

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Ana Paula Metz Costa

Emprego de um software baseado em mineração de texto e
apresentação gráfica multirrepresentacional como apoio à
aprendizagem de conceitos científicos

Porto Alegre
Dezembro/2014

Ana Paula Metz Costa

Emprego de um software baseado em mineração de texto e
apresentação gráfica multirrepresentacional como apoio à
aprendizagem de conceitos científicos

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Educação da
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul, como requisito para obtenção do
título de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Eliseo Reategui

Porto Alegre

Dezembro/2014

Agradecimentos

Agradeço à minha família. Meu marido Luiz, por todos os tipos de suporte que se possa imaginar. Claudete, Amauri e Amauri Junior, pela preocupação, carinho e apoio, que sempre independem das minhas escolhas.

Agradeço aos meus amigos/colaboradores. Raphael, João e Samuel, por contrabandearem artigos da Europa, sem os quais este trabalho não teria sido realizado, e Elisa, pelas traduções do italiano. Evelyn, Daniel, Diogo, Karina e Mariele, os avaliadores, por aceitarem a parceria nesse trabalho, e Gustavo, por estar sempre disponível para minhas dúvidas sobre estatísticas.

Agradeço aos professores que me acompanharam nesta caminhada. Professor Orientador Eliseo B. Reategui, pela oportunidade e orientação. Professor Fernando Lang, pelo auxílio com os testes estatísticos. Professora Lucia Mason, pela humildade e disponibilidade em compartilhar materiais. Professora Flávia M. Teixeira dos Santos, que, além de participar de todas as bancas desta dissertação, deu-me muitas consultorias informais sobre Ensino de Ciências e metodologia de pesquisa.

Agradeço à minha comunidade escolar. As equipes diretiva e pedagógica do Centro Municipal de Ensino Básico Santo Inácio, que abriram todas as portas que precisei. Professora Mari Inês, responsável pelo laboratório de informática e meu braço direito naquele espaço. Professora Jordana e todos os meus colegas, que me apoiaram muito e sempre aceitaram meus pedidos de troca de períodos ou dias de trabalho.

E agradeço, especialmente, aos meus alunos.

Resumo

Esta dissertação apresenta quatro estudos independentes, do tipo *quasi-experimental* com aplicação de pré-teste e pós-testes e grupo de controle não equivalente. O objetivo dos quatro estudos é investigar como uma ferramenta baseada em mineração de texto e apresentação gráfica multirrepresentacional (SOBEK) pode contribuir com o processo de construção de conceitos científicos. Textos do tipo refutacional oriundos de pesquisas internacionais já publicadas foram utilizados nos estudos, assim como os testes de desempenho correspondentes a cada texto. Os conceitos abordados são energia, evolução Darwiniana e a natureza particulada da matéria. Realizados em uma escola municipal da região metropolitana de Porto Alegre, os estudos contaram com a participação de 73 alunos distribuídos em duas turmas de 8º ano e duas turmas de 9º ano. As análises estatísticas dos escores registrados pelos alunos nos testes identificaram uma melhora significativa no desempenho dos alunos de 9º ano que utilizaram a ferramenta SOBEK como apoio para o estudo do texto. Para os alunos de 8º ano, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os alunos que usaram a ferramenta e os que responderam questionários sobre o texto. Estudos de maior profundidade são necessários para identificar a ocorrência e extensão de possíveis mudanças conceituais promovidas pela abordagem proposta.

Palavras-chave: SOBEK, aprendizagem de conceitos, representação do conhecimento.

Abstract

This work presents four independent studies, in a *quasi*-experimental design with application of pre-test and post-tests with non-equivalent control groups. The set of four studies aim to investigate how a tool based on text mining and multirrepresentacional graphical presentation (SOBEK) can contribute to the process of constructing scientific concepts. Refutational texts from international published researches were used in the studies, as well as the corresponding performance's tests about each text. The concepts covered are energy, Darwinian evolution and the particulate nature of matter. Performed in a municipal school in the Porto Alegre's metropolitan region, in Southern Brazil, the studies included 73 students divided into two classes of 7th grade and two classes of 8th grade. Statistical analysis of the scores performed by students in the tests show a significant improvement in student's performance in 8th grade that used the SOBEK tool as support for the study of the text. For students in grade 7th, there were no statistically significant differences in the performances of students who used the SOBEK tool and those who answered questionnaires about the text. More detailed studies are needed to identify the occurrence and the extent of possible conceptual changes supported by the proposed approach.

Key words: SOBEK, concept learning, knowledge representation.

Lista de Figuras

Figura 1: Mapa conceitual construído sobre um texto de Moreira (2010a), abordando a epistemologia de Thomas Khun.....	21
Figura 2: V de Gowin construído a partir de um texto de Moreira (2010b) sobre o ensino e a epistemologia de Paul Feyerabend.....	23
Figura 3: Tela inicial da ferramenta SOBEK	33
Figura 4: Diagrama extraído pela ferramenta do texto sobre a origem do universo	34
Figura 5: Grafo gerado pela ferramenta SOBEK a partir de um texto sobre meio ambiente.....	35
Figura 6: Desenho das etapas de coleta de dados.....	44
Figura 7: Labin - Laboratório de Informática do CMEB Santo Inácio	47
Figura 8: Foto de modelo de argila de uma molécula de cafeína, produzida pelos alunos do 9º ano C	66
Figura 9: Alunos concluindo um modelo de cristal de NaCl	66
Figura 10: Figura esquemática representando a experiência realizada. Adaptado de http://ahmadalmomani84.blogspot.com.br (acesso em 31/10/2014).....	67
Figura 11: Representação do esquema apresentado aos alunos durante os testes. Fonte: http://www.infoescola.com (acesso em 31/10/2014)	68
Figura 12: Grafo produzido por um aluno do 9º ano C.....	70
Figura 13: Gráfico da evolução das médias das turmas controle e experimental nos três testes do Estudo 1.....	82
Figura 14: Gráfico da evolução das médias das turmas nos três momentos de coleta do Estudo 2	85
Figura 15: Gráfico representativo da distribuição de médias de ganho nas duas turmas no	

Estudo 2.....	86
Figura 16: Gráfico com as médias das turmas dos subescores do Estudo 2. O gráfico 1 refere-se ao Escore Número, o gráfico 2 ao Escore Tamanho e o 3 ao Escore Espaço	88
Figura 17: Evolução das médias dos Escores Totais das turmas nos três testes no Estudo 3.	94
Figura 18: Evolução das médias de desempenho em relação aos Escores Totais de cada turma no Estudo 4.....	102
Figura 19: Distribuição das médias individuais do Escore Total	102
Figura 20: Distribuição dos valores de ganho dos Escores Totais, de acordo com a condição experimental e controle	103
Figura 21: Médias e desvios padrão de desempenho das turmas nos três testes em relação ao Escore Energia-Força	104
Figura 22: Distribuição dos valores de ganho para o Escore Energia-Força	105
Figura 23: Distribuição dos valores de ganho do Escore Energia-Matéria	105
Figura 24: Média e Desvio Padrão das turmas nos três momentos de teste em relação ao Escore Energia - Matéria.....	106

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Dados gerais referentes ao Estudo 1	87
Tabela 2: Resultado do teste Kruskal-Wallis, comparando os ganhos entre os grupos Experimental e Controle no Estudo 1.....	88
Tabela 3: Frequência de acertos nas questões relacionadas às concepções alternativas comuns nos três momentos de testagem do Estudo 1	89
Tabela 4: Descrição dos dados gerais obtidos no Estudo 2.....	90
Tabela 5: Resultado do teste de Kruskal-Wallis realizada com os valores de ganho dos Escores Totais no Estudo 2.....	91
Tabela 6: Frequência de respostas na primeira parte do teste em relação à categoria NÚMERO	94
Tabela 7: : Frequência de respostas na primeira parte do Teste da PMN na categoria TAMANHO entre as partículas.....	95
Tabela 8: Frequência de respostas na primeira parte do Teste da PMN na categoria ESPAÇO entre as partículas	96
Tabela 9: Descrições principais dos dados coletados nos três momentos de testagem no Estudo 3	99
Tabela 10: Frequência das categorias de resposta definidas para as questões dissertativas do teste sobre Evolução.....	102
Tabela 11: Frequência das categorias de resposta para as questões objetivas do teste sobre Evolução.....	105
Tabela 12: Informações gerais sobre os dados coletados do Estudo 4.....	106
Tabela 13: Resultados do Teste de Kruskal-Wallis comparando os valores de ganho nos Escore Total no Estudo 4	108
Tabela 14: Frequência de ocorrência das concepções alternativas no Estudo 4	111

Sumário

1	Introdução	12
2	A teoria da Aprendizagem Significativa.....	18
2.1	Contribuições para a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.....	22
3	Construção de conceitos em Ciências e o papel das representações.....	27
3.1	Mudança conceitual e representacional no Ensino de Ciências	27
3.2	Questões relacionadas às representações externas.....	31
3.3	Questões relacionadas às representações internas.....	32
4	A ferramenta SOBEK: grafos e a tecnologia de Mineração de Textos	37
4.1	Estudos sobre a utilização do software SOBEK em práticas educativas	40
5	Estado da arte: construção automática de organizadores gráficos a partir de textos	43
6	Metodologia da pesquisa e desenho experimental	47
6.1	Metodologia	47
6.2	Caracterização do contexto do estudo	50
6.3	Materiais da intervenção	52
6.3.1	Os textos refutacionais.....	52
6.4	Estudo 1 - Energia no contexto do 8º ano	54
6.4.1	Descrição do estudo original.....	54
6.4.2	O tema integrado aos PCNs	55
6.4.3	Materiais da intervenção	56
6.4.3.1	TEXTO	57
6.4.3.2	TESTE	57
6.4.3.3	ANÁLISE E PONTUAÇÃO	59
6.4.4	Descrição do experimento	59
6.4.4.1	INTRODUÇÃO AO TEMA E CONCEITOS IMPORTANTES.....	59
6.4.4.2	– INÍCIO DO ESTUDO	60
6.5	Estudo 2 - Natureza Particulada da Matéria no contexto do 9º ano	63
	63.5.1 Descrição do estudo original.....	63

6.5.2 - O tema em relação aos PCNs	65
6.5.3 Materiais das intervenções	66
6.5.3.1 - TEXTO	66
6.5.3.2 TESTE	66
6.5.3.3 ANÁLISE E PONTUAÇÃO	67
6.5.4 - Descrição da Intervenção.....	69
6.5.4.1 INTRODUÇÃO DE CONCEITOS IMPORTANTES.....	70
6.5.4.2 INÍCIO DO ESTUDO	72
6.6 Estudo 3 –Evolução Darwiniana no contexto do 8º ano	75
6.6.1 Estudo de origem	75
6.6.2 O tema dentro dos PCNs	77
6.6.3 Materiais das intervenções	78
6.6.3.1 TEXTO	78
6.6.3.2 TESTE	79
6.6.3.3 ANÁLISE E PONTUAÇÃO	79
6.6.4 - Descrição do experimento	81
6.6.4.1 – INTRODUÇÃO AO TEMA E CONCEITOS IMPORTANTES.....	81
6.6.4.2 – INÍCIO DO EXPERIMENTO	81
6.7 - Estudo 4 - Energia no contexto do 9º ano	83
6.7.1 - O tema de acordo com os PCNs.....	83
6.7.2 - Descrição do experimento	84
6.7.2.1 – INTRODUÇÃO DE CONCEITOS IMPORTANTES.....	84
6.7.2.2 - INÍCIO DO EXPERIMENTO.....	84
7 RESULTADOS	86
7.1 Estudo 1 – Resultados	86
7.2 Estudo 2 – Resultados	90
7.3 Estudo 3 – Resultados	98
7.4 Estudo 4 - Resultados	106
8 DISCUSSÃO	114
Referências.....	123

1 Introdução

Um dos grandes desafios dos educadores é superar o baixo aproveitamento dos estudantes no que diz respeito à construção de conceitos ao longo de sua trajetória escolar. Muitos dos conceitos científicos não podem ser aprendidos a partir da empiria e em diversos casos são contra intuitivos. Essas e outras dificuldades inerentes à aprendizagem, somadas a questões metodológicas e do contexto em que se dão as práticas educativas, conduzem com frequência a uma associação entre aprendizagem de conceitos e a simples memorização de palavras sem significado real para o indivíduo. Tal postura acarreta prejuízos importantes na promoção de uma educação científica efetiva.

Estudos de grande porte realizados pela International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), divulgados através do documento Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS), produzem um panorama internacional do desempenho de alunos de diversos níveis escolares em testes padronizados de matemática e ciências. Parte da pesquisa divulgada no ano de 1996 apresenta os resultados obtidos entre alunos com sete e oito anos de escolarização, em mais de 15 000 escolas de 45 países (BEATON et al, 1996).

Os dados, particularmente os relacionados ao conhecimento de conceitos e modelos científicos, apontam que menos de 50% dos participantes conseguem responder corretamente a uma questão objetiva acerca do efeito da gravidade sobre uma maçã que cai. Em outra pergunta em que se solicitou o desenho do ciclo da água, menos de um terço das respostas foram consideradas completamente corretas (BEATON et al, 1996).

O panorama brasileiro está representado nos dados do PISA (Programme for International Student Assessment), realizado pela Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD). O estudo concluído no ano 2006 aprofundou-se na análise do nível de alfabetização científica dos estudantes de 15 anos pertencentes aos países membros da OECD e a um grupo de países parceiros, que juntos totalizam 90% da economia mundial (OECD, 2007).

Bybbe e colaboradores (2009), coordenadores do PISA 2006, aprofundam significativamente o que assumem como *alfabetização científica*, considerando em sua composição três dimensões distintas: *as competências esperadas* (subdividas nas competências de identificar questões científicas, explicar cientificamente os fenômenos e usar evidências científicas), *os conhecimentos sobre a Ciência* e *os conhecimentos da Ciência*. Nessa última, foram selecionadas três áreas de conhecimento que, no julgamento dos elaboradores do estudo, estão mais relacionados às situações vivenciadas no cotidiano de pessoas em qualquer lugar do mundo. Foram levantados dados sobre o conhecimento dos estudantes a respeito dos temas “Terra e Espaço”, “Sistemas Vivos” e “Sistemas Físicos”.

Atendo-se apenas aos dados referentes ao Brasil, o resultado mais evidente é a baixa colocação no ranking do desempenho global no teste, tanto em relação aos parâmetros estabelecidos pelos pesquisadores quanto ao desempenho dos outros países. O Brasil ocupava a 51ª posição entre 57 países. É importante apontar que nos escores parciais dos brasileiros, relativos a cada uma das dimensões da alfabetização científica e suas subdivisões, os itens com o desempenho mais baixo em relação à média estabelecida pela OECD são os conhecimentos sobre os temas Terra e Espaço e Sistemas Físicos (OECD, 2007).

Mesmo sujeitos a questionamentos sobre as diferenças de cada contexto educacional, esses dados salientam a necessidade do debate por parte de professores e pesquisadores em torno da aprendizagem de conceitos e teorias. Como já explicitado na definição do PISA sobre a alfabetização científica, os conhecimentos das matérias científicas não são os únicos nem os mais importantes dos componentes que capacitariam os estudantes a compartilhar da cultura científica. Entretanto, como afirma Moreira (2008) a partir dos avanços teóricos de áreas como a Psicologia Cognitiva e a Epistemologia, os conceitos são elementos centrais não só do progresso científico, mas também do pensamento humano e do desenvolvimento cognitivo.

A nova organização do fluxo de informação na sociedade, marcada pelo grande avanço e disseminação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), determina também novas formas de aprender. Outras competências são exigidas, uma vez que a descentralização e a fragmentação das informações e do conhecimento são alguns dos traços definitivos da cultura da aprendizagem contemporânea. Este contexto reforça a necessidade de investimento na substituição de modelos baseados em

memorização por modelos que busquem a construção de sentidos para este conhecimento fragmentado e parcial (POZO, 2002).

Apesar da diversificação atual de espaços, momentos e formatos para aprender Ciências (museus, teatros, comunidades de aprendizagem, produtos da indústria do entretenimento, etc.), o meio escolar ainda é fundamental na construção desses sentidos. A escolarização, que no contexto legal brasileiro tem caráter obrigatório, é um meio de difusão do conhecimento que se destina a alcançar a totalidade da população. Coll e Monereo (2010) salientam a importância da escola na formação do cidadão na chamada Sociedade da Informação (SI), promovendo experiências que podem contribuir não só com a apropriação das tecnologias pelos alunos, mas também com o ensino da filtragem e seleção de informações, com a produção de conhecimento, entre outros.

