or is it Memorex? Students' Synchronous and Asynchronous Communication with Scientists. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 4, p. 495–514, 2008.

LEBRUN, M. **Teorias e Métodos Pedagógicos para Ensinar e Aprender**. Lisboa: Instituto Piaget, 2008.

LEBRUN, M. **Des technologies pour enseigner et apprendre**. Bruxelles: De Boeck & Larcier, 2007.

LEE, O. et al. Science inquiry and student diversity: Enhanced abilities and continuing difficulties after an instructional intervention. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 43, n. 7, p. 607–636, 2006.

NG, W.; GUNSTONE, R. Students' Perceptions of the Effectiveness of the World Wide Web as a Research and Teaching Tool in Science Learning. **Research in Science Education**, v. 32, n. 4, p. 489–510, 2002.

PECO, P. P.; SÁNCHEZ, A. J. G.; SUCH, M. M. Objetos de aprendizaje y licencias en Internet. In: OSUNA, J. B.; CABERO, J. (Eds.). **Nuevos escenarios digitales: las tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la formación y desarrollo curricular**. Madrid: Piramide Ediciones Sa, 2013.

QUELLMALZ, E. S. et al. Science assessments for all: Integrating science simulations into balanced state science assessment systems. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 49, n. 3, p. 363–393, 2012.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. DE. Ações e indicadores da construção do argumento em aula de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, p. 169–189, 2013.

SCALISE, K. et al. Student learning in science simulations: Design features that promote learning gains. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 48, n. 9, p. 1050–1078, 2011.

STRIEDER, R.; et al. Abordagem de temas na pesquisa em Educação em Ciências: pressupostos teórico-metodológicos. **Anais... VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2011.

TOLENTINO, L. et al. Teaching and Learning in the Mixed-Reality Science Classroom. **Journal of Science Education and Technology**, v. 18, p. 501–517, 21 maio 2009.

WRIGHT, N.; ABD-EL-KHALICK, F. The impact of technology on the enactment of “inquiry” in a technology enthusiast’s sixth grade science classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 44, n. 1, p. 154–182, 2007.

PARTE II

ALGUMAS REFLEXÕES E PROPOSIÇÕES PARA O
DESENVOLVIMENTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS



CAPÍTULO III

REFLEXÕES SOBRE O PAPEL DO CIENTISTA E A NATUREZA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA¹¹

1. INTRODUÇÃO

A concepção da *Natureza da Ciência* (NdC) e *Natureza da Tecnologia* (NdT) continua a ser um tema atual debatido na filosofia, sociologia e educação científica (CONSTANTINOU; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010; LEDERMAN, 1992, 2007; LEDERMAN et al., 2002). Estes conceitos não são fáceis de se definir e, por vezes, geram uma ausência de consenso (DRIVER et al., 1996; LEDERMAN, 2007); porém, o seu entendimento por alunos e professores tem sido defendido como uma meta importante para a compreensão dos aspectos que caracterizam a ciência e tecnologia (ABD-EL-KHALICK et al., 2001; BELL; LEDERMAN, 2003; LEDERMAN, 2007).

Existem alguns aspectos deste debate, que gostaríamos de caracterizar neste capítulo. O primeiro deles é que existe a ideia de que a ciência e a tecnologia constituem duas áreas intimamente ligadas da atividade humana, que são fortemente interdependentes (BELL; LEDERMAN, 2003). Apesar dessa forte ligação, eles representam domínios claramente distinguíveis das ações humanas, na medida em que servem a diferentes fins sociais (CONSTANTINOU; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010; GIL-PÉREZ et al., 2001, 2005). Neste sentido, podemos pensar se somente/realmente “a **ciência** visa produzir conhecimento confiável sobre o funcionamento dos sistemas; a **tecnologia** procura gerar soluções para os problemas encontrados pela sociedade ou

11 Este capítulo foi baseado no artigo: FERNANDES, G. W. R.; RODRIGUES, A.; FERREIRA, C. A. Elaboração e validação de um instrumento de análise sobre o papel do cientista e a natureza da ciência e da tecnologia. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 23, n. 3, p. 256-290, dez. 2018.

desenvolver procedimentos ou produtos que atendam às necessidades humanas” (CONSTANTINOU et al., 2010, p. 145, grifo nosso). Quando trazemos este debate para a educação, percebemos que as concepções que alunos e professores de Ciências têm sobre a Natureza da Ciência e da Tecnologia (NdC&T) também são distintas.

Além das concepções sobre a NdC&T, a concepção sobre o *cientista*, quanto ao seu papel na sociedade (BULDU, 2006; NEWTON; NEWTON, 1998; SCHERZ; OREN, 2006), também apresenta “imagens estereotipadas” para alunos e professores de Ciências (BULDU, 2006).

Apesar de as concepções dos estudantes sobre o papel da ciência, da tecnologia e o trabalho do cientista ter sido amplamente investigadas (DRIVER et al., 1996; LEDERMAN, 2007; CONSTANTINOU; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010; FERREIRA GAUCHÍA; GIL PÉREZ; VILCHES, 2006; GIL-PÉREZ et al., 2005), na maior parte dos trabalhos, elas têm sido analisadas separadamente.

Diante disso, este capítulo tem o objetivo de refletir sobre a NdC&T no contexto educacional e apresentar um instrumento de análise que identifique as concepções, visões ou imagens¹² de ciência, de tecnologia e do cientista por crianças e jovens. A nossa intenção é que este instrumento nos permita responder, especificamente, as seguintes questões:

- *Quais as concepções que crianças e jovens têm sobre o papel do cientista na sociedade?*
- *Quais as concepções que crianças e jovens têm sobre a NdC?*
- *Quais as concepções que crianças e jovens têm sobre a NdT?*

Por que estudar essas três concepções? A educação científica muitas vezes é limitada à aquisição de fatos e a educação tecnológica, frequentemente, é limitada ao uso competente da tecnologia (KRUSE; WILCOX, 2013). Segundo muitos pesquisadores em educação científica (BELL; LEDERMAN, 2003; CONSTANTINOU; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010; DRIVER et al., 1996; LEDERMAN, 2007), para alcançar uma maior alfabetização

12 Note que, "concepções", "imagens" ou "visões" referem-se às percepções, protótipos ou exemplos típicos de uma determinada entidade ou empreendimento. Em outras palavras, "imagens de estudantes" sobre ambientes científicos ou tecnológicos refletem suas percepções desses lugares e provavelmente afetam suas atitudes (SCHERZ; OREN, 2006).

científica e tecnológica, os alunos devem entender a natureza tanto da ciência como da tecnologia. Através do entendimento da NdC&T, os estudantes podem tomar decisões pessoais bem informadas e participar de um discurso cultural crítico sobre o papel da ciência e da tecnologia em suas vidas.

Nosso pressuposto é que as reflexões neste capítulo possam ser usadas para informar possíveis tentativas de projetar ou modificar sequências de atividades que abordem essas concepções no ensino de Ciências. A implicação educacional é que, uma vez identificadas as percepções iniciais dos estudantes, pesquisadores e professores possam elaborar e fornecer experiências significativas para contestar as imagens estereotipadas da ciência, tecnologia e cientista de crianças e jovens.

2. AS CONCEPÇÕES SOBRE O PAPEL DO CIENTISTA, NdC E NdT

2.1 As concepções sobre o papel do cientista

A primeira concepção dos estudantes que gostaríamos de caracterizar refere-se ao papel do cientista. A imagem do cientista, relacionada com a NdC&T, aos olhos dos estudantes de várias idades, tem sido o foco de diversos estudos (AKERSON; ABD-EL-KHALICK, 2005; BULDU, 2006; DRIVER et al., 1996; KOSMINSKY; GIORDAN, 2002; LEDERMAN, 2007; NEWTON; NEWTON, 1998; SCHERZ; OREN, 2006). “Vários pesquisadores examinaram as atitudes e as percepções dos alunos sobre ‘ciência’, ‘tecnologia’, ‘cientistas’ e ‘tecnólogos profissionais’” (SCHERZ; OREN, 2006, p. 967).

A partir da análise do trabalho publicado por Scherz e Oren (2006), os alunos, muitas vezes, têm imagens estereotipadas dos cientistas e que afetam suas atitudes em relação à ciência, isto é, os cientistas e os trabalhos científicos, às vezes, são vistos como desagradáveis, restritos a um laboratório e com imagens exóticas. Não só as crianças, mas também os adultos, incluindo alguns professores de Ciências, possuem imagens estereotipadas sobre os cientistas que tendem a afetar o ensino de uma forma negativa (SCHERZ; OREN, 2006).

O trabalho de Buldu (2006) analisou 42 desenhos feitos por 30 crianças, com idade de cinco a oito anos, e que caracterizam as imagens de cientistas. Os resultados apontam que o tipo mais comum de cientista é aquele considerado

estereotipado, isto é, alguém que conduz a investigação ou que tenta inventar um novo material. Esse autor considera como imagens estereotipadas: a) *símbolos de pesquisa*, como instrumentos científicos e equipamentos de laboratório de todos os tipos; e b) *símbolos do conhecimento*, principalmente livros e armários, a tecnologia e os produtos da ciência. Também foi evidenciado o cientista social, que, para as crianças, são os jornalistas que digitam reportagens científicas, junto com romancistas/poetas, artistas que pintam e professores universitários. De acordo com o trabalho de Buldu (2006), as percepções das crianças sobre o papel do cientista na sociedade diferem de acordo com três aspectos: a) *com a sua idade* (as crianças mais velhas desenharam imagens de cientistas não estereotipadas e com mais detalhes); b) *com gênero* (nenhum dos rapazes desenhou cientistas mulheres, enquanto algumas meninas desenharam cientistas do sexo feminino); e c) *com nível socioeconômico* (filhos de pais com condição socioeconômica mais baixa desenharam imagens de cientistas mais estereotipadas, os filhos de pais com condição econômica superior desenharam imagens diferentes de cientistas).

Zhai et al. (2014) exploram a imagem criada por crianças do ensino primário (9 a 10 anos) sobre aprender Ciências na escola e como se comparam com cientistas “reais”. Os resultados indicam que, sobre aprender Ciências na escola, a maioria dos alunos colocou: realizar investigações práticas, aprender com o professor e completar o caderno de trabalho. Além disso, os alunos relataram que os cientistas são mais propensos a trabalhar sozinhos e a fazer coisas perigosas. Por causa disso, os estudantes acreditavam que eram diferentes de cientistas, apesar de se verem “atuando como um cientista” em aula, especialmente quando faziam experimentos.

Esses estudos nos mostram que as crianças e jovens podem fazer distinções entre ciência escolar e “ciência real”, que existem diferentes tipos de cientistas e uma presença considerável de imagens estereotipadas.

2.2 As concepções sobre a Natureza da Ciência

O estudo das concepções sobre a NdC por professores e alunos é reconhecido como objetivo de ensino e aprendizagem de Ciências por várias pesquisas e currículos internacionais (AAAS, 1990; LEDERMAN, 1992; LEDERMAN et al., 2002; NRC, 1996, 2000) e nacionais (BEJARANO et al., 2019; MARTINS, 2015; SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2016).

Segundo Lederman (2007), a “NdC, normalmente, refere-se à epistemologia da ciência, como forma de conhecimento, ou dos valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e ao seu desenvolvimento” (p. 833, tradução nossa), isto é, a NdC refere-se às bases epistemológicas das atividades da ciência e às características do conhecimento resultante destas atividades (LEDERMAN, 2007).

A NdC também é considerada como parte da *alfabetização científica* de diversos currículos internacionais (AAAS, 1990; KARAKAS, 2011; NRC, 1996, 2000), onde se supõe que o entendimento da NdC permitirá aos professores, alunos e ao público em geral, compreenderem melhor a ciência, para que possam tomar decisões quando confrontados com questões científicas (KARAKAS, 2011; CACHAPUZ et al., 2011). Em relação ao currículo brasileiro, a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018) não tem a preocupação de evidenciar características essenciais relacionadas à NdC, mas explicita “um compromisso com o desenvolvimento do *letramento científico*” (BRASIL, 2018, p. 321), sem deixar claro como isso seria possível.

Quando olhamos para o contexto escolar e sobre a importância de seu público em compreender o significado da NdC, Driver et al. (1996) apresentam cinco justificativas: 1) fazer com que a ciência tenha sentido e administrar os objetos e processos tecnológicos na vida cotidiana (utilitarista); 2) tomar decisões sobre questões socio científicas (democráticas); 3) apreciar o valor da ciência como parte da cultura contemporânea (cultural); 4) desenvolver uma compreensão das normas utilizadas pela comunidade científica que incorporam compromissos morais, de valor geral, para a sociedade (moral); e 5) facilitar o aprendizado de temas científicos (aprendizado de Ciências). Segundo Lederman (2007), estes argumentos são importantes para que os professores de Ciências possam compreender as diversas concepções relacionadas com a NdC, mesmo que sejam essencialmente intuitivos, com pouco suporte empírico, e difíceis de serem realmente cumpridos pelos alunos.

Na literatura, alguns trabalhos apresentam discussões sobre as concepções da NdC para professores, alunos e sociedade numa perspectiva curricular (AAAS, 1990; KARAKAS, 2011; NRC, 1996) e outros apresentam aproximações das visões dos professores de Ciências e alunos (DRIVER et al., 1996; LEDERMAN, 2007). Também existem discussões que buscam caracterizar somente as visões dos professores de Ciências (CACHAPUZ

et al., 2011; GIL-PÉREZ et al., 2001) ou somente dos alunos (BULDU, 2006; CONSTANTINOU; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010; KOSMINSKY; GIORDAN, 2002; NEWTON; NEWTON, 1998). Um exemplo, é o trabalho de Lederman (2007) que fez uma importante revisão de trabalhos acerca das concepções de professores e estudantes americanos sobre a NdC:

a) Estudantes e professores do K-12¹³ normalmente não possuem concepções “adequadas” da NdC; b) As concepções da NdC são melhores aprendidas através de um ensino explícito e reflexivo em oposição ao implícito, por meio de experiências de simplesmente “fazer” a ciência; c) As concepções da NdC dos professores não são automaticamente e necessariamente traduzidas na prática da sala de aula; d) Os professores não consideram a NdC como um resultado de ensino de igual relevância aos resultados do ensino de conteúdos “tradicionais” (LEDERMAN, 2007, p. 869, tradução nossa).

Nas concepções ou visões da NdC por professores, nos deparamos com trabalhos que discutem e caracterizam os aspectos epistemológicos (CACHAPUZ et al., 2011; GIL-PÉREZ et al., 2001; KARAKAS, 2011; LEDERMAN, 2007), mas quando buscamos respostas para as concepções da NdC de **crianças e jovens**, estas visões se tornam menos epistemológicas e mais próximas ao seu dia a dia, de sua realidade cultural, social e política (AKERSON; ABD-EL-KHALICK, 2005; BULDU, 2006; NEWTON; NEWTON, 1998).

Para compreendermos a visão sobre a NdC somente **dos alunos**, o trabalho de Constantinou et al. (2010) apontam evidências de que eles tendem a caracterizar a ciência utilizando termos específicos como “descoberta” e “experiência” e não como um campo de estudo visando a obtenção de melhor compreensão do mundo. Outros estudos sugerem que os estudantes concebem a ciência como uma tentativa em melhorar a qualidade de vida (CONSTANTINOU; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010; DRIVER et al., 1996; LEDERMAN, 2007). Esta opinião parece ser reforçada pelas

13 Em comparação com o ensino do Brasil, K-12 refere-se à educação básica, compreendida pelo ensino fundamental (anos iniciais e finais) e ensino médio.

mídias de massa (TV, notícias online e impressa, cinema, internet e outros) que apresentam, muitas vezes, conceitos científicos incompletos ou incoerentes (KOSMINSKY; GIORDAN, 2002).

Em um trabalho empírico com jovens de idade de 09, 12 e 16 anos, Driver et al. (1996) identificaram três características das representações sobre a NdC e que se aproximavam mais com aspectos epistemológicos: 1) o objetivo do trabalho científico (pelos cientistas); 2) a natureza e *status* do conhecimento científico (incluindo a relação entre evidência e explanação, o papel da experimentação e a natureza da teoria); e 3) ciência como empreendimento social (características dos cientistas; a natureza social das comunidades científicas; o relacionamento das comunidades científicas com outros grupos sociais e a influência da sociedade).

Em resumo, a visão dos alunos sobre Ciência, também costuma ser construída e desenvolvida conforme é apresentada em sala de aula (DRIVER et al., 1996). É neste cenário, através das ações do professor ou do livro texto de Ciências, que as atividades realizadas (leitura, experimentação, resolução de problemas etc.) reforçam as visões que estão sendo desenvolvidas (BULDU, 2006; DRIVER et al., 1996).

2.3 As concepções sobre a natureza da tecnologia

Como descrito no tópico anterior, existe uma grande discussão acadêmica sobre a NdC e o seu papel na educação científica. Este debate revela uma falta de consenso sobre o que seriam as concepções mais coerentes e como desenvolvê-las entre professores e alunos (DRIVER et al., 1996; GIL-PÉREZ et al., 2001; LEDERMAN, 2007). Algo semelhante também ocorre sobre a NdT (CONSTANTINO; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010; DIGIRONIMO, 2011; LEDERMAN, 2007).

O trabalho de DiGironimo (2011) apresenta uma revisão da literatura sobre a alfabetização científica e tecnológica, a filosofia da tecnologia e a história da tecnologia, com a intenção de desenvolver um quadro conceitual para a NdT. Nesse estudo, o autor identificou cinco *dimensões gerais de conhecimento* que caracterizam a NdT: a) *tecnologia como artefatos*; b) *tecnologia como um processo de criação*; c) *tecnologia como uma prática humana*; d) *o papel atual da tecnologia na sociedade*; e e) *história da tecnologia*. O quadro de DiGironimo (2011) para a NdT abrange ainda, três perspectivas: histórica, filosófica e educacional. “As

perspectivas, embora distintamente únicas, oferecem características comuns sobre a tecnologia que pode ser fundida para desenvolver uma sofisticada e consistente definição de tecnologia” (DIGIRONIMO, 2011, p. 1342).

Para Ferreira-Gauchía et al. (2012) e Gil-Pérez et al. (2005) existe uma falta de atenção dada à tecnologia na educação científica quando a considera como “*ciência aplicada*”, isto é, como algo que vem ‘depois’ da ciência. Gil-Pérez et al. (2005) questionam esta visão simplista da relação ciência–tecnologia, historicamente enraizada na valorização desigual do trabalho intelectual e manual, e tentam mostrar, em seu estudo, como a ausência da dimensão tecnológica na educação científica contribui para uma visão ingênua e distorcida da ciência e da tecnologia e que, por vezes, afeta profundamente a *alfabetização científica e tecnológica* necessária de todos os cidadãos.

Em busca das *concepções dos professores de Ciências sobre a NdT*, Ferreira-Gauchía et al. (2012) verificaram que estes apresentavam concepções distorcidas da tecnologia, concebida como “*simples aplicação de conhecimentos científicos*”. Estas concepções se tornam obstáculos para o desenvolvimento de uma visão mais coerente da ciência e da tecnologia, principalmente quando se trabalha na sala de aula, levando os alunos também a terem concepções empobrecidas sobre a NdC&T.

Em busca das *concepções dos alunos sobre a NdT*, encontramos o estudo de Constantinou et al. (2010). Os resultados deste estudo mostram que os alunos tendem a interpretar vagamente a tecnologia como um campo que está de alguma forma, ligado à melhoria da qualidade de vida; tendem a restringir a tecnologia para conquistas tecnológicas modernas, como computadores, e excluem dispositivos antigos, como a catapulta e as caravelas. Estes também apresentam a tendência em reduzir a tecnologia a produtos finais, e têm dificuldade em resgatar aspectos históricos da tecnologia como a invenção e criatividade do processo em desenvolver projetos (CONSTANTINOU; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010).

Com o objetivo de avaliar a compreensão dos alunos sobre a distinção entre ciência e tecnologia, Constantinou et al. (2010) verificaram que os alunos (idades entre 11 e 15 anos), geralmente não conseguem distinguir a diferença entre os objetivos da ciência e da tecnologia. Eles também constataram que os alunos possuem uma vaga noção dos dois domínios, e que tendem a recorrer a uma grande variedade de critérios para distinguir a diferença, entre estes

domínios, de uma forma não sistemática e inconsistente. Os dados da pesquisa de Constantinou et al. (2010) apontam ainda que a idade e o nível de escolaridade dos alunos não parece ter um impacto significativo sobre a validade e a sistematicidade de padrões de resposta a respeito da distinção entre ciência e tecnologia. Segundo Acevedo et al. (2003), esta dificuldade de distinção entre ciência e tecnologia, se caracterizou como uma sobreposição de objetivos e foi o que levou ao surgimento do conceito de “tecnociência”, bastante discutido entre alguns filósofos contemporâneos (DIGIRONIMO, 2011).

Para alguns autores, a dificuldade em compreender a NdT por crianças e jovens é reforçada pelo uso da palavra “tecnologia”, associada por vezes aos objetos que utilizam eletricidade e às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) (CHANG; TSAI, 2005; LEE et al., 2011). Pérez Gomez (2012) defende que esta dificuldade está relacionada com o advento da “sociedade da informação”, ou seja, que os alunos vivem numa “cultura digital” em que a escola apresenta dificuldade em acompanhar e compartilhar desta realidade.

Para entender melhor o fundamento teórico dessas três concepções, apresentamos na Tabela 1 alguns exemplos das principais categorias que representam diferentes *concepções* sobre o papel dos cientistas, a natureza da ciência e a natureza da tecnologia. Nesta tabela, diferentes autores se unem para nos orientar sobre o desenvolvimento dos pressupostos teóricos que estamos propondo.

Tabela 1. Exemplos de categorias para concepções sobre o papel do cientista e a natureza da ciência e da tecnologia.

EIXO	AUTOR	OBJETIVO	TEMA	CATEGORIAS
Concepções sobre o papel do cientista	(BULDU, 2006)	Analisar a imagem de cientistas em 42 desenhos feitos por 30 crianças com idade de cinco a oito anos.	Concepções de crianças sobre a imagem do cientista	<p>a) Tipo: cientista; cientista social.</p> <p>b) Gênero: cientista masculino ou feminino.</p> <p>c) Atividade: pesquisar; experimentar; inventar; observar; ensinar; escrever; reparar / manipular; fazer arte; outro (examinar, ler etc.).</p> <p>d) Características: símbolos de pesquisa; símbolos do conhecimento; tecnologia; outras características (animais, plantas, lua / estrelas).</p>
	(NEWTON; NEWTON, 1998)	Verificar se as concepções estereotipadas de crianças mudaram após um período de cinco anos, usando a "Ordem Curricular Nacional Inglês e Galês para a Ciência".	Concepções de crianças sobre a imagem do cientista	<p>a) Atributos da figura: gênero, jaleco, óculos, barba e calvície.</p>
	(SCHERZ; OREN, 2006)	Examinar as imagens de ~100 alunos de seis turmas (oitavo e nono ano) sobre ciência e tecnologia, os locais de trabalho e as profissões relevantes. Descrever o efeito sobre essas imagens causado por uma iniciativa de ensino: "Investigação em Ciência e Tecnologia" (ICT).	Concepções de estudantes sobre o que sejam profissões científicas e tecnológicas	<p>a) Profissão científica: profissões científicas (biólogos, físicos, químicos etc); profissões que usam conhecimento científico (isto é, médicos, enfermeiras); descrições do ambiente de trabalho; nomear disciplinas científicas; profissões não científicas (ou seja, professor, historiador); não respondeu.</p> <p>b) Profissões tecnológicas: profissões tecnológicas (por exemplo, engenheiros, eletricitistas); descrições do ambiente de trabalho; profissões não tecnológicas; não respondeu.</p>

EIXO	AUTOR	OBJETIVO	TEMA	CATEGORIAS
Concepções sobre o papel do cientista	(SCHERZ; OREN, 2006)		Concepções de estudantes sobre o lugar de trabalho do cientista e tecnólogo	a) Representação arquitetônica do espaço de trabalho: visão externa; visão interna. b) O nível de complexidade do interior do espaço de trabalho: visão geral; visão específica; <i>layout</i> . c) Aspectos negativos: expressões de advertência / perigo. d) Nenhum desenho.
	(KOSMINSKY; GIORDAN, 2002)	Conhecer as concepções de jovens (de 15 a 18 anos) sobre o comportamento dos cientistas em três dias da semana (Segunda, Quinta e Domingo) nos seguintes horários: 10h; 16h; 23h.	Concepções de estudantes sobre as ações do cientista no seu dia a dia	Descrições gerais dos desenhos.
Concepções sobre a natureza da ciência	(NEWTON; NEWTON, 1998)	Verificar se as concepções estereotipadas das crianças mudaram após um período de cinco anos, usando a "Ordem do Currículo Nacional de Inglês e Galês para a Ciência".	Concepções de crianças sobre a natureza da ciência após um currículo menos estereotipado	a) Concepção de ciência como um corpo de conhecimento e o estudo de: coisas vivas; materiais; forças e energia; terra e espaço; e outros. b) Concepção de ciência como um processo que envolve: procedimentos manipulativos; observação; medição; gravação e comunicação de informações; coisas; uso da tecnologia de informação.
	(DRIVER et al., 1996)	Verificar as concepções de crianças (de três idades diferentes: 9, 12 e 16 anos) sobre a natureza da ciência	Concepções de crianças e jovens sobre a natureza da ciência	a) Os propósitos do trabalho científico; b) A natureza e o <i>status</i> do conhecimento científico (incluindo a relação entre evidência e explicação, o papel da experimentação e a natureza da teoria); c) Compreensão da ciência como empreendimento social.

EIXO	AUTOR	OBJETIVO	TEMA	CATEGORIAS
Concepções sobre a natureza da ciência	(AKERSON; ABD-EL-KHALICK, 2005)	Explorar as visões de Ciências dos alunos do ensino fundamental (NdC) para ver quão bem eles se alinham com as recomendações da reforma curricular americana (AAAS, 1993; NRC, 1996).	Concepções de crianças sobre a natureza da ciência e comparação com o currículo nacional americano	<ul style="list-style-type: none"> a) Distinção entre observação e inferência. b) A natureza criativa e imaginativa da ciência. c) A natureza provisória, mas confiável da ciência.
	(AKERSON et al., 2011)	Explorar as visões dos alunos do ensino fundamental sobre a NdC (do jardim de infância até o terceiro ano) em contextos variados (formal e informal)	Aspectos sobre a natureza da ciência	<ul style="list-style-type: none"> a) Observação vs. Inferência b) Subjetividade e Incorporação Social / Cultural c) Criatividade e imaginação d) Evidência empírica e) Tentativa
	(TEIXEIRA; FREIRE JR.; EL-HANI, 2009)	Verificar as concepções de estudantes de Física de uma universidade, acerca da natureza da ciência e sua transformação por uma abordagem contextual do ensino de Física.	Concepções de estudantes universitários sobre a natureza da ciência	<ul style="list-style-type: none"> Estudo dos fenômenos da natureza. Conjunto de conhecimentos organizados. Desenvolvimento de métodos. Comprovação dos fatos.

EIXO	AUTOR	OBJETIVO	TEMA	CATEGORIAS
<p>Concepções sobre a natureza da ciência</p>	<p>(KARAKAS, 2011)</p>	<p>Examinar como os professores universitários de Ciências, que ministram cursos introdutórios de graduação em Ciências (incluindo os campos de química, biologia, física e ciência da terra), entendem e definem ciência e natureza da ciência (NdC).</p>	<p>Definições de ciência e concepções sobre a natureza da ciência por professores da faculdade de Ciências</p>	<p>a) Como a faculdade de ciências define ciência: é empírica e experimental; explica a realidade; é uma investigação e faz boas perguntas; é uma maneira de conhecer e entender o mundo; está explicando o que você vê usando o método científico; é a resolução de problemas. b) Visões sobre a natureza provisória da ciência. c) Visões sobre a natureza empírica da ciência. d) Visões sobre a natureza subjetiva da ciência. e) Visões sobre a natureza criativa da ciência: presença da criatividade; criatividade na elaboração de um experimento para uma questão de pesquisa; depende do indivíduo, a melhor ciência é muito criativa; a coleta de dados não é criativa. f) Visões sobre a natureza social e cultural da ciência: A sociedade e a cultura afetam como e que tipo de ciência é feita (pressões políticas e sociais; pressão do financiamento; educação e formação dos cientistas); A ciência é universal, mas existem algumas influências culturais pessoais; A ciência está em toda parte em nossas vidas (os cientistas são cozinheiros e mecânicos). g) Funções das, e relações entre, teorias científicas e leis: Relação hierárquica; As teorias se tornam leis com tempo e testes suficientes; Visões mistas sobre as relações entre teorias científicas e leis; Diferentes tipos de conhecimento, não hierárquicos. h) Diferenças entre observação e inferência na ciência.</p>

EIXO	AUTOR	OBJETIVO	TEMA	CATEGORIAS
Concepções sobre a natureza da tecnologia	(DIGIRONIMO, 2011)	Investigar as concepções de estudantes sobre a Natureza da Tecnologia	Concepções de sobre a Natureza da Tecnologia	a) Tecnologia como um artefato b) Tecnologia como processo de criação c) Tecnologia como prática humana d) História da tecnologia
	(FERREIRA GAUCHÍA; GIL PÉREZ; VILCHES, 2006)	Identificar as concepções de tecnologia transmitidas nos livros didáticos	Concepções da natureza da tecnologia pelos livros didáticos	Enfoque instrumental: grupo de ferramentas, artefatos e máquinas Enfoque cognitivo: aplicação do conhecimento (pré-científica e ciência aplicada) Enfoque sistêmico: componente científico-tecnológico; histórico-cultural; organizativo-social; verbal-íconográfico; técnico-metodológico.
	(FERREIRA-GAUCHÍA; GIL VILCHES; GIL PÉREZ, 2012)	Identificar as concepções da tecnologia e analisar como as concepções afetam os professores encarregados de promover a alfabetização tecnológica de seus alunos	Concepções deformadas sobre a natureza da tecnologia	Tecnologia como aplicação do conhecimento científico; Tecnologia como principal responsável dos problemas ambientais; Tecnologia como solução dos principais problemas da humanidade; Tecnologia como desenvolvimento científico e que precede a ciência; Tecnologia relacionada com consequências negativas.
	(CONSTANTINOU; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010)	Avaliar a compreensão dos alunos sobre a distinção entre ciência e tecnologia.	Concepções de estudantes sobre tecnologia	a) Melhorar a saúde humana b) Construção ou melhoria de instrumentos c) Abordar problemas ambientais d) Preservar / melhorar a qualidade de vida e) Melhorar a segurança humana f) Melhorar as máquinas

Fonte: elaborado pelos autores.