As novas organizações das estruturas sociais na SI trazem a necessidade de repensar os entendimentos sobre as práticas humanas em função do contexto tecnológico. Segundo Lalueza e colaboradores (2010), as ferramentas tanto permitem certas práticas institucionalizadas como também servem à sua manutenção quase inquestionável, principalmente devido a dimensões estruturais. Entretanto, ainda segundo os autores, é a prática social que define a relação entre a tecnologia e a prática cultural. Dessa forma, é fundamental a consciência do papel da escola na construção das práticas sociais e dos discursos que as permeiam.

Além da Educação, a evolução e a disseminação das tecnologias têm modificado diversas esferas da sociedade. A influência das distâncias geográficas e da temporalidade nas interações humanas, por exemplo, estão sendo reconfiguradas em um planeta conectado por meio da internet. Tanto o acesso a essa rede como a viabilização das ferramentas necessárias para atuar efetivamente nesse meio estão em ritmo constante de crescimento, contexto que pode ser considerado tanto causa como consequência da expansão dos liberalismos postos em prática ao longo do século passado (COLL; MONEREO, 2010, CASTELLS, 1999, BAUMANN, 2001, LALUEZA et al, 2010).

Esse cenário produz um grande volume de informação, que é apresentado em diferentes formatos midiáticos: além do texto escrito, agora é possível criar com facilidade figuras, sons, animações, vídeos, etc. Essa avalanche de artefatos culturais escoia por diversos canais, seja através dos familiares rádio e televisão, seja através da internet, onde são promovidos pelos grandes portais de informação, pelas páginas

personais e institucionais ou ainda compartilhados e reeditados de forma mais livre nas diversas redes sociais virtuais que crescem a cada minuto.

Os sujeitos que utilizam as TICs têm acesso a uma cibercultura caracterizada pela livre circulação de informações, pela hipertextualidade, e pela maior possibilidade de cooperação e colaboração. Suas práticas de aprendizagem tendem na direção da promoção da autoria, da autonomia e da autorregulação (WAQUIL; BEHAR, 2009). Nesse contexto, são fundamentais habilidades como a decodificação dos formatos representacionais da informação, a socialização das aprendizagens, a compreensão leitora permitindo a aprendizagem a partir de materiais escritos, entre outras.

Portanto, as escolas e os órgãos que as mantêm e fomentam precisam elaborar maneiras eficientes de lidar com o conhecimento e com as tecnologias em sala de aula, reconhecendo o potencial dessas últimas para promover avanços nas questões educacionais. O estudo apresentado nesta dissertação tem como uma de suas questões centrais as possibilidades oferecidas pelos recursos computacionais que permitem a utilização e reformulação da informação em diferentes formatos. A partir de pressupostos teóricos consistentes, alia-se esses recursos à importância da compreensão textual e das várias dimensões da representação (SCHNOTZ, 2002) para a prática educacional em Ciências.

Com o objetivo de apoiar-se no entendimento dos processos de aprendizagem, este trabalho assume uma abordagem da aprendizagem conceitual baseada em concepções construtivistas e cognitivistas desse processo. Utiliza-se como fundamentação a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (AUSUBEL et al, 1980; MOREIRA, 1999, 2007) e os estudos da Psicologia Cognitiva sobre as representações (STERNBERG, 2000, MOREIRA, 2005).

Este estudo propõe a análise do emprego de uma ferramenta de mineração textual para apoio à aprendizagem de conceitos em Ciências. A ferramenta, chamada SOBEK (REATEGUI et al, 2011), produz um organizador gráfico de informações - grafo - que associa imagens e termos relevantes de um texto, esses últimos selecionados estatisticamente por meio de processos algorítmicos baseados nas tecnologias de mineração textual. Dessa maneira, unem-se formas textuais e iconográficas de representação das informações na construção automática de uma rede de relações entre elementos relevantes. A interpretação do texto original e a construção de relações de

significado através da análise e da edição do grafo estimularia, em hipótese, o engajamento dos estudantes na compreensão do material de aprendizagem.

Portanto, define-se como objetivo desta pesquisa:

- Investigar como uma ferramenta baseada em mineração de texto e apresentação gráfica multirrepresentacional pode contribuir com o processo de construção de conceitos científicos.

A investigação foi baseada na identificação de *ganhos na aprendizagem conceitual*, sendo esses um aumento nas capacidades de:

- recuperação de informações;
- habilidade de realizar inferências a partir da compreensão do conceito estudado;
- habilidade de aplicar o conhecimento em situações novas; e
- modificação do conhecimento prévio em desacordo com as convenções científicas.

Quatro estudos foram realizados com a participação de estudantes das séries finais do Ensino Fundamental, considerando as exigências e especificidades correspondentes a esse nível educacional. Utilizando um desenho *quasi-experimental*, a emergência de possíveis ganhos na aprendizagem conceitual após o uso do SOBEK foi analisada em duas turmas de 8º ano e duas turmas de 9º ano de uma escola municipal da região metropolitana de Porto Alegre.

O sistema de mineração textual SOBEK, utilizado em atividades pedagógicas direcionadas, é proposto neste trabalho como uma ferramenta auxiliar na promoção da aprendizagem significativa. Esse processo caracteriza-se pelo relacionamento de novas informações à estrutura cognitiva pré-existente em cada sujeito de maneira substantiva e não arbitrária, promovendo a construção de novos significados. É por meio da aprendizagem significativa que ocorre a *aquisição ou aprendizagem de conceitos*, ou seja, a aprendizagem do significado dos atributos criteriosais do conceito (AUSUBEL, 1980).

Após esta introdução, é apresentado um dos referenciais teóricos que basearam este trabalho, a Teoria da Aprendizagem Significativa. O capítulo três apresenta uma abordagem sobre a construção de conceitos em Ciências e o papel da representação nesse processo, complementando o suporte teórico. No capítulo quatro, o programa SOBEK é mostrado em mais detalhes, assim como alguns estudos já produzidos sobre suas aplicações pedagógicas. O capítulo cinco busca identificar o estado da arte de processos de automatização ou semi-automatização de apresentadores gráficos de informação para fins educacionais. O capítulo seis discute a metodologia utilizada na pesquisa e descreve em detalhe o desenho experimental desenvolvido. O capítulo sete apresenta os resultados obtidos com a aplicação de tal desenho e, por fim, o capítulo oito procura sistematizar as conclusões pertinentes a este estudo, além de apontar algumas de suas limitações e perspectivas para seu desenvolvimento futuro.

2 A teoria da Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, inicialmente chamada de Teoria da Assimilação, apresenta-se como uma interessante proposta teórica a partir da qual é possível fundamentar a pesquisa sobre a aprendizagem conceitual e sobre as práticas educativas. Essa teoria tem recebido contribuições de outros autores, algumas das quais promovendo releituras ampliadas em função de influências como as teorias cognitivas contemporâneas da representação, entre outras (MOREIRA, 2007).

Trata-se de uma teoria de cunho cognitivista, uma vez que oferece hipóteses sobre o funcionamento da cognição humana, sobre os processos mentais através dos quais os indivíduos organizam a informação e a recuperam quando necessário. Tem como ponto de partida a ideia de que existe uma *estrutura cognitiva* com aspectos identificáveis, um complexo que possui conteúdos e uma forma organizacional, e considera que a aprendizagem ocorre quando são integradas novas informações a esta estrutura, promovendo sua reconfiguração (MOREIRA, 1999).

Professor Emérito da Universidade de Columbia em Nova Iorque, o médico norte-americano David Ausubel dedicou sua carreira ao estudo de diversos temas da psiquiatria e da psicologia educacional. Na década de 1960 lançou as bases da Teoria da Aprendizagem Significativa, apresentada de forma mais elaborada na obra *Educational Psychology: A Cognitive View*, de 1968. Mesmo abandonando a vida acadêmica no ano de 1973 para dedicar-se à prática psiquiátrica, Ausubel seguiu por muitos anos publicando livros e artigos que reiteram e aprofundam seu legado teórico, falecendo no ano de 2008¹.

O ponto central da teoria está no entendimento de que as informações são organizadas no cérebro humano formando uma hierarquia de conceitos. A aprendizagem significativa, ou seja, a aquisição de novos significados, ocorre quando novas informações se ancoram de forma não arbitrária e não literal nas estruturas cognitivas já existentes, dando origem a estruturas diferenciadas (AUSUBEL et al, 1980). As ideias pré-estabelecidas nestas estruturas e pertinentes ao novo material de

¹ Informações retiradas do site mantido pelo autor até seu falecimento e posteriormente por sua equipe, disponível em www.davidausubel.org – Acesso em 26/08/2013.

aprendizagem são denominadas subsunçores (MOREIRA, 1999). A importância atribuída aos subçunçores no processo de aprendizagem pode ser observada na afirmação de Ausubel de que o que “o aprendiz já sabe é o fator singular mais importante no que tange a aprendizagem” (AUSUBEL et al., 1980, p. 137).

A aprendizagem é entendida por Ausubel como uma mudança na capacidade anterior e posterior ao evento de aprendizagem e seus tipos se diferenciam em função da natureza da mudança por ela exigida, sendo que sua teoria ocupa-se apenas das variedades mais complexas de aprendizagem cognitiva significativa, especialmente da aprendizagem simbólica. A aprendizagem significativa é um processo que atravessa esses diferentes tipos de aprendizagens, assim como a aprendizagem automática. Esse último processo é o que ocorre quando há pouca ou nenhuma interação do novo conhecimento com os conceitos existentes na estrutura cognitiva, de forma que as informações ficam armazenadas de forma arbitrária e desfavorece-se a construção de relações de significado mais profundas e duradouras (AUSUBEL et al, 1980).

Ausubel define os processos da aprendizagem significativa e da aprendizagem automática como *qualitativamente descontínuos* em relação aos processos psicológicos envolvidos, mas admite a existência de eventos de aprendizagem que compartilham propriedades de ambos. Além disso, a natureza das tarefas ou as estratégias utilizadas pelos aprendizes para sua realização podem exigir que a aprendizagem significativa e a aprendizagem automática ocorram concomitantemente. O autor afirma que com frequência associa-se erroneamente a aprendizagem automática à aprendizagem receptiva, modelo básico do sistema acadêmico, onde o conteúdo é apresentado ao aprendiz sob uma forma final, cabendo a ele internalizar o material. Entretanto, a aprendizagem receptiva pode se dar de forma significativa, desde que a matéria seja compreendida e tornada significativa no processo de internalização (AUSUBEL et al, 1980).

Para a promoção da aprendizagem significativa é necessária a satisfação de algumas condições durante as situações instrucionais: além da existência de conhecimentos já estabelecidos na estrutura cognitiva que atuarão como subsunçores, a disposição do aprendiz para este tipo de aprendizagem e a estruturação potencialmente significativa do material a ser aprendido (MOREIRA, 1999). O potencial significativo do material depende tanto de seu significado lógico, entendido como a relação não arbitrária e substantiva com ideias relevantes que se encontram dentro do domínio

intelectual humano, como da disponibilidade de ideias relevantes na estrutura cognitiva particular de um sujeito (AUSUBEL et al, 1980).

Quanto aos resultados dos processos de aprendizagem significativa, Ausubel apresenta duas classificações que representam dimensões complementares. Uma destas classificações é a diferenciação das aprendizagens representacional, de conceitos e proposicional. A aprendizagem representacional consiste basicamente na atribuição de significados a símbolos, de maneira que dela dependem as outras aprendizagens. A aprendizagem de conceitos é um tipo específico de aprendizagem representacional, uma vez que também significa símbolos associando-os aos seus referentes. Entretanto, os conceitos são unidades genéricas ou ideias categóricas que possuem atributos essenciais, designados por algum símbolo ou signo, e tais atributos devem ser familiares ao aprendiz. Por último, a aprendizagem proposicional resulta na habilidade de aprender o significado de uma estrutura gerada pela combinação de palavras em uma sentença (AUSUBEL et al, 1980).

A aprendizagem de conceitos e sua ligação com a aprendizagem representacional são de particular importância para esta pesquisa, pois apresentam hipóteses elucidativas dos mecanismos essenciais pertinentes à questão de estudo. Ausubel propõe que a aprendizagem conceitual pode ocorrer de duas formas: através da formação de conceitos ou da assimilação de conceitos. A formação de conceitos diz respeito aos processos mais comuns nas fases iniciais da vida da criança, onde os atributos essenciais dos conceitos são abstraídos a partir da interação empírico-concreta com os referentes. Já a assimilação de conceitos é o processo que se dá quando os atributos essenciais são apresentados aos aprendizes através de definição ou contexto, sendo este o tipo principal de aquisição de conceitos no contexto escolar (AUSUBEL et al, 1980).

Tanto a formação quanto a assimilação de conceitos ocorre através da aprendizagem significativa, ou seja, os atributos essenciais dos conceitos são relacionados significativamente a elementos relevantes para a compreensão destes conteúdos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, promovendo a modificação tanto de tais estruturas como da nova informação aprendida. Os nomes dos conceitos, por sua vez, são aprendidos através da aprendizagem representacional significativa, que ocorre paralelamente à aprendizagem dos significados dos conceitos. Na medida em que o vocabulário do sujeito aumenta, novos conceitos podem ser definidos em função

de novas combinações de referentes presentes em sua estrutura cognitiva (AUSUBEL et al, 1980).

A outra dimensão referente aos resultados da aprendizagem pode ser diferenciada em função do tipo de modificações que ocorrem nas estruturas mentais e nas novas informações como resultado dos processos de organização e aquisição de significados na estrutura cognitiva (AUSUBEL et al, 1980). A aprendizagem do tipo subordinada acontece quando a informação nova apresenta uma relação de subordinação em relação aos conhecimentos pré-existentes, mesmo ocorrendo a modificação dos subsunçores em virtude do processo de assimilação. O termo *assimilação* é utilizado por Ausubel para definir a

relação entre uma(s) ideia(s) potencialmente significativa(s) e uma(s) ideia(s) relevante(s) existente(s) na estrutura cognitiva, o armazenamento do novo significado adquirido em ligação com as ideias de esteio a que está relacionado no curso da aprendizagem, e a sua redução subsequente e falta de dissociabilidade (AUSUBEL et al, 1980, p.522).

Já a aprendizagem superordenada ocorre quando um conceito ou proposição mais amplo é assimilado a partir de conhecimentos prévios mais restritos, passando a incorporá-los. Quando a informação que está sendo aprendida e as estruturas prévias não apresentam relações de subordinação ou de superordenação entre si, mas apresentam-se de forma relacionável sob algum aspecto de um conteúdo amplo ou da estrutura cognitiva como um todo, a aprendizagem é classificada como combinatória (AUSUBEL, et al, 1980).

Os processos através dos quais se efetivam estas aprendizagens são, fundamentalmente, os que Ausubel nomeia de diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (MOREIRA, 1999). A diferenciação progressiva está mais relacionada às aprendizagens subordinadas, provocando a modificação dos subsunçores de forma a culminar na diferenciação “de dois ou mais conceitos a partir de um conhecimento prévio indiferenciado” (POZO, 2002, p. 212).

A reconciliação integrativa, por sua vez, se relaciona mais às aprendizagens superordenada e combinatória, e consiste em “reconciliar ou integrar sob os mesmos princípios conceituais conhecimentos, tarefas e situações que anteriormente o aprendiz concebia de modo separado” (POZO, 2002, p. 213). Estudos realizados a partir da comparação de representações gráficas realizadas por novatos e especialistas em Física

sobre um determinado tema deste campo de estudo (mecânica), demonstram que o conhecimento explicitado pelos especialistas não é apenas mais diferenciado, como também mais integrado, apresentando uma organização conceitual mais hierarquizada (CHI et al, 1982).

2.1 Contribuições para a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel

O colaborador mais próximo de Ausubel foi o professor estadunidense da Universidade de Cornell, Joseph D. Novak, que trabalhou por muitos anos para o aprimoramento e ampliação da Teoria da Aprendizagem Significativa. Entre suas proposições, Novak traz uma perspectiva humanista à aprendizagem ao considerar que ela conduz ao engrandecimento humano, submetida, além das ações e pensamentos, também aos sentimentos e emoções envolvidas nas situações de ensino (MOREIRA, 2007).

De acordo com as ideias de Novak, “qualquer evento educativo é [...] uma ação para trocar significados (pensar) e sentimentos entre o aprendiz e o professor” (MOREIRA, 1999, pg 168). Os sentimentos dos aprendizes em relação a tais eventos influenciarão uma das condições fundamentais da aprendizagem significativa: a disposição para o envolvimento com esta atividade construtiva e positiva.

De maneira geral os fenômenos educativos envolvem, além do aprendiz, do professor e da matéria de ensino, a matriz social e a avaliação, sendo este último fator um determinante de muitos aspectos do processo de ensino-aprendizagem. A presença desses elementos tem implicações na ideia de que a aprendizagem significativa consiste em relações de troca, através das quais se dá significado aos novos conhecimentos. Os significados que os professores tentam compartilhar com os alunos são os que eles assimilaram a partir de sentidos consensualmente aceitos por uma comunidade (a científica, no caso das matérias científicas). Portanto, aprender Ciências é poder compartilhar significados com a comunidade científica e significados científicos em qualquer comunidade. (MOREIRA, 1999).

Outra contribuição muito importante de Novak foi a proposta dos mapas conceituais como estratégia facilitadora da aprendizagem significativa. O autor considera os mapas como representações válidas da estrutura conceitual/proposicional do conhecimento de um indivíduo (MOREIRA, 1999). Os mapas conceituais podem ser

considerados como “diagramas bidimensionais que procuraram mostrar relações hierárquicas entre conceitos de um corpo de conhecimento” (MOREIRA, 2006, p. 10).

Este recurso pode ser utilizado em qualquer nível educativo, seja como instrumento didático ou de avaliação, recurso metacognitivo ou para análise de conteúdo, entre outros. Conserva sempre seu caráter potencializador da negociação de significados, uma vez que proporciona o engajamento, individual ou coletivo, na produção de representações explícitas, abertas e relacionais de conceitos e proposições (MOREIRA, 2006).

A estrutura básica de um mapa conceitual consiste em conceitos destacados, ligados através de linhas que denotam a relação entre os conceitos. Estas ligações podem ser legendadas ou não, direcionadas ou não, guardando um sentido proposicional na relação representada (Figura 1). Idealmente, o mapa deve apresentar um conceito superordenado, sendo que cada conceito subordinado deve ser mais específico e menos geral do que o conceito que se encontra hierarquicamente acima, podendo conter exemplos nos níveis mais baixos (NOVAK;CAÑAS, 2006).

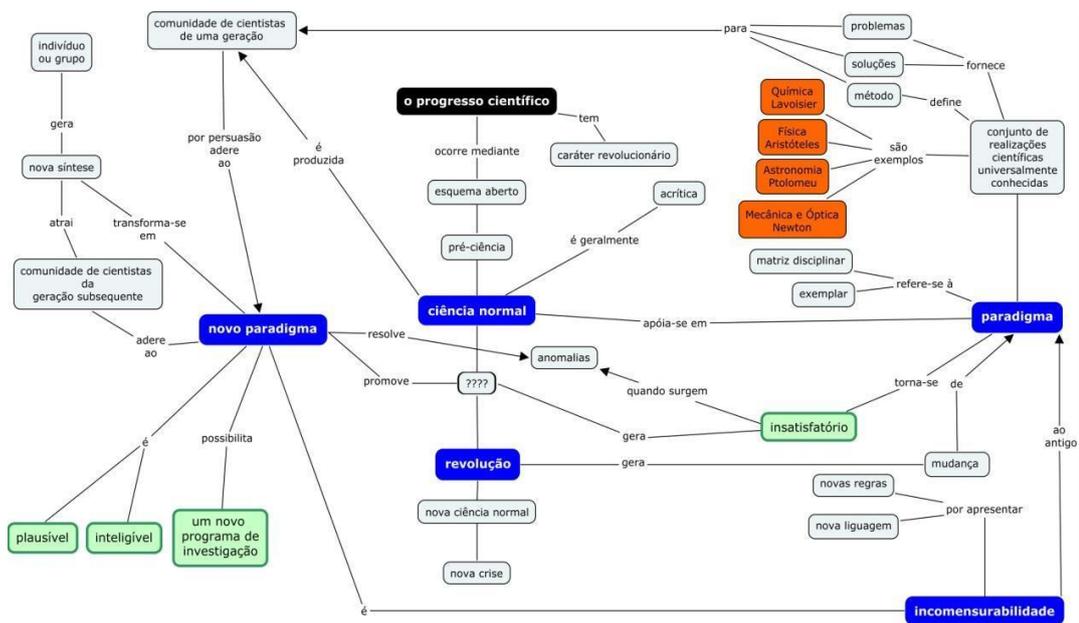


Figura 1: Exemplo de utilização do mapa conceitual como organizador de conhecimentos: mapa construído sobre um texto de Moreira (2010a), abordando a epistemologia de Thomas Khun

Em um estudo sobre o uso de mapas conceituais progressivos, Mendonça (2012) realiza uma extensa revisão de literatura a respeito da utilização de mapas conceituais na fase inicial da escolarização básica do Brasil e de outros países. Os estudos

consultados indicam que, de modo geral, os alunos apresentam uma melhoria na compreensão e na atitude conceitual a partir do uso da ferramenta, favorecendo a interpretação, a integração e a comunicação dos conceitos adquiridos. Além disso, a utilização dos mapas conceituais foi classificada como uma estratégia simples e prática, possível de ser incorporada nas práticas escolares cotidianas.

A ênfase no aspecto do interacionismo social na Teoria da Aprendizagem Significativa foi a contribuição de D. Bob Gowin, também professor da Universidade de Cornell. Influenciado pelos pressupostos vygostkyanos, aponta que “o processo ensino-aprendizagem é visto como uma negociação de significados cujo objetivo é compartilhar significados” (MOREIRA, 2007, p. 4), algo que ocorre na prática social.

Dessa maneira, Gowin propõe que a captação dos significados que perfazem essa negociação é algo anterior à aprendizagem significativa. A partir desta captação, o aprendiz pode decidir se quer aprender de forma significativa, engajando-se no processo. Isso aponta diretamente para a necessidade dos educadores preocuparem-se com o compartilhamento de significados entre todos os envolvidos no processo (MOREIRA, 2007).

Além das contribuições teóricas, Gowin também elaborou uma ferramenta para operar como estratégia facilitadora da aprendizagem, em que o objetivo central da atividade é a explicitação da estrutura do processo de produção de conhecimento. O *V Epistemológico*, *V de Gowin*, ou *Diagrama V* é um instrumento heurístico proposto para promover a representação dos conhecimentos gerados a partir de materiais instrucionais ou de pesquisa.

Sua estrutura baseia-se na ligação de eventos ou objetos, postos no vértice do V, a conceitos e fatos, em cada um dos lados do V, em resposta a uma questão-foco localizada no centro (Figura 2). O V de Gowin vem sendo proposto como um instrumento útil para destacar aspectos epistemológicos da produção do conhecimento, de maneira que pode ser aplicado tanto como ferramenta de aprendizagem como em atividades de análise de trabalhos científicos, análise de currículos, e avaliação da aprendizagem (MOREIRA, 1999).

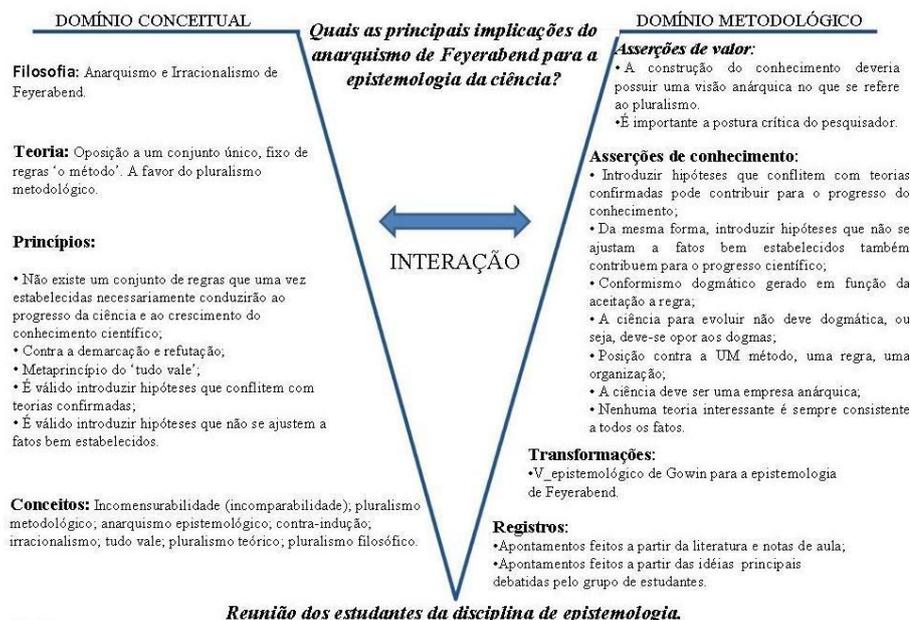


Figura 2: Exemplo de utilização do Diagrama V como organizador de conhecimentos: V de Gowin construído a partir de um texto de Moreira (2010b) sobre o ensino e a epistemologia de Paul Feyerabend

Por fim, apresentam-se as propostas de Marco Antonio Moreira, professor do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Físico de formação, Moreira obteve seu título de doutorado em Ensino de Ciências na Universidade de Cornell, onde pode trabalhar junto à Novak e Gowin². Compilada pelo autor na “Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica”, sua proposta teórica mantém as bases ausubelianas relacionadas aos aspectos cognitivos e, de forma geral, ao funcionamento dos processos de aprendizagem, mas traz ainda outras influências que a reescrevem em termos epistemológicos e filosóficos (MOREIRA, 2012).

A partir de uma perspectiva contemporânea que considera a necessidade de contextualizar a aprendizagem significativa a partir de tendências críticas, subversivas e antropológicas, o autor propõe alguns princípios norteadores das práticas pedagógicas:

1. Aprender e ensinar a partir das perguntas e não das respostas, centrando-se nos princípios da interação social e do questionamento.
2. Aprender através de distintos materiais educativos, descentralizando o papel dos livros didáticos nas práticas pedagógicas.

²

Informações obtidas na Plataforma Lattes, acesso em 20/08/2013

3. Consciência de que os seres humanos percebem o mundo e representam estas informações.
4. A linguagem está totalmente envolvida em todas as tentativas humanas de perceber a realidade.
5. Aprender a consciência semântica, ou seja, atender ao fato de que os significados estão nas pessoas, não nas palavras.
6. As aprendizagens ocorrem a partir da correção dos erros.
7. Necessidade de desaprender, isto é, não usar conceitos e estratégias irrelevantes para as situações vivenciadas.
8. As perguntas são instrumentos da percepção e as definições e as metáforas são instrumentos para pensar.
9. Abandonar o modelo da narrativa centrada na figura do professor e buscar a pluralidade de estratégia de ensino. (MOREIRA, 2012)

A Teoria da Aprendizagem Significativa e as contribuições apresentadas acima serviram como referenciais teóricos para a pesquisa aqui apresentada. Tanto o modelo explicativo para o fenômeno da aprendizagem quanto os princípios definidos para que este processo ocorra foram utilizados para construir as etapas de coleta de dados e as categorias analíticas às quais os dados foram submetidos.

3 Construção de conceitos em Ciências e o papel das representações

Aprender conceitos científicos é construir modelos mentais cientificamente plausíveis sobre o mundo e seus fenômenos, que sejam capazes de auxiliar o aprendiz a desenvolver modos de prever eventos, produzir explicações causais (de preferência baseadas em relações de interações) e conseguir socializá-las. Entretanto, os resultados de diversas pesquisas em Ensino de Ciências apontam que, mesmo após o período de educação formal, as explicações dos fenômenos dadas por sujeitos de diferentes níveis de escolaridade continuam baseadas em concepções intuitivas. Além disso, seus raciocínios não se baseiam em modelos sistêmicos e sim em modelos reducionistas e epistemologicamente fundados no realismo ingênuo. (HATANO; INAGAKI, 1997, BRAVO et al, 2012).

São diversas as questões a serem abordadas em relação à aprendizagem e ao ensino das matérias científicas, assim como sua interação com as demais áreas. Neste capítulo, apresenta-se uma fundamentação teórica para o ensino de conceitos científicos, seguida de uma perspectiva da representação do conhecimento e seu papel na aprendizagem.

3.1 Mudança conceitual e representacional no Ensino de Ciências

Até a metade do século passado, as influências do sucesso da ciência positivista no ensino de suas disciplinas produziram uma ênfase predominante na reprodução de procedimentos e metodologias utilizados nos laboratórios dentro das salas de aula. A partir dos anos 70, com o aporte das pesquisas cognitivistas e construtivistas, novos paradigmas foram adotados pelos estudiosos do Ensino de Ciências e dos processos de ensino e aprendizagem de uma maneira geral (ÖZDEMİR; CLARK, 2007). Passou-se a considerar os princípios da representação (STERNBERG, 2000) e a importância das concepções alternativas dos estudantes (POSNER et al, 1982), geradas a partir de suas

experiências cotidianas, sobre os fenômenos para os quais a ciência também propõe uma explicação.

As concepções alternativas podem restringir a aprendizagem por diversos motivos, seja por uma grande incompatibilidade entre as ideias do sujeito e as novas informações apresentadas, ou pela existência de concepções inadequadas de acordo com determinado ponto de vista que influenciam na construção dos novos conceitos (NOVAK; CAÑAS, 2006). A partir disso, desenvolveu-se um grande campo de estudo em torno da *mudança conceitual*, que pode ser compreendida como um tipo de aprendizagem significativa que reconstrói as estruturas cognitivas sobre um domínio específico (POSNER et al, 1982). Os estudos sobre a mudança conceitual produziram descrições sobre o conhecimento que as pessoas de diferentes idades têm acerca de determinados conteúdos e sobre os tipos de aprendizagens que podem ser promovidas em função dessas ideias prévias (BASTOS et al, 2001).

Em uma das obras fundamentais dessa linha teórica, Posner (1982) apontou algumas condições objetivas para ocorrência da mudança conceitual. Em primeiro lugar, o indivíduo precisa se tornar consciente da inadequação dos seus conhecimentos prévios, para que se permita considerar outras visões. Em segundo lugar, a nova informação deve ser inteligível, não apenas no sentido da decodificação de símbolos, mas em relação à sua estrutura cognitiva própria do indivíduo, possibilitando a construção de novas e significativas representações.

Além disso, a nova concepção apresentada precisa ser plausível, no sentido de ser coerente com outras teorias e ser capaz de solucionar os problemas gerados pelo conflito cognitivo com a concepção prévia. Por último, a nova concepção construída precisa ser produtiva, ampliando as possibilidades de investigação e de descobertas do aprendiz (POSNER, 1982).

Atualmente, revisões dos postulados iniciais das teorias sobre mudança conceitual vêm sendo realizadas, a partir de uma análise crítica de alguns tópicos conceituais importantes e das consequências que a ênfase nesses pontos produziram após 30 anos de aplicação e pesquisa. Vários autores salientam, por exemplo, a inadequação da abordagem do processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos como um processo de substituição das ideias prévias dos estudantes por ideias aceitas pela comunidade científica (MORTIMER, 1995, POZO, 1999,). Essa

abordagem aparecia com frequência associada às bases teóricas da mudança conceitual (BASTOS et al, 2001, GIL PÉREZ, 1999).

A partir de resultados encontrados na literatura científica, Mortimer (1995) afirma que as concepções alternativas não são abandonadas quando se constroem novas concepções. Evidências como a regressão dos estudantes às concepções prévias quando expostos a problemas não familiares indicam que essas concepções coexistem na estrutura cognitiva dos mesmos e que o processo de aquisição de novos conhecimentos é, muitas vezes, mais inconsistente do que o sugerido pelas primeiras proposições sobre mudança conceitual. Aparentemente, o que ocorre na maioria dos casos é o desenvolvimento paralelo de ideias, novas e já existentes, cabendo ao educador ajudar o estudante a perceber qual concepção é adequada para determinado contexto.

Ao destacar a complexidade do processo de aprendizagem, as revisões atuais apontam que nem sempre a insatisfação com a adequação das ideias prévias e a plausibilidade da nova informação são suficientes para que o estudante reformule seu conhecimento. Outros autores também fazem críticas ao status que as primeiras práticas baseadas nas teorias de mudança conceitual davam ao conhecimento científico em detrimento a outras formas de conhecer, e à ênfase excessiva à aprendizagem de conceitos (BASTOS et al, 2001).