No estudo de Newton e Newton (1998), a imagem feita pelos alunos sobre ciência, tecnologia e cientistas começa a ser desenvolvida no início, na escola primária, e permanece constante por muitos anos, mesmo após mudanças significativas no currículo de Ciências. “As crianças geralmente formam suas primeiras impressões em um estágio inicial de seu desenvolvimento e essas impressões são provavelmente formadas na escola” (BULDU, 2006, p. 124). Considerando que as concepções dos alunos começam a se formar na escola primária e persistem por muitos anos, como podemos identificá-las para reduzir suas distorções?

3. INSTRUMENTOS PARA COLETAR AS CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES

Desde a introdução deste capítulo, procuramos trazer algumas reflexões sobre a concepção da NdC&T por alunos e professores.

Constantinou et al. (2010) e Lederman (2007) nos apresentam uma crescente preocupação da necessidade em desenvolver instrumentos eficazes para conhecer e caracterizar as concepções sobre NdC e NdT de alunos e professores. A concepção de uma ferramenta torna-se essencial para o fornecimento de dados que auxiliem professores e educadores a proporem currículos e metodologias de ensino para superarem as concepções distorcidas sobre a NdC&T (BELL; LEDERMAN, 2003; BULDU, 2006; CACHAPUZ et al., 2011; CONSTANTINOU; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010; LEDERMAN, 2007; LEDERMAN et al., 2002).

Segundo Constantinou et al. (2010), a maioria dos instrumentos de avaliação sobre a NdC&T “foram desenvolvidos, em grande parte, sobre instrumentos de escolha forçada, como testes de múltipla escolha ou escala Likert (por exemplo, *TOUS*, *WISP*, *IST*, *NOSS*, *NOST*, *VOST*, *NSKS* para avaliar a Natureza da Ciência e *PATT* para avaliar a Natureza da Tecnologia)” (CONSTANTINOU et al., 2010, p. 148). Outros instrumentos de avaliação da NdC&T consistem em entrevistas com itens abertos, que muitas vezes são descontextualizados e abstratos para quem está respondendo (por exemplo: O que é ciência? O que é tecnologia?) (CONSTANTINOU; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010).

Também existem na literatura instrumentos com protocolos de entrevistas que combinam itens descontextualizados e contextualizados (por exemplo,

itens com tópicos de *questões socio científicas*) (SCHERZ; OREN, 2006). Outra abordagem de avaliação inclui a combinação de testes escritos, que consiste em itens abertos, com entrevistas de acompanhamento, em que os alunos são convidados a explicar as suas respostas (CONSTANTINOU; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010; LEDERMAN, 2007).

4. INSTRUMENTOS PARA ANALISAR AS CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES

Diante dos aspectos discutidos anteriormente, nos pareceu pertinente a elaboração de um instrumento de análise das respostas de um questionário que conhecesse as concepções sobre a NdC&T e o papel do cientista e que atendessem as exigências definidas por Lederman (2007).

Para isso, os diversos estudos utilizados neste capítulo, sobre as concepções de NdC&T, nos ofereceram um conjunto de indicadores que foram orientadores para a elaboração de um instrumento de análise de dados provenientes de questionários ou outro instrumento que pudesse identificar as concepções de estudantes e professores de Ciências. O instrumento que utilizaremos para analisar as concepções de diferentes sujeitos no contexto da educação básica, não emerge a partir das respostas de questionários e entrevistas, mas será elaborado para interpretá-las.

Primeiramente, reunimos as diferentes concepções, em diferentes contextos e com diferentes sujeitos de modo a mapear a predominância destas em diferentes cenários (sobre o papel do cientista e a NdC&T). Essas concepções tiveram origens a partir de alguns estudos que utilizamos neste capítulo (AKERSON et al., 2011; AKERSON; ABD-EL-KHALICK, 2005; BULDU, 2006; CONSTANTINOU; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010; DIGIRONIMO, 2011; FERREIRA GAUCHÍA; GIL PÉREZ; VILCHES, 2006; FERREIRA-GAUCHÍA; VILCHES; GIL PÉREZ, 2012; GIL-PÉREZ et al., 2001; KARAKAS, 2011; KOSMINSKY; GIORDAN, 2002; NEWTON; NEWTON, 1998; PARK; LEE, 2009; SCHERZ; OREN, 2006; TEIXEIRA; FREIRE JR.; EL-HANI, 2009).

A referência principal para a preparação da Tabela 2 foi o estudo de Driver et al. (1996) e Lederman (2007) (ABD-EL-KHALICK et al., 2001; AKERSON et al., 2011; BELL; LEDERMAN, 2003; LEDERMAN, 2007; BELL; LEDERMAN, 2003; LEDERMAN, 1992; LEDERMAN et al.,

2002) que apresentam diferentes trabalhos sobre a concepção do papel do cientista e da NdC&T. Para embasar estes autores, também foram utilizados outros trabalhos com este tema: Abd-El-Khalick et al. (2001); Akerson e Abd-El-Khalick (2005); Buldu (2006); Gil-Pérez et al. (2005).

Partindo do reagrupamento das concepções da Tabela 1, sintetizamos o nosso instrumento em três dimensões de análise e que está caracterizado na Tabela 2: 1) *Concepção sobre o papel do cientista*; 2) *Concepção sobre a natureza da ciência*; e 3) *Concepção sobre a natureza da tecnologia*. Essas três dimensões possuem as suas respectivas categorias que abrangem as diversas concepções e se constituem pela intenção de se conhecer o que pensam crianças e jovens sobre a NdC, NdT e o papel do cientista.

Tabela 2. Síntese das categorias utilizadas para analisar as principais concepções

Dimensões de Análise	Categorias
Concepções sobre o papel do cientista	<i>Tipo</i> <i>Gênero</i> <i>Atividade</i> <i>Características</i> <i>Símbolos</i> <i>Espaço de trabalho</i>
Concepções sobre a natureza da ciência	<i>Concepção empírica</i> <i>Concepção epistemológica</i> <i>Concepção social e cultural</i> <i>Concepção criativa e imaginativa da ciência</i> <i>Concepção técnica e instrumental</i>
Concepções sobre a natureza da tecnologia	<i>Concepção instrumental</i> <i>Concepção cognitiva</i> <i>Concepção sistêmica</i> <i>Concepção de valores</i>

Para melhor compreensão do sistema caracterizado na Tabela 2, segue uma discussão aprofundada de cada dimensão de análise.

4.1 Concepções sobre o papel do cientista

A primeira dimensão de análise possui seis categorias acompanhadas por distintos indicadores: 1) tipo; 2) gênero; 3) características; 4) atividade; 5) símbolos; e 6) espaço de trabalho (Tabela 3).

Tabela 3. Categorias e indicadores para as concepções sobre o papel do cientista.

CATEGORIAS	INDICADORES	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
Tipo	a) Cientista: físicos, químicos, biólogos, doutores, astronautas etc.; b) Cientista social: professor, jornalista, historiador etc.; c) Cientista tecnólogo: técnicos de laboratórios, engenheiros etc.	Caracteriza os principais tipos de cientista.	Cientista é a pessoa que vai até a lua e que prevê o tempo.
Gênero	a) Masculino; b) Feminino	Caracteriza o gênero do cientista.	Eu vejo um cientista como um homem que descobre várias coisas.
Características	a) Extrínsecas: casaco; óculos; barba; careca; cabelo para cima; cabelo comprido, vestido, sozinho/ acompanhado etc. b) Intrínsecas: louco, inteligente etc.	Identifica as características físicas e traços de personalidade de um cientista	O povo fala que todos os cientistas são malucos...
Atividade	Investigar/pesquisar; Descobrir; Conhecer; Explorar; Estudar; Experimentar; Inventar; Observar; Ensinar; Escrever; Reparar/ concertar; Construir; Questionar; Comunicar informação – explicar; Pensar; Usar tecnologia da informação; Fazer Arte; Examinar; Ler; Prever etc.	Identifica verbos de ação para caracterizar as atividades dos cientistas.	O cientista prevê quando vai chover.
Símbolos	Símbolos de pesquisa: produto da ciência, material de laboratório e equipamentos (microscópio, tubos etc.); Símbolos de conhecimento: equações, computadores, livros, estantes, armários, escrivaninhas, canetas etc. Símbolos de perigo: explosões, proibições etc.	Identifica os principais símbolos que identifica a prática de um cientista.	O cientista usa máscara para fazer experiências.
Espaço de trabalho	a) Sem cena; b) Cena externa (Natureza, Planeta, Espaço etc.); c) Cena interna (Laboratório, Museu de Ciências, Fábrica, Sala de aula).	Identifica o cenário em que se encontra um cientista.	O cientista olha o planeta Terra no espaço.

A categoria “tipo” foi elaborada utilizando os trabalhos de Buldu (2006) e Scherz e Oren (2006). A categoria “características”, inicialmente, continha as orientações de Kosminsky e Giordan (2002) e Newton e Newton (1998) com as *características extrínsecas* do cientista, ou seja, são características externas e que geralmente estão presentes principalmente nos desenhos de crianças. Também existem algumas *características intrínsecas* manifestadas por crianças, como, por exemplo: “*Cientista é uma pessoa muito inteligente!*” ou “*Todo cientista é louco!*”.

Para a categoria “atividade”, utilizamos as orientações de Buldu (2006), mas novos verbos que caracterizam as atividades dos cientistas foram acrescentados, por exemplo: descobrir, conhecer, explorar, estudar, construir, questionar etc.

Para a categoria “símbolos”, apoiamo-nos no trabalho de Buldu (2006), porém acrescentamos, o “*símbolo de indicação de perigo*” uma vez que crianças têm uma tendência de fazer desenhos com explosões e caveiras.

A última categoria, “espaço de trabalho”, explora os indicadores de Scherz e Oren (2006), porém, tivemos necessidade de acrescentar novos indicadores como espaço de trabalho de um cientista: planeta, museu de ciência, fábrica e sala de aula. Estes espaços fazem sentido, uma vez que consideramos os cientistas sociais e tecnólogos como sujeitos de caracterização das concepções dos estudantes.

4.2 Concepções da natureza da ciência

A segunda dimensão de análise possui quatro categorias: 1) concepção técnica instrumental da ciência; 2) concepção empírica da ciência; 3) concepção epistemológica da ciência; 4) concepção social e cultural da ciência.

Segundo Lederman (2007),

o conhecimento científico é experimental (sujeito às mudanças), baseado empiricamente (baseado em e/ou derivado de observações do mundo natural) e subjetivo (envolve antecedentes pessoais, preconceitos, e/ou é carregado de teoria); envolve necessariamente inferência humana, imaginação e criatividade (envolve a invenção de explicações); e é socialmente e culturalmente incorporado. (LEDERMAN, 2007, p. 834, tradução nossa).

O nosso instrumento de análise, apoiado por diversas concepções e pelo trabalho de Lederman (2007), inclui elementos que vêm caracterizar a NdC como: base empírica, moral e ética, criativa e imaginativa, influenciada pela cultura e sociedade, relacionada com a tecnologia e implicações direta com a epistemologia da ciência.

A Tabela 4 apresenta as descrições das categorias e alguns possíveis exemplos para caracterizar as principais concepções dos estudantes.

Tabela 4. Categorias para identificar as concepções sobre a natureza da ciência.

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
Concepção empírica	Caracterizada pelo desenvolvimento de métodos; comprovação dos fatos, descrição de leis, teorias e descoberta de algo.	Ciência é uma forma de descobrir o mundo! Ciência é fazer experimentos.
Concepção epistemológica	Caracterizada como corpo de conhecimento (conteúdo científico, matéria de ensino etc.); estudo de...; compreensão da realidade, aprendizagem etc.	É o estudo da natureza! É uma matéria muito importante!
Concepção social e cultural	Caracterizada como não neutra; que existe influência de fatores políticos, econômicos, sociais e éticos; que melhora a qualidade de vida das pessoas e que existe uma relação socio científica.	Uma forma de transformar o mundo em algo melhor! Algo que cura as doenças das pessoas.
Concepção criativa e imaginativa da ciência	Caracterizada pela imaginação e criatividade humana para elaborar modelos teóricos funcionais em vez de cópias fiéis da realidade.	Ciência é saber o que existe no interior do buraco negro!
Concepção técnica e instrumental	Relaciona a ciência com instrumentos tecnológicos.	Ciência para mim ajuda a desenvolver e a conhecer melhor a tecnologia. É usar o telescópio para descobrir novos planetas.

As três primeiras categorias da Tabela 4 estão, basicamente, presentes nos trabalhos de Akerson et al. (2011); Akerson e Abd-El-Khalick (2005); Gil-Pérez et al. (2001); Karakas (2011); Newton e Newton (1998); Park et al. (2009) e Teixeira et al. (2009) (ver Tabela 1). A *concepção criativa e imaginativa*

da ciência aparece nos trabalhos de Akerson et al. (2011); Akerson e Abd-El-Khalick (2005); Lederman (2007) e Newton e Newton (1998). A *concepção técnica e instrumental* para a natureza da ciência é fortemente evidenciada durante as aulas de Ciências e sentimos a necessidade de colocá-la no nosso sistema de análise. Por exemplo: “*Ciência é uma tecnologia avançada*” ou “*Para mim, a ciência ajuda desenvolver e conhecer direito a tecnologia*”.

4.3 Concepções sobre a natureza da tecnologia

A última dimensão de análise refere-se às *concepções sobre a natureza da tecnologia* (Tabela 5) e que está caracterizada por quatro categorias: 1) *concepção instrumental*, 2) *cognitiva*, 3) *sistêmica*, e 4) *valores*.

Tabela 5 . Categorias para identificar as concepções sobre a natureza da tecnologia.

CATEGORIAS	DEFINIÇÃO	EXEMPLOS
Concepção instrumental	Caracterizada por coleção de ferramentas, instrumentos e máquinas.	[Tecnologia] É o computador. O celular é uma tecnologia.
Concepção cognitiva	Caracterizada como resultado da aplicação de conhecimentos teóricos.	Tecnologia seria uma forma das pessoas aprenderem mais sobre as coisas.
Concepção sistêmica	Caracterizada como um sistema complexo e estruturado de componentes: instrumentos, habilidades, processos de produção e controle, questões organizativas, recursos legais, recursos naturais, aspectos científicos, repercussões sociais, meio-ambiente etc.	Tecnologia significa ciência. (científico-tecnológico) Avanço de muitas coisas, pois antes tinha que cozinhar no fogão a lenha e agora as pessoas têm fogão automático. (histórico-cultural) Tecnologia para mim seria uma forma de descobrir o mundo! (técnico-metodológico)
Concepção de valores	Caracterizada por opiniões baseadas num ponto de vista pessoal e/ou num juízo de valor em relação à ciência.	É uma coisa boa!

As três primeiras categorias estão presentes no trabalho de Ferreira Gauchía et al. (2006), sendo que a categoria “concepção sistêmica” refere-se aos *componentes da tecnologia* de Acevedo, Alonso, Massero e Acevedo (2003).

A Tabela 6 apresenta um resumo destes componentes e que são orientadores do nosso instrumento de análise (Tabela 2).

Tabela 6. Componentes que caracterizam a *concepção sistêmica* para a natureza da tecnologia.

COMPONENTES	DEFINIÇÃO
Componente científico-tecnológico	Realça as relações mútuas entre a ciência e a tecnologia respeitando suas próprias finalidades e objetivos. A tecnologia utiliza numerosos conhecimentos científicos que são reelaborados e adequados no contexto tecnológico, fazendo uso de alguns procedimentos metodológicos semelhantes aos empregados pela ciência. A ciência recebe também muitas contribuições da tecnologia, não somente instrumentos e sistemas, mas também métodos, conhecimentos teóricos, conceitos e modelos que se usam como analogias e metáforas etc.
Componente histórico-cultural	Caracterizada pela relação entre as técnicas desenvolvidas pela humanidade e as mudanças que estas provocam no meio ambiente, na cultura e nas condições de vida das pessoas. Inclui-se técnicas artísticas como a arquitetura, a pintura, a escultura, a música, a fotografia, o cinema etc.
Componente organizativo-social	Destaca a tecnologia como o fator que influencia decisivamente sobre as diversas formas de organização social.
Componente verbal-iconográfico	Destaca modos de expressão e comunicação próprios da tecnologia: símbolos, esquemas, vocabulário específico etc.
Componente técnico-metodológico	Conjunto de capacidades e habilidades técnicas necessárias para manipular instrumentos e fabricar produtos e outros sistemas tecnológicos, assim como os procedimentos e estratégias que fazem falta para resolver problemas reais em situações concretas.

Fonte: adaptado de Acevedo et al. (2003).

Entender a tecnologia como um sistema complexo é buscar superar a concepção distorcida da NdT e inseri-la dentro de um contexto social, político, econômico e cultural, distanciando-a de seu caráter neutro.

Também damos destaque para a categoria *concepção de valores*, uma vez que representa as opiniões dos alunos sobre o papel da tecnologia nas suas vidas, por exemplo, a tecnologia “É uma coisa boa” ou “Pra mim, a tecnologia é uma coisa muito importante”.

Com base nas categorias da Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 5 e das três dimensões de investigação, apresentaremos um exemplo de uma classificação situada no processo de compreensão das concepções da NdC&T por crianças e jovens, mas que pode ser utilizada para conhecer as concepções de outros

sujeitos em seus contextos sociais. Em resumo, o objetivo destas categorias é ampliar a compreensão das concepções para além daquelas apontadas pela literatura, uma vez que as respostas são caracterizadas por um contexto social e cultural particular.

5. ALGUNS EXEMPLOS DE IDENTIFICAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DE CRIANÇAS E JOVENS

Neste tópico, iremos apresentar um exemplo que vem validar o instrumento de análise para: 1) concepções sobre o papel do cientista; 2) concepções sobre a natureza da ciência; e 3) concepções sobre a natureza da tecnologia.

O ambiente natural dos participantes ou o cenário para a validação do nosso instrumento, foi constituído por um espaço de inclusão social, educacional e tecnológico denominado de Projeto “O Espaço, Desafios e Oportunidades (EDO)”, desenvolvido na Região da Tapada das Mercês no concelho de Sintra em Portugal. Este cenário é considerado um estudo de caso devido ao fato de o Projeto EDO atender estudantes do ensino fundamental de várias escolas da região (alguns do primeiro ciclo e principalmente do segundo e terceiro ciclos do ensino português).

Para dar conta de entendermos as concepções de crianças e jovens sobre o papel do cientista e a NdC&T, seguimos as orientações de Constantinou et al. (2010) e elaboramos dois instrumentos de coleta de dados: o questionário e a entrevista.

O questionário foi elaborado buscando evidenciar algumas categorias dentro de dois eixos de análise: 1) Compreensão sobre a natureza e o ensino de Ciências: este eixo estava organizado com três questões em que buscamos evidenciar: a) concepção sobre a natureza da ciência (01 questão aberta); b) concepção sobre o papel do cientista (01 questão aberta), e c) concepção do conteúdo que seria abordado numa atividade investigativa (01 questão aberta). 2) Concepção sobre a natureza da tecnologia e o uso do computador: este eixo apresentava três questões que buscavam respostas sobre: a) concepção de tecnologia (01 questão aberta); b) as principais tecnologias digitais que os alunos tinham contato (01 questão de escolha múltipla); e c) ações em relação ao uso do computador ligado à internet (01 questão com escala Likert). Nas questões abertas os alunos tinham liberdade de escrever ou desenhar.

Os questionários foram respondidos por vinte estudantes do ensino fundamental (70% do gênero masculino e 30% feminino), com idades compreendidas entre: os 10 anos (20,0%), 11 a 12 anos (55,0%), 13 a 14 anos (20,0%) e um aluno com 15 anos (5,0%). A maioria frequentava o 6º ano de escolaridade (55,0%), mas também responderam aos questionários alguns jovens que frequentavam o 4º ano (5,0%) e o 5º ano (40,0%).

Após a análise dos questionários, com o objetivo de compreender melhor as concepções sobre o papel do cientista e a NdC&T, os participantes do projeto EDO foram convidados a participarem de uma entrevista semiestruturada. Obteve-se o retorno de cinco alunos voluntários onde todas as entrevistas foram filmadas e transcritas. Os participantes foram identificados por A1, A2 etc., para que as suas identidades não fossem reveladas.

5.1 Concepções sobre o papel do cientista

Para compreender as concepções que os nossos participantes têm sobre o papel do cientista, analisamos as respostas dos questionários formadas por 03 textos, 09 desenhos e 08 desenhos acompanhados de textos. Contudo, a inserção dos textos nos desenhos apresenta funções diversas, além de haver diferentes níveis de complexidade de traços.

Utilizando o nosso sistema de análise, caracterizado na Tabela 3, verificamos que as respostas com mais informações foram aquelas com mais textos e desenhos. Primeiramente, apresentaremos a análise dos textos, depois a análise dos desenhos e finalizaremos com a análise dos desenhos seguidos de textos para descrever as concepções sobre o papel do cientista.

a) Análise dos textos: os textos são breves e com poucas orações (Tabela 7). De acordo com o nosso sistema de categorização, os alunos não especificam o gênero, as características extrínsecas, os símbolos e os espaços de trabalhos do cientista em suas frases. Estas categorias são mais evidenciadas nos desenhos ou desenhos seguidos de textos.

Tabela 7. Categorias e indicadores dos textos sobre as “concepções do papel do cientista”.

Aluno(a)	Respostas	Categorias e indicadores
03	É uma pessoa inteligente que está sempre a aprender coisas novas (A03 – 11 anos, 5º ano).	Características intrínsecas: inteligente Atividade: aprender
14	A minha professora de ciência que está a ensinar tudo na aula de ciência (A14 – 11 anos, 6º ano).	Tipo: cientista social Gênero: feminino Atividade: ensinar Espaço de trabalho: sala de aula
20	A imagem que eu tenho de um cientista é que podemos fazer experiências (A20, 10 anos, 5º ano).	Gênero: masculino Atividade: experimentar

Neste primeiro grupo de respostas, os cientistas são identificados como pessoas que aprendem, ensinam e experimentam. Não encontramos nos textos dos alunos uma relação mais próxima com a sociedade e com o meio em que vivem. Os alunos apresentam em seus textos uma visão estereotipada do cientista (inteligente, técnico-experimental) e não podemos aferir que as suas percepções diferem com a idade. Buldu (2006) apresentou em seu estudo que crianças na idade de oito anos caracterizaram imagens menos estereotipadas dos cientistas do que as crianças mais jovens. Segundo este autor, isso pode ser devido ao nível intelectual e experiência educacional das crianças.

Verificamos ainda que um aluno mencionou como cientista social “a sua professora de Ciências” devido ao fato de ensinar Ciências. Aqui, temos duas características: a primeira é o fato de ser “a professora de Ciências”, um cientista do gênero feminino, e a segunda é que não foi evidenciado o papel da mulher em outros cenários que não fosse a sala de aula. No trabalho de Buldu (2006), quando as crianças foram comparadas em termos de gênero, não foram observadas diferenças significativas entre meninos e meninas. Nenhum dos meninos caracterizou o cientista como cientistas mulheres, e cinco meninas das 20 crianças, caracterizaram cientistas como sendo do sexo feminino. A caracterização do aluno sobre a “sua professora de Ciências” parece espelhar a sub-representação das mulheres em carreiras de ciência na sociedade (BULDU, 2006).

b) Análise dos desenhos: foram analisados 09 desenhos, sem textos explicativos ou descritivos. Verificamos que na maioria das concepções, o cientista é

do sexo masculino (88,9%) (salvo um aluno que relacionou o papel do cientista com a sua professora de Ciências), solitário (100%) (ausência de outros cientistas), é identificado fora de um contexto social (55,6%) e quando foi apresentado um cenário, este estava relacionado com o laboratório (33,3%).

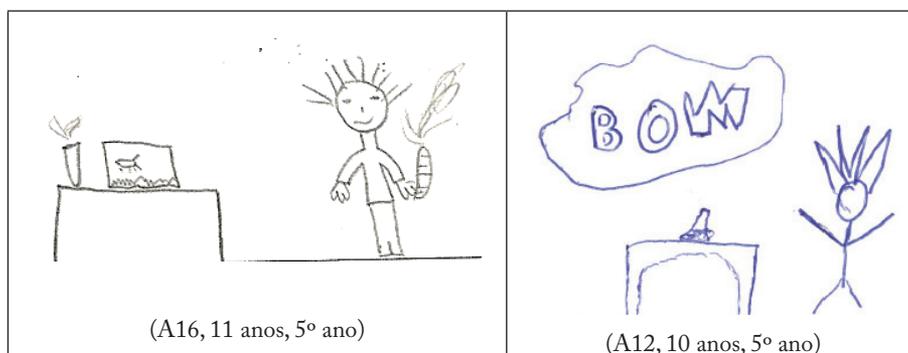
Esta é uma evidência igualmente identificada no trabalho de Kosminsky e Giordan (2002) onde o cientista, caracterizado pelos estudantes, desenvolve experimentos dentro de um laboratório, “desconsiderando, aparentemente, a troca de informações entre os pares, as elaborações teóricas e as próprias Ciências experimentais” (KOSMINSKY; GIORDAN, 2002, p. 15). Os desenhos dos alunos estão caracterizados de acordo com a Tabela 8.

Tabela 8. Categorias e indicadores dos desenhos sobre as concepções do papel do cientista.

Categorias	Indicadores		N
Tipo (T)	Cientista		08
	Cientista social		01
	Cientista tecnólogo		00
Gênero (G)	Masculino		08
	Feminino		01
Características	Extrínseca (CE)	Sozinho	09
		Vestido	04
		Sem roupa	03
		Óculos	03
		Cabelo para cima	06
		Cabelo comprido	01
		Careca	01
	Crachá	01	
Intrínseca (CI)	----	00	
Atividades (A)	Explorar		01
	Observar		01
	Experimentar		02
Símbolos (S)	Símbolo de pesquisa		01
	Símbolo de perigo		01
Espaço de trabalho (ET)	Sem cena		05
	Cena interna	Laboratório	03
		Sala de aula	01
	Cena externa	Espaço/ universo	02

Alguns indicadores da Tabela 8 não foram contemplados na análise dos desenhos: o cientista tecnólogo, as características intrínsecas e algumas extrínsecas. Ao analisar os desenhos, importa destacar que a concepção dos participantes, em relação às *Atividades (A)* desenvolvidas pelos cientistas, é restrita somente a: explorar, observar e experimentar e não estão relacionadas aos outros contextos que não seja ao laboratório ou à sala de aula. Estas são visões estereotipadas da atividade científica, e que de acordo com Buldu (2006), podem afetar as atitudes dos alunos em relação à ciência. A concepção de um cientista sozinho no laboratório, com cabelos para cima e desenvolvendo algum experimento químico, físico ou biológico, ainda está presente no imaginário de muitas crianças (Figura 15).

Figura 15. Desenhos que caracterizam as concepções estereotipadas de cientistas.



Alguns estudos atribuem o surgimento destas concepções às mídias em massa (televisão e computadores), revistas em quadrinhos ou pelo próprio livro texto de Ciências (BULDU, 2006; NEWTON; NEWTON, 1998; SCHERZ; OREN, 2006). Mudar a percepção das crianças sobre a ciência e o cientista é uma tarefa que cabe aos professores de Ciências e às escolas. Embora possa ser difícil de contrariar as imagens dos cientistas como retratado nos meios de comunicação de massa, o que acontece nas escolas também influencia como as crianças visualizam a ciência, a tecnologia e os cientistas (BULDU, 2006; DRIVER et al., 1996).

d) Análise dos desenhos com textos: no grupo de desenhos acompanhados de textos, as descrições sobre as concepções dos cientistas são mais detalhadas. A Tabela 9 apresenta as categorias com os principais indicadores e a frequência

de citação. Nos desenhos acompanhados por textos, encontramos três tipologias de cientistas (Tabela 9), normalmente é do sexo masculino, vive sozinho no espaço de trabalho, usa óculos, com cabelos para cima (e/ou normais), inteligente, preocupado ou maluco (imagem estereotipada).

Tabela 9. Categorias e indicadores dos textos e desenhos sobre as “concepções do papel dos cientistas”.

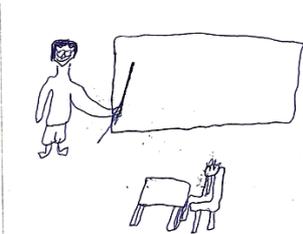
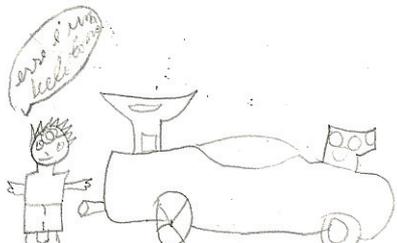
Categorias	Indicadores	N	f(%)	
Tipo (T)	Cientista	04	44,4	
	Cientista social	02	22,2	
	Cientista tecnólogo	02	22,2	
Gênero (G)	Masculino	04	44,4	
	Feminino	01	11,1	
Características	Extrínseca (CE)	Sozinho	05	55,6
		Acompanhado	01	11,1
		Vestido	04	44,4
		Sem roupa	00	0,0
		Óculos	03	33,3
		Cabelo para cima	03	33,3
		Cabelo baixo	03	33,3
		Careca	00	0,0
		Crachá	01	11,1
	Jaleco	01	11,1	
	Intrínseca (CI)	Inteligente	02	22,2
		Preocupado	01	11,1
		Maluco	01	11,1
Atividades (A)	Explicar	02	22,2	
	Ensinar	01	11,1	
	Descobrir	02	22,2	
	Inventar	02	22,2	
	Conhecer	01	11,1	
Símbolos (S)	Símbolo de pesquisa	01	11,1	
	Símbolo de conhecimento	01	11,1	
Espaço de trabalho (ET)	Sem cena	04	44,4	
	Cena interna	Laboratório	00	0,0
		Museu de ciência	01	11,1
		Sala de aula	01	11,1
	Cena externa	Espaço/ universo	01	11,1
Rua		01	11,1	

As principais atividades identificadas consistem em: explicar, ensinar, descobrir, inventar e conhecer. Em 44,4% dos desenhos, não foram caracterizados os espaços de trabalho, e quando o foram, o cientista se encontrava num museu de ciência, sala de aula (cientista social), espaço/ universo ou até mesmo na rua (cientista tecnólogo) (Tabela 10). A este propósito, Gil-Pérez et al. (2001) nos lembra que para superar esta visão distorcida do trabalho científico, deve-se inserir um diálogo constante entre aluno-professor evidenciando que o “trabalho de cada um é orientado pelas linhas de investigação estabelecidas, pelo trabalho da equipe de que fazem parte, não fazendo sentido a ideia de investigação completamente autônoma” (p. 137).

Um dado interessante é a presença de alguns desenhos que simboliza o cientista e a ciência. Por exemplo, o símbolo de conhecimento estava representado por um “quadro negro”, o de pesquisa são os “frascos e tubos nas bancadas de laboratório” e o de perigo são as “explosões das reações químicas”. A ausência de uma cena da atividade científica aparenta ser uma indicação de que as crianças se consideram fora do local, o que significa que elas não se sentem diretamente envolvidas no processo de construção do conhecimento científico.

Por fim, encontramos representações do cientista mais próximo da realidade social, que se caracteriza como um cientista que ensina (professor) ou preocupado com a sociedade (Tabela 10). Dados semelhantes foram encontrados no estudo de Buldu (2006), cerca de 35% das figuras desenhadas eram do tipo cientista social. As crianças do estudo de Buldu (2006), por exemplo, chamaram de cientistas os jornalistas que trabalham sobre uma máquina de escrever, em conjunto com romancistas/ poetas, artistas que pintam e professores universitários que ensinam em sala de aula, se opondo às imagens estereotipadas dos cientistas como desenhadas em estudos anteriores.

Tabela 10 - Exemplos dos principais tipos de cientistas.

Tipos de cientistas	Desenhos	Categorias/Indicadores
Cientista social	<p>A minha professora (A7, 11 anos, 5º ano).</p> 	<p>G: feminino CE: cabelos baixos, vestido, acompanhado CI: - AT: ensinar, explicar S: símbolo de conhecimento (quadro negro) ET: cena interna (sala de aula)</p>
Cientista tecnólogo	<p>O cientista inventa as coisas (A11, 11 anos, 6º ano).</p> 	<p>G: masculino CE: cabelo para cima, sozinho, vestido CI: - AT: inventar S: - ET: cena externa</p>
Cientista e cientista social	 <p>Um cientista é uma pessoa que se preocupa em saber como é o quotidiano de um ser e conhecer tudo o que existe no planeta Terra inventando máquinas e outras coisas que lhe possa ajudar (A18, 12 anos, 6º ano)</p>	<p>G: masculino CE: cabelos baixos, óculos, jaleco, gravata, sozinho. CI: preocupado AT: conhecer, inventar S: - ET: sem cena</p>

5.2 Concepções sobre a natureza da ciência

Nos tópicos anteriores deste capítulo, vimos que a NdC tem sido definida de muitas maneiras (ABD-EL-KHALICK et al., 2001; AKERSON et al., 2011; BELL; LEDERMAN, 2003; LEDERMAN, 2007). Apesar dos

diversos estudos que buscam caracterizar a ciência, não existe uma única definição e caracterização para a NdC (KARAKAS, 2011) e sempre existirá um amplo debate a nível filosófico, social e educacional sobre a sua compreensão (GIL-PÉREZ et al., 2001; KARAKAS, 2011).

As discussões das concepções de crianças e jovens sobre a NdC estiveram evidenciadas, tanto no processo analítico como nas categorias descritas na Tabela 4. As concepções epistemológicas, empíricas e técnicas foram citadas consideravelmente, mais do que as concepções socioculturais e criativas.

5.2.1 *Concepção epistemológica da ciência*

Para esta primeira categoria, obtivemos 11 respostas, sendo três em forma de texto e oito desenhos. Consideramos nesta categoria as respostas relacionadas aos aspectos cognitivos e pedagógicos, por exemplo, ao estudo da natureza e suas relações (73%), à construção do conhecimento (18%) e conteúdos disciplinares (9%). No exemplo a seguir, as crianças caracterizam a *concepção epistemológica da ciência* por termos como: “forma de ver o mundo”, “aprender”, “estudo da natureza” ou “estudo da vida”:

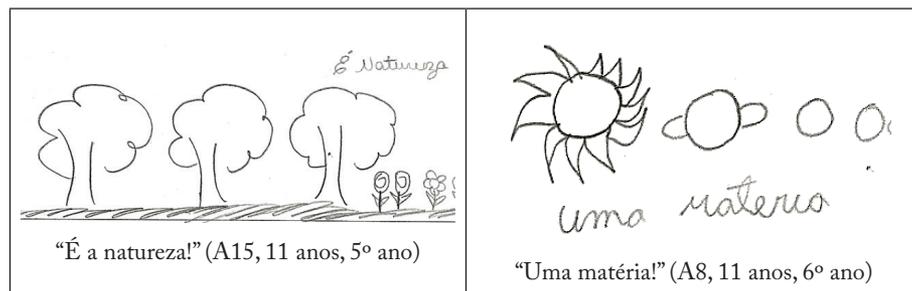
- 1) Para mim, a ciência é uma forma nova de ver o mundo, e com a ciência posso aprender muito (A1, 12 anos, 6º ano).
- 2) É a natureza (A9, 12 anos, 6º ano).
- 3) Ciência para mim é o estudo da vida, dos seres orgânicos e inorgânicos (A18, 12 anos, 6º ano).

Essa visão aproxima-se do trabalho de Praia et al. (2002) quando descrevem os ‘novos objetivos do ensino de Ciências’ para superar a visão distorcida ou estereotipada da ciência: 1) aprendizagem das Ciências: como a aquisição e o desenvolvimento de conhecimentos teóricos através de conteúdos científicos (falas dos alunos A18 e A1); 2) aprendizagem sobre a natureza da ciência: o desenvolvimento da natureza e dos métodos da ciência, tomando consciência das interações complexas entre ciência e sociedade (fala do aluno A9); e 3) a prática da ciência: desenvolvimento dos conhecimentos técnicos, éticos, entre outros, sobre a investigação científica e a resolução de problemas (fala do aluno A1).

Também encontramos desenhos que caracterizam a ciência como o “estudo da natureza”, ou simplesmente, a relaciona com um “conteúdo estudado

na aula de Ciências”. A Figura 16 exemplifica estas concepções, quando o participante caracteriza o estudo da “astronomia”, das “plantas” e “animais”.

Figura 16. Desenhos referentes à concepção epistemológica para a NdC.



As crianças desenharam cenas que incluem aspectos do seu trabalho recente nas aulas de Ciências, tais como o estudo da ‘astronomia’ e o ‘meio ambiente’ (Figura 16). As concepções construídas através dos programas de televisão, do livro texto de Ciências e das concepções de professores também reforçam essas visões populares sobre a ciência. Segundo Teixeira et al. (2009), para que as concepções sobre a NdC estejam de acordo com as tendências contemporâneas da epistemologia, é preciso introduzir nas aulas de Ciências uma abordagem histórica e filosoficamente contextualizada dos conteúdos e do trabalho científico; entender alguns aspectos do conteúdo científico; a abordagem científica que se utiliza no processo investigativo; e entender a ciência como empreendimento social (DRIVER et al., 1996; TEIXEIRA et al., 2009).

5.2.2 Concepção empírica da ciência

Esta categoria tem uma relação direta com a anterior, porém preferimos caracterizá-la separadamente, uma vez que os aspectos que a compõem possuem elementos que caracterizam o desenvolvimento de métodos, comprovação dos fatos, descrição de leis, teorias e descoberta de algo. Gil-Pérez et al. (2001) já assinalaram que esta é a deformação mais estudada e criticada na literatura, originada nos anos 60 com as tentativas de renovação do ensino de Ciências, numa visão centrada no suposto “método científico”, esquecendo os conteúdos científicos e suas relações com a sociedade.

Encontramos cinco respostas nos questionários que caracterizam as concepções empíricas da ciência e que estão representadas por expressões do tipo: descobrir, explorar, procurar, experimentar etc.

- 1) Ciência para mim é descobrir coisas, ir a procura de seres diferentes e fazer coisas novas (A2, 12 anos, 6º ano).
- 2) É explorar mais sobre as coisas e os animais (A4, 11 anos, 5º ano).
- 3) Para mim a ciência é descobrir e fazer experiências (A5, 11 anos, 6º ano).
- 4) Ciências para mim é descobrir coisas sobre o ambiente, sobre nós próprios e sobre a evolução das pessoas e animais (A19, 12 anos, 6ºano).
- 5) Ciências para mim é fazer ciência, é descobrir (A20, 10 anos, 5ºano).

Verificamos nestas respostas dos alunos uma concepção originada no paradigma positivista, cujas bases são apoiadas no empirismo aristotélico, enfatizando a observação e a experimentação como fonte de conhecimento. Percebemos nas respostas dos participantes que a NdC tem uma relação direta com a ‘exploração’, ‘fazer experiências’ e a ‘descoberta’. Essas concepções são exemplos de que existe uma regra estabelecida pelo método científico, apresentando uma sequência que inicia na coleta dos dados, passando pela observação, à experimentação, à análise dos dados, com a posterior formulação das leis e teorias. Vimos que esta concepção também esteve presente na análise sobre o *papel do cientista*.

Nas respostas dos participantes, existe uma aproximação da NdC com o processo científico, isto é, com as “atividades relacionadas à coleta e interpretação de dados, e à derivação de conclusões” (KARAKAS, 2011; NRC, 1996). Por exemplo: observar, fazer experiências e descobrir são processos científicos.

De fato, numerosos estudos têm mostrado as discrepâncias entre a ciência vista por meio das epistemologias contemporâneas e a ciência das concepções de crianças, jovens e professores de Ciências, amplamente difundida e marcada por um empirismo extremo (DRIVER et al., 1996; LEDERMAN, 2007; KARAKAS, 2011). Convém assinalar que esta ideia, que atribui a atividade científica à experimentação, coincide com a de “descoberta” científica, transmitida, por exemplo, pelas histórias em quadrinhos, pelo cinema e, em geral, pela televisão (BULDU, 2006; KARAKAS, 2011; LEDERMAN et al., 2002; NEWTON; NEWTON, 1998). Dito de outra maneira, parece que a visão

dos estudantes não é muito diferente, no que se refere ao papel atribuído à experiência, daquilo que temos denominado de imagem “ingênua” da ciência, socialmente difundida e aceita (FERREIRA-GAUCHÍA; VILCHES; GIL PÉREZ, 2012; GIL-PÉREZ et al., 2001).

5.2.3 *Concepção técnica e instrumental da ciência*

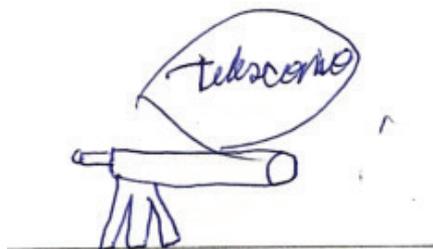
Encontramos três respostas que relacionam a concepção da NdC com instrumentos tecnológicos (duas respostas escritas e um desenho). A identificação da NdC com instrumentos e artefatos técnicos é outra concepção que também necessita ser aprofundada e foi classificada por desenhos e expressões do tipo: computador, tecnologia, máquina etc.

- 1) A ciência para mim é ensinar as pessoas sobre a maneira de utilizar o computador. (A3, 11 anos, 5º ano)
- 2) Para mim a ciência ajuda desenvolver e a conhecer direito a tecnologia. (A10, 11 anos, 5º ano)

O primeiro aluno relaciona a ciência diretamente com o computador. Trata-se da perspectiva instrumental da ciência e que é potencializada pela crescente integração de artefatos técnicos no dia a dia destes jovens e das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no ensino de Ciências (BEAUCHAMP, 2011; PARK; KHAN; PETRINA, 2009). Para o segundo aluno, a tecnologia se subordina à ciência e pode reduzir-se a ela. Esta posição do aluno se origina numa concepção que considera a tecnologia como ‘ciência aplicada’. Esta visão da tecnologia como ‘ciência aplicada’ é fonte de diversos debates na educação científica e que, segundo Ferreira-Gauchía et al. (2012), constitui uma visão distorcida, mas muito atual. Sobre esta concepção técnica da ciência, iremos aprofundar melhor na categoria ‘concepção da natureza da tecnologia’.

Por fim, tivemos um aluno que relacionou a ciência com um instrumento tecnológico: ‘*Um telescópio*’ (Figura 17).

Figura 17 – Desenho de um Telescópio (A12, 10 anos, 5º ano).



Podemos pensar que se trata não de uma concepção que concebe a ciência como contribuição para o desenvolvimento tecnológico, mas como algo que ocorre no sentido inverso. A história da ciência fornece inúmeros exemplos que ilustram como as invenções tecnológicas podem contribuir para o progresso científico. Um destes exemplos diz respeito ao aparelho concebido e usado por Galileu e a forma como o telescópio foi desenvolvido por artesãos, muito mais cedo do que o surgimento de nossa compreensão sobre os fenômenos ópticos. Este artefato possibilitou aos cientistas a capacidade de realizar observações mais detalhadas e a desenvolver uma melhor compreensão do sistema solar (CONSTANTINOU; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010).

5.2.4 Concepção social e cultural da ciência

Verificamos que, a partir do nosso sistema de categorias, somente um aluno manifestou a visão social e cultural da ciência, onde, para Gil-Pérez et al. (2001), trata-se de 'compreender o caráter social do desenvolvimento científico', ou seja, de que a ciência é algo que transforma o mundo. Esta afirmação de Gil-Pérez et al. (2001) é representada na resposta do questionário do participante A6:

- 1) Uma forma de transformar o mundo [em algo] melhor e conhecer coisas novas e coisas da natureza. (A6, 10 anos, 5º ano).

A perspectiva sobre a NdC, deste aluno, parece aproximar-se das visões romantizadas da ciência, uma vez que já sabemos que o trabalho científico é influenciado pelos problemas e circunstâncias do momento histórico (AKERSON et al., 2011; GIL-PÉREZ et al., 2001; KARAKAS, 2011). Da mesma forma, as ações científicas influenciam de forma constante os aspectos

políticos, econômicos e sociais dos contextos correspondentes. Esses pontos de vista são indicadores de que o desenvolvimento da ciência não pode ser caracterizado como uma visão individualista e elitista da ciência, apoiada implicitamente pela ideia empirista de “descoberta” e que contribua, além do mais, para uma leitura descontextualizada e socialmente neutra da atividade científica, realizada por pesquisadores solitários e do sexo masculino (BULDU, 2006; GIL-PÉREZ et al., 2001; KARAKAS, 2011; NEWTON; NEWTON, 1998; SCHERZ; OREN, 2006). Desenvolver uma concepção da NdC, dentro da educação científica atual, significa buscar aspectos *sócio construtivistas*, que apoia aspectos sociais e culturais da ciência (KARAKAS, 2011; LEDERMAN et al., 2002).

5.2.5 Concepção criativa e imaginativa da ciência

Durante a análise das respostas dos questionários, buscou-se identificar as opiniões dos participantes sobre a concepção criativa e imaginativa da NdC, porém, não conseguimos evidenciar respostas que traziam esta concepção. Segundo Akerson e Abd-El-Khalick (2005), o problema estaria no fato de os alunos não compreenderem os conceitos de “imaginação” e “criatividade”. Para estes pesquisadores, a maioria dos alunos apresentam definições inadequadas para a “imaginação científica” e “criatividade” e muitos alunos não acreditam que os cientistas possam ser imaginativos e criativos em seu trabalho. Assim, na pesquisa de Akerson e Abd-El-Khalick (2005), os alunos só tiveram uma definição científica mais clara dos termos “imaginação” e “criatividade” quando verificaram que os cientistas usam estes aspectos em seu próprio trabalho. Nossa suposição é que isso poderia acontecer no futuro com os participantes deste estudo.

5.3 Concepções sobre a natureza da tecnologia

Vimos, a partir da Tabela 1, que a NdT também assume diferentes visões: artefatos e máquinas, processo de criação, práticas humanas, promoção da qualidade de vida (CONSTANTINO; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010; DIGIRONIMO, 2011; FERREIRA GAUCHÍA; GIL PÉREZ; VILCHES, 2006) e a tecnologia vista como “ciência aplicada” é a principal distorção (CONSTANTINO; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010; FERREIRA-GAUCHÍA; VILCHES; GIL PÉREZ, 2012). Ao analisar

as concepções dos participantes neste estudo, através da Tabela 5 e Tabela 6, verificamos que as suas concepções não aparentam ser muito diferentes das que surgem na literatura e a principal delas é a concepção instrumental da tecnologia.

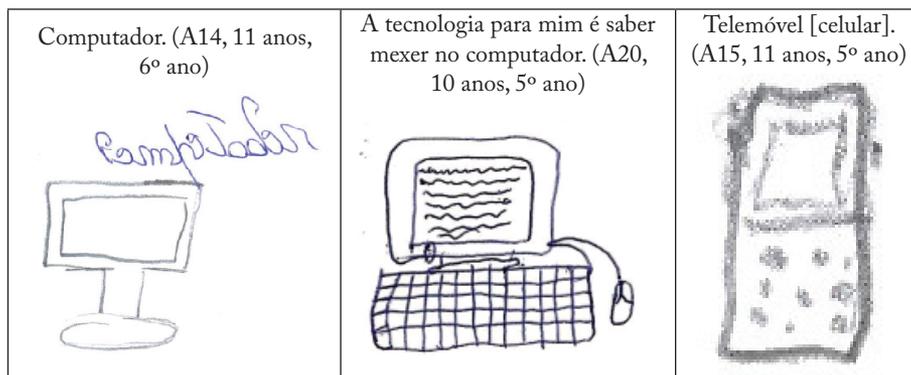
5.3.1 Concepção instrumental

Esta categoria faz referência à tecnologia vista como coleção ou grupo de ferramentas, artefatos e máquinas (FERREIRA GAUCHÍA; GIL PÉREZ; VILCHES, 2006). Esta é a concepção mais presente no dia a dia dos participantes desta pesquisa, pois caracteriza a tecnologia como um conjunto de produtos.

Dos 20 alunos que responderam ao questionário, treze (54,2%) deram uma resposta que foi codificada como *concepção instrumental* para a tecnologia. Deste total, 69,2% estão relacionados ao uso direto do computador, *tablets*, celulares e videogames. A Figura 18 apresenta algumas representações para esta concepção e na escrita dos participantes também encontramos elementos que caracterizam esta categoria.

- 1) A tecnologia para mim é mexer no computador, telemóvel [celular] e coisa e tal. (A3, 11 anos, 5º ano)
- 2) É uma coisa muito importante, que é computador e internet etc. (A11, 11 anos, 6º ano)
- 3) PC, Playstation, tablet. Para mim é como um livro digital. (A12, 10 anos, 5º ano)

Figura 18. Desenhos para a ‘concepção instrumental’ da tecnologia.

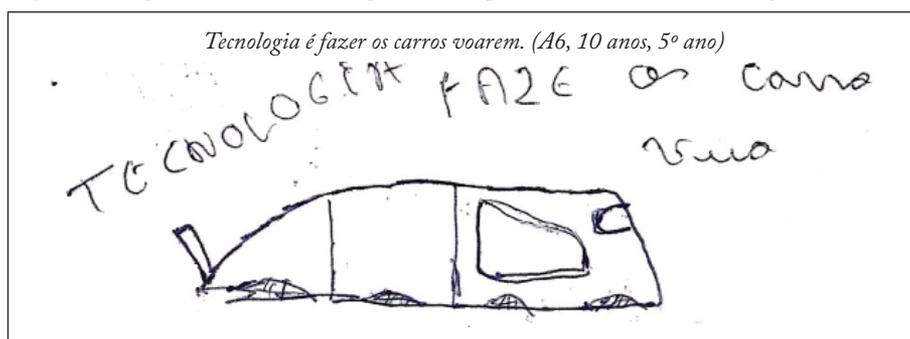


Dois alunos (15,4%) relacionaram a tecnologia com instrumentos tecnológicos que usam a eletricidade.

- 1) A tecnologia para mim é só fios de eletricidade. (A1, 12 anos, 6º ano)
- 2) Objetos que levam eletricidade. (A5, 11 anos, 6º ano)

Também, como ‘*concepção instrumental*’, encontramos representações com tendências de caracterizar o futuro ou elementos de ficção científica, com 15,4% (e que também foi classificada como aplicação do conhecimento), para máquinas e equipamentos (Figura 19).

Figura 19. Representação futurística para a concepção instrumental da tecnologia.



As respostas dos alunos, para esta categoria, apresentam tendências de uma “visão reducionista”, puramente instrumental da tecnologia. Este enfoque instrumental traz consigo algumas consequências que devemos ter certa atenção. A primeira é referente a visão da tecnologia como um conjunto de instrumentos, fora do seu contexto social, político, econômico e cultural, se assumindo com caráter neutro e distante da realidade. A segunda consequência, e que também aparece na pesquisa de Constantinou et al. (2010), diz respeito à construção do conceito de ‘tecnologia’ pelos alunos. Em particular, os alunos geralmente têm uma vaga ideia do que este termo significa e que, muitas vezes, está associado com objetos do seu cotidiano, principalmente os eletrônicos (computadores, celulares, tablets, videogames etc.). Esta concepção instrumental da tecnologia leva-os a exprimir um raciocínio incompleto, por exemplo, deixando de reconhecer os remédios, as vacinas também como outras construções tecnológicas (CONSTANTINOU; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010).

A última consequência desta categoria é que os alunos veem a tecnologia como instrumentos e artefatos técnicos e têm dificuldade em estabelecer outras relações, por exemplo, processos de produção, controle e manutenção, questões organizativas, aspectos científicos, assuntos legais, recursos naturais e artificiais etc. (ACEVEDO et al., 2003). Eles não veem a tecnologia como um sistema heterogêneo, com componentes que se relacionam entre si, com as pessoas e com o meio ambiente. Estas relações só surgem a partir do momento que os alunos começam a refletir sobre o contexto em que vivem dentro de uma educação científica mais próxima da sua realidade, mas isso só é possível quando é discutido, refletido e trabalhado pelo professor ou outros sujeitos sociais.

5.3.2 *Concepção cognitiva da natureza da tecnologia*

Esta é uma das concepções mais discutida em diversas pesquisas da educação científica (ACEVEDO et al., 2003; CONSTANTINOU; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010; DIGIRONIMO, 2011; FERREIRA GAUCHÍA; GIL PÉREZ; VILCHES, 2006; FERREIRA-GAUCHÍA; VILCHES; GIL PÉREZ, 2012). A partir das respostas dos 20 participantes do estudo, tivemos cinco respostas que foram codificadas como ‘*concepção cognitiva para a tecnologia*’. As respostas a seguir, buscam caracterizar a tecnologia como aplicação de conhecimentos teóricos. Para as três primeiras respostas dos alunos (A6, A8 e A9), a tecnologia é aplicação direta do conhecimento (DIGIRONIMO, 2011; FERREIRA-GAUCHÍA; VILCHES; GIL PÉREZ, 2012; GIL-PÉREZ et al., 2005; SCHERZ; OREN, 2006). As duas últimas respostas expressam a tecnologia como instrumento que auxilia o processo de aprendizagem, justificando assim o nome da categoria (ACEVEDO et al., 2003; JONASSEN, 2000).

- 1) *Tecnologia é fazer os carros voarem. (A6, 10 anos, 5º ano)*
- 2) *Para mim tecnologia é inteligência e estudo para criar máquinas e outros. (A9, 12 anos, 6º ano).*
- 3) *É uma ciência que estuda as coisas. (A8, 11 anos, 6º ano)*
- 4) *A tecnologia ajuda a aprender melhor. (A18, 12 anos, 6º ano)*
- 5) *A tecnologia para mim é saber mexer no computador. (A20, 10 anos, 5º ano)*

A imagem convencional da tecnologia, apresentada na categoria anterior, é aquela que tem como resultado os produtos industriais de natureza material, manifestada nos artefatos tecnológicos (máquinas), cuja elaboração tenha seguido regras fixas ligadas às teorias e leis científicas. O resultado desta elaboração está caracterizado nesta segunda categoria, isto é, a tecnologia numa concepção convencional como uma *ciência aplicada*. As falas dos alunos caracterizam que a aplicação tecnológica se produz debaixo do amparo do conhecimento teórico.

Vimos anteriormente, que existe uma hipótese de que a atual educação científica e tecnológica não consegue desenvolver nos alunos concepções contemporâneas sobre a natureza da ciência e da tecnologia (CONSTANTINOU; HADJILOUCA; PAPADOURIS, 2010; FERREIRA GAUCHÍA; GIL PÉREZ; VILCHES, 2006; FERREIRA-GAUCHÍA; VILCHES; GIL PÉREZ, 2012; LEDERMAN, 2007). Como parte desta dificuldade, está o fato de a tecnologia ser apresentada como um conjunto de técnicas e artefatos, geralmente como produto de um conhecimento científico, desconectada dos aspectos históricos, sociais e culturais, tornando-se, assim, o que chamamos de '*ciência aplicada*' (FERREIRA-GAUCHÍA; VILCHES; GIL PÉREZ, 2012).

Para compreendermos a origem da concepção de tecnologia como "ciência aplicada" por crianças e jovens, Gil-Pérez et al. (2005) apontam indícios. Para estes autores, os professores de Ciências também fazem referência à tecnologia como "ciência aplicada". Esta concepção se origina muitas vezes em alguns textos referentes à tecnologia, nos livros textos de ciência e até mesmo durante o processo de formação de professores (ACEVEDO et al., 2003; DIGIRONIMO, 2011; FERREIRA GAUCHÍA; GIL PÉREZ; VILCHES, 2006; FERREIRA-GAUCHÍA; VILCHES; GIL PÉREZ, 2012).

Já a imagem da tecnologia, como um sistema para produzir conhecimento (respostas dos alunos A18 e A20), é caracterizada principalmente pelo uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) e que estão presentes no dia a dia destes alunos. Esta imagem tem uma concepção filosófica construtivista que considera a tecnologia como 'ferramenta cognitiva' (JONASSEN, 2000). Jonassen (2000) define conceitualmente *ferramentas cognitivas* como "ferramentas informáticas adaptadas ou desenvolvidas para funcionarem como parceiros intelectuais do aluno, de modo a estimular e facilitar o pensamento crítico e a aprendizagem de ordem superior" (p. 21).

Esta visão ‘instrumental’ e de ‘ferramenta cognitiva’ também foram evidenciadas nas nossas entrevistas. Trazemos um exemplo das falas de dois participantes.

Turnos	Falas
21	P: Vocês falaram que às vezes sentem que aprendem melhor com uma tecnologia digital. Quando falo tecnologia digital, vocês sabem o que significa? Às vezes, acho que vocês sabem e no fundo não sabem.
22	A1: É o computador...
25	P: Quando vocês usam o computador, vocês sentem que aprendem mais e melhor? O que vocês pensam?
26	A1: Não aprende tudo, mas aprende alguma coisa.
27	P: E você, o que você pensa?
28	A2: Na internet, às vezes, tem mais informação.

Neste exemplo, o turno 22 apresenta a visão ‘instrumental’ da tecnologia. Os turnos 26 e 28 apresentam a visão ‘cognitiva’ da tecnologia quando o aluno A1 diz ‘*que não se aprende tudo na internet, mas aprende alguma coisa*’ e para A2 a internet ‘*tem mais informação*’. Existe certa tendência dos professores de ignorar a presença da tecnologia ou de não utilizá-la no ensino de Ciências (ACEVEDO et al., 2003; CACHAPUZ et al., 2011). A exclusão da NdC&T no currículo de Ciências dificulta a compreensão dos alunos entre ciência, ciência escolar e a sua experiência diária com a tecnologia.

5.3.3 Concepções de valores da natureza da tecnologia

Baseado num ponto de vista pessoal, em vez de racional ou científico, as concepções de valores dadas pelos estudantes à Tecnologia podem ser usadas num sentido positivo, ou, num sentido depreciativo. Tivemos três respostas nesta categoria (12,5%), com características positivas sobre a ‘concepção de Tecnologia’ e que estão caracterizadas a seguir:

- 1) *É uma coisa importante. (A4, 11 anos, 5º ano)*
- 2) *É muito fixe [legal]! (A13, 10 anos, 5º ano)*
- 3) *É uma coisa muito importante, que é computador e internet etc. (A11, 11 anos, 6º ano).*

Para os alunos, a tecnologia é algo importante, interessante, legal! Os alunos A4 e A13 não especificam de qual tecnologia estão falando e como eles

apropriam dela para ter um ‘valor positivo’. O aluno A11 especifica o ‘*computador e internet*’ como tecnologia (concepção instrumental) e que é algo “*muito importante*”. Por que, afinal, o computador e a internet fazem tanto sucesso? Segundo Pérez Gomez (2012), porque existem relações sociais, mesmo que sejam virtuais, e interações mais ou menos lúdicas com a tela do computador, por exemplo, aprendizagem por descoberta, indagações, soluções de problemas de maneira autônoma, aquisição rápida de habilidades técnicas, compartilhamento de desafios, tarefas e objetivos, como ocorre na maioria dos jogos em rede e que tanto os entusiasma.

Encontramos também este posicionamento durante a entrevista com o aluno A03 – 11 anos.

Turnos	Falas
87	P: Você me disse que tem celular e que usa o computador aqui no CID [Centro de Inclusão Digital] e lá no shopping. Quando você usa o computador, o que você mais gosta de fazer?
88	A: Acessar o Facebook.
89	P: Tem mais alguma coisa que você gosta?
90	A: Do Youtube.
91	P: E quando você acessa o Youtube, o que você faz?
92	A: Ouço música.
93	P: E quando você está no computador, existe alguma coisa que você não tem paciência, que você não gosta de fazer?
94	A: Às vezes eu fico nervoso quando eu estou jogando um jogo, quase passando para o próximo nível e o computador desliga.

Nas falas anteriores existe uma relação do aluno com as TICs, preferencialmente para comunicar, ouvir música e jogar. A vida cotidiana das novas gerações, principalmente dos jovens, se configura mediatizada pela internet e pelas redes sociais, “induzindo novos estilos de vida, de processamento de informação, de intercâmbio, de expressão e de ação” (PÉREZ GOMEZ, 2012, p. 65). Se para as crianças e jovens a tecnologia é algo “legal”, para os sistemas educativos (escolas, currículo, docentes, processos de ensino e aprendizagem) a tecnologia demanda desafios, já que estamos vivenciando uma “explosão exponencial e acelerada da informação na era digital e que necessita reconsiderar, de maneira substancial, o conceito de aprendizagem e os processos de ensino” (PÉREZ GOMEZ, 2012, p. 69).

5.3.4 Concepção sistêmica da natureza da tecnologia

Esta categoria busca evidenciar, de acordo com Acevedo et al. (2003) e Ferreira-Gauchía et al. (2012), concepções menos estereotipadas para a NdT e que pode ser caracterizada por cinco componentes: organizativo-social, técnico-metodológico, científico-tecnológico, histórico-cultural e verbal-iconográfico.