Paralelamente, outra área de conhecimento avançou muito nos últimos anos e trouxe contribuições importantes para o campo do Ensino de Ciências. Trata-se da área da Psicologia Cognitiva, que estuda “como as pessoas percebem, aprendem, recordam e pensam sobre a informação” (STERNBERG, 2000, pg 39). As influências teóricas e epistemológicas deste campo de estudo partem dos princípios da psicologia, por sua vez alicerçados na filosofia e na fisiologia, e compõem-se ainda de recursos trazidos pelas disciplinas da linguística, da inteligência artificial, da psicologia biológica e da antropologia. Outro fator muito importante para o desenvolvimento do campo foi o surgimento de instrumentos como as tomografias computadorizadas, o imageamento por ressonância magnética e as tomografias com emissão de pósitrons, que permitiram um aprofundamento significativo no estudo da mente (STERNRBERG, 2000).

Entre os objetos de estudo da Psicologia Cognitiva está a representação do conhecimento na mente humana, ou seja, a criação e modificação de estruturas mentais que representam o conhecimento, mesmo na ausência do que é representado diante dos nossos sistemas perceptivos ou de algo que só está presente na imaginação.

Basicamente quatro componentes caracterizam as representações: *um mundo representado*, que são as coisas do mundo externo ou da imaginação a partir das quais as representações se formam; *um mundo representante*, que é domínio que contém as representações; *regras de representação*, que mapeiam o que é representado; e por fim, *um processo que usa a representação*, ou seja, que é capaz de interpretá-la (GRECA, 2005).

Unindo as perspectivas da mudança conceitual e da representação do conhecimento, Pozo (1999) aponta que a utilização eficaz dos conteúdos e princípios da Ciência por quem os aprende dependeria de uma mudança “nos processos e representações mediante os quais os alunos processam os fenômenos científicos, e não apenas no conteúdo dessas representações” (pg 514, tradução livre da autora). Para esse autor, a mudança conceitual deveria ser substituída pela ideia de *mudança representacional*, entendida como a tradução de uma representação a formatos e representações mais potentes e explícitos.

A produção dessas novas representações deve ocorrer a partir de processos deliberados e igualmente explícitos. Tanto as representações como os processos que as geram devem ser explicitados progressivamente, aludindo ao caráter metacognitivo e metaconceitual da evolução conceitual e da aprendizagem das Ciências (POZO, 1999). A aquisição gradual de uma consciência relativa à equivalência entre os conceitos os elementos que o definem, entre as representações e os conceitos e também entre diferentes tipos de representação permitiria ao aprendiz a ampliação das possibilidades de aplicar seus conhecimentos das Ciências e sobre a Ciência.

Antes de avançar na aplicabilidade de tais perspectivas no que concerne a esta pesquisa, é importante aprofundar o conceito de representação. Ao adotar os fundamentos da Psicologia Cognitiva como base teórica assume-se o pressuposto básico dessa área do conhecimento de que o funcionamento da mente é representacional e computacional. Isso quer dizer que esta visão da mente engloba representações mentais e “procedimentos computacionais que atuam sobre tais representações” (MOREIRA, 2005, pg 48). Tais procedimentos atuam decodificando, codificando e transformando as representações (GRECA, 2005).

A representação é entendida na Psicologia Cognitiva como qualquer notação, signo ou conjunto de símbolos que *voltam a apresentar* qualquer aspecto da realidade externa percebida ou ainda de nossa imaginação, independentemente da presença do

elemento representado. As representações podem ser do tipo internas ou externas. As representações internas ou mentais referem-se às formas em que codificamos os elementos em nossa mente. As representações externas são utilizadas para traduzir as informações em um formato externo à mente, e podem ser simbólicas, analógicas, pictóricas, etc. (GRECA, 2005).

3.2 Questões relacionadas às representações externas

A representação na forma de texto escrito, comuns no contexto escolar, e a representação nas formas identificadas por Schnotz (2002) como *apresentações visuais* (tradução da autora para *visual displays*) se diferem, segundo este autor, em função dos sistemas de signos utilizados. Adotando a diferenciação de Pierce (1906, apud SCHNOTZ, 2002) entre símbolos e ícones, entende-se que os símbolos, como os que são usados em textos, têm tanto sua estrutura como sua associação a um referente definidas basicamente por convenções. Em contraposição, os ícones, apresentações visuais como as figuras estáticas ou animadas, as ilustrações pictóricas e os mapas geográficos, são associados aos objetos ou situações em função de suas similaridades estruturais.

Essa última definição pode ser ampliada, uma vez que a similaridade é apenas um dos tipos de semelhança estrutural possível. Existem formas mais abstratas de compartilhamento estrutural de significado, como na correspondência entre gráficos e os dados que representam, ou ainda, na relação entre mapas de conhecimento que mostram a macroestrutura de um conteúdo e a correspondente estrutura deste conhecimento (SCHNOTZ, 2002).

Considerando essa caracterização e suas implicações, a explicitação do conhecimento e de seu processo de construção (POZO, 1999) depende das linguagens ou códigos comunicativos que o aprendiz domina. A produção científica e sua divulgação, incluindo os livros didáticos e outras fontes utilizadas nos contextos escolares, são compostas por diversas formas de representar o conhecimento, como as linguagens verbais (oral ou textual), pictórica, matemática, etc.

Entretanto, o que ocorre frequentemente é que alguns destes formatos não são familiares aos aprendizes, que apresentam dificuldades em interpretar, relacionar e utilizar os diferentes tipos representacionais. Além disso, muitas das estratégias didáticas utilizadas pelos professores não consideram esses aspectos de forma explícita ou mostram-se ineficientes na promoção da superação dessas dificuldades (DE FREITAS ZOMPERO; LABURU, 2011; MISHRA, 1999; LUZARDO; QUEVEDO, 2012).

Segundo alguns autores (YORE; HAND, 2010; HUBBER et al, 2010; TYTLER et al, 2006; DISESSA, 2004), um dos principais objetivos da educação científica deve ser o de fornecer ao aprendiz *recursos representacionais* que o instrumentarão para a vivência efetiva das práticas científicas. Esta postura reflete o entendimento de que as diferentes modalidades representacionais, assim como sua utilização por cientistas, professores e alunos, desempenham um papel fundamental para a compreensão dos conteúdos científicos.

O domínio dessas múltiplas modalidades constituiria um componente essencial da alfabetização científica que possibilitaria a construção de conhecimentos e o desenvolvimento das capacidades de comunicar e argumentar sobre as ideias coletivamente (YORE; HAND, 2010). DiSessa (2004) defende o desenvolvimento do que chama de *Competência Representacional Multimodal* (CRM) dos aprendizes. Essa competência seria fundamental para que os aprendizes não sejam apenas reprodutores do conhecimento e que estejam preparados para novas aprendizagens de forma mais autônoma. Esta é uma perspectiva que ganha ainda maior importância em função do contexto da evolução tecnológica e informacional, que populariza os recursos de produção e divulgação de formas representacionais diferenciadas.

3.3 Questões relacionadas às representações internas

Um consenso sobre uma caracterização mais profunda das representações internas ainda está longe de acontecer no campo da Psicologia Cognitiva (GRECA, 2005, COLE; MANDELBLATT, 2000, STERNBERG, 2000). Como é vasto o número de propostas teóricas, nesta dissertação serão apresentados apenas alguns pontos de vista sobre questões centrais em relação às representações, que permanecem ainda em

debate no meio científico e que se aproximam das propriedades emergentes do trabalho com a ferramenta SOBEK.

Uma das questões debatidas entre os psicólogos cognitivos se dá entre os *proposicionalistas* e os *imagistas*. Para os primeiros, todas as representações mentais seriam do tipo proposicional, caracterizadas por serem entidades individuais e abstratas, formuladas em um tipo de *linguagem, própria da mente*. As representações proposicionais seriam organizadas a partir de regras rígidas e, independente do formato e do meio pela qual a informação chegou ao indivíduo, elas conseguem representar o conteúdo ideacional da mente. (MOREIRA, 2005; GRECA, 2005).

Os imagistas, por sua vez, defendem também a existência das *representações analógicas*, que se caracterizam por serem não-individuais, concretas, regidas por regras mais flexíveis e se especificam a partir da modalidade e do canal de captação da informação representada (MOREIRA, 2005). A maioria dos estudos realizados nessa perspectiva aborda as imagens visuais, mas as representações analógicas podem estar associadas à recepção de informação por qualquer um dos meios sensoriais (GRECA, 2005).

O psicólogo Philip Johnson-Laird apresenta um constructo teórico como uma opção de síntese para este debate. Neste modelo, existem três formas de representação mental. As proposições são totalmente abstraídas e representam significados e, diferentemente das outras propostas teóricas, são necessariamente expressáveis verbalmente. As imagens, por sua vez, são bastante específicas e mantêm muito dos aspectos perceptivos do mundo representado, considerando um ângulo específico e detalhes particulares (MOREIRA, 2005).

O terceiro tipo de representação são os *modelos mentais*, caracterizados por representarem analogamente conceitos, objetos ou eventos de uma forma bastante abstraída. Esta analogia diz respeito a elementos espaciais e temporais captados pelos sentidos do que é representado. Entretanto, o modelo mental pode ser visto de qualquer ângulo e não necessariamente retém aspectos distintivos e particulares (MOREIRA, 2005).

Alguns resultados empíricos parecem apoiar a proposta de Johnson-Laird. Sternberg (2000) relata três experimentos, o primeiro explorando as reações de pessoas a descrições determinadas ou indeterminadas sobre um esboço espacial. O grupo que recebeu as informações determinadas, mais detalhadas, conseguiu fazer inferências

sobre informações espaciais não descritas, mas não lembravam muito bem dos detalhes presentes no texto descritivo. Por sua vez, o grupo que recebeu as descrições indeterminadas, menos detalhadas, não fez inferências sobre informações não inclusas, mas eram capazes de lembrar as informações do texto de uma forma muito mais exitosa do que outro grupo.

A interpretação desses resultados sugere que o primeiro grupo conseguiu formar um modelo mental apropriado do esboço espacial, o que os levaram a apoiar-se mais em seus modelos do que nas informações escritas. Por outro lado, o segundo grupo não conseguiria formar o modelo mental devido ao pouco detalhamento das informações recebidas, de maneira que havia muitas possibilidades para compor os seus modelos mentais. Esse grupo provavelmente representou as informações através de proposições.

Experimentos realizados com pessoas cegas ou surdas desde o nascimento parecem indicar que a imaginação espacial e a construção de modelos mentais não necessitam de representações análogas de imagens reais. Aparentemente, os estímulos provenientes do tato ou da audição podem, de alguma forma, promover a formação dessas estruturas através da imaginação mental (STERNBERG, 2000).

A existência de uma estrutura diferenciada em relação à representação mental de imagens é suportada por uma série de indícios empíricos. Estudos demonstram que as informações contidas em textos são mais facilmente recordadas quando ilustrações aparecem associadas ao material escrito (SCHNOTZ, 2002; GRECA, 2005). Mas as características das representações externas e sua influência na aprendizagem não se restringem apenas aos aspectos de memorização, pois também desempenham um papel importante na formação das estruturas mentais e na aprendizagem significativa.

De acordo com a Teoria da Codificação Dual, há diferenças nos processos de formação das representações mentais verbais e imagéticas. As premissas básicas dessa teoria foram estabelecidas inicialmente pelo pesquisador canadense Allan Paivio e seus colaboradores, sendo posteriormente ampliadas por autores como Alan Baddeley e Richard Mayer, entre outros (GIORDAN, 2005). O paradigma central da teoria consiste na aceitação, fundamentada através de uma sólida caracterização empírica, de que as informações verbais e as informações imagéticas são processadas pelo aparato cognitivo humano através de sistemas mentais separados, especializados respectivamente na representação e manipulação de cada tipo de informação (MAYER, 2002 e CLARK; PAIVIO 1991).

Paivio assume como estrutura básica da cognição uma rede de associações entre representações mentais verbais e não verbais, que são processadas através do desenvolvimento e da ativação destas estruturas. As representações são ativadas na memória em níveis variados, ou seja, uma pode ser ativada constantemente enquanto outra raramente o é, e a ativação de uma determinada representação pode ativar outras às quais se encontra conectada na rede. O contexto em que se dá esse processamento afeta diretamente a propagação da ativação, de forma que as experiências vividas pelo sujeito tem um papel central no desenvolvimento e na interconexão de tais representações (CLARK; PAIVIO, 1991).

O sistema verbal se ocupa do processamento das informações que chegam através de códigos visuais, auditivos, articulatórios e em outras modalidades específicas relativas à informação verbal, que em geral envolvem símbolos arbitrários denotando elementos concretos ou ideias abstratas. Os códigos verbais possuem identidades discretas que são mantidas mesmo quando conectadas em sistemas hierárquicos ou outro tipo de associação, e são geralmente processados de forma sequencial (CLARK; PAIVIO, 1991).

O sistema não verbal contempla imagens de modalidades específicas, sons ambientes, ações, sensações relativas a emoções, entre outras formas não-linguísticas. Estas representações não verbais são perceptivamente similares ou análogas ao que representam, e podem codificar informações de forma paralela ou simultânea. Esses dois sistemas funcionam em paralelo e de forma interligada, formando as *conexões referenciais*, ou seja, ligações entre as representações verbais e não-verbais de modo a formar uma complexa rede de associações das estruturas mentais (CLARK; PAIVIO, 1991).

Com base nos elementos teóricos até aqui apresentados, pretendeu-se analisar se as características e propriedades da ferramenta SOBEK podem, em hipótese, auxiliar a construção de representações mentais e a aprendizagem significativa. A utilização da ferramenta ocorreu em um contexto educacional escolar e a proposta pedagógica apresentada buscou promover um maior engajamento dos alunos na atividade de compreensão de textos e, de forma ideal, na aprendizagem de conceitos científicos a partir desses textos. A exploração do material escrito foi feita através da mediação da ferramenta computacional e do auxílio do professor, sendo esse último elemento

também muito importante considerando-se a idade e o nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos participantes do experimento.

4 A ferramenta SOBEK: grafos e a tecnologia de Mineração de Textos

Este estudo propôs a análise da utilização da ferramenta de mineração textual SOBEK como facilitador da aprendizagem significativa de conceitos científicos em ambiente escolar. A ferramenta foi inicialmente construída para apoiar professores na avaliação do processo de produção textual coletiva, com o objetivo de minimizar o trabalho de análise da grande quantidade de material que é produzido neste tipo de atividade. Através da construção de uma *Rede de Conceitos* a partir das produções textuais, o programa permitiu uma avaliação qualitativa dos textos de forma eficiente, mais rápida e menos trabalhosa, favorecendo assim o planejamento de práticas pedagógicas em função do desempenho dos alunos (MACEDO, 2010). A Figura 3 apresenta uma tela inicial da ferramenta SOBEK, na qual foi inserido um texto sobre a origem do universo³.

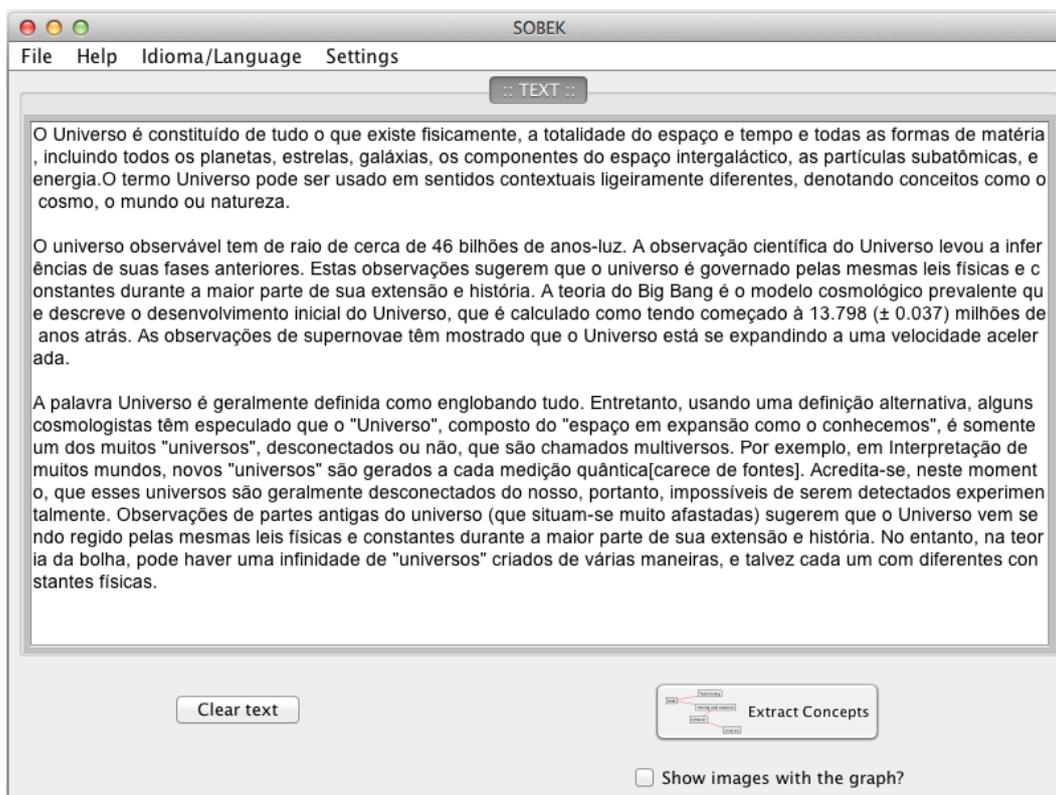


Figura 3: Tela inicial da ferramenta SOBEK

³ Excerto do artigo "Universo", retirado da enciclopédia Wikipedia, disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Universo>, acessado em 10 de outubro de 2014.

Ao clicar-se sobre o botão com rótulo Extrair Conceitos, a ferramenta realiza a análise do texto e retorna como resultado o diagrama de conceitos apresentado na Figura 4.

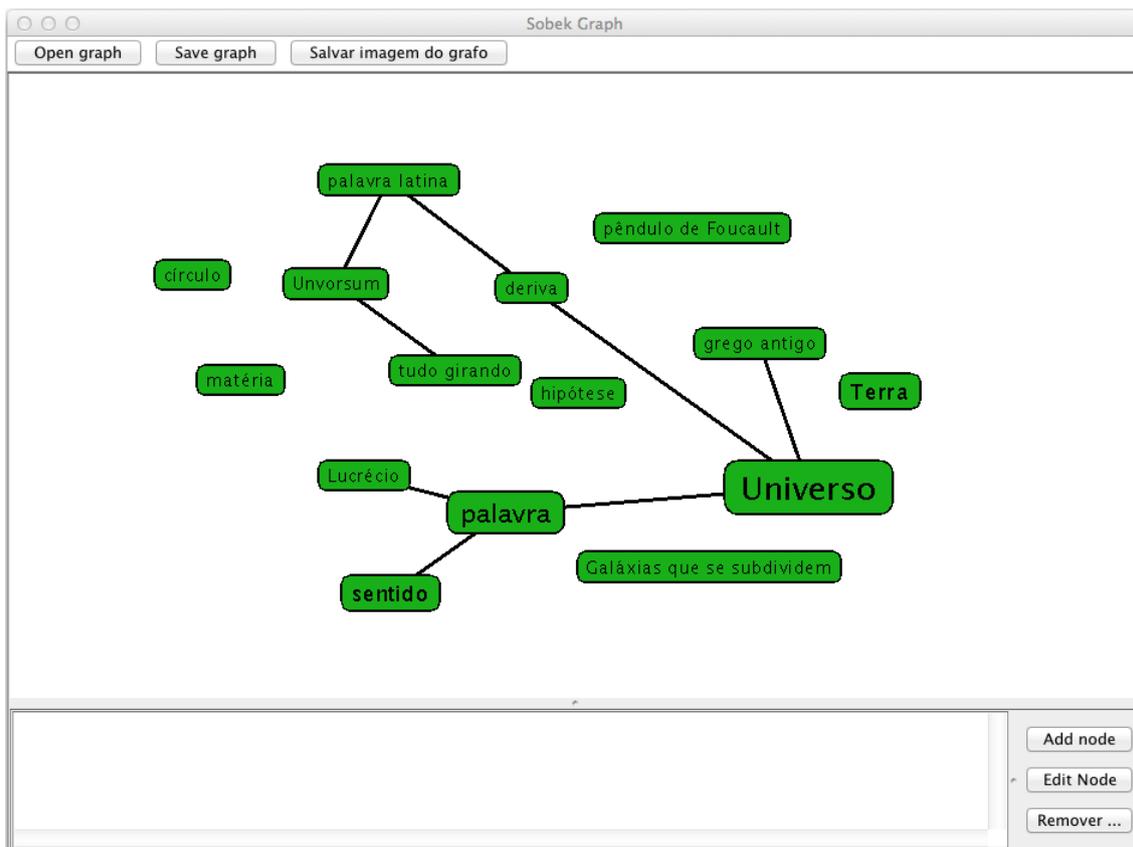


Figura 4: Diagrama extraído pela ferramenta do texto sobre a origem do universo

A mineração de textos busca maneiras de identificar padrões com significado relevante em grandes volumes de dados textuais não estruturados, com base em uma combinação de técnicas derivadas de áreas como a aprendizagem de máquina, processamento de linguagem natural, recuperação de informação e gestão do conhecimento. Este campo é derivado da mineração de dados, que é direcionada para a extração de informações úteis em bancos de dados estruturados e com a qual partilha muitas similaridades. Entretanto, a mineração de texto inclui também estratégias elaboradas em função das particularidades da linguagem natural (FELDMAN; SANGER, 2007).

Na ferramenta SOBEK, utiliza-se um algoritmo definido por Schenker (2003) que realiza uma análise estatística dos termos presentes no texto e os seleciona a partir

do valor absoluto de sua ocorrência. Este modelo de mineração textual, denominado *n-simple distance*, considera também as relações entre os componentes do texto, ligando cada termo estatisticamente relevante à N subsequentes palavras também relevantes.

Os dados extraídos do texto são apresentados em uma estrutura organizadora denominada *grafo*, uma forma de representar relações entre elementos de determinado conjunto. Esses organizadores são formados basicamente por dois componentes: os nós ou vértices, que contém as informações que representam os elementos relacionados, e as arestas, linhas que representam o relacionamento entre os nós (BERRY; LINOFF, 1997). Na versão da ferramenta SOBEK utilizada na pesquisa, após o processamento estatístico inicial o software realiza uma busca na internet por imagens associadas a cada um dos termos relevantes selecionados e as apresenta no grafo, junto ao nó correspondente (Figura 5).

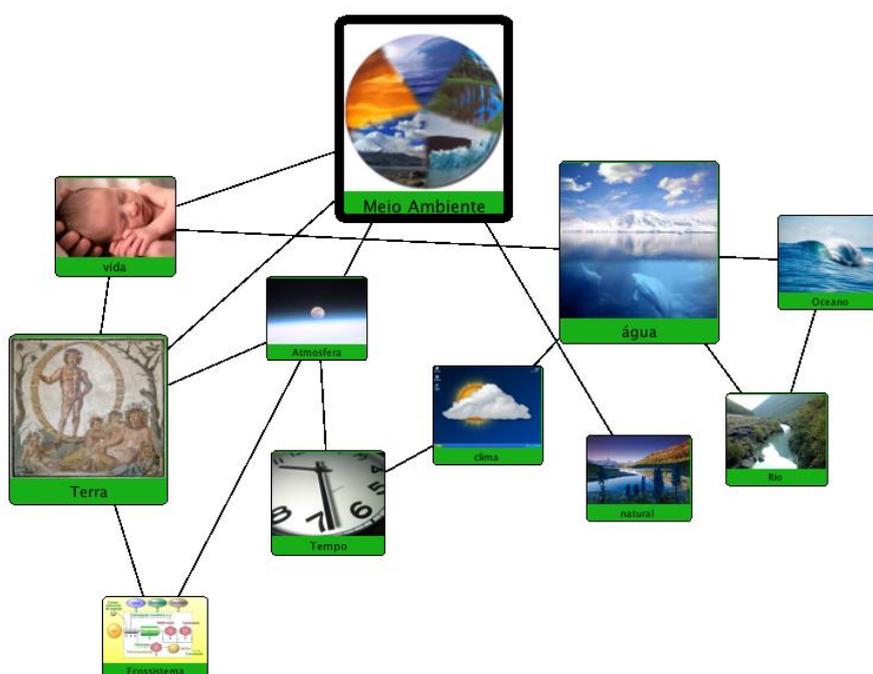


Figura 5: Grafo gerado pela ferramenta SOBEK a partir de um texto sobre meio ambiente

Os grafos gerados no SOBEK são editáveis, de maneira que é possível excluir ou inserir nós, alterar as relações entre os nós e modificar as imagens relacionadas a cada termo. É a partir do trabalho de interpretação e edição do grafo que se daria uma efetiva interação do aprendiz com seu material de estudo, pois nesse processo o texto escrito vai sendo explorado, reinterpretado e representado de formas diferentes. Através de cada modificação realizada, o aluno é estimulado a pensar sobre o termo, sua ligação

com os demais elementos do texto e também sobre as representações imagéticas associadas a ele e suas possibilidades.

4.1 Estudos sobre a utilização do software SOBEK em práticas educativas

O uso do aplicativo como ferramenta de aprendizagem já foi proposto e analisado em estudos anteriores, que testaram a aplicação do SOBEK com diferentes objetivos e em diferentes estratégias pedagógicas. Reategui et al (2012) propõe seu uso como apoio à sumarização de textos e realiza um estudo qualitativo com 20 estudantes de Ensino Médio, com idade entre 15 e 18 anos. Os sujeitos são estimulados a fazer um resumo de um texto seguindo um roteiro de instruções baseadas em certa definição da natureza do processo de escrita.

Em um primeiro momento que envolve o planejamento da execução da atividade, é realizada a leitura do texto seguida da utilização da ferramenta SOBEK a fim de permitir a identificação dos elementos importantes do texto e a organização das ideias dos estudantes. O terceiro passo é a revisão e edição do grafo, estimulando o aluno a fazer reflexões sobre o texto. No segundo momento, o da escrita propriamente dita, os sujeitos produzem seus resumos com o apoio do grafo e do texto original. Os dados foram gerados a partir de análise do material produzido, observações e captura de tela.

A análise dos escritos produzidos pelos alunos demonstrou que os alunos utilizaram em média 61,6% dos termos que constavam no grafo original. Isso indica que o grafo original necessitou de alterações para corresponder ao texto na opinião dos estudantes, o que indica que os alunos tiveram que se aprofundar na análise do texto para julgar as informações apresentadas pelo programa.

A avaliação dos textos produzidos pelos sujeitos da pesquisa demonstrou uma média alta (8,2) no quesito correspondente à identificação do tema. Uma possível relação entre a utilização do software e esse desempenho pode ser reforçada pelo resultado da análise das falas de alguns alunos coletadas através de entrevistas, que caracterizou a utilização do grafo como importante na identificação dos elementos principais do texto. Entretanto, a média na avaliação da organização textual foi de 5,5, o que pode ser atribuído à falta de uma estruturação no grafo que permita um ordenamento na sua interpretação. Já os vídeos produzidos pela captura de tela

demonstraram que para analisar os grafos os alunos precisaram reler o texto, possivelmente refletindo sobre a representatividade do grafo, podendo levar a uma melhor compreensão do material. Além disso, os alunos acessaram várias vezes o grafo durante a tarefa de escrita.

O estudo de Hessler e Reategui (2011) buscou demonstrar como a ferramenta SOBEK pode ser utilizada como apoio à compreensão textual, empregada como uma facilitadora no desenvolvimento de habilidades ao nível do sistema semântico. Em uma turma de 5ª série composta por 20 estudantes, os pesquisadores desenvolveram uma sequência didática envolvendo o software SOBEK como estratégia de leitura e compreensão de um texto literário. Os dados foram coletados através da análise das falas proferidas pelo grupo durante momentos de discussão sobre o sentido das palavras selecionadas pelo programa e das relações entre elas apresentadas, além da análise dos resumos produzidos pelos alunos e da resolução de um questionário de compreensão textual.

Percebeu-se que alguns alunos conseguiram utilizar a ferramenta para alcançar os objetivos propostos, identificando a importância de palavras que consideraram irrelevantes em uma primeira leitura do texto. Os alunos que não haviam conseguido responder o questionário após a primeira leitura conseguiram fazê-lo após a utilização da ferramenta e do debate em torno de seus produtos. Os que conseguiram produzir respostas antes da utilização da ferramenta complementaram suas respostas demonstrando um aprofundamento considerável na compreensão do texto. Não houve melhoras aparentes no desempenho de um pequeno número de alunos que demonstraram não entender o texto mesmo após a realização da atividade.

Klemann (2011), em seu estudo com 20 estudantes de segundo ano do curso Normal de Nível Médio, buscou investigar a aplicação de uma abordagem para apoio à leitura e produção textual utilizando a ferramenta SOBEK. A gravação das ações dos estudantes no computador permitiu a avaliação de todo o processo de pré-escrita e escrita, revelando a utilização de estratégias apresentadas pelos estudantes ao longo da atividade. O texto lido inicialmente para a apropriação do tema foi de maneira geral consultado diversas vezes durante a edição do grafo, indicando que os alunos buscaram uma compreensão mais profunda do texto em função dos questionamentos decorrentes da interpretação do grafo. As respostas fornecidas pelos estudantes em questionários abertos sobre suas impressões em relação ao uso do software indicaram que a

estruturação simplificada da forma como os termos importantes se relacionavam no texto auxiliou o planejamento da atividade de escrita.

A mineração de texto através do SOBEK também foi utilizada como apoio na produção de um gênero textual diferenciado incorporada à aprendizagem de línguas estrangeiras. As narrativas *fanfictions* são histórias publicadas na internet, escritas por fãs de universos ficcionais como filmes, livros ou séries, e sua produção é apresentada como um exemplo dos novos tipos de letramento decorrentes do uso da tecnologia. Recorrendo também à análise das gravações de captura de tela, Costa e colaboradores (2012) identificaram que a ferramenta desempenhou um papel importante na análise das *fanfictions* estudadas pelos seis sujeitos de pesquisa e na subsequente produção de suas próprias histórias. A análise dos dados fornecidos pelos participantes em questionários sobre a utilização do software reforça essa observação.

Os resultados obtidos nesses estudos indicam que o software SOBEK apresenta potencial para ser empregado como apoio na compreensão de materiais escritos de aprendizagem, estimulando um engajamento ativo do estudante na exploração do texto em função da análise do grafo. Além disso, a ferramenta computacional em estudo neste projeto utiliza diferentes formatos representacionais associados na forma de um organizador gráfico. O papel destes recursos como facilitadores da criação de relações de significado e, portanto, na aprendizagem significativa de conceitos, é apoiado em uma fundamentação teórica que contempla vários aspectos envolvidos no processo.

5 Estado da arte: construção automática de organizadores gráficos a partir de textos

Em praticamente todas as áreas de ensino, a cada ano surgem iniciativas que buscam integrar as tecnologias disponíveis às práticas educativas, com o intuito de torná-las mais efetivas. Giordan (2005) buscou fazer um retrospecto do uso das tecnologias no Ensino de Ciências, começando pelos primórdios da aplicação da computação na educação, com Seymour Papert e sua linguagem de programação LOGO, que tinha como objetivo fazer com que os alunos aprendessem a se comunicar com o computador. Seus criadores sugeriam que o raciocínio analítico utilizado na programação poderia ser transferido como recurso para a solução de outros problemas, e outras situações, hipótese que não foi verificada em uma série de pesquisas.

Além disso, Giordan (2005) cita os sistemas tutoriais, que foram aprimorados a partir das pesquisas sobre as concepções alternativas e os modelos mentais para fornecer os *feedbacks* aos usuários. São citados também os sistemas de *caixas de ferramentas*, o uso de simulações e animações e a comunicação mediada por computadores.

A mineração de dados, tipo de tecnologia no qual o SOBEK é baseado, tem crescido ultimamente em importância e interesse para os pesquisadores das áreas educacionais, que se ocupam em desenvolver métodos cada vez mais eficientes de explorar dados provenientes dos contextos educacionais. Esse investimento tem como objetivo, além da facilitação do manejo de dados, ajudar no entendimento dos processos de ensino e aprendizagem (REATEGUI et al, 2011).

Um dos diferenciais da ferramenta SOBEK em relação a outras abordagens da mineração de texto educacional é a apresentação dos resultados na forma de um grafo. O apelo visual dessa estrutura pode ser de grande valor para a aprendizagem, como demonstra a fundamentação teórica desta pesquisa. Outras ferramentas de mineração e análise de textos utilizam formas mais simples na apresentação dos resultados, como o destaque dos termos importantes no próprio texto (FRANTZI, 2000) ou a simples listagem das palavras por ordem de frequência, como na ferramenta Wordcounter (disponível em <http://www.wordcounter.net/>).