Nas respostas que se seguem, identificamos dois alunos que manifestaram o ‘componente organizativo-social’ para a concepção sistêmica da tecnologia:

- 1) *A tecnologia para mim é para melhorar a forma de fazer as coisas, mas também gastar muita energia. (A2, 12 anos, 6º ano)*
- 2) *A tecnologia para mim é algo que trabalha para o ser humano, como por exemplo: computadores, máquinas fotográficas, fogões etc. (A19, 12 anos, 6º ano)*

Mesmo que o aluno A19 apresente também uma ‘concepção instrumental’ da tecnologia, constatamos que na primeira parte da sua definição, a tecnologia também é um fator que influencia decisivamente sobre as diversas formas de organização social. Segundo Acevedo et al. (2003), considerar a tecnologia como um sistema, levando em consideração também as implicações éticas e ambientais, permite situá-la em seu contexto social ampliando o seu próprio conceito. A partir destas considerações, muitos autores sugerem que o desenvolvimento das relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) daria aos estudantes uma visão mais contextualizada da Ciência e da Tecnologia (ABD-EL-KHALICK et al., 2001; ACEVEDO et al., 2003; BELL; LEDERMAN, 2003; FERREIRA GAUCHÍA; GIL PÉREZ; VILCHES, 2006, p.; FERREIRA-GAUCHÍA; VILCHES; GIL PÉREZ, 2012), tendo como resultado uma *alfabetização científica e tecnológica* (LEDERMAN, 2007).

Somente um aluno manifestou a ‘componente técnico-metodológico’ para a concepção sistêmica da tecnologia:

- 1) *É uma forma de descobrir coisas. (A10, 11 anos, 5º ano).*

Para este aluno, parece estar presente uma concepção de ciência onde existe uma aproximação entre a tecnologia e a aquisição de competências técnicas para ‘desvendar e descobrir algo que se constitua como novidade, ou seja, existe implicitamente a ideia de um conjunto de procedimentos e estratégias que são necessários para resolver problemas reais em situações concretas. É

a partir desta visão que temos, como exemplo, a ‘luneta de Galileu’ no século XVII. A partir deste instrumento óptico, Galileu pôde *descobrir* diversos fenômenos celestes, iniciando assim uma nova fase da observação astronômica na qual este instrumento deu base para o desenvolvimento de estudos que resultou na evidência do sistema heliocêntrico de Copérnico e na utilização de superfícies cônicas em lentes e espelhos por Johannes Kepler.

Por fim, não foram evidenciadas, neste grupo de estudantes, respostas que contemplassem os componentes: científico-tecnológico, histórico-cultural e verbal-iconográfico. Talvez os estudantes, que responderam o nosso questionário, não tiveram a oportunidade de estudarem alguns ofícios antigos e que geraram ciência baseada na técnica, modificando o modo de viver e as relações de diversas sociedades (ACEVEDO et al., 2003). A própria história da ciência, apresenta diversos exemplos a fim de compreender a visão científico-metodológica, histórico-cultural e verbal-iconográfico da tecnologia e que muitas vezes é negligenciada na educação científica e tecnológica.

Em resumo, a partir dos dados apresentamos e em busca de uma alfabetização científica e tecnológica das crianças e jovens que vivem num mundo contemporâneo e independente de seu estatuto econômico, sugerimos que a educação atual parta do interior do ambiente escolar, para além do espaço de educação formal. Resultados são mais positivos, em relação aos avanços da compreensão da ciência e tecnologia, quando se combinam estratégias de aprendizagem com questionamentos e reflexões das visões deformadas como as que analisamos neste trabalho (DRIVER et al., 1996).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo considerou a necessidade de refletir sobre o que pensam os estudantes acerca do que vêm a ser a ciência e a tecnologia e como se caracterizam as ações dos cientistas no seu dia a dia. Desta forma, trouxemos posicionamentos pessoais, reflexões teóricas e levantamos informações gerais sobre as visões da natureza da Ciência e Tecnologia de alguns estudantes do ensino fundamental. Também analisamos e avaliamos as possibilidades de utilizar as concepções em situações de ensino, onde se privilegiem os modos de agir e pensar destes estudantes, a partir de uma perspectiva científica.

Para que os professores consigam construir, juntos com seus alunos, concepções de NdC&T menos distorcidas e que estejam em consonância com currículos contemporâneos de Ciências, espera-se que ele consiga primeiramente entender o que os alunos já sabem sobre a NdC&T, isto é, que sejam capazes de compreender as concepções existentes para, a seguir, conhecer as concepções dos seus alunos. Conhecer as concepções dos estudantes permite aos professores um melhor planejamento de um ensino mais próximo da educação científica e tecnológica.

Uma vez que, os resultados do estudo de validação do instrumento procuraram indicar as principais visões sobre o papel do cientista, NdC e NdT, apresentamos algumas possibilidades para que alunos e professores superem as concepções distorcidas e que são orientadoras para futuras reflexões. Por exemplo, Gil-Perez et al. (2001) apresenta algumas características essenciais e que são orientadoras para o desenvolvimento da *alfabetização científica*: a) recusa da ideia do “Método Científico”; b) recusa da ideia de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva a partir de “dados puros”; c) destacar o papel atribuído pela investigação ao pensamento divergente; d) procurar coerência global dos resultados; e e) compreender o caráter social do desenvolvimento científico. Estas características podem ser resumidas a partir do trabalho de Driver et al. (1996) que descrevem três aspectos que auxiliam o entendimento da ciência: a) entender alguns aspectos do conteúdo científico; b) entender a abordagem científica utilizada no processo de investigação; e c) entender a ciência como empreendimento social.

A revisão de Scherz e Oren (2006) também aponta alguns caminhos: a) a introdução de questões socio científicas para discutir a natureza da ciência, da tecnologia e do trabalho do cientista; b) a introdução de atividades temáticas para mudar as atitudes dos estudantes sobre a relevância da ciência e da tecnologia na sociedade; c) compreensão realista do que a ciência e a tecnologia podem e não podem fazer, em conjunto com uma visão sobre a motivação dos cientistas; d) desenvolvimento de um programa interdisciplinar, que envolve as disciplinas de Ciências e as pesquisas relevantes sobre ciência, tecnologia e inovação; e e) criação de encontros diretos entre estudantes e cientistas com o objetivo de debater sobre o papel do cientista na sociedade.

Neste sentido, Acevedo et al. (2003) destacam que para melhorar a compreensão da NdC&T dos estudantes, não basta que o professor reconheça

que as atividades científicas envolvam diversas tecnologias e que para resolver os problemas contemporâneos sejam utilizados conceitos e teorias científicas, é preciso que avancem mais na compreensão do significado da NdC&T, incluindo, em suas características, os aspectos sociais da natureza já que se tratam de construções humanas. É necessário também provocar a reflexão do professor sobre os impactos que a ciência e a tecnologia exercem na sociedade e como influencia o seu desenvolvimento.

Estas são somente algumas reflexões sobre a NdC&T no contexto escolar que merecem ser aprofundadas durante o ensino de Ciências (em espaços formais ou não formais) e que se podem tornar um importante instrumento para continuarmos a compreender as concepções de alunos e professores de Ciências.

Por fim, temos plena consciência de que a construção do instrumento de análise das concepções dos participantes, a partir das categorias da Tabela 1 e do processo de validação apresentado anteriormente, pode ser uma limitação por perder alguns estudos potenciais publicados noutros periódicos. Estudos futuros podem se concentrar em um tópico da revisão especial e expandir este capítulo de modo a complementar o sistema de categorização apresentado nas Tabelas 3, 4 e 5.

BIBLIOGRAFIA

AAAS. **Science for all Americans**. New York, Oxford University Press, 1990.

ABD-EL-KHALICK, F. et al. Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS): Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. jun. 2001.

ACEVEDO, J. A. et al. Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 3, p. 353–376, 2003.

AKERSON, V. et al. The Importance of Teaching and Learning Nature of Science in the Early Childhood Years. **Journal of Science Education and Technology**, v. 20, n. 5, p. 537–549, 2011.

AKERSON, V. L.; ABD-EL-KHALICK, F. S. “How should i know what scientists do? I am just a kid”: fourth-grade students' conceptions of nature of science. **Journal of Elementary Science Education**, v. 17, n. 1, p. 1–11, 1 out. 2005.

BEAUCHAMP, G. Interactivity and ICT in the primary school: categories of learner interactions with and without ICT. **Technology, Pedagogy and Education**, v. 20, p. 175–190, jul. 2011.

BEJARANO, N. R. R. et al. Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 4, p. 967–982, out. 2019.

BELL, R. L.; LEDERMAN, N. G. Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. **Science Education**, v. 87, n. 3, p. 352–377, 1 maio 2003.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Ministério da Educação, 2018.

BULDU, M. Young children's perceptions of scientists: a preliminary study. **Educational Research**, v. 48, n. 1, p. 121–132, 2006.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

CHANG, C.; TSAI, C. The interplay between different forms of CAI and students' preferences of learning environment in the secondary science class. **Science Education**, v. 89, n. 5, p. 707–724, 1 set. 2005.

CONSTANTINOU, C.; HADJILOUCA, R.; PAPADOURIS, N. Students' Epistemological Awareness Concerning the Distinction between Science and Technology. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 2, p. 143–172, 2010.

DIGIRONIMO, N. What is Technology? Investigating Student Conceptions about the Nature of Technology. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 10, p. 1337–1352, 2011.

DRIVER, R. et al. **Young People's Images Of Science**. Buckingham: Open University Press, 1996.

FERREIRA GAUCHÍA, C.; GIL PÉREZ, D.; VILCHES, A. Imagen de la tecnología transmitida por los textos de educación tecnológica. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, n. 20, p. 23–46, 2006.

FERREIRA-GAUCHÍA, C.; VILCHES, A.; GIL PÉREZ, D. Concepciones docentes acerca de la naturaleza de la tecnología y de las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la educación tecnológica. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 30, n. 2, 5 jun. 2012.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 2, p. 125–153, 2001.

GIL-PÉREZ, D. et al. Technology as ‘Applied Science’: A Serious Misconception that Reinforces Distorted and Impoverished Views of Science. **Science & Education**, v. 14, n. 3–5, p. 309–320, 2005.

JONASSEN, D. H. **Computadores, Ferramentas Cognitivas**: desenvolver o pensamento crítico nas escolas. 2nd. ed. Porto: Porto Editora, 2000.

KARAKAS, M. Science Instructors’ Views of Science and Nature of Science. **Qualitative Report**, v. 16, n. 4, p. 1124–1159, jul. 2011.

KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M. Visões de Ciências e sobre cientista entre estudantes do ensino médio. **Química Nova na Escola**, v. 15, n. 1, p. 11–18, 2002.

LEDERMAN, N. G. Students’ and teachers’ conceptions of the nature of science: A review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, p. 331–359, 1 abr. 1992.

LEDERMAN, N. G. et al. Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners’ conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 6, p. 497–521, 1 ago. 2002.

LEDERMAN, N. G. Nature of Science: Past, Present, and Future. In: **Handbook of Research on Science Education**. Mahwah, N.J: Routledge, 2007. p. 831–879.

LEE, S. W. et al. Internet-based Science Learning: A review of journal publications. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 14, p. 1893–1925, 2011.

MARTINS, A. F. P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 703–737, 12 maio 2015.

NEWTON, L. D.; NEWTON, D. P. Primary children’s conceptions of science and the scientist: is the impact of a National Curriculum breaking down the stereotype? **International Journal of Science Education**, v. 20, n. 9, p. 1137–1149, 1998.

NRC. **National Science Education Standards**. DC: National Academy Press ed. Washington, 1996.

NRC. **Inquiry and the National Science Education Standards**: a guide for teaching and learning. DC: National Academy Press. ed. Washington, 2000.

PARK, D.-Y.; LEE, Y. B. Different Conceptions of the Nature of Science among Preservice Elementary Teachers of Two Countries. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 2, p. 1–14, 2009.

PARK, H.; KHAN, S.; PETRINA, S. ICT in Science Education: A quasi-experimental study of achievement, attitudes toward science, and career aspirations of Korean middle school students. **International Journal of Science Education**, v. 31, n. 8, p. 993–1012, 2009.

PÉREZ GOMEZ, Á. I. **Educarse en la era digital**. 1 edition ed. Madrid: Ediciones Morata, S.L., 2012.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 8, n. 2, p. 253–262, 2002.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. Concepções sobre a natureza da ciência num curso de ciências biológicas: imagens que dificultam a educação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 2, p. 157–181, 6 nov. 2016.

SCHERZ, Z.; OREN, M. How to change students' images of science and technology. **Science Education**, v. 90, n. 6, p. 965–985, 2006.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JR., O.; EL-HANI, C. N. The influence of contextual approach on the conceptions about the nature of science among physics undergraduate students. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 15, n. 3, p. 529–556, 2009.

CAPÍTULO IV

REFLEXÕES SOBRE OS FUNDAMENTOS ESSENCIAIS DA ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS¹⁴

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, assistiu-se a um crescente número de estudos sobre a argumentação de crianças e jovens (oral, escrita e gestual) em contexto de aprendizagem de ciências (DRIVER; NEWTON, 1997; SASSERON, 2008). Um grupo de estudos destaca a importância da argumentação na construção do conhecimento científico através do desenvolvimento de atividades investigativas no contexto escolar (CHIN; OSBORNE, 2010; ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; GARCIA-MILA; GILABERT; ERDURAN; FELTON, 2013; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; PUIG, 2012; OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004). Outro grupo de estudos destaca a perspectiva sociocultural (MORTIMER; SCOTT, 2003; SCOTT; MORTIMER, 2005; VYGOTSKY, 1980, 1986), que aponta para o papel da interação social nos processos de aprendizagem e de pensamento (MORTIMER; SCOTT, 2003; SCOTT; MORTIMER, 2005).

Este capítulo tem por objetivo trazer algumas reflexões sobre a caracterização do argumento de crianças e jovens no ensino de Ciências a partir da análise de quatro elementos característicos dos principais estudos que abordam este tema: 1) a estrutura do argumento; 2) a qualidade do argumento; 3) o processo de movimento e progressão do argumento; e 4) a construção social do argumento.

14 Este capítulo foi baseado no artigo: FERNANDES, G. W. R.; RODRIGUES, A.; FERREIRA, C. A. Os fundamentos essenciais da argumentação no ensino de Ciências: um estudo a partir das unidades, elementos taxonômicos e qualidade do argumento. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 3, p. 1020-1059, dez. 2018.

2. ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: DEFINIÇÕES E FUNDAMENTOS ESSENCIAIS

A necessidade de compreender a alfabetização científica conduziu a um aumento significativo no número de estudos baseados em argumentos e argumentação (CAVAGNETTO, 2010; SASSERON; CARVALHO, 2009). Muitos destes estudos sugerem que o uso de argumentos científicos pelos alunos é passível de desenvolver capacidades comunicacionais, consciência metacognitiva, pensamento crítico, compreensão da cultura e da prática da ciência e alfabetização científica (CAVAGNETTO, 2010).

Berland (2011, p. 630) vê a argumentação científica como “uma prática dialógica na qual os indivíduos comparam diferentes ideias de forma a fazer sentido a questão em estudo” (tradução nossa). Por outro lado, Berland e Hammer (2012, p. 68) descrevem a argumentação científica “como uma forma de expor e confrontar incoerências entre as ideias e as evidências; é uma forma importante de a comunidade avaliar as hipóteses e a validade das afirmações” (tradução nossa).

Na literatura, encontramos várias definições para “argumento” e “argumentação”, fato que gera alguma confusão relativamente a ambos os termos (BERLAND; HAMMER, 2012; CAVAGNETTO, 2010; GARCIA-MILA et al., 2013). Para Sampson e Clark (2008, p. 448) “o termo ‘argumento’ descreve os artefatos que um estudante ou um grupo de estudantes cria quando lhe é solicitado que indique e justifique afirmações ou explicações, ao passo que o termo ‘argumentação’ se refere ao processo de construção desses artefatos” (tradução nossa).

Nesta linha de raciocínio, é importante deixar claro o nosso entendimento sobre argumentação. Primeiramente, a argumentação pode ser compreendida como uma ferramenta para a aprendizagem de Ciências, na medida em que se estabelece com os aprendizes uma relação social de troca de ideias; ou como uma ferramenta de compreensão do processo de aprendizagem de Ciências, através da análise da estrutura, qualidade e movimento do argumento. Em segundo lugar, a argumentação refere-se ao processo discursivo (oral ou escrito) apoiado por um argumento (componentes e artefatos) que surge durante o processo de construção do conhecimento científico escolar,

como por exemplo, refletir sobre um problema científico, apresentar hipóteses, explicar fenômenos etc.

Uma vez definidos os termos ‘argumento’ e ‘argumentação’, apresentamos os *quatro fundamentos essenciais* acerca de como os alunos geram discussões no contexto da educação científica.

3. OS FUNDAMENTOS ESSENCIAIS DA ARGUMENTAÇÃO NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Gostaríamos de iniciar a discussão deste tópico refletindo primeiramente sobre as formas de promover as intervenções do argumento científico escolar e como elas podem ser usadas para cultivar a *alfabetização científica*.

Para isso, trazemos o trabalho de Cavagnetto (2010) que examinou a forma como as intervenções argumentativas promovem a alfabetização científica. Por meio de uma revisão da literatura profunda, Cavagnetto (2010) verificou que os trabalhos investigados estimulavam perguntas sobre as características das intervenções argumentativas em aulas de Ciências, especificamente: (a) Quando são as intervenções argumentativas usadas durante uma unidade de instrução? (b) Quais são as intervenções destinadas para estimular o argumento? e (c) Que aspectos da ciência estão presentes nas intervenções argumentativas? Estas questões permitiram a distinção no que diz respeito ao papel da linguagem entre as várias intervenções. Os artigos foram classificados em três domínios para determinar as características das várias intervenções argumentativas: (a) a natureza da atividade argumentativa, (b) o enfoque da atividade argumentativa, e (c) os aspectos da ciência incluídos na atividade argumentativa (Quadro 8).

Cavagnetto (2010) indica três orientações essenciais de como as intervenções do argumento científico escolar são usadas para cultivar a alfabetização científica: (1) *intervenções orientadas para a imersão* - utilizam o argumento como um componente integrado nas investigações dos estudantes; (2) *intervenções de estrutura argumentativa* - ensinam a estrutura do argumento separado a partir de investigações, requisitando aos alunos que o apliquem entre várias atividades explicativas; (3) *intervenções baseadas na Ciência e na sociedade* - recorrem a questões socio científicas para contextualizar e conferir objetivos ao argumento. Estas três orientações de Cavagnetto (2010) podem servir

como uma oportunidade para refinar a compreensão das intervenções do argumento, particularmente no que diz respeito à busca da alfabetização científica.

O Quadro 8 descreve os três domínios propostos por Cavagnetto (2010) para examinar o modo como as intervenções argumentativas no ensino de ciências foram usadas para desenvolver a alfabetização científica.

Quadro 8. Domínios, codificação de categorias e descrições para cultivar a literacia científica

Domínios	Categorias de codificação	Descrições
<i>Natureza da intervenção argumentativa</i>	Atividades principais	Atividade que requer a aplicação de material previamente aprendido (i.e., discussão na qual os estudantes usam o seu conhecimento de um fenômeno natural) ou antigas atividades, desligadas do currículo.
	Explicação do fenômeno	Pede-se aos estudantes que descrevam ou proponham um mecanismo para a ocorrência de um fenômeno natural. Os estudantes observam a natureza, mas não manipulam as variáveis nem conduzem uma exploração organizada (por exemplo, demonstração do professor).
	Componente integral para a investigação do estudante	Atividade na qual os estudantes manipulam variáveis ou conduzem uma exploração organizada para determinar o mecanismo do fenômeno natural.
<i>Ênfase da atividade argumentativa</i>	Moral, ética, política	Enfoque nas considerações morais, éticas ou políticas na atividade argumentativa
	Argumento, linguagem	Ênfase nos processos linguísticos da ciência ou na estrutura argumentativa
	Conteúdo científico	O argumento é usado para aprender conteúdos científicos
<i>Aspectos da ciência inclusos na atividade argumentativa</i>	Social	Os estudantes trabalham em pequenos grupos ou a nível da turma completa para construir ou defender afirmações no contexto de um dado conhecimento
	Material (um sentido)	Os estudantes trabalham de forma a deixar falar a natureza (por exemplo, planejamento de experimentos) ou a representar a voz da natureza (por exemplo, interpretar os dados experimentais)
	Material (ambos os sentidos)	Os estudantes trabalham quer para pôr a natureza a falar quer para representar a voz da natureza
	Social + material (um sentido)	Os estudantes participam numa combinação do aspecto social e de um sentido material
	Social + material (ambos os sentidos)	Os estudantes participam tanto nos aspetos sociais como materiais da ciência

Fonte: Cavagnetto (2010, p. 342, tradução nossa).

Segundo Cavagnetto (2010), as orientações apresentadas no Quadro 8 são discutidas à luz da natureza epistemológica da ciência e da alfabetização científica. Neste sentido, essas orientações podem servir como uma oportunidade para apurar a compreensão das intervenções do argumento, particularmente no que diz respeito à busca da alfabetização científica.

Para quem estuda a forma como os alunos geram discussões no contexto da educação científica e durante o desenvolvimento de atividades de investigação, buscamos refinar a proposição Cavagnetto (2010) e organizamos este capítulo em torno de quatro características do argumento, onde chamamos de *fundamentos essenciais da argumentação no ensino de Ciências*: (1) a estrutura ou a complexidade do argumento (ou seja, os componentes de um argumento); (2) a qualidade de um argumento (isto é, o que faz um argumento ser melhor que o outro); (3) o processo de movimento e progressão do argumento (ou seja, o processo de desenvolvimento e evolução do argumento); e (4) a construção social do argumento (ou seja, a influência do contexto social para o desenvolvimento do argumento). Estes elementos têm como objetivo proporcionar perspectivas teóricas subjacentes às estruturas, qualidades, progressões e aspectos sociais do argumento no contexto da educação científica.

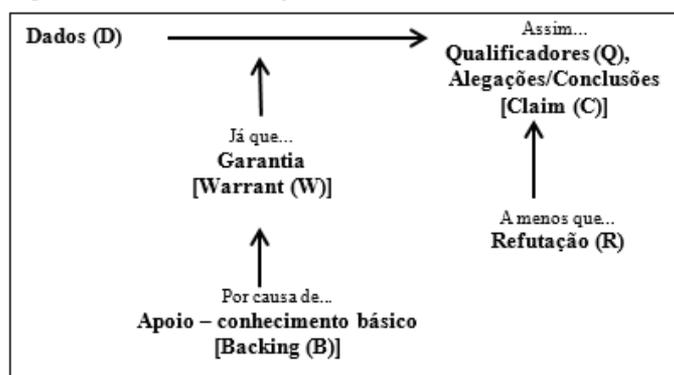
3.2.1. A estrutura do argumento

A primeira característica do argumento é, sobretudo, a forma como surge organizado e estruturado nas falas dos participantes no processo argumentativo (OSBORNE et al., 2004). A análise das estruturas dos argumentos dos estudantes fornece informações sobre a forma e o tipo de raciocínio usados pelos alunos quando elaboram argumentos com base nas atividades científicas desenvolvidas (CLARK; SAMPSON, 2007). Organizamos este tópico apresentando alguns exemplos de trabalhos essenciais para compreender como pode o argumento ser estruturado.

O primeiro exemplo é o “Toulmin’s Argument Pattern - TAP” (Padrão Argumentativo de Toulmin) que influenciou (e ainda influencia) vários estudos sobre a estrutura da argumentação e o processo de ensino-aprendizagem. Toulmin (2003), versão mais atual para a obra *The Uses of Argument* de 1958, apresenta a distinção entre argumentos lógico-formais, usados em matemática, e a utilização de argumentos em contextos linguísticos.

Segundo Sasseron e Carvalho (2011), Toulmin preocupou-se em estabelecer uma interpretação estrutural da argumentação e o seu objetivo era mostrar que nem todos os argumentos podem ser enquadrados na forma “das premissas às conclusões”. Para isso, Toulmin confere uma forma ao argumento esquematizado da seguinte maneira:

Figura 20. Esquema TAP ou Padrão Argumentativo de Toulmin



Fonte: extraído de Sampson e Clark (2008, p. 450, tradução nossa).

O modelo de Toulmin (Figura 20) especifica os componentes da construção do pensamento a partir de *dados* para uma *conclusão* ou *afirmação* do conhecimento. Driver, Newton e Osborne (2000) resumem os principais componentes identificados por Toulmin no Quadro 9:

Quadro 9. Características dos componentes TAP

Componentes TAP	Características
Dados (D)	Estes são os fatos aos quais os envolvidos no discurso argumentativo recorrem para sustentar as suas alegações.
Alegações (afirmações ou conclusões) (C)	Esta é a conclusão cujos méritos devem ser estabelecidos.
Garantias (W)	Estas são as razões (regras, princípios etc.) propostas para justificar as ligações entre os dados e a afirmação de conhecimentos ou conclusão.
Apoio (conhecimento básico) (B)	Estas são as suposições básicas, geralmente tidas como as mais comuns, que fornecem as justificações para garantias específicas.
Qualificadores (Q)	Especificam as condições sob as quais a alegação pode ser tida por verdadeira. Representam as limitações existentes acerca da alegação.
Refutações (R)	Especificam as condições em que a afirmação não será verdadeira.

Fonte: Driver et al. (2000, p. 293, tradução nossa).

Embora seja muito utilizado, o modelo de Toulmin é alvo de restrições efetuadas por diversos investigadores, que propõem complementações para melhor adequação à realidade do ensino e da aprendizagem (CLARK; SAMPSON, 2007; DRIVER et al., 2000; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BUGALLO RODRÍGUEZ; DUSCHL, 2000; SAMPSON; CLARK, 2008; SASSERON, 2008).

Driver et al. (2000) apontam limites para a utilização do modelo de Toulmin: (a) o padrão não considera o contexto da construção da argumentação; (b) frequentemente, partes da argumentação, como a garantia, não são explicitadas nos discursos, embora se encontrem implícitas; (c) o fluxo natural da conversação não se desenvolve necessariamente em sequência, dificultando a caracterização da argumentação em sala de aula; e (d) no ensino das ciências nem tudo se faz oralmente. Pelo contrário, recorre-se a diversas formas de linguagem semiótica para complementar a comunicação – gestos, manipulação de materiais, ilustrações e gráficos. Na revisão de Sampson e Clark (2008, p. 451), surgem também restrições relativamente ao TAP, na medida em que existe uma “distinção fiável entre alegações, dados, provas e apoios [conhecimento básico], dado que os comentários feitos pelos estudantes podem ser frequentemente classificados em múltiplas categorias” (tradução nossa).

Nos últimos anos, a partir destas dificuldades, começaram a surgir diferentes trabalhos que, mesmo utilizando o TAP como referencial, apresentam soluções de análise do argumento na sala de aula.

Um exemplo dessas soluções é o trabalho de Sasseron e Carvalho (2009, 2011, 2013) que buscaram compreender a forma como se processava a Alfabetização Científica entre alunos do ensino básico e que somente com o padrão de Toulmin não era possível de analisar as argumentações que ocorriam em sala de aula. Assim, Sasseron (2008) apresenta um paralelo entre as ideias apresentadas por Toulmin e os seus *Indicadores da Alfabetização Científica (IAC)* com três objetivos essenciais: (a) trabalhar com os dados de uma investigação; (b) identificar a estruturação do pensamento; (c) entender a situação analisada. O Quadro 10 vem caracterizar as dimensões e funcionalidades dos IAC.

Quadro 10. Indicadores de Alfabetização Científica (IAC).

Dimensões	Funcionalidade	IAC	Descrição
Dimensão Estruturante	Indicadores relacionados com o tratamento e análise dos dados de uma investigação	Seriação de Informações	Bases para a ação investigativa. Podem resultar de uma lista ou da relação dos dados trabalhados ou com os quais se vá trabalhar.
		Organização de Informações	Verifica-se quando preparamos os dados existentes sobre o problema investigado. Ocorre tanto no início da apresentação de uma questão (pergunta ou problema de investigação) quanto na retomada de uma questão.
		Classificação de Informações	Caracteriza os dados obtidos para ordenar (organizar) os elementos com que se trabalha.
	Indicadores relacionados com a obtenção de dados e delimitação de variáveis	Levantamento de Hipóteses	Suposições acerca de determinado tema (podem surgir sob a forma de uma afirmação ou de uma pergunta).
		Teste de Hipóteses	Coloca à prova as suposições anteriormente levantadas (pode ocorrer quer face à manipulação direta de objetos quer ao nível das ideias).
	Dimensão Epistemológica	Indicadores para estruturação do pensamento	Raciocínio Lógico
Raciocínio Proporcional			Caracteriza a forma como se estrutura o pensamento e como as variáveis se relacionam entre si.
Indicadores de relação entre variáveis e informações		Justificativa	Quando numa qualquer afirmação é apresentada uma garantia para aquilo que é proposto.
		Previsão	É explicitada quando se afirma uma ação e/ou fenômeno associado a determinados acontecimentos.
		Explicação	Quando se procura relacionar informações e hipóteses já levantadas (pode ser acompanhada por uma justificativa e uma previsão).

Fonte: adaptado de Sasseron e Carvalho (2009, 2013).

Complementarmente, Sasseron e Carvalho (2013) propõem uma análise na estrutura das respostas dos alunos e nas ações do professor, de modo a

fomentar as discussões ocorridas na sala de aula. Para a análise da *estrutura* das falas dos alunos, as autoras utilizam os IAC e para as *ações* do professor, elas propõem novas categorias, *os propósitos do professor*, que se relacionam diretamente com a promoção das AIEC e da argumentação em sala de aula (Quadro 11).

Quadro 11. Propósitos e ações do professor na promoção da construção de entendimento de ideias científicas.

Propósitos do professor	Ações do professor	Indicadores de AC expressos pelos alunos
Recuperação de ideias já discutidas	Referência a ideias previamente trabalhadas e/ou experiências prévias dos alunos	Organização, seriação e classificação de informações
Proposta de um problema	Problematização de uma situação	Levantamento de hipóteses, teste de hipóteses
Delimitação de variáveis	Descrição e caracterização do fenômeno e/ou de objetos	Organização e seriação de informações
Reconhecimento de variáveis	Dar nome às categorias advindas da caracterização	Classificação de informações
Construção de relação entre variáveis	Entrecruzamento de informações	Levantamento de hipóteses, explicação, previsão, justificação

Fonte: Sasseron e Carvalho (2013, p. 176).