Na busca por trabalhos que relacionem a mineração de texto e uma apresentação visual dos resultados interessante do ponto de vista educacional, foram encontrados

alguns trabalhos sobre a transformação de textos em mapas conceituais. Sendo os grafos e os mapas conceituais tipos de organizadores gráficos de informação com características em comum, serão apresentadas algumas propostas que vêm avançando no processo de extrair informações de textos e apresentá-las na forma de mapas conceituais para serem utilizados com objetivos pedagógicos próximos ao desta pesquisa.

De acordo com a revisão bibliográfica realizada por Kowata e colaboradores (2009), cobrindo o período de 1994 à 2009, o interesse nos processos (semi) automáticos de produção de mapas conceituais tem crescido nos últimos anos, e muitas das abordagens propostas surgem a partir de motivações educacionais. As propostas podem ser dependentes ou não de um domínio de conhecimento específico e os mecanismos de mineração utilizados são baseados em Recuperação de Dados, Métodos Estatísticos, Mapeamento de Elementos, Métodos Linguísticos ou abordagens híbridas.

Clariana e Koul (2004) apresentam uma proposta para transformar textos de até 30 linhas em princípios de mapas conceituais. O método é dependente de domínio de conhecimento, uma vez que compara os textos inseridos no programa com uma lista de 30 termos importantes relacionados a algum tema que foram inicialmente selecionados por ocorrência em textos especializados e depois sofreram uma nova seleção realizada por um especialista na área de conhecimento. O software desenvolvido pelo grupo, *ALA-Reader*, compara a ocorrência dos termos entre a lista pré-definida e os textos inseridos no programa.

Com os termos selecionados são construídas proposições, e sua saída é em formato legível pelo software PCKNOT, que apresenta os dados no formato *Pathfinder network representations* (PFNets). O ALA-Reader apresenta as redes mais compatíveis com redes construídas por especialistas, através da atribuição de um escore de proximidade. Os produtos finais são chamados de *concept map-like*, uma vez que não apresentam os conectores entre os termos, assemelhando-se aos grafos do SOBEK. (CLARIANA; KOUL, 2004).

Para a validação completa da ferramenta, é necessário ainda verificar se as PFNets geradas realmente capturam as proposições principais dos textos. Os pesquisadores tentaram realizar esta validação através da comparação entre as escores das PFNets produzidas pelo ALA-Reader com escores dados por 11 pares de

avaliadores humanos. As avaliações produzidas pelo softwares foram moderadamente relacionadas aos escores combinados (Pearson $r = 0,69$).

A proposta de Pérez e Vieira (2005) baseia-se na seleção de termos através das técnicas de Extração de Informação de textos em linguagem natural, para processar textos de determinado domínio de conhecimento. Os pesquisadores descrevem cada uma das ferramentas que compõem seu protótipo para realizar as etapas da Extração de Informação: tokenização, análise léxico-morfológica, análise sintática, análise semântica, e resolução de co-referência. Adaptando a detecção das triplas sujeito-verbo-objeto, a técnica procura identificar argumento1 – relação – argumento 2 para a construção dos nós e dos conectores.

Para avaliar os resultados originados pelo protótipo, o grupo comparou triplas presentes em mapas conceituais feitos de maneira manual por dois sujeitos a partir de um resumo do texto utilizado no programa. Para a comparação, utilizou-se as medidas de abrangência (fração de itens recuperados relevantes, em relação aos relevantes na base de dados) e de precisão (fração de itens recuperados relevantes, em relação ao total de recuperados). Apesar de apresentarem médias de abrangência semelhantes (44% para o sujeito 1 e 46% para o sujeito 2), a precisão entre as triplas geradas das formas manual e automática foram baixas, (15% e 11%, respectivamente). Outra limitação do modelo é a construção de mapas não completamente conectados, em função de que a conexão entre os nós pode também se dar também em nível semântico, análise que precisa ser aperfeiçoada pelos pesquisadores.

Após a realização de sua revisão, Kowata (2012) e colaboradores também apresentaram um protótipo baseado em processamento de linguagem natural. Em sua proposta, as palavras do texto são separadas, classificadas, unidas pelas classificações e reconhecidas como candidatas a conceito ou à conectivo. A partir dessa avaliação, utiliza-se a construção de um grafo como antecessor do mapa conceitual. O algoritmo que gera o grafo compõe-se uma função heurística, onde caminha-se pelo grafo a partir de um vértice para encontrar candidatos à subsunçores. Conforme a distância entre os vértices, são estabelecidas as relações. Por fim, um módulo identifica os conceitos e links no grafo e os transforma em mapa conceitual. Na avaliação do grupo, os indicadores objetivos e quantitativos para a apuração da perda semântica do processo de construção do mapa apontam para uma revisão dos etiquetadores morfossintáticos do protótipo.

As propostas apresentadas para a automatização, ou pelo menos em parte do processo, da transformação de textos em organizadores de informação gráficos, mais especificamente dos mapas conceituais, estão em fase inicial de desenvolvimento. Entre as propostas apresentadas, algumas não foram testadas por usuários e outras apenas em estudos-piloto. Essas últimas análises são voltadas para a validação da ferramenta e não envolviam a aplicação da ferramenta em situações pedagógicas. É interessante notar a utilização frequente dos grafos, seja como apoio na construção do organizador ou como produto final.

Em relação às propostas apresentadas a ferramenta SOBEK apresenta-se em um estágio mais avançado de desenvolvimento, e segue sendo aprimorada continuamente uma vez que está integrada a diversos estudos em andamento no grupo de pesquisa GTech. O Gtech é ligado ao Programa de Pós-Graduação em Informática e Educação da UFRGS e a participação da pesquisadora no grupo permitiu que a ferramenta fosse customizada de acordo com as necessidades percebidas para o experimento.

Uma adaptação importante foi a reconfiguração do caminho para a função de abrir grafos já salvos, tornando essa tarefa bem mais intuitiva para os alunos. Além disso, a versão do programa com a apresentação de imagens junto aos nós do grafo foi fundamental para ampliar o papel das múltiplas representações de conhecimento nas sequências didáticas desenvolvidas no presente estudo.

Como colocado por Kowata et al, (2009), as soluções apresentadas tem o objetivo de superar as dificuldades de *começar do zero* a construção de organizadores gráficos de informação. Embora algumas propostas visem a não participação humana em todas as etapas do processo, essas são mais voltados para objetivos analíticos, computacionais, etc. As propostas com fins pedagógicos, em geral, valorizam a interação entre o aprendiz e a máquina, garantindo o protagonismo do sujeito no seu processo de aprendizagem.

6 Metodologia da pesquisa e desenho experimental

Este estudo teve como objetivo principal a análise do emprego do software SOBEK como ferramenta de apoio na aprendizagem de conceitos científicos no contexto escolar, mais especificamente, nas séries finais no Ensino Fundamental. Foram realizados quatro estudos independentes envolvendo duas turmas de 9º ano e duas turmas de 8º ano. O delineamento geral da pesquisa é descrito a seguir, juntamente com as justificativas para as opções metodológicas em função do objetivo definido.

6.1 Metodologia

A estratégia metodológica escolhida foi a realização de um estudo do tipo *quasi*-experimental, com a aplicação de pré-testes e pós-testes em grupos não equivalentes. Os desenhos experimentais e *quasi*-experimentais são aplicados quando o objetivo da pesquisa consiste no teste de hipóteses sobre causas e consequências nos processos estudados. Quando não é possível, por razões práticas ou éticas, ter um controle rígido das condições de aplicação das intervenções, critério essencial nos desenhos experimentais, são utilizadas as estratégias *quasi*- experimentais. (CAMPBELL et al, 1963).

Os mesmos instrumentos de coleta de dados foram aplicados antes (pré-teste) e depois (pós-teste) da intervenção pedagógica proposta no estudo, tanto nas turmas controle como nas experimentais. Esses instrumentos são descritos com mais detalhe no item 6.3 do presente capítulo. O pré-teste é um dos recursos utilizados para estabelecer o quão similares eram os grupos antes da intervenção, além de levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os temas tratados. Os resultados obtidos nos pré-testes e pós-testes foram comparados entre turmas do mesmo ano/série, de acordo com o esquema mostrado na Figura 6.

Foram realizadas duas etapas de coleta de dados. Na primeira etapa aplicou-se um pré-teste para as turmas controle e para as turmas experimentais, definidas assim de forma aleatória, sobre um conteúdo específico do currículo de cada ano (Tema 1

para turmas de 8º ano, Tema 2 para turmas de 9º ano). Nas turmas experimentais a intervenção foi realizada utilizando uma sequência didática que envolve a utilização da ferramenta SOBEK. Nas turmas controle, o texto foi explorado a partir da resolução de questionário. Após um intervalo de uma semana foram aplicados os pós-testes para todas as turmas.

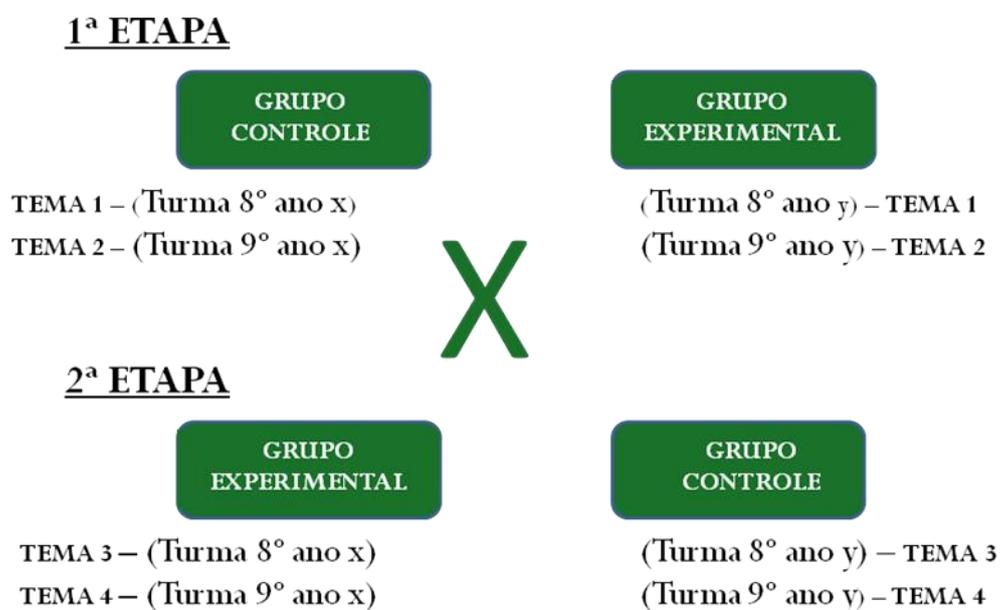


Figura 6: Desenho das etapas de coleta de dados

Na segunda etapa, utilizando outros conteúdos de aprendizagem (Tema 3 para turmas de 8º ano e Tema 4 para turmas de 9º ano, serão invertidas as turmas controles e experimentais, de forma que a turma que recebeu a intervenção com o SOBEK na primeira etapa será o novo grupo de controle, e vice-versa. O Quadro 1 apresenta o esquema básico das sequências didáticas, que podem ter sofrido pequenas adaptações em função do assunto trabalhado.

Nos desenhos experimentais, as variáveis dependentes podem sofrer alterações não devido à manipulação das variáveis independentes, mas sim devido a outros fatores que são denominados variáveis estranhas e que devem ser controladas a fim de não influenciarem as medições (GRAY, 2012). Era possível, neste caso, que os resultados estivessem sujeitos aos efeitos da adaptação dos alunos a uma metodologia de ensino diferenciada e às particularidades do uso do software.

Quadro 1

Esquema básico das sequências didáticas aplicadas no grupo controle e no grupo experimental

Grupo controle	Grupo Experimental
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pré-Teste; 2. Exposição oral introdutória realizada pelo professor (poderão ser utilizados outros recursos como vídeos, animações, simulações, etc.); 3. Leitura de texto sobre o tema; 4. Realização de estudo dirigido no formato de questionário, utilizando plataformas virtuais para a realização de tal recurso; 5. Produção textual; 6. Pós-teste. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pré-Teste; 2. Exposição oral introdutória realizada pelo professor (poderão ser utilizados outros recursos como vídeos, animações, simulações, etc.) 3. Leitura de texto sobre o tema; 4. Realização de estudo dirigido utilizando o SOBEK. Em relação ao grafo gerado pelo programa, será solicitado ao aluno: <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Análise, inclusão e/ou exclusão dos nós; 4.2 Análise, inclusão e/ou exclusão de relações entre nós; 4.3 Análise e alterações de imagens relacionadas aos termos do grafo; 5. Produção textual; 6. Pós-teste.

Para minimizar essa influência, foram desenvolvidas preliminarmente práticas envolvendo a construção de mapas conceituais e sua produção através do aplicativo Cmap Tools (disponível em <http://cmap.ihmc.us/download>), além de atividades baseadas na utilização do aplicativo SOBEK planejadas de forma diferente das sequências didáticas realizadas para a coleta de dados.

Os conteúdos abordados durante as intervenções fazem parte do currículo oficial da escola e são condizentes com as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para a disciplina de Ciências no Ensino Fundamental (BRASIL, 1997). Os temas foram escolhidos em função da sequência de trabalho desenvolvida pela professora ao longo do ano letivo e da disponibilidade de pesquisas já publicadas sobre o tema em relação à aprendizagem conceitual, os quais serão detalhados mais adiante.

6.2 Caracterização do contexto do estudo

A pesquisa foi realizada no Centro Municipal de Educação Básica Santo Inácio, pertencente à rede municipal de educação de Esteio, onde a pesquisadora é professora de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental. Esteio pertence à região metropolitana de Porto Alegre, distanciando-se 20 km da capital. A cidade apresentava, em 2010, um IDH de 0,754 e ao mesmo tempo encontra-se na faixa das cidades com maior índice de pobreza (27,6%) do Rio Grande do Sul⁴. No ano de 2012, possuía cerca de 82.000 habitantes e 11.482 matrículas no ensino fundamental, sendo 1.635 na rede privada, 2.255 na rede estadual e 7.592 na rede municipal (IBGE, 2010).

O CMEB Santo Inácio é uma das maiores escolas entre as 24 municipais, contando com 1.130 alunos matriculados, e funciona nos três turnos, oferecendo desde parte da educação infantil até as séries finais do ensino fundamental e a modalidade EJA. Além disso, promove em seu espaço os programas Mais Educação e Escola Aberta. Localiza-se em um bairro relativamente afastado da região central da cidade, próximo ao Parque Municipal Galvany Guedes, e atende a comunidade do Bairro Santo Inácio há 35 anos. Seu público é formado por estudantes de classes

⁴

A faixa de maior índice pobreza que varia 26,84% a 40,18%

sociais de menor poder aquisitivo, incluindo crianças em situação de extrema vulnerabilidade social.

A escola possui dois laboratórios de informática, um deles comprado com verbas próprias (o LABIN) e outro estruturado a partir do programa Proinfo do governo federal (o LATED). As intervenções ocorreram no LABIN, que é equipado com 15 computadores com sistema Windows (de versões variadas), acesso à internet de 10MB e uma impressora multifuncional (Figura 7).



Figura 7: Labin - Laboratório de Informática do CMEB Santo Inácio

Após a autorização da Equipe Diretiva da escola para a realização da pesquisa foram convidadas para participar duas turmas de 8º ano e duas turmas de 9º ano do turno vespertino. Ao final do estudo, o total de participantes que concluíram todas as etapas de coleta de dados é de 73 alunos.

As turmas têm entre 19 e 23 alunos e apresentam uma distribuição em relação aos sexos bem equilibrada, com exceção do 9º ano C, que é composto por 17 meninos e cinco meninas. Os alunos e suas famílias receberam as devidas orientações sobre o funcionamento e as implicações do estudo por escrito e a adesão se deu mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), apresentado no APÊNDICE A.

6.3 Materiais da intervenção

Considerando a possibilidade de a densidade conceitual e o nível de compreensão exigido pelo texto funcionarem como variáveis estranhas, influenciando significativamente o escore dos alunos (GRAY, 2012), optou-se por buscar na literatura textos utilizados em situações instrucionais já analisados em relação a algum aspecto ligado à aprendizagem de conceitos em Ciências. Uma opção que se enquadrou nos objetivos e no delineamento da pesquisa foi o uso dos textos refutacionais.

6.3.1 Os textos refutacionais

Os *conceptual change texts* (CCTs) utilizam a estrutura textual como estratégia para a promoção explícita de um conflito cognitivo. Se ocorrer a reestruturação do conhecimento prévio a partir da integração das novas informações é possível a construção de novos sentidos. Além disso, os CCTs buscam sempre a aplicação do conceito científico que abordam em explicações e exemplos que estejam o mais próximo possível das situações cotidianas (UZUNTIRYAKI; GEBAN, 2005).

Os textos refutacionais (TR) são um tipo específico de CCT, que se caracterizam por inicialmente evocar concepções alternativas comuns, levantadas em estudos anteriores, e em seguida refutá-las explicitamente. Logo após, são apresentados os argumentos aceitos pela comunidade científica e exemplos são explorados (TIPPET, 2010). Uma meta-análise realizada por Guzzetti e colaboradores (1993) sobre estudos que investigam efeitos de abordagens baseadas

nos princípios da mudança conceitual mostrou que a utilização dos TR é uma das estratégias mais eficazes na promoção da evolução conceitual.

É importante salientar que o papel do conflito cognitivo vem sendo revisado, assim como outros pontos das teorias sobre mudança conceitual. Algumas dessas revisões foram apresentadas na seção 3.1 deste trabalho. Resultados de estudos e certos posicionamentos atuais sugerem que a ênfase excessiva no conflito cognitivo pode ser desnecessária para a aprendizagem, e até mesmo provocar efeitos negativos (BASTOS et al, 2001).

De acordo com autores como Mortimer (1995) e Gil (1999), a promoção excessiva do conflito cognitivo tende a gerar consequências como o aumento da insegurança dos estudantes, assim como a inibição de expressar suas ideias prévias e uma rejeição ao processo de aprendizagem. O fato de que suas ideias iniciais são em geral rejeitadas pode fazer com que o estudante não se sinta à vontade em externalizar seu conhecimento prévio, principalmente quando o indivíduo não tem uma consciência metaconceitual desenvolvida e não está habituado a encarar ideias diferentes como hipóteses de trabalho.

Entretanto, os autores salientam que esse novo posicionamento não deve levar à eliminação total do uso do conflito cognitivo das práticas pedagógicas e sim à sua contextualização de forma que se evite o caráter estressante de confrontação. O questionamento das concepções alternativas será sempre importante para a produção e construção do conhecimento e precisa ser manejado de forma eficiente. Alia-se a esse posicionamento os resultados positivos observados com o uso dos textos refutacionais (GUZZETTI et al, 1993, TIPPET, 2010, MASON; GAVA, 2007, ÖZMEN, 2011, DIAKIDOY et al, 2003) para justificar a utilização desses no presente trabalho.

Portanto, através de revisão bibliográfica, uma série de estudos envolvendo os textos refutacionais foi levantada. Em uma seleção posterior foram definidos como critério de inclusão, principalmente, o nível de instrução dos sujeitos com os quais o estudo foi realizado. Dessa forma, buscava-se compatibilizar o nível de compreensão textual exigido pelo texto. Outro fator de inclusão foi a compatibilidade entre o conteúdo (conceito) abordado no estudo com o plano de estudos do CMEB Santo Inácio, apresentado no Apêndice A.

Foi possível reunir textos provenientes de três estudos. Um deles versa sobre Evolução Darwiniana (MASON; GAVA, 2007), que seria utilizado com alunos de 8º ano. O segundo texto selecionado fala sobre a Natureza Particulada da Matéria (ÖZMEN, 2011) e foi utilizado com os alunos do 9º ano. Por último, um trabalho sobre Energia (DIAKIDOY et al, 2003) foi adaptado e contextualizado de acordo com o plano de ensino de todas as turmas.

Cada um desses estudos originais é detalhado nas sessões seguintes, acompanhados da descrição das adaptações que foram necessárias para definir o desenho experimental do presente trabalho e as alterações realizadas para adequar o material à realidade dos alunos participantes. Após a descrição dos estudos originais, os conteúdos centrais dos textos refutacionais utilizados são contextualizados em relação às indicações dos PCNs (BRASIL, 1997), que orientam a construção dos planos de ensino da rede educacional brasileira.

6.4 Estudo 1 - Energia no contexto do 8º ano

O primeiro estudo foi baseado no artigo *Reading about energy: The effects of text structure in science learning and conceptual change*, realizado pelos pesquisadores Irena–Ana N. Diakidoy, Panayiota Kendeou e Christos Ioannides. O artigo foi publicado no ano de 2003, no periódico *Contemporary Educational Psychology*, nº 28.

6.4.1 Descrição do estudo original

O Estudo de Diakidoy e colaboradores (2002) apresenta um estudo *quasi*-experimental realizado com 215 alunos que cursavam a sexta série em escolas rurais do Chipre. O objetivo do estudo era avaliar se a leitura de textos refutacionais, utilizada em conjunto com a metodologia de ensino tradicional no sistema educacional cipriota, influencia no processo de mudança conceitual dos alunos em relação ao tema *Energia*. A metodologia tradicional identificada nas escolas cipriotas baseia-se, em sua maioria, em exposição oral por parte do professor,

demonstrações e resolução de exercícios que são basicamente questões e atividades pré-determinadas baseadas em repetição de informações ou sua aplicação a problemas muito similares aos apresentados pelo professor.

Os autores apontam o caráter abstrato e teórico do conceito de energia e apresentam algumas concepções alternativas comuns identificadas em estudos anteriores. Particularmente, os autores atêm-se a duas concepções alternativas principais: a energia entendida como uma entidade material e a não diferenciação entre os conceitos de energia e força. Essa última questão sofre ainda implicações decorrentes de especificidades da língua grega, que aumentam a possibilidade de construção de concepções não compatíveis com o conhecimento científico vigente.

Três tipos de tratamento foram distribuídos aleatoriamente entre três turmas: uma recebeu apenas a instrução tradicional sugerida pelo manual do professor do sistema educacional do país; o segundo tratamento utilizava um texto com estrutura expositiva como um recurso adicional à aula; e a terceira turma recebia o texto refutacional elaborado pelos pesquisadores, também como complemento à aula tradicional. Um teste foi aplicado um dia após a realização das práticas didáticas e reaplicado após um mês.

Como resultado, entre as questões consideradas pelos pesquisadores, identificou-se um efeito estatisticamente significativo da influência dos textos refutacionais nos scores totais dos alunos nos teste realizados. Em relação às concepções alternativas específicas abordadas no estudo, os textos refutacionais aparentemente influenciaram as respostas das questões que visavam identificar se houve a compreensão da diferenciação entre os conceitos de energia e força e entre matéria e energia no pós-teste imediato. Os autores ressaltam que as conclusões sobre os detalhes e resultados do processo de mudança conceitual não podem ser aprofundadas, pois as questões do teste não eram amplas o suficiente para permitir a realização de mais análises.

6.4.2 O tema integrado aos PCNs

O tema energia perpassa praticamente todos os ciclos dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências, abordado através de diversas de suas

características e implicações e em diferentes níveis de complexidade. No eixo *Terra e Universo* do quarto ciclo, são estudados os processos e ciclos de materiais e fluxos de energia naturais ou derivados das ações humanas. Relacionando-se com o eixo *Tecnologia e Sociedade*, busca-se que o aluno desenvolva habilidades e competências em identificar as diferentes tecnologias de transformação da energia e da matéria e suas implicações (BRASIL, 1997).

No eixo *Vida e ambiente*, o tema energia perpassa a compreensão indicada dos fenômenos químicos e bioquímicos (combustão, respiração celular, fotossíntese, etc.), que se ligam aos assuntos abordados no eixo *Ser humano e Saúde*. É indicado que os alunos compreendam a alimentação humana como, entre outras funções, um meio de obtenção de energia, e que o aproveitamento dos alimentos ocorre efetivamente em nível celular, englobando todas as células do corpo. É ressaltado que o papel do alimento como fonte de energia já é familiar aos alunos, de forma que é importante destacar também o papel no oxigênio e, portanto, do sistema respiratório no processo de aproveitamento energético (BRASIL, 1997).

Outro detalhe importante que relaciona esta pesquisa às orientações dos PCNs é o reforço encontrado no documento à atenção dada às diferentes representações que os estudantes utilizam e constroem. De forma bastante explícita, os PCNs de Ciências incentivam o uso de múltiplas formas de representar o conhecimento, e citam exemplos como desenhos, produção de esquemas, resenhas, debates, produção textual coletiva, ações de divulgação de informações na comunidade através de folhetos ou outros meios, etc. Salienta-se que o ensino de ciências não deve ser exclusivamente livresco, mas também promover o desenvolvimento de diferentes competências dos alunos.

6.4.3 Materiais da intervenção

Neste subcapítulo são descritos com mais detalhes as características do texto refutacional utilizado no experimento, assim como os objetivos do teste aplicado antes e após a leitura do texto.

6.4.3.1 TEXTO

O texto refutacional foi elaborado pelos pesquisadores com a intenção de destacar duas concepções alternativas muito comuns: a indiferenciação dos termos energia e força e a conceitualização da energia como uma substância.

Com quatro sessões e 1039 palavras, o texto estava disponível no apêndice do artigo (DIAKIDOY et al, 2002) em uma versão em língua inglesa. Esse texto foi então traduzido para o português e sofreu pequenas alterações para aproximar algumas expressões da compreensão dos alunos brasileiros. Buscou-se não alterar em nenhum momento o sentido das frases originais (APÊNDICE B).

6.4.3.2 TESTE

Segundo os autores, o propósito principal do teste era avaliar a aquisição dos conceitos apresentados no texto e, paralelamente, revelar até que ponto os estudantes conseguiram fazer a diferenciação entre força, energia e matéria. O teste (APÊNDICE F) possui duas partes: uma primeira (Teste A) composta por seis perguntas de respostas curtas e outra (Teste B) com 10 questões objetivas com duas alternativas de resposta. O quadro 2 apresenta as questões dos testes e seu foco conceitual.

As questões do teste são consideradas pelos autores como questões inferenciais, ou seja, a resposta para elas não estava presente explicitamente no texto, mas com a compreensão dos conceitos principais, é possível fazer inferências para respondê-las. Dessa forma, busca-se identificar o que aluno entendeu, e não a simples memorização das informações do texto. O teste foi validado a partir do cálculo de uma medida de consistência interna para instrumentos de medida com escolhas dicotômicas, Kuder–Richardson Formula 20. O resultado desse teste ($KR-20 = .56$) foi considerado aceitável para as condições do estudo e pela natureza do teste, que continha diferentes categorias de questões (DIAKIDOY et al, 2002).

Quadro 2

Questões do teste sobre Energia e seu foco conceitual

FOCO CONCEITUAL	QUESTÕES
FORMAS DE ENERGIA E SUAS CARACTERÍSTICAS	2A - Em um circuito elétrico fechado, qual(is) forma(s) de energia têm a bateria?
	3A - Em um circuito elétrico fechado, qual(is) forma(s) de energia uma bateria produz?
	5A- Um pão acabou de ser retirado do forno. Qual(is) forma(s) de energia ele possui?
	6A - Um gato roubou um peixe que estava saindo do forno e fugiu correndo. Qual(is) forma(s) de energia o peixe possui?
	2B - Uma lareira produz _____ energia do que uma lâmpada. (a) mais (b) menos
	5B - As energias química e elástica podem ser armazenadas. (a)Sim (b) Não
	7B - Um carro, para funcionar, necessita de (a) energia química (b) energia cinética
	8B - Dois carros, do mesmo modelo e com o mesmo número de passageiros, viaja pela estrada. A velocidade do carro A é 70 km/h, enquanto a velocidade do carro B é 100 km/h. (a)O carro A tem mais energia (b) O carro B tem mais energia
	10B - A energia química é emitida? (a) Sim (b) Não
DIFERENCIAÇÃO ENTRE ENERGIA E FORÇA	1A - Por que algumas vezes, quando estamos cansados, nós não conseguimos correr tão rápido como em outras vezes?
	1B - Quando uma criança e um adulto levantam uma caixa pesada, eles consomem: (a) quantidades iguais de energia b) quantidades diferentes de energia

	9B - Quando comemos, nós repomos nossa força perdida? (a) Sim (b) Não
DIFERENCIAÇÃO ENTRE MATÉRIA E ENERGIA	3B - Se usarmos um microscópio muito potente, poderemos ver a energia na gasolina? (a) Sim (b) Não
	4B - Os cientistas dizem que diferentes tipos de comida tem diferentes quantidades de energia. Eles sabem isso medindo a energia com escalas especiais de peso? a) Sim (b) Não
	6B - É possível pegar a energia contida no combustível e armazená-la em outro lugar? (a) Sim (b) Não

6.4.3.3 ANÁLISE E PONTUAÇÃO

Para a realização da análise estatística, as respostas dos alunos receberam uma pontuação dicotômica: se a resposta estava certa recebia 1 ponto e se estava incorreta recebia 0 pontos. A pontuação em cada questão era somada gerando um score bruto para cada aluno, que posteriormente foi transformado em proporções do total do teste. Um sub-score também foi calculado para categorias de perguntas relacionadas com a identificação das concepções prévias previstas no estudo.

6.4.4 Descrição do experimento

A seguir apresentam-se todos os passos metodológicos realizados no estudo, contextualizando as sequências didáticas nos pontos específicos dos conteúdos programados.

6.4.4.1 INTRODUÇÃO AO TEMA E CONCEITOS IMPORTANTES

Durante o estudo do Sistema Digestivo, abordou-se com os alunos as funções nutricionais dos alimentos e também as necessidades nutricionais do corpo humano: as necessidades regulatórias (sais minerais e vitaminas), as necessidades estruturais (proteínas e lipídios) e as necessidades energéticas (carboidratos e lipídios). A partir deste conteúdo, foram explorados alguns exemplos de produção, distribuição e utilização da energia no corpo. Os alunos foram indagados se já haviam pensado no consumo de energia nos seres vivos, em comparação com outras coisas que utilizam energia, como os aparelhos eletrônicos e os carros.

6.4.4.2 – INÍCIO DO ESTUDO

Na aula seguinte, foi aplicado o pré-teste (conforme o cronograma de realização do estudo, apresentado no APÊNDICE J), que levou 30 minutos para ser concluído na turma controle e 42 minutos na turma experimental. No restante da aula (pouco mais de uma hora) foram retomadas as reflexões da aula anterior e levantados a partir da contribuição dos alunos tipos diferentes de energia, fontes de energia e situações de consumo de energia. Foram trabalhados alguns conceitos importantes, como a própria definição de energia, assim como de força e trabalho, assim como são apresentados no livro didático de ensino fundamental utilizado pela escola (CARNEVALLE, 2012).

Foram também realizadas algumas demonstrações: na primeira, uma bateria foi ligada por fios em um LED, o conceito de circuito fechado foi apresentado e os alunos foram estimulados a pensar sobre quais tipos de energia estavam presentes nessa demonstração. Em seguida, o LED foi substituído por pequeno motor, e novamente os tipos e transformações de energia presentes foram debatidos.

As duas aulas posteriores (APÊNDICE J), de uma hora e quarenta e cinco minutos cada uma, foram dedicadas às intervenções. As duas turmas receberam um roteiro que deveria ser concluído em aula. Conforme apresentado no Quadro 3, o roteiro da turma controle continha a seguinte sequência de atividades:

Quadro 3

Roteiro de atividades entregue à turma controle do Estudo 1

Atividade	Conclusão
1. Leia TODO o texto “Energia” (O texto encontra-se na pasta “8º ano”, na área de trabalho dos computadores).	()
2. Acesse o endereço eletrônico ciencianatarde.blogspot.com.br e abra o questionário referente ao texto. Responda-o e envie para a professora	()
3. Solicite para a professora a impressão de seu questionário.	()
4. Escreva um texto de NO MÍNIMO 20 linhas sobre o que você entendeu do assunto estudado.	()

O endereço apresentado no blog (<https://app.evalandgo.com/s/?id=JTIDcCU5NWk=&a=JTk3ciU5NXEIOUE=>) remete a um questionário online, construído na plataforma Eval and Go (<http://www.evalandgo.pt/>). Esta ferramenta permite a aplicação de questionários à distância, oferecendo diversas opções para a construção dos instrumentos de sondagem e para a análise das respostas. Optou-se por essa ferramenta por sua praticidade, uma vez que vários alunos não possuíam e-mail, o que dificultava o envio de documentos para a professora. As questões respondidas pelos alunos estão apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4

Questionário sobre o tema energia realizado pela turma controle

<ol style="list-style-type: none">1. Para as Ciências, Força e Energia são a mesma coisa?2. Quando um adulto e uma criança levantam uma mala do chão até a mesa altura, quem faz mais força: a criança, o adulto, ou a força exercida é a mesma? Explique.3. A quantidade de energia gasta para levantar a mala do chão é diferente para a criança e para o adulto? Explique.