Para Sasseron e Carvalho (2013), a estruturação do argumento está associada aos *propósitos* do professor em forma de planejamento (etapas em que se começa a estabelecer os elementos constituintes do argumento), às suas *ações* (referem-se especificamente ao conteúdo e despontam a possibilidade de se examinar a qualidade das ideias em discussão) e ao trabalho dos alunos por meio dos IAC (cujas ideias correspondem à construção dos elementos constitutivos do argumento) (Quadro 11). Ao analisarmos os IAC de Sasseron (2008), percebemos que eles não discutem os comentários emotivos que fazem parte da argumentação racional e que dão enfoque à veracidade e à autoridade do pensamento do aluno e também não explicita os comentários dos alunos que se desviam do assunto principal e que muitas vezes estão presentes no discurso argumentativo.

Um segundo exemplo referente à estrutura da argumentação é o trabalho de Bellucco e Carvalho (2014) que, a partir de uma revisão da literatura sobre

argumentação e aprendizagem, identificaram um conjunto de categorias do processo argumentativo em ensino de Ciências designado por “*aspectos campo-dependentes*”, definido no Quadro 12.

Quadro 12. Características campo-dependentes da argumentação científica

Características Campo-Dependentes	Descrição
Seriação	Lista de dados trabalhados ou a trabalhar. Estabelece as bases para a investigação.
Classificação e organização de informações	Trata-se da busca por similaridades num arranjo de informações, podendo criar-se hierarquias entre elas.
Levantamento e teste de hipóteses	Suposições sobre um tema em estudo que são colocadas à prova.
Justificativa	Cria a base para sustentar uma alegação que leva a uma conclusão. Poderá ser o uso de definição, o apelo à analogia ou a comparações, exemplos, atributos, consistência com outros conhecimentos – incluindo a experiência e a metafísica – e plausibilidade.
Explicação	Relaciona informações e hipóteses, geralmente após a uma justificativa.
Previsão	Antecipar ações e/ou fenômenos relacionando acontecimentos.
Abdução	Uso de uma hipótese/regra como justificativa para explicar um conhecimento novo, de forma a criar dados para sustentar uma conclusão.
Dedução	Raciocínio do geral para o particular.
Indução	Conclusão apoiada numa inferência, das partes para o todo.
Raciocínio lógico e proporcional	Forma como o pensamento é estruturado e como se relacionam as variáveis no mesmo.

Fonte: Bellucco e Carvalho (2014, p. 34).

Para Bellucco e Carvalho (2014), as características campo-dependentes da argumentação, destacadas no Quadro 12, deverão perpassar em maior ou menor grau sem a necessidade de intervenções extra do professor por todas as etapas do raciocínio científico: a) elaboração e testes de hipóteses, em que o conhecimento prévio é tido como hipótese de pesquisa na resolução do problema; b) argumentação; c) solução do problema, produzindo uma explicação; d) construção do raciocínio proporcional do tipo “se, então, portanto”, o que envolve a seleção e a relação de variáveis relevantes face à solução do problema e à necessidade de uma nova palavra/conceito. Por exemplo, ao usar o conhecimento prévio como hipótese de pesquisa, um estudante pode recorrer

a um raciocínio *abduativo* que tente *explicar* e *justificar* a resposta ao problema proposto. Por outro lado, ao manipular uma experiência (dispositivo do tipo *hands-on*), no processo de reconhecimento das variáveis envolvidas no fenômeno, o aluno procura *enumerar*, *classificar* e *organizar* as informações observadas com base no seu arcabouço teórico.

Uma limitação das características campo-dependentes da argumentação científica refere-se ao fato de que, mesmo que as categorias de Bellucco e Carvalho (2014) tenham origem em diferentes estudos, não encontramos novos elementos, ou seja, podemos encontrar nas características campo-dependentes (Quadro 12) os Indicadores de Alfabetização Científica de Sasseron e Carvalho (2013): seriação, classificação e organização de informações, justificativa, explicação, previsão e raciocínio lógico e proporcional, bem como as Operações Epistêmicas de Jiménez-Aleixandre et al. (2000): abdução e dedução.

O último exemplo, referente à estrutura do argumento, é o esquema de codificação de base e hierarquia para a classificação da estrutura argumentativa de Clark e Sampson (2007). O estudo destes autores centra-se no apoio à argumentação científica em sala de aula através de um sistema de discurso on-line personalizado, designado “*Personally-seeded discussions*”, que apoia a aprendizagem e colaboração através de uma estrutura de atividades que contrasta com as próprias ideias dos alunos, visando envolvê-los no discurso argumentativo de atividades investigativas em ensino de Ciências.

Este estudo explora a eficácia da abordagem “*Personally-seeded discussions*”, baseada sobre o esquema de codificação desenvolvido por Erduran et al. (2004)¹⁵, que analisa a estrutura do argumento dos alunos segundo a perspectiva de Toulmin (2003).

O esquema de codificação de Clark e Sampson (2007) utiliza os três códigos básicos de Erduran et al. (2004) para os comentários dos alunos: (1) afirmação (*claim*), (2) fundamentos (*grounds*), e (3) refutação (*rebuttal*). Os autores adicionaram quatro códigos para caracterizar as operações epistemológicas das comunicações e interações dos alunos no ambiente on-line: (4) apoio, (5) inquirição (questões), (6) apelo emotivo, e (7) comentários (tarefa

15 O estudo de Erduran et al. (2004) será melhor apresentado no tópico referente à Qualidade do Argumento.

extra). O esquema de codificação de Clark e Sampson (2007) é representado no Quadro 13.

Quadro 13. Esquema de codificação de base e hierarquia para classificação da estrutura argumentativa

Operações epistemológicas	Descrição
Afirmção (<i>Claim</i>)	A afirmação criada por cada grupo de estudantes através da interface “criador de princípios” é colocada como discussão inicial. Grupo de alunos também podem apresentar afirmações opostas dentro de um episódio nas discussões on-line (por exemplo: "Todos os objetos permanecerão com diferentes temperaturas no mesmo ambiente").
Fundamentos (<i>Grounds</i>)	Incluem dados, garantias e bases de sustentação (conhecimento básico).
Refutação (<i>Rebuttal</i>)	Inclui ataques aos fundamentos de uma afirmação ou diretamente à afirmação.
Apoio	O apoio engloba os comentários que sustentam as alegações ou as refutações iniciais.
Questões	As perguntas incluem comentários que carecem da clarificação de comentários anteriores ou indagam sobre o posicionamento de outros grupos face a uma determinada questão.
Apelo emotivo	Ocasionalmente, os comentários não fazem parte da argumentação racional, sendo essencialmente emotivos no conteúdo. Porém, dão enfoque à veracidade e à autoridade.
Comentários extra tarefa	Por vezes, os comentários também se desviam do assunto principal.

Fonte: adaptado de Clark e Sampson (2007, p. 264).

Clark e Sampson (2007) usaram os códigos do Quadro 13 para classificar os argumentos dos alunos segundo a hierarquia da estrutura e qualidade da argumentação de Erduran et al. (2004). As operações epistemológicas que destacamos neste instrumento estão relacionados ao “apelo emotivo” e “comentários extra tarefa” que não aparecem nos exemplos citados anteriormente.

Vale destacar que, os exemplos citados anteriormente tiveram somente o objetivo de ilustrar o primeiro fundamento essencial da argumentação científica referente à sua estrutura, porém outros trabalhos poderiam ser citados, como por exemplo, as *Operações Epistêmicas (OE)* de Jiménez-Aleixandre et al. (2000) – dedução, causalidade, definição, classificação, consistência e plausibilidade, apelo a analogias e a exemplos etc. –, utilizadas para analisar a

argumentação dos alunos juntamente com o padrão de Toulmin e citado por Sasseron (2008) e Sasseron e Carvalho (2009).

3.2.2. A Qualidade do Argumento

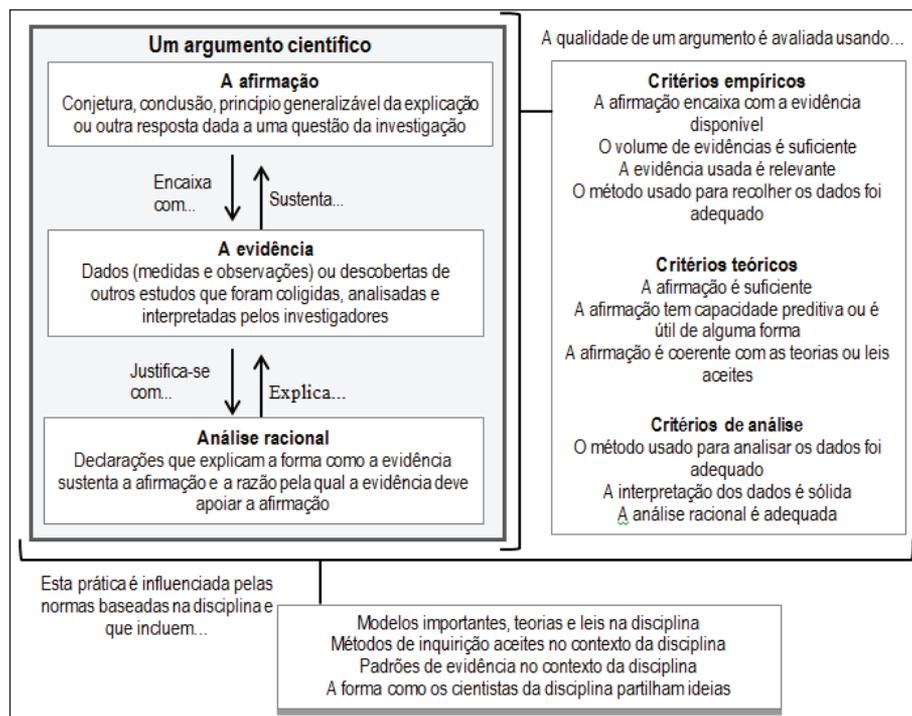
A segunda característica do argumento ou segundo fundamento essencial da argumentação no ensino de Ciências consiste em identificar bons argumentos. Neste sentido, alguns estudos procuram caracterizar a qualidade do argumento por *estruturas qualitativas* (SAMPSON; BLANCHARD, 2012; SAMPSON; CLARK, 2006), outros por *níveis hierárquicos* (ERDURAN et al., 2004; GARCIA-MILA et al., 2013; OSBORNE et al., 2004), ou seja, apresentam uma estrutura ou hierarquia de códigos para classificar a qualidade do argumento (DRIVER et al., 2000; SASSERON; CARVALHO, 2009).

Apoiado no Padrão do Argumento de Toulmin (2003) (TAP), Erduran et al. (2004) define a qualidade da argumentação em termos de presença e natureza das refutações manifestadas entre os estudantes. Assim, para Erduran et al. (2004, p. 07) “compreender a presença de uma refutação como indicador expressivo da qualidade da argumentação e a forma como contradiz os argumentos de terceiros obriga ambos os participantes a avaliar a validade e a força desse argumento” (tradução nossa).

Para exemplificar, podemos citar alguns trabalhos que apresentam *estruturas qualitativas* e/ou *níveis hierárquicos* e que poderão ser orientadores para verificar a qualidade de um argumento.

Um exemplo de *estruturas qualitativas* é o trabalho de Sampson e Blanchard (2012) que apresentam um modelo que descreve os componentes de um argumento no ensino de Ciências (afirmação, evidência e análise racional) e critérios de avaliação da qualidade de um argumento no ensino de Ciências (Figura 21).

Figura 21. Alguns critérios qualitativos que podem ser usados para avaliar a qualidade de um argumento científico



Fonte: extraído de Sampson e Blanchard (2012, p. 1124, tradução nossa).

Este modelo destaca três critérios a fim de avaliar a estrutura/qualidade de um argumento (Figura 21): 1) *Crítérios empíricos*: incluem normas, a forma como a “afirmação” se encaixa com todas as evidências disponíveis, a adequação das evidências contidas no argumento, bem como a qualidade geral da evidência; b) *Crítérios teóricos*: referem-se aos padrões de natureza conceitual, que incluem julgamentos sobre a utilidade da conclusão, a sua adequação e a consistência da conclusão com outras teorias, leis ou modelos; c) *Crítérios de análise*: são usados para avaliar a qualidade geral da linha de raciocínio (por exemplo, análise de correlação e/ou hipotético-dedutivo) e para determinar se a análise e a interpretação dos dados são coerentes. A natureza dos componentes que constituem um argumento científico e que conta como qualidade e como resultado, depende da disciplina e até da área de investigação (SAMPSON; BLANCHARD, 2012, p. 1123).

O trabalho de Sampson e Clark (2006) é outro exemplo de *estrutura qualitativa* e que vem complementar os critérios da qualidade de um argumento no ensino de Ciências de Sampson e Blanchard (2012) com a proposição de cinco *critérios epistêmicos* (Quadro 14):

Quadro 14. Critérios epistêmicos para analisar a qualidade do argumento.

Critérios epistemológicos	Descrições
1. Examinar a natureza e a qualidade da afirmação de conhecimento	Os métodos analíticos devem centrar-se nas formas de afirmação feitas pelos estudantes e na capacidade para coordenar as afirmações com as provas disponíveis.
2. Avaliar como (ou se) a afirmação se justifica	Os estudantes necessitam aprender a fornecer evidências empíricas, mas eles também necessitam aprender que tipos de provas são necessários para garantir um argumento.
3. Verificar se uma afirmação explica todas as evidências disponíveis	Os estudantes tendem a não se concentrar nos padrões existentes nos dados, dando antes prioridade às evidências avulsas que apoiam crenças pessoais.
4. Verificar como (ou se) a argumentação tenta eliminar alternativas	Um fenômeno poderá ser explicado por mais do que uma afirmação, os estudantes precisam de aprender a desafiar a fragilidade de explicações alternativas.
5. Verificar como as referências epistemológicas são usadas para coordenar as afirmações e as evidências	Os estudantes necessitam de aprender como justificar/avaliar a forma como as evidências são reunidas e interpretadas, já que os estudantes não verificam o planejamento das investigações ou os métodos usados para obter evidências.

Fonte: Sampson e Clark (2006, p. 658-660, tradução nossa).

Os níveis qualitativos podem possibilitar, em alguns momentos, à generalização e subjetividade da qualidade do argumento dos participantes. Essa limitação pode ser decorrente do caráter descritivo e narrativo de alguns instrumentos e que por vezes, tem dificuldade em caracterizar o argumento de uma determinada população, da qual seria representativa.

Diferente dos critérios qualitativos para verificar a qualidade do argumento, Sasseron (2008) e Sasseron e Carvalho (2009) utilizam o estudo de Driver e Newton (1997) e Driver et al. (2000) e propõe níveis hierárquicos para a argumentação e que estão caracterizados no Quadro 15.

Quadro 15. Níveis de argumentação adaptados por Sasseron (2008).

Características do argumento	Nível
Afirmção simples sem justificação	0
Afirmações que competem sem justificações	0
Afirmção simples com justificação (justificações)	1
Afirmações que competem com justificações	2
Afirmações que competem com justificações e qualificadores	3
Afirmção (afirmações) com justificações respondendo a um refutador	3
Fazer julgamentos integrando diferentes argumentos	4

Fonte: Sasseron (2008, p. 60).

Os critérios de Sampson e Clark (2006) e os estudos da qualidade do argumento de Sasseron (2008) e Sasseron e Carvalho (2009) podem ser complementados pelo “quadro analítico usado para avaliar a qualidade da argumentação” de Erduran et al. (2004). O Quadro 16 apresenta um exemplo de *níveis hierárquicos* para avaliação da qualidade do argumento em termos de cinco níveis de argumentação, proposto por Erduran et al. (2004) e usado por Garcia-Mila et al. (2013), Clark e Sampson (2007), Osborne et al. (2004) e Simon et al. (2012).

Quadro 16. Quadro analítico usado para avaliar a qualidade da argumentação.

Nível	Descrições
Nível 1	A argumentação consiste nos argumentos que são uma simples afirmação versus uma contra afirmação ou uma afirmação versus outra afirmação.
Nível 2	A argumentação encerra argumentos que consistem numa afirmação versus outra afirmação que inclui dados, provas ou apoios (bases de sustentação), mas não contém refutações.
Nível 3	A argumentação possui argumentos com várias afirmações ou contra afirmações que apresentam dados, provas ou apoios (bases de sustentação) com a ocasional refutação frágil.
Nível 4	A argumentação revela argumentos com a pretensão de ter uma refutação claramente identificável. Tal argumento poderá incluir várias afirmações e contra afirmações.
Nível 5	A argumentação exibe uma extensa argumentação com mais de uma refutação.

Fonte: Erduran et al. (2004, p. 16), tradução nossa.

Para Erduran et al. (2004, p.03), “quando as crianças se envolvem num processo e se apoiam mutuamente em termos de elevada qualidade argumentativa,

a interação entre as dimensões pessoal e social promove a reflexão, a posse e o desenvolvimento do conhecimento, crenças e valores” (tradução nossa).

Segundo Clark e Sampson (2007), o esquema de codificação de Erduran et al. (2004) centra-se na qualidade de argumentação dialógica nas discussões com toda a turma. A fim de avaliar a qualidade deste tipo de argumentação, Erduran et al. (2004) concentraram-se apenas na estrutura do argumento e na identificação dos componentes estruturais presentes nos argumentos dos alunos, ou seja, no uso de afirmações, alegações opostas, refutações e fundamentos (com base no modelo de Toulmin). Para Clark e Sampson (2007), Erduran et al. (2004) colapsaram os elementos “dados, provas e apoios” de Toulmin em um único código - “fundamentos” (que são os fatos específicos invocados para sustentar uma dada afirmação), devido às dificuldades práticas de diferenciação entre estes componentes de argumentação.

Os estudos que caracterizam a qualidade do argumento em *níveis hierárquicos* (CLARK; STEGMANN; WEINBERGER; MENEKSE; ERKENS, 2007; ERDURAN et al., 2004; GARCIA-MILA et al., 2013; OSBORNE et al., 2004; SIMON et al., 2012) veem os argumentos mais simples como os que consistem numa afirmação e que, ao mesmo tempo, são importantes, na medida em que é a partir deles que se dá o primeiro passo para iniciar o processo de criação de diferentes níveis da qualidade do argumento. Além disso, estes estudos sugerem que os professores sejam capazes de identificar a evolução dos níveis discursivos dos alunos e de expor as suas limitações (por exemplo, a falta de justificativa no argumento). Por isso, o segundo nível é formado por argumentos acompanhados de afirmações que contenham dados ou garantias, e o terceiro, formado por argumentos que consistem em afirmações ou contra afirmações, dados, justificativas e refutações. Verifica-se nos trabalhos citados no início do parágrafo que os argumentos com refutações apresentam, no entanto, melhor qualidade do que aquelas que as não têm.

Chin e Osborne (2010) analisaram qualitativamente o discurso argumentativo de quatro classes de estudantes de dois países, com idades entre os 12 e os 14 anos usando uma versão modificada do *Toulmin Argument Pattern* (TAP) e dos quadros analíticos desenvolvidos por Osborne et al. (2004) e Erduran et al. (2004). O quadro adaptado, utilizado por Chin e Osborne (2010), é mostrado no Quadro 17 com o Tipo 1 de argumento como sendo o tipo mais básico e os 3 e 4 como os mais elaborados e desenvolvidos.

Quadro 17. Quadro analítico usado para avaliar a qualidade da argumentação oral

Tipo	Código	Descrição
1	A _C	Uma simples afirmação sem justificativa ou fundamentos versus outra afirmação ou contra afirmação.
2	A _{G+}	Uma ou mais afirmações com fundamentos ou justificativas simples (compreendendo dados, provas e/ou qualificadores e bases de sustentação) mas sem refutação.
3	A _{G++}	Uma ou mais afirmações com justificativas ou fundamentos mais detalhados (compreendendo dados, justificativas e/ou qualificadores e bases de sustentação).
4A	A _{G+R}	Uma ou mais alegações com justificativa ou fundamentos e uma refutação que colmata a debilidade do argumento opositorista e/ou apoia o argumento inicial de alguém.
4B	A _{G+R_s}	Uma ou mais afirmações com justificativa ou fundamentos, e com uma auto refutação que leva em consideração a limitação ou fragilidade do próprio argumento de um dado indivíduo.

Fonte: Chin e Osborne (2010, p. 891, tradução nossa).

Podemos dizer que “o critério para avaliar a qualidade dos argumentos incluiu a profundidade das explicações dadas, a elaboração das afirmações ou dos fundamentos mencionados, a adequação de vários exemplos usados como justificativa e a presença ou ausência de contra-argumentos para refutação de ideias opostas” (CHIN; OSBORNE, 2010, p. 891, tradução nossa).

3.2.3. O processo de movimento e progressão do argumento

A terceira característica ou terceiro fundamento essencial da argumentação está relacionado com o seu processo de estímulo, movimento e progressão. Existe uma necessidade de planejamento por parte do professor na condução de ações tendo em vista o desenvolvimento da argumentação e das capacidades essenciais dos alunos para que o discurso em sala de aula aconteça (CHIN; OSBORNE, 2010; CLARK; SAMPSON, 2007; OSBORNE et al., 2004). Quando se estabelece uma interação argumentativa na sala de aula, o discurso apresenta um movimento (BERLAND; REISER, 2011; DRIVER et al., 2000) e uma progressão (BERLAND; MCNEILL, 2010) que caracterizam o processo argumentativo e o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos.

Na perspectiva do processo de movimento e progressão do argumento podemos citar, por exemplo, a criação de um *ciclo argumentativo* nas discussões científicas de sala de aula, como propõe Sasseron e Carvalho (2011, 2013). O

ciclo argumentativo destas autoras analisa tanto o surgimento de IAC, nas aulas de Ciências, como a construção de argumentos pelo professor e pelos alunos, ou seja, o ciclo “teria início com a recuperação de ideias já discutidas na sala de aula, aproveitando as informações que os alunos já possuíam” (SASSERON; CARVALHO, 2013, p. 251).

Neste sentido, para ilustrar o fundamento sobre o movimento e progressão do argumento, podemos citar o trabalho de Berland e Reiser (2011) que apresenta uma análise sobre o *movimento discursivo* (*discourse moves*). Segundo estes autores, esses movimentos surgem a partir das descrições do processo argumentativo em sala de aula em que os alunos estão envolvidos num processo de *sensemaking* [construção de sentidos] colaborativo a partir da análise estrutural do argumento de Toulmin (2003). Através deste processo, Berland e Reiser (2011) identificaram cinco características do discurso como sendo a chave para a argumentação científica. No discurso argumentativo, os estudantes “*constroem* afirmações e *defendem* as suas próprias afirmações e as de terceiros. Escutam e respondem às afirmações de terceiros. Protegem-se *questionando* essas afirmações. Escutam e respondem às afirmações uns dos outros e defendem-se *avaliando-as, criticando-as* e, simultaneamente, *corrigindo* as suas próprias afirmações e as de terceiros” (BERLAND; REISER, 2011, p. 199, tradução nossa). As palavras em itálico indicam as principais ações de cada movimento do discurso. Estes “movimentos do discurso” estão relacionados com os objetivos de construção de sentidos (*sensemaking*) e persuasão, caracterizando-se pelas várias maneiras que o discurso em sala de aula pode estar envolvido nestes objetivos.

A Figura 22 resume essa relação. Por exemplo, dois movimentos discursivos relacionam-se diretamente com o objetivo de persuasão: a) defesa de uma declaração; e b) avaliação e crítica dos argumentos. Ambos os movimentos de discurso implicam envolvimento na persuasão, já que demonstram por que razão um pedido é mais persuasivo do que outro. Além disso, o objetivo de *sensemaking* envolve três movimentos de discurso: a) construção de uma declaração; b) questionamento e defesa das declarações; e c) revisão das declarações.

No diagrama da Figura 22, “*dar atenção aos outros*” está compartilhado por ambos os objetivos (*sensemaking* e persuasão), ou seja, um aluno pode ouvir outras ideias em qualquer desses objetivos. No entanto, essa atenção envolve movimentos diferentes do discurso, dependendo do objetivo da interação.

Quando um aluno estiver concentrado em *sensemaking*, ele poderá questionar as ideias dos outros, ao passo que a persuasão está mais relacionada com a avaliação e crítica de ideias.

Figura 22. Associação das alterações discursivas da argumentação científica aos objetivos da persuasão e do sensemaking



Fonte: extraído de Berland e Reiser (2011, p. 200, tradução nossa)

Berland e Reiser (2011) examinaram as discussões em sala de aula para cada um dos movimentos argumentativos do discurso através de uma abordagem em várias etapas, desenvolvidas através de uma combinação de teoria e métodos baseados em dados. Cada passo utiliza códigos e é descrito no Quadro 18.

Quadro 18. Processo de codificação do discurso argumentativo

Passos	Processos	Códigos
1º. Identificar pedaços da construção do conhecimento	Identificar as secções relevantes do discurso, concentrar-se nas tarefas a realizar, o que implica uma discussão bem fundamentada do tópico em questão (eliminando discussões logísticas, análise de material prévio e discussão extra-tópico). Apenas os períodos de construção do conhecimento foram analisados posteriormente.	<ul style="list-style-type: none"> • Construção do conhecimento • Não construção do conhecimento
2º. Código para declarações	Identificar a função argumentativa de cada declaração (i.e., fazer uma afirmação, defender uma afirmação e por aí fora).	<ul style="list-style-type: none"> • Afirmação • Defesa • Avaliação • Pergunta • Não argumentativo
3º. Recombinar declarações para examinar padrões de defesa	Distinguir entre aquelas ideias (as ideias podem ser expressas em afirmações, perguntas e avaliações) que são e não defendidas.	<ul style="list-style-type: none"> • Ideia defendida • Ideia não defendida
4º. Recombinar declarações para examinar padrões de interação	Agrupar declarações em interações e codificar quem faz a declaração e a forma como esta foi estimulada	<ul style="list-style-type: none"> • Estudante para estudante • Estudante para professor • Professor para estudante • Estudante espontâneo • Professor espontâneo
5º. Combinar interações em episódios e identificar a conclusão dos episódios opositivos	Agrupar interações para identificar episódios baseados em padrões de interação; centrar-se nos episódios em que os indivíduos se desafiam mutuamente; codificar o modo como estes episódios são resolvidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Sem resolução • Resolvidos pelo professor • Discrepância reconhecida • Afirmação corrigida • Resposta neutra

Fonte: Berland e Reiser (2011, p. 201, tradução nossa)

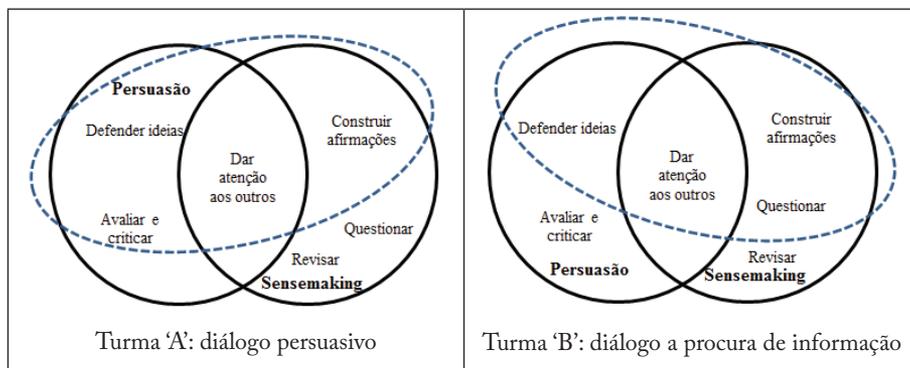
O Quadro 19 mostra como Berland e Reiser (2011) usaram as etapas do esquema de codificação (mostrado na coluna da direita) para determinar se e como os alunos estavam envolvidos com os vários objetivos instrucionais de argumentação científica (mostrado na coluna da esquerda).

Quadro 19. Resumo das formas nas quais o Sistema de codificação indica os movimentos do discurso

Objetivo educativo	Movimento do discurso	Indicadores no discurso	Etapa de codificação que revela:
Persuasão	Defesa de ideias	Estudantes em defesa das suas ideias	3º passo: Examinar padrões de defesa
	Avaliar e criticar as ideias uns dos outros	Estudantes respondendo diretamente às ideias uns dos outros (tanto ou mais do que respondem aos desafios colocados por um professor)	2º passo: Codificar funções das elocuições (para procurar declarações de avaliação) 4º passo: Examinar padrões de interação (para procurar padrões de interação entre estudantes)
Sensemaking	Fazer afirmações	Afirmações dos alunos	2º passo: Codificar as funções de elocução
	Questionar as ideias uns dos outros	Os estudantes respondem diretamente às ideias uns dos outros (tanto ou mais do que respondem a um desafio colocado por um professor), questionando-as	2º passo: Código para funções de enunciação 4º passo: Examinar padrões de interação (para procurar interações entre estudantes)
	Revisar	Estudantes a rever as suas ideias à luz de um desafio	5º passo: Examinar a conclusão dos episódios opositivos

Fonte: Berland & Reiser (2011, p. 202, tradução nossa)

Ao aplicar o modelo do movimento discursivo em duas turmas diferentes (A e B), Berland e Reiser (2011) identificaram que cada sala de aula envolvida apresentava uma configuração diferente, mas coerente, do movimento discursivo. Cada turma encontrava-se envolvida com os objetivos de persuasão e *sensemaking* (o discurso dos alunos mostrou movimentos relacionados com os dois objetivos), mas que o faziam de forma bastante distinta. Esses dois diferentes padrões de envolvimento com os objetivos de *sensemaking* e persuasão são mostrados na Figura 23.

Figura 23. Coerência variável através dos movimentos argumentativos do discurso

Fonte: Berland e Reiser (2011, p. 210)

Por exemplo, após os alunos da Turma A (Figura 23) construírem as suas declarações originais não mostraram intenção de querer voltar ao objetivo de *sensemaking*. Em vez disso, concentraram-se em persuadir-se uns aos outros, defendendo as suas próprias ideias, ao mesmo tempo que criticavam e avaliavam as ideias dos seus colegas de turma. Por outro lado, os alunos da Turma B (Figura 23), envolvidos com o objetivo de *sensemaking*, mostravam-se preocupados em construir as suas declarações iniciais e em questionar as ideias dos seus colegas de turma. No entanto, o seu envolvimento na persuasão centrou-se na defesa de ideias com as quais concordaram, sem avaliar as ideias concorrentes.

Berland e Reiser (2011) sugerem que as diferentes configurações deste modelo não representam sobreposições, mas diferentes interpretações de argumentação, além de verificar que cada turma de alunos pode possuir objetivos distintos durante o processo argumentativo. É igualmente importante destacar que este movimento discursivo pode mudar segundo o conteúdo científico trabalhado e dependendo da forma como o professor conduz a argumentação.

Outro exemplo para caracterizar a evolução dos argumentos dos alunos e o ambiente instrucional refere-se às *três dimensões da progressão da aprendizagem* de Berland e McNeill (2010):

1) *Contexto educativo*: apoia o envolvimento dos alunos na argumentação num contexto que permite múltiplas perspectivas de análise, por exemplo, em atividades investigativas. Caracteriza-se por quatro pontos influentes passíveis de alterar a complexidade do problema durante o processo de investigação: a

complexidade da questão, o tamanho do conjunto de dados, a adequação dos dados e o nível de *scaffolds* (apoio).

2) *Produtos argumentativos*: trata-se da justificativa de uma declaração. A progressão da aprendizagem identifica quatro características passíveis de mudar em termos de complexidade: a) a forma como as declarações são apoiadas; b) se o argumento inclui refutações; c) adequação da declaração; e d) informações suficientes incluídas na defesa da declaração e respetiva adequação.

3) *Processo argumentativo*: caracterizado pelo discurso móvel que se verifica entre os diversos participantes (aluno-professor-aluno). Existem quatro funções fundamentais para o processo argumentativo: a) pessoas proferindo e defendendo afirmações; b) pessoas questionando as afirmações e as defesas umas das outras; c) pessoas avaliando as afirmações e defesas umas das outras; d) pessoas revendo as suas próprias afirmações e de terceiros.

A Figura 24 apresenta um resumo das diferentes dimensões e a manipulação das suas complexidades. As células mais escuras representam as características mais complexas.

Figura 24. Três dimensões da progressão da aprendizagem.

Dimensão	Características	Simples		Complexo
Contexto educativo	Definição da pergunta	A pergunta é estritamente definida com duas ou três potenciais respostas		A questão é colocada com múltiplas potenciais respostas
	Dimensão do conjunto de dados	O conjunto de dados é pequeno	O conjunto de dados é grande	Os alunos determinam o conjunto de dados
	Adequação do conjunto de dados	O conjunto é limitado aos dados adequados		O conjunto de dados inclui tanto dados adequados como inadequados
	Nível de <i>scaffolding</i>	<i>Scaffolds</i> detalhados	<i>Scaffolds</i> moderados	Sem <i>scaffolds</i>
Produto argumentativo	Componentes usados	As afirmações são defendidas	As afirmações são defendidas com provas	As afirmações são defendidas com provas e debate
	Presença de refutações (verbais ou escritas)	As contra-afirmações NÃO são refutadas		As contra-afirmações SÃO refutadas
	Complexidade das afirmações	A afirmação relaciona-se com a questão colocada		A afirmação refere-se à pergunta colocada através de uma explicação causal
	Adequação e eficácia do apoio	O componente (ou seja, as evidências, o discurso e as refutações) é adequado		O componente (i.e., as evidências, o discurso e as refutações) é adequado e suficiente
Processo argumentativo	Reação às afirmações	As afirmações são proferidas, defendidas, questionadas OU avaliadas	As afirmações são articuladas, questionadas E avaliadas	As afirmações são proferidas, defendidas, questionadas, avaliadas e revistas
	Grau de participação dos estudantes	A participação dos estudantes no discurso argumentativo baseia-se em tópicos pré-definidos	Professores e alunos partilham a responsabilidade de definir previamente os tópicos da argumentação	Os estudantes empenham--se espontaneamente no discurso argumentativo

Fonte: Berland e McNeill (2010, p. 770, tradução nossa).

Embora cada dimensão seja descrita em termos de categorias enunciadas ao longo da progressão, verifica-se uma ampla variação em cada secção, resultando numa progressão mais contínua do que fragmentada (BERLAND; MCNEILL, 2010). Na Figura 25, os autores apresentam alguns exemplos para

ilustrar cada uma das dimensões da Figura 24 e do *continuum* de progresso do aluno ao longo destas dimensões.

Figura 25. Exemplos de quatro salas de aula projetadas na progressão de aprendizagem.

Dimensão	Característica		Exemplo 1: biodiversidade no 12º ano	Exemplo 2: adaptação no 5º ano	Exemplo 3: força e movimento no 5º ano	Exemplo 4: seleção natural no 7º ano
Contexto educativo	Definição da pergunta		A pergunta é estritamente definida	A pergunta é aberta	A pergunta é estritamente definida	A pergunta é aberta
	Dimensão do conjunto de dados		O conjunto de dados é pequeno	Os estudantes determinam o conjunto de dados	O conjunto de dados é pequeno	O conjunto de dados é grande
	Adequação do conjunto de dados		Inclusão de dados inadequados	Inclusão de dados inadequados	Inclusão de dados inadequados	Inclusão de dados inadequados
	Nível de scaffolding		Sem scaffolds	Scaffolds moderados	Scaffolds detalhados	Scaffolds detalhados
Produto argumentativo	Componentes usados		Todos os componentes	Mixed Misturados	Todos os componentes	Todos os componentes
	Presença de refutações	Verbais	Refutação incluída	Sem refutação	Refutação incluída	Refutação incluída
		Escritas	Sem refutação	Sem refutação	Não escrita	Sem refutação
	Complexidade das afirmações		As afirmações relacionam-se com a pergunta colocada	As afirmações não se relacionam com a pergunta colocada	As afirmações relacionam-se com a pergunta colocada	Afirmção causal fornecida
	Adequação e eficácia do apoio		A defesa é adequada	Sem defesa	A defesa é adequada e competente	A defesa é adequada e competente
Processo argumentativo	Reação às afirmações		As afirmações são questionadas E avaliadas	Sem discurso argumentativo	As afirmações são completamente debatidas	As afirmações são completamente debatidas
	Grau de participação dos estudantes		O professor e o aluno debatem	Sem discurso argumentativo	O professor prepara previamente os tópicos para a participação dos alunos	Os estudantes argumentam espontaneamente

Fonte: Berland e McNeill (2010, p. 779, tradução nossa).

Algumas células da Figura 25 não se encontram sombreadas uma vez que alguns discursos dos estudantes não foram considerados argumentativos. Portanto, não foi possível caracterizá-lo no modelo de progressão de aprendizagem de Berland e McNeill (2010).

Podemos também resgatar, de forma resumida, outros trabalhos que caracterizaram este fundamento, como por exemplo, os *padrões de interações* do discurso entre professores e alunos na sala de aula, por Mortimer e Scott (2003): I-R-A-F (Iniciação – Resposta – Avaliação – Feedback). E por fim, as *estratégias para apoiar um processo argumentativo* por Osborne et al. (2004): 1) lista de tópicos para argumentação; 2) pequenos grupos; 3) modelos de escrita; 4) *role-plays*; e 5) apresentações de grupo. Numa perspectiva de desenvolvimento, movimento e progressão do argumento, estes exemplos, em forma de atividades e ações, são importantes, na medida em que incentivam o uso do argumento seguido por desafios críticos e atividades (escrita, discussão e apresentação de ideias) que podem ser alteradas de acordo com o público de alunos, além de, também, serem essenciais para o desenvolvimento de capacidades na construção e defesa do argumento.

3.2.4. A construção social do Argumento

O último fundamento essencial da argumentação está relacionado com a construção social do argumento, ou seja, assumimos que a argumentação é uma atividade social (BERLAND; MCNEILL, 2010; CHIN; OSBORNE, 2010; DRIVER et al., 2000; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE et al., 2000; OSBORNE et al., 2004) e que o conhecimento científico, enquanto construção social é, portanto, provisório (DRIVER et al., 2000).

Para Chin e Osborne (2010, p. 231), a argumentação, num contexto social, “exige que os estudantes respondam às afirmações de terceiros com argumentos e contra-argumentos próprios, construindo explicações, levantando questões e refutando ideias alternativas” (tradução nossa).

Algumas investigações (BERLAND; HAMMER, 2012; MORTIMER; SCOTT, 2003) têm adotado a perspectiva teórica associada à corrente sócio-histórica ou sociocultural de Vygotsky (1980, 1986), com enfoque no processo de compreensão da construção de significados, criados no contexto da interação social e interiorizados pelos indivíduos. Assim, as perspectivas cognitivistas sobre a argumentação forneceram uma importante base teórica sobre

os processos e resultados cognitivos e socio cognitivos do cruzamento da argumentação com a aprendizagem (BRICKER; BELL, 2008).

Para um grupo de trabalhos (BERLAND; MCNEILL, 2010; MORTIMER; SCOTT, 2003; SCOTT; MORTIMER, 2005), o desenvolvimento de um argumento científico requer uma interação social com os pares (alunos-professor-especialistas) num *contexto de sala de aula*. Ou seja, o discurso argumentativo exige que os participantes interajam com as ideias dos outros em diferentes níveis e desenvolvimento de argumentação (ver tópicos sobre a qualidade e movimento da argumentação). No entanto, Berland e Mcneill (2010) e Berland e Reiser (2011) apontam que estudos sobre a argumentação revelam um conflito com o processo social da argumentação científica, ou seja, a interação em sala de aula caracteriza-se por ações do tipo I-R-A: o professor *Inicia* uma interação através da colocação de uma pergunta, um aluno *Responde* à questão e o professor *Avalia* a resposta dada.

Neste sentido, podemos citar os trabalhos de Mortimer e Scott (2003) e Scott e Mortimer (2005) que apresentam uma ferramenta analítica, ou um sistema de referência, para a conversa de sala de aula, em particular sobre a forma pela qual os diferentes tipos de interação entre professores e alunos contribuem para a construção de significados e da aprendizagem (Quadro 20). O desenvolvimento do referencial destes trabalhos não se baseia no padrão de Toulmin, mas na teoria sociocultural de Vygostsky e na linguagem social de Bakhtin (MORTIMER; SCOTT, 2003). Alguns pontos fundamentais para o ensino de Ciências emergem da análise destes referenciais, particularmente em relação ao que os autores identificam como o aspecto central da “abordagem comunicativa”.

A estrutura analítica da ferramenta de Mortimer e Scott (2003) baseia-se em cinco aspectos inter-relacionados que se centram no papel do professor (e não do aluno) e são agrupados em termos de *focos do ensino, abordagem e ações*:

Quadro 20. Aspectos da estrutura de análise das interações sociais e a produção de significados em aulas de Ciências por Mortimer e Scott (2003).

Papel do professor	Aspectos de Análise	Elementos característicos
Focos de ensino	1. Intensões do professor	<p>Criar um problema. Explorar a visão dos estudantes. Introduzir e desenvolver a 'estória científica' Conduzir os estudantes no trabalho com as ideias científicas, dando apoio ao processo de internalização. Conduzir os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão do seu uso, transferindo para estes, progressivamente, o controle e a responsabilidade por tal uso. Manter a narrativa: sustentar o desenvolvimento da 'estória científica'.</p>
	2. Conteúdo	<p>Descrição Explicação Generalização</p>
Abordagem	3. Abordagem Comunicativa	<p>Interativa/dialógica (I/D) Não-interativa/ dialógica (NI/D) Interativa/ de autoridade (I/A) Não-interativa/ de autoridade (NI/A)</p>
Ações	4. Padrões de interação	<p>I – Iniciação do professor R – Resposta do aluno A – Avaliação do professor P – Prosseguimento da fala do aluno F – <i>Feedback</i> para o aluno melhor elaborar a sua fala.</p>
	5. Intervenções do professor	<p>Dar forma aos significados Selecionar significados Marcar significados-chave Partilhar significados Verificar o entendimento dos estudantes Rever o progresso da estória científica</p>

Fonte: Mortimer e Scott (2003) (adaptação dos autores).

De acordo com Mortimer e Scott (2003), a ênfase dada à produção de significados na sala de aula recai no *foco de ensino* desempenhado pelo professor, na sua tarefa de tornar disponível a visão da natureza da ciência, diferenciá-la de outras visões e dar apoio à construção de significados pelos alunos.

Relativamente à *abordagem comunicativa*, os autores consideram que existe uma tensão entre discurso dialógico e discurso de autoridade, que podem considerar-se casos extremos da abordagem comunicativa. Nesta concepção,

a participação de alunos e professores no processo de comunicação pode ser “interativa” (quando há a participação de mais de uma pessoa) e “não interativa” (quando somente um indivíduo está envolvido na ação comunicativa).

Os *padrões de interações* do discurso entre professores e alunos na sala de aula podem ser representados de duas maneiras: o *triádico* I-R-A (Iniciação – Resposta – Avaliação) e as interações não triádicas em cadeia, que podem ser identificadas quando o professor apresenta um *feedback* (F) ou um *prosseguimento* (P) à fala do aluno, com o objetivo de sustentar a sua produção discursiva e dar continuidade à interação: I-R-F-R-P-R... Essas cadeias podem ser abertas quando não apresentam uma avaliação ao seu final, ou fechadas, quando apresentam (MORTIMER; SCOTT, 2003). Os autores descrevem ainda cadeias em que uma pergunta do professor gera diferentes respostas por parte dos alunos e, por fim, interações geradas a partir de uma iniciação do estudante.

Mortimer e Scott (2003) acreditam que a ferramenta analítica do Quadro 20 constitui um importante instrumento para avaliar o discurso de sala de aula, porém podemos verificar que não tem o objetivo de caracterizar a estrutura da resposta do aluno, como é apresentado em Sasseron (2008); Bellucco e Carvalho (2014); Jiménez-Aleixandre et al. (2000) e a qualidade do argumento como indica Sampson e Blanchard (2012); Erduran et al. (2004) e Clark et al. (2007). Assim, para nós, este tipo de interação apresenta limitação em caracterizar-se como um “processo de construção social do argumento”, pois não se sabe qual a estrutura da resposta do aluno e como ela foi construída, salvo a presença de um movimento discursivo quando se aprofunda a análise do papel do professor (Abordagem e Ações) e os aspectos de análise (Padrões de interação e Intervenções do professor).

No sentido de contribuir para a natureza social da argumentação científica e diante desta falta de clareza sobre os aspectos sociais para a produção da argumentação, existem autores que afirmam que os *estudos etnográficos*, por exemplo, teriam a capacidade de proporcionar uma melhor compreensão de como a argumentação científica é influenciada pela vida cotidiana dos alunos (BRICKER; BELL, 2008). Para outros, as *análises sociológicas do discurso* seriam outra opção para organizar um entendimento comum relativamente àquilo que está a acontecer na sala de aula e como os indivíduos devem comportar-se no espaço escolar ou fora dele (por exemplo, BERNSTEIN, 1993;

BRICKER; BELL, 2008; BERLAND, 2011). Assim, qualquer programa educacional projetado para melhorar os processos de argumentação exigirá não apenas os elementos cognitivos do processo argumentativo (qualidade, estrutura e progresso), mas também irá requerer uma compreensão dos contextos sociais e culturais em que o argumento é realizado (DRIVER et al., 2000).

A análise e a síntese dos tópicos anteriores (estrutura, qualidade, processo e construção social do argumento) destinam-se a fornecer uma revisão e aprofundamento teórico para investigações futuras sobre a argumentação no ensino de Ciências. Neste sentido, não foi possível esclarecer nos modelos de estrutura e qualidade dos argumentos, no ensino de Ciências, citados anteriormente, as principais evidências que caracterizam, ou que estejam preocupados em analisar, as relações sociais dos sujeitos participantes na construção do argumento científico escolar.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os instrumentos apresentados neste capítulo podem fornecer um conjunto de informações sobre os elementos essenciais de como os alunos geram discussões no contexto da educação científica, ou seja, como saber se o argumento desenvolvido durante a realização de uma AIEC atinge os objetivos desejados? Como saber se o pensamento dos alunos está a ser desenvolvido durante uma AIEC? Para nós, a resposta para tais questões está relacionada com a compreensão da *estrutura*, da *qualidade*, do *movimento* e dos *aspectos sociais* do argumento escolhidos para a análise.

Existem diferentes instrumentos que buscam categorizar a estrutura e qualidade do argumento e que são instrumentos de análise muito próximos. Por exemplo, os quadros desenvolvidos por Bellucco e Carvalho (2014), Sasseron (2008), Sasseron e Carvalho (2013) assemelham-se no que se refere à seriação, classificação e organização de informações, bem como à justificativa, à explicação, à previsão e ao raciocínio lógico e proporcional da argumentação. O papel do professor é evidenciado em Sasseron e Carvalho (2013) e Mortimer e Scott (2003) quando estes autores evidenciam as ações e o propósito do professor, mesmo tendo referências teóricas diferentes para as suas proposições. Além disso, não está claro nos trabalhos apresentados o real significado da influência do contexto social para a produção do argumento. Ou seja, os aspectos sociais

que contribuem para a construção da argumentação são somente aqueles construídos na sala de aula através de ações colaborativas (numa perspectiva socio-cultural) ou são aqueles que acontecem fora da escola, construídos no contexto das relações familiares, econômicas e políticas? Uma sugestão seria levar em consideração os *estudos etnográficos* ou *sociológicos do discurso* e as suas relações com a alfabetização científica.

5. BIBLIOGRAFIA

BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. DE. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 30–59, 2014.

BERLAND, L. K. Explaining Variation in How Classroom Communities Adapt the Practice of Scientific Argumentation. **Journal of the Learning Sciences**, v. 20, n. 4, p. 625–664, 2011.

BERLAND, L. K.; HAMMER, D. Framing for scientific argumentation. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 49, n. 1, p. 68–94, 2012.

BERLAND, L. K.; MCNEILL, K. L. A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. **Science Education**, v. 94, n. 5, p. 765–793, 2010.

BERLAND, L. K.; REISER, B. J. Classroom communities' adaptations of the practice of scientific argumentation. **Science Education**, v. 95, n. 2, p. 191–216, 2011.

BERNSTEIN, B. **La estructura del discurso pedagógico**. Edición: 1 ed. Madrid; La Coruña: Ediciones Morata, S.L., 1993.

BRICKER, L. A.; BELL, P. Conceptualizations of argumentation from science studies and the learning sciences and their implications for the practices of science education. **Science Education**, v. 92, n. 3, p. 473–498, 2008.

CAVAGNETTO, A. R. Argument to Foster Scientific Literacy. **Review of Educational Research**, v. 80, n. 3, p. 336–371, 2010.

CHIN, C.; OSBORNE, J. Supporting Argumentation Through Students' Questions: Case Studies in Science Classrooms. **Journal of the Learning Sciences**, v. 19, n. 2, p. 230–284, 2010.

CLARK, D. et al. Technology-Enhanced Learning Environments to Support Students' Argumentation. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.

(Eds.). **Argumentation in Science Education**. Science & Technology Education Library. [s.l.] Springer Netherlands, 2007. p. 217–243.

CLARK, D.; SAMPSON, V. D. Personally-Seeded Discussions to Scaffold Online Argumentation. **International Journal of Science Education**, v. 29, n. 3, p. 253–277, 2007.

DRIVER, R.; NEWTON, P. **Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms**. . In: ESERA CONFERENCE. Roma: 1997

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v. 84, n. 3, p. 287–312, 2000.

ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. **Science Education**, v. 88, n. 6, p. 915–933, 2004.

GARCIA-MILA, M. et al. The Effect of Argumentative Task Goal on the Quality of Argumentative Discourse. **Science Education**, v. 97, n. 4, p. 497–523, 2013.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BUGALLO RODRÍGUEZ, A.; DUSCHL, R. A. “Doing the lesson” or “doing science”: Argument in high school genetics. **Science Education**, v. 84, n. 6, p. 757–792, 2000.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; PUIG, B. Argumentation, Evidence Evaluation and Critical Thinking. In: FRASER, B. J.; TOBIN, K.; MCROBBIE, C. J. (Eds.). **Second International Handbook of Science Education**. Springer International Handbooks of Education. [s.l.] Springer Netherlands, 2012. p. 1001–1015.

MORTIMER, E.; SCOTT, P. **Meaning Making in Secondary Science Classrooms**. 1 edition ed. Maidenhead; Philadelphia: Open University Press, 2003.

OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. Enhancing the quality of argumentation in school science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 10, p. 994–1020, 2004.

SAMPSON, V.; BLANCHARD, M. R. Science teachers and scientific argumentation: Trends in views and practice. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 49, n. 9, p. 1122–1148, 2012.

SAMPSON, V.; CLARK, D. B. Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. **Science Education**, v. 92, n. 3, p. 447–472, 1 maio 2008.

SAMPSON, V. D.; CLARK, D. B. Assessment of argument in science education: A critical review of the literature. **Anais...** Proceedings of International Conference of the Learning Sciences. Bloomington, IN: 2006

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula.** Tese (Doutorado) São Paulo: Universidade de São Paulo (USP), 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. O ensino de ciências para a alfabetização científica: analisando o processo por meio das argumentações em sala de aula. In: NASCIMENTO, S. S. DO; PLANTIN, C. (Eds.). **Argumentação e ensino de ciências.** Curitiba: Editora CRV, 2009.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. DE. Uma análise dos referenciais teóricos para estudo da argumentação no ensino de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 243, 2011.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. DE. Ações e indicadores da construção do argumento em aula de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, p. 169–189, 2013.

SCOTT, P.; MORTIMER, E. Meaning Making in High School Science Classrooms: A Framework for Analysing Meaning Making Interactions. In: BOERSMA, K. et al. (Eds.). **Research and the Quality of Science Education.** [s.l.] Springer Netherlands, 2005. p. 395–406.

SIMON, S. et al. Promoting argumentation in primary science contexts: an analysis of students' interactions in formal and informal learning environments. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 28, n. 5, p. 440–453, 2012.

TOULMIN, S. E. **The Uses of Argument.** 2 edition ed. [s.l.] Cambridge University Press, 2003.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes.** New Ed edition ed. Cambridge: Harvard University Press, 1980.

VYGOTSKY, L. S. **Thought and Language.** Revised edition ed. Cambridge, Mass: The MIT Press, 1986.

CAPÍTULO V

PROPONDO TRÊS INSTRUMENTOS PARA OS FUNDAMENTOS ESSENCIAIS DA ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS¹⁶

1. INTRODUÇÃO

A investigação empírica e teórica sobre o ‘argumento’ e a ‘argumentação’ na educação científica tornou-se, nas últimas décadas, um dos referenciais mais importantes para a compreensão da construção do pensamento de crianças e jovens durante o desenvolvimento de atividades científicas e/ou investigativas (DRIVER et al., 2000; ERDURAN et al., 2004; SAMPSON; CLARK, 2008; SAMPSON; CLARK, 2006; SASSERON; CARVALHO, 2013; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; PUIG, 2012).

A partir das premissas dos referenciais apresentados no capítulo anterior, propomos três dispositivos teóricos-metodológico para analisar o argumento de um grupo de crianças e jovens visando o desenvolvimento de atividades investigativas no ensino de Ciências. Organizamos a nossa proposição em três instrumentos, o primeiro refere-se à *estrutura do argumento*, o segundo à *qualidade do argumento* e o terceiro à *construção social do argumento*.

Existe uma necessidade de aprofundar a compreensão de certos aspectos e de como as crianças e os jovens interagem com conteúdos científicos e desenvolvem atividades investigativas mediadas por tecnologias digitais, a partir da estrutura e qualidade do argumento, e, principalmente, do “discurso pedagógico” da análise sociológica de Basil Bernstein (BERNSTEIN, 1993,

16 Este capítulo foi baseado no artigo: FERNANDES, G. W. R.; RODRIGUES, A.; FERREIRA, C. A. Atividades investigativas baseadas em TICE: um estudo dos domínios social, afetivo e cognitivo de crianças e jovens a partir dos fundamentos essenciais da argumentação no contexto da educação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 25, n. 2, p. 369-387, ago. 2020.

1998; DAVIES et al., 2004). Buscaremos mostrar que as reflexões apresentadas neste capítulo servirão como elementos orientadores para repensar a forma de ensinar Ciências, no contexto de um espaço formal e/ou não formal, complementar ao ensino tradicional.

2. PARA A ESTRUTURA DO ARGUMENTO: OS ELEMENTOS E UNIDADES TAXONÔMICAS DA ARGUMENTAÇÃO CIENTÍFICA

As diversas pesquisas sobre os fundamentos essenciais da argumentação científica escolar (estrutura, qualidade, processo móvel e construção social), apresentadas no capítulo anterior, ofereceram-nos um conjunto de elementos e unidades – isto é, a relação das diferentes categorias evidenciadas no referencial apresentado – com os quais iremos trabalhar.

No capítulo anterior, vimos que alguns trabalhos são orientadores para compreendermos principalmente a estrutura e a qualidade do argumento. A partir destas referências e de outras, detectamos um conjunto de elementos que integram a forma como o processo argumentativo no ensino de Ciências é estruturado e os reagrupamos num único quadro (Quadro 21). Primeiramente, organizamos os principais verbos passíveis de serem identificados no processo argumentativo em elementos designados *Unidades Taxonômicas (UT)*. Percebemos que estas unidades têm origem em diferentes estudos e naqueles anteriormente citados (BELLUCCO; CARVALHO, 2014; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE et al., 2000; SAMPSON; BLANCHARD, 2012; SAMPSON; CLARK, 2008; SASSERON, 2008).

Para facilitar o processo de análise do argumento científico em sala de aula, as UT são reagrupadas em componentes, sob a designação de *Elementos Taxonômicos da Argumentação Científica (ETAC)*, que procuram caracterizar o argumento por meio de ações (orais e escritos) e que acontece durante a realização de atividades de investigação no ensino de Ciências (AIEC):

Quadro 21. Elementos Taxonômicos da Argumentação Científica (ETAC).

Unidades taxionômicas (UT)	ETAC	Definições
Responde e/ou Descreve	Elementos descritores de ideias/informações	Respostas simples ou apoiadas por alegações em busca de uma conclusão. Normalmente surgem após uma pergunta
Explica Justifica	Elementos de sustentação de ideias/informações	Sustenta uma alegação em busca de uma conclusão
Organiza a informação Classifica a informação	Elementos organizadores de ideias/informações	Lista de ideias e informações organizadas ou classificadas que é utilizada para se chegar a uma conclusão
Pergunta Problematiza	Elementos de problematização	Perguntas simples ou elaboradas (problemáticas) para compreender o fenômeno estudado ou introduzir novas ideias
Introduz ideias Formula hipóteses Prevê Supõe Avalia Testa hipóteses Induz Deduz Generaliza	Elementos de levantamento de hipóteses	Suposições, avaliações, deduções, generalizações ou previsões sobre conceitos, fenômenos ou eventos passíveis de serem colocados à prova

Unidades taxionômicas (UT)	ETAC	Definições
Define conceitos Exemplifica Relaciona Reconhece Retoma ideias (Revê) Propõe Delimita Complementa Sugere	De pensamento	O pensamento é construído a partir de definições, exemplos, relações, retomada de ideias, complementações, sugestões
Raciocina (Lógica e Proporcionalmente) Refuta Crítica Questiona Reivindica Discorda	Elementos construtores De raciocínio	O raciocínio pode ser apresentado de forma lógica (a partir de elementos corretos) ou proporcional (relacionando-o com as variáveis)
Apoia Defende ideias Concorda Confirma Conclui	De oposição de ideias De defesa e conclusão	A oposição de ideias é construída a partir de questões, refutações, críticas, desacordos e reivindicações As ideias e informações podem ser apoiadas, defendidas, confirmadas ou concluídas
Gosta Não gosta Exclama Ri Expressa sons	Elementos descritores de emoção	Não fazem parte de um argumento racional, mas expressa opiniões, sensações e expressões sobre o fenômeno estudado ou ideia defendida

Fonte: elaborado pelos autores.

O Quadro 21 detalha as *unidades* e *elementos* da argumentação que julgamos ser recorrentes em aulas investigativas. Partimos da premissa de que a identificação destes elementos nos discursos dos alunos pode fornecer evidências sobre o processo de construção e de reconhecimento de significados e que podem ser justificados da seguinte maneira:

a) *Elementos descritores de ideias/informações*: as unidades que caracterizam estes elementos, normalmente surgem após uma pergunta realizada pelo professor (por exemplo: “*Professor - Qual a diferença entre sólido, líquido e gasoso?*”). Trata-se de respostas simples ou apoiadas por alegações em busca de uma conclusão, mas não necessariamente respondem corretamente à pergunta inicial (ex.: “*Aluno - O sólido é gelo, o líquido é água e gasoso é o ar que respiramos*”).

b) *Elementos de sustentação de ideias/informações*: estes elementos são caracterizados por unidades que buscam sustentar a alegação do professor ou de outros estudantes a fim de chegar a uma conclusão. Os estudantes tendem a explicar as alegações por meio de afirmações e/ou evidências empíricas. Segundo Clark e Sampson (2007), a sustentação de informações que são criadas pelos estudantes é colocada como discussão inicial. Grupos de alunos também podem apresentar afirmações opostas dentro de um episódio nas discussões estabelecidas (ex.: “*Aluno - Todos os objetos permanecerão com diferentes temperaturas no mesmo ambiente*”).

c) *Elementos organizadores de ideias/informações*: estes elementos são caracterizados por unidades que apresenta uma lista de ideias, pensamentos, informações organizadas e/ou classificadas para se chegar a uma conclusão. Ao relacionar estes elementos com os indicadores de Sasseron (2008), verifica-se uma relação com as ações desempenhadas nas tarefas de organizar, classificar e seriar os dados: (ex.: “*Aluno - Eu peguei o gelo, levei para fora da sala, coloquei no sol e observei o que ia acontecer. O gelo derreteu, virou água e começou a sumir*”).

d) *Elementos de problematização*: os estudantes expressam unidades que são caracterizadas por perguntas simples, elaboradas ou problematizadas para compreender o fenômeno estudado. Para Clark e Sampson (2007), as perguntas incluem comentários e *feedbacks* ou o posicionamento de outros grupos em face de uma determinada questão.

e) *Elementos de levantamento de hipóteses*: são formados por unidades que evidenciam suposições, avaliações, deduções, generalizações ou previsões

sobre conceitos, fenômenos ou eventos passíveis de serem colocados à prova. Para Sasseron (2008), o levantamento de hipóteses aponta suposições acerca de certo tema e o teste de hipóteses concerne nas etapas em que se coloca à prova as suposições anteriormente levantadas. As unidades taxonômicas que representam este grupo também podem surgir sob a forma de uma suposição, caracterizada por uma afirmação ou uma pergunta (ex.: “*Aluno - O gelo não seria a água congelada? Se eu puser no sol ele não vai virar água?*”).

f) *Elementos construtores*: são formados por unidades que estão associadas ao processo de construção de significados e que podem ser de pensamento, de raciocínio (lógico ou proporcional), de oposição de ideias, defesa e conclusão. Os elementos construtores compreendem uma dimensão epistemológica, ou seja, a construção do pensamento se dá a partir de definições, exemplos, relações, retomada de ideias, complementação etc. Segundo Sasseron e Carvalho (2013), os elementos construtores de raciocínio são elementos que indicam a forma como o pensamento é exposto (raciocínio lógico) e como as variáveis se relacionam entre si (raciocínio proporcional) (ex.: “*Professor - Qual a diferença do movimento das moléculas da água?*” “*Aluno - O gelo é devagar e a água é rápida.*”). Os elementos construtores de oposição de ideias incluem ataques aos fundamentos de uma afirmação ou diretamente à afirmação, ou seja, são caracterizados por unidades que especificam as condições em que a afirmação não será verdadeira. Por fim, os elementos construtores de defesa e conclusão são formados por unidades em que os participantes defendem afirmações e as suas ideias, além de serem também essenciais para o desenvolvimento de capacidades na defesa e conclusão dos seus argumentos.

g) *Elementos descritores de emoção*: trata-se de elementos em que os estudantes manifestam opiniões, sensações e expressões sobre o fenômeno estudado ou ideia defendida (ex.: “*O que eu mais gostei foi ver a perna do besouro no microscópio.*”). Segundo Clark e Sampson (2007), ocasionalmente, os comentários de apelo emotivo não fazem parte da argumentação racional, sendo essencialmente emotivos no conteúdo, porém dão enfoque à veracidade e à autoridade.

Mesmo que os ETAC tenham origem em estudos sobre o ‘argumento’ e a ‘argumentação’ no ensino de Ciências, o seu uso está relacionado com a ampliação de diferentes referenciais, ou seja, podemos encontrar neste instrumento os Indicadores da Alfabetização Científica de Sasseron (2008) e as

Características Campo-Dependentes de Bellucco e Carvalho (2014). Estes aspectos encontram-se ampliados para outros elementos, neste caso, a problematização, a oposição e a defesa de ideias e pensamento emotivo. O instrumento procura igualmente fornecer elementos para compreender as *respostas* (R) do aluno nos “Padrões de Interação” de Mortimer e Scott (2003), que não são especificados e complementam o “esquema básico de codificação hierárquica para classificar a estrutura argumentativa”, de Clark e Sampson (2007).

Estando na posse dos *Elementos das Atividades de Investigação de Ensino de Ciências* (problema, hipótese, processo de investigação, interpretação e conclusão) (Capítulo I), percebemos que existe uma aproximação com os ETAC (Quadro 21) e que está caracterizada no Quadro 22.

Quadro 22. Relação entre os Elementos das AIEC e os ETAC.

Nº	ELEMENTOS DAS AIEC	ETAC	
1	Problema	Elementos de problematização	Elementos descritores de ideias/ informações Elementos descritores de emoções
2	Hipótese	Elementos de formulação de hipóteses	
3	Processo de investigação	Elementos de sustentação de ideias/ informações Elementos organizadores de ideias/ informações	
4	Interpretação	Elementos construtores de pensamento Elementos construtores de raciocínio Elementos construtores de oposição de ideias	
5	Conclusão	Elementos de defesa e conclusão	

Fonte: elaborado pelos autores.

De acordo com o Quadro 22, os elementos descritores de ideias/informações e emoções são característicos de todos os elementos das AIEC, o que significa que podem estar presentes em qualquer etapa.

3. PARA A QUALIDADE DO ARGUMENTO: OS NÍVEIS HIERÁRQUICOS MODIFICADOS

A segunda característica do argumento é compreender, por exemplo, o que faz um argumento ser melhor do que o outro. Para dar resposta a esta questão, alguns estudos procuram caracterizar a qualidade do argumento, propondo *elementos qualitativos* (SAMPSON; BLANCHARD, 2012; SAMPSON; CLARK, 2006) ou *níveis hierárquicos* para a argumentação. Ou seja, alguns estudos apresentam critérios qualitativos e outros uma hierarquia de códigos para classificar a qualidade do argumento (CLARK et al., 2007; ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; GARCIA-MILA et al., 2013; SASSERON; CARVALHO, 2009).

Para exemplificar esta qualidade do argumento, citamos no capítulo anterior alguns trabalhos que apresentam níveis hierárquicos orientadores para verificar a qualidade de um argumento: 1) Clark et al. (2007) propuseram cinco critérios para analisar a qualidade do argumento científico a partir da introdução de critérios epistêmicos. 2) Sasseron (2008) e Sasseron e Carvalho (2009) utilizam os estudos de Driver e Newton (2007) e Driver et al. (2000), referente à qualidade do argumento, que tem como base o padrão de argumento de Toulmin e propõe níveis hierárquicos para a argumentação baseados em justificativas. 3) Erduran et al. (2004) apresenta um “quadro analítico usado para avaliar a qualidade da argumentação” em termos da presença e características das refutações, e que também é utilizado por Garcia-Mila et al. (2013), Clark e Sampson (2007), Osborne et al. (2004) e Simon et al. (2012).

Os estudos que caracterizam a qualidade do argumento (CLARK et al., 2007; ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; GARCIA-MILA et al., 2013; OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004; SIMON et al., 2012) veem os argumentos mais simples como os que consistem numa afirmação e que, ao mesmo tempo, são importantes, porque são a partir deles que se tem o primeiro passo para iniciar o processo de criação de diferentes níveis da qualidade do argumento.

A partir dos trabalhos sobre a *qualidade do argumento*, apresentados no capítulo anterior, sentimos a necessidade de levar em consideração a *qualidade dos elementos de defesa e conclusão de ideias* e não somente a *qualidade da justificativa* (SASSERON; CARVALHO, 2013) ou a *qualidade da capacidade*

de refutação (ERDURAN et al., 2004). Assim, propomos uma reorganização do sistema hierárquico de categorias para avaliar a qualidade do argumento e denominamos de *Níveis Hierárquicos da Qualidade do Argumento Modificado* (Quadro 23):

Quadro 23. Níveis hierárquicos da qualidade do argumento modificado.

Nível	Descrição
0	Uma informação simples sem justificativa ou fundamento.
1	Uma ou mais informações com justificações ou fundamentos simples, mas sem conclusão e refutação.
2	Uma ou mais informações com justificações ou fundamentos simples, com conclusão e sem refutação.
3	Uma ou mais informações com justificações ou fundamentos simples, com conclusão e refutação.
4	Uma ou mais informações com justificações ou fundamentos detalhados, mas sem conclusão e refutação.
5	Uma ou mais informações com justificações ou fundamentos detalhados, com conclusão e sem refutação.
6	Uma ou mais informações com justificações ou fundamentos detalhados, com conclusão e refutação.

Fonte: elaborado pelos autores.

Este quadro analítico, referente à qualidade do argumento, foi estruturado com o objetivo de hierarquizar o argumento com justificativas, conclusões e refutações, pois nem todos os turnos de falas que se analisam podem ser hierarquizados segundo os modelos anteriormente apresentados. Os argumentos mais simples consistem na introdução de ideias ou afirmações utilizadas para iniciar o processo de criação de diferentes níveis da qualidade do argumento. A evolução dos níveis discursivos dos alunos (do simples para o mais elaborado) começa a ser formado por argumentos acompanhados de afirmações que contenham dados ou garantias, contra afirmações, justificativas e refutações. Os argumentos com justificativas ou fundamentos detalhados, com conclusão e refutação apresentam, no entanto, melhor qualidade do que aquelas que as não têm.

4. PARA A CONSTRUÇÃO SOCIAL DO ARGUMENTO: O DISCURSO PEDAGÓGICO DE BASIL BERNSTEIN

A última característica do argumento está relacionada com a sua dimensão sociológica. Ainda que para muitos autores a argumentação seja uma atividade social (BERLAND; MCNEILL, 2010; CHIN; OSBORNE, 2010; DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BUGALLO RODRÍGUEZ; DUSCHL, 2000; OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004), não é fácil explicar de que forma o argumento científico é socialmente construído por crianças e jovens. Normalmente, esta construção está mais relacionada em como os significados são desenvolvidos e entendidos no contexto social da sala de aula (MORTIMER; SCOTT, 2003) ou num processo de interação social entre os alunos e o professor (BERLAND; MCNEILL, 2010).

Algumas investigações têm adotado a perspectiva teórica relacionada com a corrente sócio-histórica ou sociocultural de Vygotsky (1980, 1986) com enfoque no processo de compreensão da construção de significados, criados no contexto da interação social e interiorizados pelos indivíduos (BERLAND; HAMMER, 2012; DORI; BELCHER, 2005; MORTIMER; SCOTT, 2003).

A obra de Toulmin destaca a natureza sociocultural da argumentação (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000; SAMPSON; CLARK, 2008; TOULMIN, 2003), mas, de acordo com Bricker e Bell (2008), a sua teoria parece ter-se perdido no momento em que o modelo de um “padrão” foi liberalmente aplicado “como uma heurística geral” e posteriormente ratificado por diferentes trabalhos por não conseguir explicar várias situações da argumentação no contexto da sala de aula (CLARK; SAMPSON, 2007; DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BUGALLO RODRÍGUEZ; DUSCHL, 2000; SAMPSON; CLARK, 2008; SASSERON; CARVALHO, 2013).

Alguns autores afirmam que os *estudos etnográficos*, por exemplo, teriam a capacidade de proporcionar uma melhor compreensão acerca de como a argumentação é usada na vida cotidiana dos alunos (BRICKER; BELL, 2008). Para outros, as *análises sociológicas do discurso* constituiriam outra opção no que se refere a organizar um entendimento comum daquilo que está a acontecer e

da forma como os indivíduos devem comportar-se na sala de aula ou fora dela (por exemplo, BERLAND, 2011; BERNSTEIN, 1993, 1998; BOTELHO; MORAIS, 2006; BRICKER; BELL, 2008; MORAIS; NEVES, 2001).

Para complementar a *estrutura e qualidade do argumento*, apresentados anteriormente, trazemos uma reflexão sobre a “dimensão sociológica” do discurso argumentativo (oral ou escrito), a partir de uma parte da obra de Basil Bernstein (BERNSTEIN, 1993, 1998; DAVIES; MORAIS; MULLER, 2004). Tal referencial tem sido bastante utilizado pelo Grupo ESSA (Estudos Sociológicos de Sala de Aula), em Portugal, principalmente, em estudos sobre o ensino e aprendizagem em Ciências e Biologia (BOTELHO; MORAIS, 2006; DAVIES; MORAIS; MULLER, 2004; MORAIS; NEVES, 2001, 2009; MORAIS; NEVES; DELMINA, 2004). No Brasil, pode-se afirmar que os estudos da obra de Basil Bernstein no ensino de Ciências tem sido utilizado de forma ainda tímida (SANTOS, 2014).

O nosso interesse de apresentar este referencial neste capítulo, reside no conhecimento de algumas características do trabalho de Bernstein (1993, 1998) sobre a “estrutura do discurso pedagógico” e do contexto de diferentes classes sociais (influência das características sociológicas para a aprendizagem científica dos alunos). Os elementos que caracterizam o estudo sobre o “discurso” de Bernstein são amplos, com diversas particularidades, divulgado em diferentes obras, principalmente pelo Grupo ESSA. Todavia, não é nosso objetivo ocuparmo-nos aqui de todas as suas definições, mas iremos nos concentrar na apresentação dos principais conceitos, nomenclaturas e expressões, para que, minimamente, o leitor possa compreender as especificidades, características e possibilidades de articulação do “discurso pedagógico” de Bernstein com a *estrutura e a qualidade do argumento* apresentados anteriormente.

A perspectiva teórica de Bernstein não foi projetada para analisar tudo o que acontece no contexto escolar, no entanto, é capaz de explicar os traços relevantes das interações de sala de aula, os seus contextos organizacionais e a sua relação com instâncias externas, como a família, o trabalho, os amigos etc. (BERNSTEIN, 1993, 1998; BOTELHO; MORAIS, 2006; MORAIS; NEVES, 2001, 2009).

As dificuldades da obra de Bernstein (1993; 1998) sobre o termo “discurso” (que pode ser educacional, político ou do cotidiano), surgem, primeiramente, do caráter polissêmico desta noção devido às diferentes perspectivas

de análise presentes em vários estudos. Na obra de Bernstein, a análise do termo “discurso” não manifesta preocupações com o ponto de vista relacionado à linguagem (como na estrutura e qualidade do argumento, ou da definição de argumento e argumentação), mas sim, com o domínio das práticas sociais e, principalmente, das relações entre *poder* e *controle* social que surgem nos princípios sociais da comunicação (BERNSTEIN, 1998). Enquanto o primeiro fundamento da argumentação, aprofundado no capítulo anterior, se preocupa com a estrutura do argumento, o segundo com a qualidade do argumento numa perspectiva linguística, este terceiro fundamento aborda uma perspectiva social mais ampla, e que se apoia na obra de Bernstein para analisar o “discurso” numa perspectiva de práticas e relações entre *poder* e *controle* com os sujeitos envolvidos numa ação pedagógica.

Para entendermos os termos, princípios e regras que caracterizam o estudo sobre o “discurso” de Bernstein, vamos recorrer a uma “gramática de produção de significados” (*gramática* no sentido metafórico) para compreendermos os vários termos de sua obra e que caracterizam este fundamento: 1) Termos iniciais do “discurso pedagógico” de Bernstein; 2) As dimensões sociológicas de um contexto pedagógico específico; e 3) Orientação específica de codificação (OEC) e as Disposições Socioafetivas (DSA). Para compreender melhor os diferentes termos e a “gramática de produção de significados” da obra de Bernstein, o leitor poderá consultar a Figura 26 que está no final deste capítulo.

4.1 Termos iniciais do “discurso pedagógico” de Bernstein

Neste primeiro grupo de significados, trazemos alguns termos orientadores para o nosso trabalho: poder e controle social; classificação e enquadramento; condutor, conduzido e adquirente etc. (Quadro 24). Começamos por entender como o *poder* e o *controle social* se traduz em princípios de comunicação e em práticas que podem acontecer no interior da escola, da sala de aula e em diferentes espaços.

Quadro 24. Quadro resumo dos termos presentes na obra de Basil Bernstein.

Termos da obra de Bernstein	Produção de significados
Categorias	Que podem ser de: sujeitos, grupos (docentes, discentes, gênero, classe social, raça, trabalhadores etc.), espaços/agências (escola, sala de aula etc.) e de discurso (dentro da escola no campo dos conhecimentos acadêmicos/ não acadêmicos; dentro das disciplinas ou entre disciplinas; divisão do trabalho no campo da produção etc.)
Agentes	Que podem ser representados por sujeitos que fazem parte de grupos educacionais, familiares, políticos, administrativos, de trabalhadores etc.
Poder social	Para Bernstein (1998), o poder social cria, justifica e reproduz os limites entre diferentes categorias e de agentes.
Controle social	Estabelece as formas legítimas de comunicação adequadas às diferentes categorias.
Classificação (C)	Refere-se a um atributo que determina as relações entre categorias e se submete às relações de poder (que diferenciam entre instâncias, agentes, discursos ou práticas, por exemplo, professores, alunos, espaços, conteúdos de aprendizagem, escola, família etc.). Segundo o grau de isolamento entre categorias, sejam elas de discurso, gênero etc., a classificação do poder social pode ser forte (+) (forte separação entre categorias, pois cada categoria apresenta uma identidade única e as suas próprias regras) ou fraca (-) (discursos, identidades e vozes menos especializadas) (BERNSTEIN, 1998).
Enquadramento (E)	Relaciona-se com quem controla algo e segue como a lógica interna da prática pedagógica. É utilizado para analisar as distintas formas de comunicação que se realizam em qualquer relação pedagógica. Ou seja, o enquadramento refere-se à natureza do controle social da comunicação exercida sobre a sua seleção, a sua sequência (o que vem antes e o que vem depois), o seu ritmo (tempo de ações cognitivas), os seus critérios e o seu controle da base social (BERNSTEIN, 1998, p. 44). O enquadramento pode também ser forte (+) ou fraco (-).
Condutor/ transmissor	Aquele que ensina (pessoas, professor, outros meios de comunicação etc.).
Conduzido/ transmitido	Aquilo que é conduzido (conteúdo, ideias, orientações, normas etc.).
Adquirente (<i>acquirer</i>)	Aquele que adquire o que é conduzido/transmitido e que pode ser classificado pela idade, gênero, capacidade, classe social etc.

Fonte: elaborado pelos autores.

Os símbolos: C_i , C^c , E_i e E^c correspondem aos conceitos de classificação (C) e de enquadramento (E), usados para analisar, respectivamente, as relações

de poder e de controle que caracterizam uma dada estrutura social. Associados a estes símbolos, a classificação e o enquadramento podem apresentar relações *internas* (*i*), ou seja, dentro de um contexto qualquer de comunicação (família, escola, trabalho); e *externas* (*e*) entre diferentes contextos comunicativos (família e escola, comunidade e escola, escola e trabalho). Entre os extremos de classificações e enquadramentos fortes e fracos pode haver, de um ponto de vista analítico, toda uma gradação possível: forte (+), muito forte (++) , fraco (-) ou muito fraco (--).

Se formos apresentar uma relação do Quadro 24 com o contexto escolar e o ensino de Ciências, poderíamos dizer que o *adquirente* seria o aluno, o professor de Ciências seria o *condutor* e o conteúdo e as orientações para o uso das TICE e o ENCI seriam aquilo que é *conduzido*. Se os estudantes (adquirentes) partilham objetos, computadores etc. ou se existem proximidades com a classe social, gênero, raça, aproveitamento escolar, podemos dizer que o *poder social* relacionado com a categoria de estudantes tem uma classificação fraca (C-) ou muito fraca (C--). Em contrapartida, a interação entre professores e alunos, pode-se caracterizar em um *poder social* com classificação forte (C+), com maior ou menor intensidade. Normalmente esta classificação é sempre forte, dado o elevado grau de diferença da relação pedagógica entre professor e aluno e que são demarcadas durante o processo de ensino-aprendizagem. Essa relação pedagógica poderá se caracterizar como um poder social de classificação fraca (C-) se o professor fazer com que os alunos tenham controle do seu processo de aprendizagem, por exemplo, quando o aluno propõe uma situação problema e realiza as etapas investigativas na abordagem do ENCI com o mínimo de intervenção do professor.

4.2 As dimensões sociológicas de um contexto pedagógico específico

Ainda com o objetivo de apresentar os vários elementos que caracterizam o “discurso pedagógico” de Bernstein e à sua “gramática de produção de significados”, centremos agora nas *dimensões sociológicas de um contexto pedagógico específico* que podem ser *interacional* ou *estrutural/ organizacional* (BERNSTEIN, 1993; MORAIS; NEVES, 2001, 2009; MORAIS; NEVES; DELMINA, 2004).

A *dimensão interacional de um contexto pedagógico específico* é dada pelas relações entre os sujeitos (condutor-adquirente) e utiliza-se do enquadramento

(E) para ser analisada. Para esta dimensão, encontram-se as *regras discursivas* (contexto instrucional) e as *regras hierárquicas* (contexto regulador) e que podem ser caracterizadas por:

a) Para as Regras Discursivas (RD):

- Podem assumir a forma de Discurso Instrucional Específico – DIE (por exemplo, biologia, história, ciências, matemática etc.) e de Discurso Regulador Específico – DRE (transmissão-aquisição de atitudes e valores).
- Caracterizam as relações referentes à seleção dos conhecimentos e competências, à sequência da aprendizagem, à ritmagem (taxa esperada de aquisição de conhecimentos e competências) e aos critérios de avaliação (que determinam a produção do texto oral ou escrito).

Dizem respeito ao controle que os transmissores e adquirentes podem ter no processo de transmissão-aquisição e que o conceito de Enquadramento (E) permite estabelecer, para cada uma das regras, a natureza deste controle. Por exemplo, o enquadramento será forte (E+ ou E++) se o transmissor (professor) tiver controle sobre os assuntos e atividades a explorar (seleção), sobre a ordem segundo a qual se processa a aprendizagem (sequência) e sobre o tempo destinado à aprendizagem (ritmagem). Deverá ainda deixar claro aos alunos o texto a ser produzido como resultado da aprendizagem (critérios de avaliação). O enquadramento será mais fraco (E- ou E--) quando o adquirente (aluno) possuir também algum controle na seleção, sequência, ritmagem e critérios de avaliação (BOTELHO; MORAIS, 2006; MORAIS; NEVES, 2001, 2009; MORAIS; NEVES; DELMINA, 2004), como por exemplo, o desenvolvimento de atividades investigativas.

b) Para as Regras Hierárquicas (RH):

Regulam a forma de comunicação entre sujeitos com posições hierárquicas distintas (como é o caso do professor e dos alunos), referindo-se ao controle que os sujeitos em interação podem ter sobre as normas de conduta social (BOTELHO; MORAIS, 2006; MORAIS; NEVES, 2009).

Morais e Neves (2009) citam alguns exemplos: um fraco enquadramento (E-) significa, por exemplo, que o aluno pode criticar as práticas do professor, que o professor explica aos alunos as razões pelas quais deve comportar-se de determinada maneira etc. Um enquadramento forte (E+) caracteriza um

elevado nível de controle por parte do professor, que lhe permite levar os alunos a comportar-se de determinada forma, sem apresentar qualquer razão para tal. O controle é imperativo quando o enquadramento afigura-se muito forte (E++) (MORAIS; NEVES, 2009).

Quando olhamos para as duas *dimensões sociológicas de um contexto pedagógico* apresentadas anteriormente, Regras Discursivas e Hierárquicas, percebemos que elas indicam que o professor (condutor/transmissor) tenha uma especial atenção ao propor atividades investigativas (que podem ser tipo *hands-on* ou mediadas pelas TICE) aos seus alunos, ou seja, durante o desenvolvimento de uma atividade, podem surgir *regras hierárquicas* (que tem o objetivo de regular a forma de comunicação entre o professor e alunos (sujeitos) com posições hierárquicas distintas: *controle pessoal, posicional e imperativo*) e/ou *regras discursivas* (contexto de ensino-aprendizagem: *seleção* de conhecimento e competências; *sequência* para organizar a aprendizagem; *ritmagem* ou tempo da aprendizagem e *avaliação* produzindo textos orais ou escritos) que, às vezes, não são observadas durante o desenvolvimento das atividades. As regras discursivas são utilizadas pelos adquirentes (alunos) para a produção de *textos legítimos* (orais e escritos) e de competências cognitivas e sociocognitivas quando exploram (individualmente ou em grupo) a curiosidade científica.

Uma outra dimensão da gramática significativa de Bernstein refere-se à *dimensão organizacional ou estrutural de um contexto pedagógico específico*, que é caracterizada pelas relações entre sujeitos, discursos e espaços, regulado pela relação de *poder social*, usando-se a classificação (C) para ser analisada, e que, para esta dimensão:

(a) Podem considerar-se vários tipos de relações (em sala de aula e em outros contextos): 1) *quanto aos sujeitos*: condutor/transmissor-adquirente (Ex.: professor-aluno, aluno-aluno e outros); 2) *quanto aos discursos*: relação interdisciplinar e relação entre conhecimento acadêmico e não acadêmico; 3) *quanto aos espaços*: espaço do condutor/transmissor e adquirente (MORAIS; NEVES, 2001, 2009).

(b) Estas relações podem caracterizar-se como uma *classificação fraca* (C- ou C--) de *poder social*, na qual existe proximidade entre categorias - por exemplo, alunos de diferentes grupos sociais (classe social, gênero, raça, aproveitamento escolar) e espaços de diferentes alunos (significando que partilham espaços físicos e materiais). Numa *classificação forte de poder social* (C+ ou C++)

existe isolamento e separação entre categorias. Por exemplo, na relação professor/aluno verifica-se a condição de superioridade que o professor assume na relação pedagógica.

(c) É na *dimensão organizacional ou estrutural de um contexto pedagógico específico*, principalmente na relação entre *espaços, discursos e sujeitos* que surge a *prática pedagógica* como contexto em que as relações de transmissão, aquisição e avaliação de qualquer forma de conhecimento têm lugar.

4.3 Orientação específica de codificação as Disposições Socioafetivas (DSA).

O último elemento do modelo desenvolvido por Bernstein (BERNSTEIN, 1993, 1998; MORAIS; NEVES, 2001, 2009), que gostaríamos de regatar, refere-se à relação estabelecida entre a *Orientação Específica de Codificação* (OEC), o *texto* entendido como legítimo (oral ou escrito) em contextos de comunicação (por exemplo, em contextos educacionais) e as *Disposições Socioafetivas* (DSA). Os princípios das OEC e DSA do modelo de Bernstein (1993, 1998) podem ser resumidos da seguinte maneira:

(a) Para a produção textual (oral ou escrita) é importante que os sujeitos possuam *regras de reconhecimento (RRec)*, isto é, que sejam capazes de reconhecer o contexto e as *regras de realização (RReal)*, que sejam capazes de produzir um texto adequado segundo o contexto em que se encontram (BOTELHO; MORAIS, 2006; MORAIS; NEVES, 2009).

(b) As *regras de realização* dizem respeito não só à *seleção*, mas também à *produção de significados*. Podem ser *passivas (RRP)*, caso os sujeitos sejam capazes de selecionar os significados adequados, mas não sejam capazes de produzir o texto (oral ou escrito); ou *ativas (RRA)* se o texto for produzido pelos sujeitos de acordo com os significados selecionados, revelando assim um desempenho correto sobre um determinado contexto.

(c) Para que se verifique a produção do texto é importante que os sujeitos possuam também as *disposições socioafetivas* (DSA) específicas do contexto, isto é, que tenham certas *aspirações, motivações e valores apropriados*. O desempenho dos sujeitos pode identificar-se pela falta de regras de reconhecimento, de realização ou ambas (MORAIS; NEVES, 2009). As necessárias disposições socioafetivas são socialmente adquiridas, tornando-se parte das estruturas internas do sujeito.

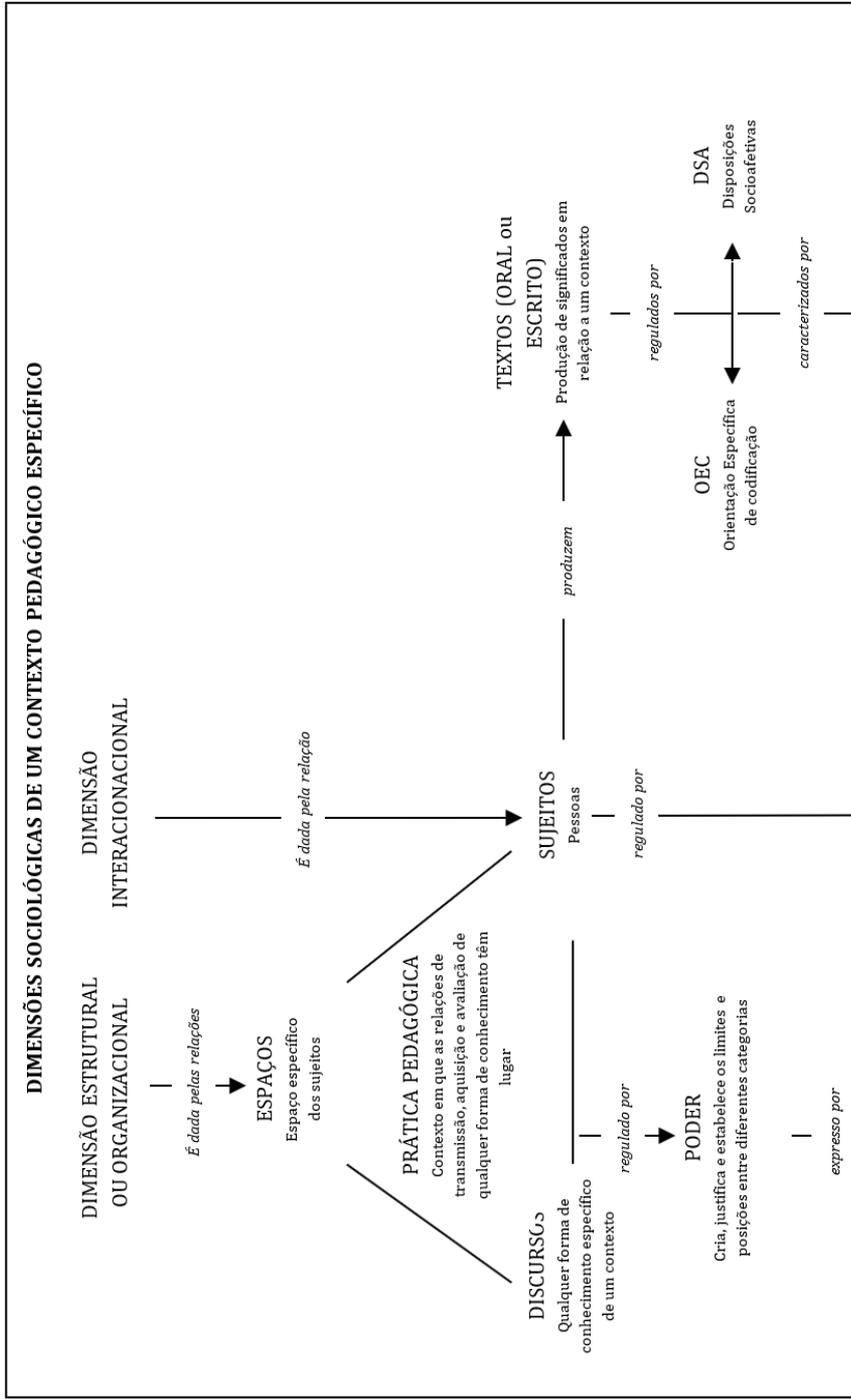
Numa atividade investigativa, os alunos (adquirentes) demonstram ter *Regras de Reconhecimento (RRec)* quando conseguem reconhecer o contexto das perguntas, *Regras de Realização Passiva (RRP)* quando selecionam significados para levantar as hipóteses e escrever as respostas e *Regras de Realização Ativa (RRA)*, quando respondem justificando corretamente a questão-problema e refutando ou confirmando a hipótese. Quando os alunos atingem as RRA, eles demonstram ter os níveis ou tipos da “qualidade do argumento modificado”, ou seja, podem apresentar *RRA simples* do tipo 1 ao 3 ou *RRA elaboradas* do tipo 4 ao tipo 6, desde que consigam usar uma ou mais informações, com justificativas ou fundamentos detalhados, com ou sem conclusão e com ou sem refutação.

Através das definições da obra de Bernstein (1993, 1998) procuramos situar o estudo do “discurso pedagógico” somente em alguns elementos, no qual já mencionamos que não se trata de um discurso linguístico, mas de um princípio com características de *poder e controle* de um grupo social (escola, professores, alunos etc.). Os elementos citados anteriormente, que caracterizam os princípios sociais do “discurso pedagógico”, são apoiados pelos estudos de Bernstein (1993, 1998); Botelho e Moraes (2006); Moraes e Neves (2009); Moraes e Neves (2001); Moraes et al. (2004) e que, para ajudar ao leitor, propomos um quadro-resumo que está estruturado no esquema da Figura 26. O quadro-resumo da Figura 26 apresenta os principais elementos constitutivos das duas dimensões sociológicas que caracteriza um contexto pedagógico específico: a *dimensão estrutural* e a *dimensão interacional*. A escolha por este referencial, resumido na Figura 26, permite aos pesquisadores descrever e posicionar as práticas discursivas, organizacionais e interacionais de uma instituição escolar e/ou no contexto de sala de aula.

É neste sentido que propomos a articulação da estrutura e qualidade do argumento com a dimensão sociológica do “discurso pedagógico” de Basil Bernstein. Por exemplo, a categoria “discursos” de Bernstein, muda de disciplinas escolares (conhecimento acadêmico) para conhecimento prático mediado pelo computador e por diversos recursos digitais. Se pensarmos o ENCI e o uso de tecnologias digitais fazendo parte da *dimensão estrutural ou organizacional* de um contexto escolar, como *prática pedagógica*, veremos que estarão presentes nas relações entre espaços, discursos e sujeitos que produzem textos (oral ou escritos) significativos em relação ao contexto de ensino-aprendizagem de

Ciências, e que também podem ser analisados pela estrutura e qualidade do argumento. Por sua vez, a estrutura e qualidade do argumento podem ser reguladas pela *orientação específica de codificação* (OEC) e *disposições socioafetivas* (DAS), caracterizados por *regras de reconhecimento* (RR), de *realização passiva* (RRP) e de *realização ativa* (RRA) gerando competências cognitivas e socioafetivas nos alunos. A estrutura e qualidade do argumento também podem ser caracterizadas no *contexto instrucional* em forma de *regras discursivas* (RD), que são princípios que regulam a transmissão-aquisição do discurso instrucional específico (DIE) e discurso regulador específico (DRE), sendo classificados em *seleção, sequência, ritmagem e critério de avaliação*.

Figura 26. Esquema das dimensões sociológicas de um contexto pedagógico específico.



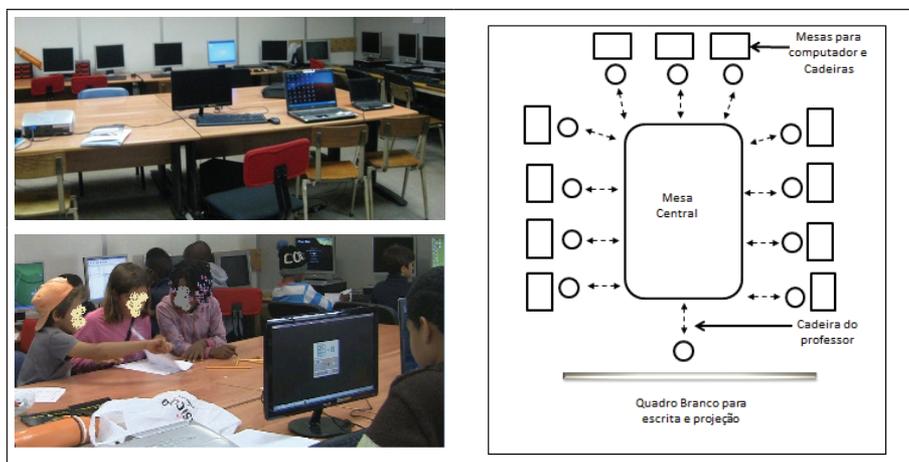
5. ALGUNS EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DOS FUNDAMENTOS ESSENCIAIS DA ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Para que o leitor possa entender a aplicação destes instrumentos em um contexto de ensino de Ciências, foi elaborado um Módulo Temático Virtual (MTV) (Capítulo II). Este recurso apresentava uma atividade intitulada “*Voando num Mar de Ar*”. Este módulo procurou apresentar atividades que fizessem sentido aos participantes e abrangessem conceitos físicos de forma interativa, dinâmica, com o objetivo de estimular o diálogo e a troca de informações. O conteúdo que seria desenvolvido com os participantes ficou estruturado em três episódios:

- 1) Conhecendo o Ar e a Atmosfera;
- 2) Conhecendo o movimento dos satélites;
- 3) Conhecendo o voo do Avião.

Participaram da atividade, 13 alunos do 6º ano do ensino Fundamental. A proposta inicial de organização do espaço físico está apresentada na Figura 27, onde atribuímos-lhe a designação de *Sala Modelo*, em que o aprendiz se encontraria numa posição em que pudesse usar alguns computadores, e simultaneamente estivesse próximo de uma mesa para discutir com outros participantes os projetos e atividades em desenvolvimento. Foi nesta sala que as atividades investigativas, através de um *módulo temático virtual*, foram realizadas.

Figura 27. Organização do espaço físico para o desenvolvimento das atividades (Sala Modelo).



Fonte: elaborado pelos autores.

Alguns novos termos serão utilizados, ou seja, as relações sociológicas do “discurso pedagógico” de *classificação* (C) e de *enquadramento* (E) aplicam-se aos contextos de aprendizagem num espaço (cenário) de apoio ao participante (sujeito), externo ao espaço escolar (C e E externos) (Quadro 25). Neste contexto, a identificação das categorias referentes aos “sujeitos” (relações internas e externas) muda de professor de Ciências para condutor/transmissor (gestor/ coordenador/ tutor/ monitor/ especialista [investigador]) e aluno para adquirente/ aprendiz/ participante. A categoria “espaço” (cenário de aula ou de realização de pesquisa em ensino de Ciências) muda de escola para ambiente ativo formal e/ou não formal. A categoria “discursos” muda de disciplinas escolares (conhecimento acadêmico) para conhecimento prático mediado pelo computador e diversos recursos digitais. O Quadro 25 apresenta as relações específicas desta pesquisa em termos de sujeitos, espaços e discursos.

Quadro 25. Relações específicas de classificação e enquadramento em contextos sociais pedagógicos.

Categorias	Relações específicas internas [C_i E_i (interno)]	Relações específicas externas [C_e E_e (externo)]	Relações específicas da pesquisa de acordo com o “discurso pedagógico” de Bernstein
Sujeitos	Professor – aluno Aluno – aluno	Professor – pais	Adquirente: Aprendiz – aprendiz: (A-A) Condutor/Transmissor– Adquirente: Gestor (professor)/ monitor (equipe) – aprendiz: (P-A) Investigador (mediador) – aprendiz: (I-A) Aprendiz-TICE: (A-TICE)
Espaços/ Agências	Escola – sala de aula	Escola – família/ comunidade	Escola – espaço formal e não formal
Discursos	Entre disciplinas Dentro da disciplina	Acadêmico – não acadêmico	Acadêmico – não acadêmico (conhecimento prático mediado por computador e por diferentes recursos)

Fonte: Morais e Neves (2001) adaptado para a pesquisa.

5.1 Exemplo relacionado com a construção social do argumento

A interação, a partir das Atividades de Investigação num ambiente informatizado, do tipo *TICE-on*, foi inicialmente uma novidade para as crianças e jovens participantes (os adquirentes numa perspectiva sociológica), tornando-se um momento de discussão e aprendizagem.

O desenvolvimento dos episódios caracterizou-se por distintas interações entre participantes/aprendizes (adquiridor/adquirentes) ou Aprendiz-Aprendiz (A-A) (ver Quadro 26). Na perspectiva sociológica do *poder social* de Bernstein, as interações entre os aprendizes (A-A) foram caracterizadas com uma *fraca classificação* (C-). Ou seja, existiam proximidades entre os participantes ao desenvolver a atividade (classe social, gênero, raça, aproveitamento escolar etc.).

Ainda em relação ao *poder social*, na interação entre os participantes/aprendizes e TICE (A-TICE), também foi evidenciado uma *classificação fraca* (C-), isto é, constatou-se a existência de proximidade entre ambos os elementos, uma vez que os participantes partilhavam os recursos disponíveis no espaço informatizado (computadores, mesas, cadeiras, recursos informáticos etc.). Na interação entre a equipe (professor-P, monitor, investigador-I e outros) e os participantes/aprendizes (P/I-A), foi evidenciado uma *forte classificação* (C+ ou C++) em relação ao *poder social* com maior ou menor intensidade. Esta classificação foi sempre forte, dado o elevado grau da relação pedagógica assumida pela equipe, ou seja, as funções entre equipe e aprendizes eram bem demarcadas durante o desenvolvimento de todos os episódios.

O Quadro 26 apresenta uma análise, em forma de escala de valores, para a *dimensão estrutural ou organizacional* (análise da classificação C para a relação de poder) e a *dimensão interacional* (análise do enquadramento E para a relação de controle) em relação ao desenvolvimento dos episódios.

Quadro 26. Codificação para a *dimensão estrutural* ou *organizacional* e dimensão interacional em relação ao aprendiz.

Episódios	Subtemas dos Episódios	Dimensão estrutural ou organizacional			Dimensão interacional			
		Relação de poder (Classificação - C)			Relação de controle (Enquadramento - E)			
		Discursos	Espaços	Sujeitos	Regras Discursivas			
Seleção	Sequência				Ritmagem	Avaliação		
Conhecendo o Ar e a Atmosfera	1. Mergulhando num mar de ar	C ⁻	C ⁻	^a A-A: C ⁻ ^b I-A: C ⁺ ^c P-A: C ⁺	E ⁺⁺	E ⁺	E ⁻	E ⁺⁺
	2. Brincando com a forma do ar	C ⁻						
	3. Efeitos da altitude num jogo de futebol	C ⁻						
Conhecendo o movimento dos satélites	1. Saindo da Atmosfera	C ⁻	C ⁻	A-A: C ⁻ I-A: C ⁺ P-A: C ⁺	E ⁺⁺	E ⁺	E ⁻	E ⁺⁺
	2. Brincando com a trajetória dos satélites e planetas	C ⁻						
	3. O que prende a estação espacial à Terra?	C ⁻						
Conhecendo o voo do Avião	1. De onde vem o avião?	C ⁻	C ⁻	A-A: C ⁻ I-A: C ⁺ P-A: C ⁺	E ⁺⁺	E ⁺	E ⁻	E ⁺⁺
	2. O que faz o avião voar?	C ⁻						

Nota: Relações específicas da pesquisa: ^aAdquirente: Aprendiz – aprendiz: (A-A); ^bInvestigador (mediador) – aprendiz: (I-A); ^cCondutor/Transmissor–Adquirente: Gestor (professor)/ monitor (equipe) – aprendiz: (P-A).

A partir da *Dimensão Interacional* de Bernstein (1993, 1998) (relação de controle e regras discursivas), verificamos as interações iniciais dos participantes, durante o desenvolvimento das atividades, e, inicialmente denominamos de *Ações Iniciais e Indicadores de Interação com as TICE* e que, inicialmente, eram: a) *Desejo de usar outras ferramentas*; e b) *Apoio colaborativo*.

a) *Desejo de usar outras ferramentas*: uma vez que a interação entre participantes e TICE se caracterizou como uma *classificação* fraca em relação ao *poder social*, verificamos que, em alguns momentos, os participantes dispersaram-se com outros elementos. Ou seja, os adquirentes encontravam-se motivados para desenvolver as atividades propostas, embora também quisessem entrar nas redes sociais, ouvir música e jogar. Neste caso, houve a necessidade de

propor *negociações didáticas* (ou *controle posicional*) com determinação de regras e estatutos para o desenvolvimento das atividades, no contexto das quais se distinguiu um *enquadramento forte* (E+). Para minimizar esse enquadramento de *controle posicional*, explicamos aos participantes o objetivo das atividades investigativas e do processo que iriam vivenciar, pedindo-lhes que apresentassem uma proposta de negociação sobre as ações: *momento de estudo* e *momento de lazer*.

A discussão e a negociação, apresentadas pelos participantes para a separação destes momentos, demonstraram ser positivas, uma vez que foram eles a decidir sobre o processo de utilização do computador (*controle pessoal* numa relação interpessoal entre os sujeitos). Nesta perspectiva, trata-se de um contexto regulador necessário com posições hierárquicas distintas: controle posicional da equipe, seguido pelo controle pessoal dos adquirentes (BERNSTEIN, 1993; MORAIS; NEVES, 2009).

b) *Apoio colaborativo*: a análise das observações permitiu-nos identificar que os participantes apresentam uma certa tendência em ser individualistas no contexto de atividades de lazer, neste caso, quando interagem numa rede social, ouviam música, viam um vídeo ou jogavam um videogame.

Durante o desenvolvimento das atividades de investigação, ocorreram duas situações: em alguns momentos os participantes desenvolviam as atividades e estudavam individualmente (*classificação forte* numa perspectiva de dimensão estrutural), em outros, em pares, ou até mesmo em grupo (Figura 28). Portanto, mesmo sem que lhes fosse pedido que se organizassem, os próprios participantes tomaram a iniciativa de formar um grupo. Numa perspectiva de *poder social*, podemos dizer que este cenário se insere numa *classificação fraca*, significando que existe proximidade entre os aprendizes de diferentes grupos sociais. A Figura 28 (a) e (b) exemplifica esta proximidade com variáveis, como: a classe social, a raça, o gênero etc.

Figura 28. Ações dos participantes para o desenvolvimento das AIEC.



Da mesma forma, surgiam perguntas como: “*Como se faz isto?*”, “*Não estou a conseguir!*”, “*Qual foi o teu resultado?*”. Assim, aconteciam situações em que um participante dava algumas respostas ou ajudava o outro. Na perspectiva do *contexto regulador* de Bernstein, podemos afirmar que se trata de um *controle pessoal* com regulação interpessoal entre os participantes. Isto é, os participantes reconhecem a especificidade do micro contexto da cooperação, no âmbito do contexto regulador da sua prática (regras de reconhecimento) (MORAIS; NEVES, 2009).

Estas ações dos nossos participantes não são diferentes de outros estudos sobre os efeitos do trabalho colaborativo mediado por TICE (CHEN; LOOI, 2011; CHIU, 2002; SOONG; MERCER, 2011; TOLENTINO et al., 2009). Mesmo que os trabalhos apresentem tendências para o *construtivismo social*, neles se incluem também resultados sobre a capacidade colaborativa e interativa proporcionada pelo uso de tecnologias educacionais no ensino e aprendizagem de Ciências (HAKKARAINEN, 2003; WARWICK et al., 2010).

5.2 Exemplo relacionado com a estrutura do argumento a partir das UT e dos ETAC

Na sequência de diálogos a seguir, exemplificamos, a partir de alguns turnos de fala (T), a análise dos diálogos utilizando as Unidades Taxionômicas (UT) e os ETAC (Quadro 21):

T	Diálogos	Análise a partir das UT
49	Mediador: Os motores são as turbinas. Qual é a função das turbinas?	
50	A6: o motor empurra o avião para a frente.	Explica Raciocínio lógico Relaciona
51	Mediador: empurrar o avião para a frente.	
52	A3: e ele vai para a frente.	Explica Raciocínio lógico Complementa

Podemos verificar nos turnos 50 e 52 que a *Disposição Socioafetiva* se caracterizou pelo **complemento** de ideias entre os aprendizes A6 e A3: “o motor empurra o avião para a frente (A6)... e ele vai para a frente (A3)”. Relacionada com esta disposição tem-se a Regra de Realização Ativa: “o avião vai para a frente [*porque*] é empurrado pelos motores”. Assim, por meio do processo investigativo mediado por um vídeo, os dois participantes recorreram aos elementos de **sustentação de ideias**, **construção de raciocínio lógico** e de **pensamento**. Estes resultados estão essencialmente relacionados com as atividades de investigação desenvolvidas através do computador, com o trabalho colaborativo verificado entre os participantes, com o apoio da equipe que acompanha os alunos, no sentido de esclarecer as dúvidas, e com a reestruturação de pensamentos e ideias por via do debate argumentativo (sustentação de ideias).

5.3 Exemplo relacionado com a qualidade do argumento modificado (QAM)

De acordo com Sasseron e Carvalho (2009, 2013), a qualidade do argumento tende a crescer ao longo das discussões, uma vez que novos elementos podem ser apresentados e incorporados na argumentação, conferindo-lhe mais coesão. Assim, verificamos que no início das atividades tivemos a predominância de um argumento de **Nível** ou **Tipo 0** e somente no último episódio (Episódio III) a qualidade do argumento se intensificou. São resultados relevantes para o perfil dos participantes, uma vez que os estudantes apresentam características particulares sobre os grupos sociais. Por exemplo, na sequência de diálogos a seguir (Atividade 1 do Episódio III), existe um debate sobre a função das asas do avião, categorizado em alguns turnos de fala (T) e acompanhado com a análise dos diálogos utilizando as UT (ver Quadro 21) e a Qualidade do Argumento Modificado (QAM) (ver Quadro 23):

T	DIÁLOGOS	Análise a partir das UT	Análise a partir da QAM
42	Mediador: Vejam, pessoal, as asas empurram o ar para baixo. E o ar? O que faz o ar com as asas do avião?		
43	A5: [empurra] Para cima.	Explica Raciocina de forma proporcional Relaciona	1
44	A3: Empurra para cima.	Explica Confirma Raciocina de forma proporcional Relaciona	2
45	Mediador: Empurra o avião para cima. Se o ar empurra o avião para cima, ele cai?		
46	A5: Não, empurra para cima.	Discorda Justifica Raciocina de forma lógica Conclui	3

No turno 43, a qualidade do argumento do aprendiz A5 inicia-se com o **tipo 1** e no turno 46 podemos verificar o **tipo 3**: “[o avião] não cai, [por que o ar] empurra [a asa do avião] para cima”, ou seja, é uma afirmação simples com justificativa (*por que o ar empurra a asa do avião para cima*), refutação (*não cai*) e conclusão (*não, empurra para cima*).

O instrumento utilizado para a análise da qualidade do argumento (Quadro 23), também tem a função de hierarquizar as Regras de Reconhecimento e de Realização (BERNSTEIN, 1998), ou seja, a partir do momento em que o aprendiz consegue justificar e construir um texto oral correto acerca do fenômeno, podemos dizer que se registou uma *Regra de Realização Ativa* e hierarquizada do tipo 1 (de menor nível) ao tipo 6 (de maior nível). Assim, as RRA surgiram a partir da última atividade do Episódio II e foram intensificadas no Episódio III, podendo ser caracterizadas em *RRA simples* (do tipo 1 ao tipo 3) e *RRA elaboradas* (do tipo 4 ao tipo 6).

Em resumo, a condução do processo argumentativo, através dos recursos tecnológicos do MTV, foi importante para desenvolver as RRA dos participantes como parte de um processo relevante no sentido de apoiar o ensino e

a aprendizagem de Ciências. A relação dos participantes com as atividades investigativas, desenvolvidas através do computador, apresentou traços afetivos e cognitivos que servem como indicadores relativamente estáveis acerca de como os participantes percebem, interagem e respondem a um ambiente de aprendizagem mediado por diversas TICE.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos neste último capítulo um instrumento de análise do argumento, por meio de uma *taxonomia* (ou *unidades taxonômicas - UT*) para análise do argumento e da argumentação no ensino de Ciências, facilitando ainda a compreensão do processo de construção do pensamento científico. As UT básicas e os ETAC da estrutura do argumento, exemplificados nas atividades desenvolvidas num projeto de educação científica e tecnológica, sugerem uma série de mensagens fundamentais sobre a natureza da argumentação no ensino de Ciências. Em primeiro lugar, as UT vêm auxiliar o professor a identificar os elementos que estruturam a argumentação desenvolvida durante uma AIEC. Em segundo lugar, estas unidades, organizadas em ETAC (Quadro 21), podem movimentar-se ao longo de uma atividade, demonstrando quais elementos são mais característicos.

Uma conclusão importante deste trabalho diz respeito ao fato de as categorias evidenciadas no Quadro 21 e Quadro 23 não poderem ser pensadas como unidades isoladas e autônomas, mas sim num *continuum* de evolução, caracterizando-se em *movimentos discursivos*, ou seja, elementos argumentativos, do mais simples ao mais complexo (BERLAND; MCNEILL, 2010; BERLAND; REISER, 2011).

Por fim, a incorporação dos princípios teóricos de Bernstein, como um dos “fundamentos essenciais da argumentação”, é uma possibilidade para aprofundar o estudo da linguagem e das interações em sala de aula por meio de diferentes abordagens (ENCI, por exemplo), metodologias e recursos (tecnologias digitais, por exemplo). Também é uma possibilidade ao olhar para os distintos espaços de escolarização que o nosso sistema de educação oferece às crianças e adolescentes de modo a compreender como as diferenças socioculturais se manifestam no discurso (SANTOS, 2014).

7. BIBLIOGRAFIA

BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. DE. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 30–59, 2014.

BERLAND, L. K. Explaining Variation in How Classroom Communities Adapt the Practice of Scientific Argumentation. **Journal of the Learning Sciences**, v. 20, n. 4, p. 625–664, 2011.

BERLAND, L. K.; HAMMER, D. Framing for scientific argumentation. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 49, n. 1, p. 68–94, 2012.

BERLAND, L. K.; MCNEILL, K. L. A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. **Science Education**, v. 94, n. 5, p. 765–793, 2010.

BERNSTEIN, B. **La estructura del discurso pedagógico**. Edición: 1 ed. Madrid; La Coruña: Ediciones Morata, S.L., 1993.

BERNSTEIN, B. **Pedagogía, control simbólico e identidad**. Madrid: Ediciones Morata, 1998.

BOTELHO, A.; MORAIS, A. M. Students–exhibits interaction at a science center. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 43, n. 10, p. 987–1018, 2006.

BRICKER, L. A.; BELL, P. Conceptualizations of argumentation from science studies and the learning sciences and their implications for the practices of science education. **Science Education**, v. 92, n. 3, p. 473–498, 2008.

CHEN, W.; LOOI, C.-K. Active classroom participation in a Group Scribbles primary science classroom. **British Journal of Educational Technology**, v. 42, n. 4, p. 676–686, 2011.

CHIN, C.; OSBORNE, J. Supporting Argumentation Through Students' Questions: Case Studies in Science Classrooms. **Journal of the Learning Sciences**, v. 19, n. 2, p. 230–284, 2010.

CHIU, C. H. The effects of collaborative teamwork on secondary science. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 18, n. 3, p. 262–271, 12 ago. 2002.

CLARK, D. et al. Technology-Enhanced Learning Environments to Support Students' Argumentation. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.). **Argumentation in Science Education**. Science & Technology Education Library. [s.l.] Springer Netherlands, 2007. p. 217–243.

CLARK, D.; SAMPSON, V. D. Personally-Seeded Discussions to Scaffold Online Argumentation. **International Journal of Science Education**, v. 29, n. 3, p. 253–277, 2007.

DAVIES, B.; MORAIS, A.; MULLER, J. (EDS.). **Reading Bernstein, Researching Bernstein**. London; New York: Routledge, 2004.

DORI, Y. J.; BELCHER, J. How Does Technology-Enabled Active Learning Affect Undergraduate Students' Understanding of Electromagnetism Concepts? **Journal of the Learning Sciences**, v. 14, n. 2, p. 243–279, 2005.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v. 84, n. 3, p. 287–312, 2000.

ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. **Science Education**, v. 88, n. 6, p. 915–933, 2004.

GARCIA-MILA, M. et al. The Effect of Argumentative Task Goal on the Quality of Argumentative Discourse. **Science Education**, v. 97, n. 4, p. 497–523, 2013.

HAKKARAINEN, K. Progressive inquiry in a computer-supported biology class. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 10, p. 1072–1088, 2003.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BUGALLO RODRÍGUEZ, A.; DUSCHL, R. A. "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. **Science Education**, v. 84, n. 6, p. 757–792, 2000.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; PUIG, B. Argumentation, Evidence Evaluation and Critical Thinking. In: FRASER, B. J.; TOBIN, K.; MCROBBIE, C. J. (Eds.). **Second International Handbook of Science Education**. Springer International Handbooks of Education. [s.l.] Springer Netherlands, 2012. p. 1001–1015.

MORAIS, A. M.; NEVES, I. Pedagogic social contexts: studies for sociology of learning. In: MORAIS, A. M. et al. (Eds.). **Towards a Sociology of Pedagogy: The Contribution of Basil Bernstein to Research**. New York: Peter Lang International Academic Publishers, 2001.

MORAIS, A. M.; NEVES, I. P. A teoria de Basil Bernstein: alguns aspectos fundamentais. **Práxis Educativa**, v. 2, n. 2, p. 115–130, 2009.

MORAIS, A.; NEVES, I.; DELMINA, P. The what and the how of teaching and learning: going deeper into sociological analysis and intervention. In: DAVIES, B.;

MORAIS, A.; MULLER, J. (Eds.). **Reading Bernstein, Researching Bernstein**. London; New York: Routledge, 2004.

MORTIMER, E.; SCOTT, P. **Meaning Making in Secondary Science Classrooms**. 1 edition ed. Maidenhead; Philadelphia: Open University Press, 2003.

OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. Enhancing the quality of argumentation in school science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 10, p. 994–1020, 2004.

SAMPSON, V.; BLANCHARD, M. R. Science teachers and scientific argumentation: Trends in views and practice. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 49, n. 9, p. 1122–1148, 2012.

SAMPSON, V.; CLARK, D. B. Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. **Science Education**, v. 92, n. 3, p. 447–472, 1 maio 2008.

SAMPSON, V. D.; CLARK, D. B. Assessment of argument in science education: A critical review of the literature. **Anais...** Proceedings of International Conference of the Learning Sciences. Bloomington, IN: 2006

SANTOS, B. F. DOS. Contribuições da sociologia de Basil Bernstein para a pesquisa sobre a linguagem e interações discursivas nas aulas de Ciências. In: **Linguagem e Ensino de Ciências: Ensaio e Investigações**. Educação em Ciências. 1. ed. Ijuí: Unijuí, 2014. p. 208.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. Tese, São Paulo: Universidade de São Paulo (USP), 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. O ensino de ciências para a alfabetização científica: analisando o processo por meio das argumentações em sala de aula. In: NASCIMENTO, S. S. DO; PLANTIN, C. (Eds.). **Argumentação e ensino de ciências**. Curitiba: Editora CRV, 2009.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. DE. Ações e indicadores da construção do argumento em aula de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, p. 169–189, 2013.

SIMON, S. et al. Promoting argumentation in primary science contexts: an analysis of students' interactions in formal and informal learning environments. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 28, n. 5, p. 440–453, 2012.

SOONG, B.; MERCER, N. Improving Students' Revision of Physics Concepts through ICT-Based Co-construction and Prescriptive Tutoring. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 8, p. 1055–1078, 2011.

TOLENTINO, L. et al. Teaching and Learning in the Mixed-Reality Science Classroom. **Journal of Science Education and Technology**, v. 18, p. 501–517, 21 maio 2009.

TOULMIN, S. E. **The Uses of Argument**. 2 edition ed. [s.l.] Cambridge University Press, 2003.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes**. New Ed edition ed. Cambridge: Harvard University Press, 1980.

VYGOTSKY, L. S. **Thought and Language**. Revised edition ed. Cambridge, Mass: The MIT Press, 1986.

WARWICK, P. et al. In the mind and in the technology: The vicarious presence of the teacher in pupil's learning of science in collaborative group activity at the interactive whiteboard. **Computers & Education**, v. 55, n. 1, p. 350–362, ago. 2010.

SOBRE O AUTORES

Geraldo W. Rocha Fernandes é Licenciado em Física pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), mestre em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil, mestre e doutor em Ciências da Educação pela Universidade de Lisboa (UL), Portugal, onde se especializou no uso de Tecnologias Educacionais durante uma parceria entre universidades da Espanha, França e Suíça. Atualmente é professor de Ensino em Ciências no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia (PPGECMaT) e no Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Brasil. Desenvolve pesquisas na área de Ensino em Ciências, com especial destaque para a Didática das Ciências, Formação de Professores e Tecnologias Educacionais.

Email: geraldo.fernandes@ufvjm.edu.br

António M. Rodrigues possui doutorado em Ciências da Educação pela Universidade Técnica de Lisboa, Portugal. É professor auxiliar do Departamento de Educação, Ciências Sociais e Humanas da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa (UL), Portugal. Desenvolve investigação nas temáticas de formação de professores, juventude e educação, utilização de metodologias qualitativas na investigação em educação na UIDEF, Unidade de Investigação e Desenvolvimento em Educação e Formação do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. É coordenador do doutorado em Educação e coordenador adjunto do Mestrado em Ensino de Educação Física da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa.

Email: arodrigues@fmh.utl.pt

Carlos A. Rosa Ferreira possui doutorado em Métodos Matemáticos pela Universidade Técnica de Lisboa, Portugal. É professor auxiliar do Departamento de Educação, Ciências Sociais e Humanidades na Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa, Portugal. É responsável pela introdução e implementação do Sistema de Gestão da Aprendizagem na Universidade de Lisboa e dirige o Centro de Informática da Faculdade de Motricidade Humana. Desenvolve pesquisas sobre formação de professores na gestão de diferentes programas informáticos. Foi coordenador do programa de mestrado EUROMIME (Mestrado Europeu em engenharia de meios para a educação) e coordenador assistente do Mestrado em Ciências da Educação da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa. Por meio destes mestrados europeus, mantém interlocuções de pesquisa e ensino com diversas universidades latino-americanas, dentre as quais a Universidade de Brasília, mais precisamente com o Laboratório Ábaco de Pesquisas Interdisciplinares sobre Informática e Educação. Orienta trabalhos acadêmicos de mestrandos e doutorandos em educação a distância, metodologias de desenvolvimento de softwares, uso de redes sociais, educação, entre outros.

Email: cferreira@fmh.ulisboa.pt

Ao propor o título deste livro, “Olhares para o ensino de Ciências: tecnologias digitais, atividades investigativas, concepções e argumentação”, pensamos trazer reflexões sobre quatro grandes temas pesquisados e difundidos no ensino de Ciências: o estudo das tecnologias digitais e o seu papel no ensino de Ciências, o Ensino de Ciências por Investigação e as Atividades Investigativas, as concepções sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e o papel do Cientista e, por fim, a argumentação científica articulada com todos os temas anteriores. Trata-se também de uma pequena homenagem aos sujeitos participantes do “Projeto Experimental de Educação Científica e Tecnológica (PEECT)”, que acontece em uma comunidade de imigrantes, desenvolvido na Região da Tapada das Mercês, no concelho de Sintra, em Portugal. Este projeto atendia estudantes do ensino fundamental de várias escolas da região, num contexto de grande vulnerabilidade social e econômica. Para apoiar os estudantes dentro desta realidade, o PEECT procurava desenvolver ações de inclusão escolar, educação não formal e inclusão digital, durante todo o ano, num espaço que possui computadores e desenvolve diversas atividades científicas e tecnológicas.



ISBN 978-65-5563-028-2



9 786555 630282