4. Para os cientistas, qual é significado da palavra "energia"?
5. Para os cientistas, qual é significado da palavra "força"?
6. Por que a expressão "Vou comer para recuperar as forças" está incorreta para os cientistas?
7. Caracterize os diferentes tipos de energia citados no texto (em que corpos se encontram, que efeitos causam nesses corpos, etc).
8. Todos os tipos de energia podem ser armazenadas? Explique.
9. É possível ver a energia? Explique.

A turma experimental recebeu um roteiro diferente (Quadro 5), que orientava os alunos a produzirem um grafo utilizando o programa SOBEK. Além da produção, os alunos deveriam também fazer a edição do grafo para deixá-lo o mais adequado possível para representar o texto. Depois de respondido o questionário na turma controle e da conclusão do grafo na turma experimental, os alunos das suas turmas deveriam fazer uma produção textual, com um mínimo de 20 linhas, resumindo suas aprendizagens ao longo dessas duas aulas. Na semana seguinte, foi aplicado o pós-teste imediato, que levou em torno de 30 minutos para ser concluído por todos nas duas turmas. Já o pós-teste tardio foi concluído em 35 minutos pela turma controle e 30 minutos pela turma experimental e foi realizado três meses depois do pós-teste imediato (conforme o cronograma apresentado no APÊNDICE J).

Quadro 5

Roteiro de atividades entregue à turma experimental no Estudo 1

TAREFA	CONCLUSÃO
1. Leia o texto “Energia” na íntegra (O texto encontra-se na pasta “8º ano”, na área de trabalho dos computadores) .	()
2. Utilizando o programa SOBEK, gere um grafo sobre o texto.	()
3. No grafo gerado, exclua os termos que você não considera relevantes.	()

4. Inclua termos importantes que não aparecem no grafo.	()
5. Avalie e modifique, se necessário, as relações entre os termos do grafo.	()
6. Avalie e modifique, se necessário, as imagens relacionadas a cada termo do grafo.	()
7. Solicite à professora a impressão de seu grafo.	()
8. Com base no grafo e em sua leitura e compreensão do material, elabore um texto sobre o que você entendeu desta unidade de ensino (no mínimo 20 linhas).	()

6.5 Estudo 2 - Natureza Particulada da Matéria no contexto do 9º ano

A análise realizada no Estudo 2 foi baseada no artigo *Effect of animation enhanced conceptual change texts on 6th grade students' understanding of the particulate nature of matter and transformation during phase change*, feito pelo pesquisador Haluk Özmen. O artigo foi publicado no ano de 2011 na revista *Computer & Education* nº 57.

6.5.1 Descrição do estudo original

Em seu trabalho, Özmen (2011) salienta a importância que a compreensão da Natureza Particulada da Matéria (NPM) tem em relação à aprendizagem de diversos outros conceitos que perpassam diferentes áreas de conhecimento como química, física, biologia e geologia. Por outro lado, o resultado de pesquisas anteriores indicam uma incompreensão generalizada em relação ao conceito nos mais diferentes níveis instrucionais. Uma das grandes dificuldades em relação à compreensão deste conceito é fazer com que o aluno diferencie os entendimentos sobre os níveis macroscópico e

microscópico, além de relacionar este conhecimento com as representações simbólicas usadas em cada nível.

A falta do uso da perspectiva tridimensional, comum nos formatos de aula mais tradicionais, colabora com a dificuldade de concretização dessas relações. As representações usadas são geralmente bidimensionais e estáticas, não refletindo a dinamicidade das interações entre as moléculas. O autor propõem-se a avaliar os efeitos da combinação entre o uso de animações, dando ênfase à tridimensionalidade e ao movimento das partículas, com a estratégia dos textos refutacionais em relação à aprendizagem da NPM.

Um estudo *quasi*-experimental, com a aplicação de pré-teste e pós-teste foi realizado com 76 alunos turcos que cursavam a sexta série, todos com nível socioeconômico similar. O grupo controle recebia uma instrução baseada no modelo tradicional de aula, enquanto o grupo experimental recebia uma instrução baseada na leitura de textos refutacionais e no uso de um programa de computador que simula interações moleculares.

Os quatro textos refutacionais elaborados para o experimento procuravam destacar algumas concepções alternativas típicas encontradas em estudos prévios. Mais especificamente, os textos abordavam confusões no entendimento das propriedades microscópicas e macroscópicas da matéria nos estados sólido, líquido e gasoso em função de variáveis como o resfriamento, aquecimento, aplicação de pressão e mudanças de fases. Dentre tais propriedades, o estudo se propôs a acessar as que dizem respeito a variações no número e no tamanho das moléculas, na velocidade de seu movimento e no espaço existente entre elas. Dois instrumentos de coleta de dados foram utilizados nos testes: o “Particulate Nature of Matter Concept Test” (ParNoMaC) e o “Transformation of Matter Statement Test” (ToMaSaT), ambos compostos por questões objetivas e produzido pelo grupo de pesquisa a partir de revisão na literatura.

Em relação à identificação de mudanças conceituais nos modelos construídos pelos sujeitos, medidos no ParNoMaC, as análises indicaram uma diferença estatisticamente significativa entre os escores médios no pós-teste imediato, sugerindo que os alunos que utilizaram os TRs combinados com as animações foram mais bem sucedidos nos testes. Entretanto, de acordo com Campbell et al (1963), a não existência de diferença significativa no pré-teste não é suficiente para determinar a equivalência entre os grupos e há a possibilidade de os escores nos testes serem casualmente

extremos, de forma que a análise estatística utilizada no estudo pode não ser a mais adequada ao desenho experimental escolhido.

Uma análise de covariância (ANCOVA) também foi realizada para comparar a retenção de conhecimentos dos estudantes após o período entre a realização do pós-teste imediato e do pós-teste tardio. O escore no pós-teste imediato foi utilizado como covariável. Os resultados indicaram que mesmo com os dois grupos diminuindo a pontuação no pós-teste tardio essa regressão foi maior no grupo controle. A análise da porcentagem de respostas corretas nos pós-testes do tipo ToMaSaT, da mesma maneira, levou o pesquisador a apontar indícios de que a utilização de TRs e animações constituem uma metodologia de ensino mais efetiva do que a instrução tradicional.

Para os objetivos do presente estudo, os testes e os textos originais sofreram algumas modificações e adaptações. O tratamento estatístico dos dados também foi diferente do que foi proposto por Özmen (2011). Tais modificações e opções metodológicas, assim como os objetivos específicos e o detalhamento dos testes, serão descritos mais adiante.

6.5.2 - O tema em relação aos PCNs

Uma das características dos PCNs é a proposta de interligação entre diversos níveis de abordagem em relação a certos processos e, conseqüentemente, à aplicação dos conceitos a serem estudados. As características e propriedades da matéria analisada em seus níveis mais profundos de constituição, como as células e as moléculas, podem ser relacionadas com a compreensão dos diversos fenômenos que ocorrem na biosfera, na atmosfera, na litosfera e na hidrosfera, envolvendo tanto os eixos *Vida e Ambiente* quanto *Ser Humano e saúde*. Os ciclos da matéria podem fazer pontes com as explicações e definições do comportamento molecular, colocando-o em uma perspectiva mais contextualizada (BRAZIL, 1997).

Apesar de desaconselhar o aprofundamento de questões que ocorrem nos níveis moleculares e atômicos, ressalta a importância de que o aluno compreenda que a matéria é formada por partículas (átomos e moléculas). Da mesma forma deve-se tratar a compreensão de que diversos fenômenos se explicam a partir dos arranjos existentes entre as partículas. O tratamento de fórmulas químicas deve ser feito de modo

qualitativo, focando nos reagentes, produtos e condições das transformações químicas (BRASIL, 1997).

6.5.3 Materiais das intervenções

A seguir serão descritos os materiais utilizados no Estudo 2, assim como as adaptações que se fizeram necessárias.

6.5.3.1 - TEXTO

No estudo original (Özmen, 2011) foram utilizado quatro textos refutacionais. Entretanto, apenas dois deles estavam disponíveis junto ao artigo publicado e não houve resposta às tentativas de contato com os pesquisadores. Dessa forma, um terceiro texto foi elaborado pela pesquisadora, abordando a propriedade da *velocidade das partículas*.

O texto foi produzido com a intenção de seguir o modelo dos textos do estudo original, tanto em relação ao vocabulário quanto, quando possível, em relação aos fenômenos e conceitos problematizados nos textos originais. O texto foi revisado por uma professora do PPGEdu/UFRGS, que apontou a ausência de um destaque ao motivo principal da alteração nas propriedades das partículas: o nível energético. Entretanto, como o estudo propõe-se a abordar apenas algumas das características do comportamento da matéria e considerando o nível educacional dos alunos e sua pouca familiaridade com o nível molecular, a pesquisadora optou por abordar apenas três aspectos: variações na velocidade de movimento, no número e no tamanho das moléculas. Os textos utilizados encontram-se nos APÊNDICES C e D.

6.5.3.2 TESTE

O estudo de Özmen (2011) utiliza dois instrumentos de medida, mas a publicação não fornece na íntegra o teste denominado ParNoMaC . Portanto, para o presente

estudo, o teste utilizado foi uma composição a partir de algumas questões do ParNoMaC presentes no artigo, o ToMaSaT, disponibilizado em Özmen e Kenan (2007), e questões elaboradas pela pesquisadora (APÊNDICES G e H). As questões elaboradas pela pesquisadora seguem o modelo das questões inferenciais utilizadas por Mikkillä-Erdmann (2001), em que desafiam o aluno a inferir uma resposta a partir da compreensão dos conceitos do texto (Questões 7B e 8B do teste apresentado no APÊNDICE H). As questões 1B e 2B tem o objetivo de identificar a capacidade de recuperação das informações apresentadas aos alunos.

6.5.3.3 ANÁLISE E PONTUAÇÃO

Para avaliar o desempenho dos alunos nos testes antes e depois da intervenção experimental, foi estabelecida uma pontuação mista, ou seja, considerando o caráter quantitativo e qualitativo das respostas. As questões objetivas receberam o valor 1 (um) quando corretas e 0 (zero) quando erradas. As questões dissertativas foram analisadas por cinco avaliadores, todos pós-graduados em áreas das Ciências Biológicas e com experiência no ensino da disciplina. Os avaliadores basearam-se em categorias elaboradas pela pesquisadora para avaliar as respostas, às quais foram atribuídos valores. A descrição da definição das categorias e o valor atribuído a cada uma são mostrados no Quadro 6.

Quadro 6

Categorias para avaliação qualitativa das respostas aos testes e a pontuação correspondente

Questão	Descrição das categorias e pontuação
Questão 1B - Explique por que a maioria das substâncias se expande quando aquecida e se contraí quando esfriada.	A - Não pertinente/pouco claro. - 0 pontos B - Fornece informações corretas, porém isoladas, em relação ao conceito estudado. - 1 ponto C - Fornece informações relevantes, mas insuficientes para considerá-las completamente corretas. - 2 pontos D - Fornece uma resposta considerada
*Questão de recuperação de informações	

	<p>completamente correta (levando em consideração a diferenciação entre os níveis macroscópico e microscópico, e as propriedades da matéria em cada um destes níveis. No nível molecular, atentar às referências para as principais concepções alternativas analisadas no estudo: mudanças no tamanho e número de moléculas e a existência de espaço entre as moléculas em cada estado físico). - 3 pontos</p>
<p>Questão 2B - Existe ou não existe espaço entre as partículas que formam uma substância quando ela está no estado sólido?</p> <p>*Questão de recuperação de informações</p>	<p>A - Não pertinente/pouco claro. - 0 pontos</p> <p>B- Fornece informações corretas, porém isoladas, em relação ao conceito. -1 ponto</p> <p>C- Fornece informações relevantes, mas insuficientes para considerá-las completamente corretas. - 2 pontos</p> <p>D- Fornece uma resposta considerada completamente correta (levando em consideração a diferenciação entre os níveis macroscópico e microscópico, e as propriedades da matéria em cada um destes níveis. No nível molecular, atentar às referências para as principais concepções alternativas analisadas no estudo: mudanças no tamanho e número de moléculas e a existência variável de espaço entre as moléculas em cada estado físico) - 3 pontos</p>
<p>Questão 7b - Um estudante de química afirma que se fosse possível enxergar as partículas de uma substância, veríamos que suas partículas aumentam de tamanho quando a substância se expande devido a um aumento em sua temperatura. Você concorda com esse estudante? Justifique sua resposta.</p> <p>* Questão inferencial</p>	<p>A- Não pertinente/pouco claro. - 0 pontos</p> <p>B - Fornece informações corretas, porém isoladas, em relação ao conceito estudado. 1 ponto</p> <p>C - Fornece informações relevantes, mas insuficientes para considerá-las completamente corretas. Não distingue os níveis macro e micro da matéria. 2 pontos</p> <p>D - Fornece informações relevantes, mas insuficientes para considerá-las completamente corretas. Distingue os níveis macro e micro, mas comete pequenos erros que comprometem a resposta. - 3 pontos</p> <p>E - Fornece uma resposta considerada completamente correta baseada nos textos lidos (levando em consideração a diferenciação entre os níveis macroscópico e microscópico, e as propriedades da matéria em cada um destes níveis. No nível molecular, atentar às referências para as</p>

	principais concepções alternativas citadas acima: mudanças no tamanho e número de moléculas e a existência de espaço variável entre as moléculas em cada estado físico). - 4 pontos
<p>Questão 8B- Dentro de um termômetro existem milhares de milhares de partículas de mercúrio. Se aquecermos este mercúrio até ele passar da fase líquida para a fase gasosa, o que acontecerá com o número de partículas de mercúrio que havia dentro do termômetro? Explique sua resposta.</p> <p>* Questão inferencial</p>	<p>A - Não pertinente/pouco claro. - 0 pontos</p> <p>B - Fornece informações corretas, porém isoladas, em relação ao conceito estudado. - 1 ponto</p> <p>C - Fornece informações relevantes, mas insuficientes para considerá-las completamente corretas. Não distingue os níveis macro e micro da matéria. - 2 pontos</p> <p>D - Fornece informações relevantes, mas insuficientes para considerá-las completamente corretas. Distingue os níveis macro e micro, mas comete pequenos erros que comprometem a resposta. - 3 pontos</p> <p>E - Fornece uma resposta considerada completamente correta baseada nos textos lidos (levando em consideração a diferenciação entre os níveis macroscópico e microscópico, e as propriedades da matéria em cada um destes níveis. No nível molecular, atentar às referências para as principais concepções alternativas citadas acima: mudanças no tamanho e número de moléculas e a existência de espaço variável entre as moléculas em cada estado físico) - 4 pontos</p>

Depois de categorizadas, as respostas foram valoradas e, junto à pontuação obtida nas perguntas objetivas, compuseram o escore total de cada aluno. Estes escores foram posteriormente transformados em proporções e foram calculados também subescores, referentes às questões que abordam cada uma das concepções alternativas que são alvo desta intervenção.

6.5.4 - Descrição da Intervenção

A seguir descreve-se todos os passos realizados durante o estudo 2.

6.5.4.1 INTRODUÇÃO DE CONCEITOS IMPORTANTES

Inicialmente foram introduzidos alguns conceitos importantes para a compreensão do texto a ser trabalhado para todas as turmas. Após a abordagem dos níveis de organização da matéria, dos seus estados físicos e das transformações de estado físico (com a utilização de animações, disponíveis em <https://www.youtube.com/watch?v=4LxJ8v8X6xs> e <https://www.youtube.com/watch?v=dHRLdx7v1pA>), foram feitos também modelos moleculares de argila (Figuras 8 e 9). Orientados por ilustrações, os alunos modelaram moléculas como a cafeína, uma cadeia de DNA, um cristal de NaCl, moléculas de água, entre outros exemplos. Na mesma atividade, foram trabalhadas escalas de tamanho das moléculas comparadas com escalas métricas, na intenção de tentar demonstrar a diferença entre os níveis macroscópico e microscópico.

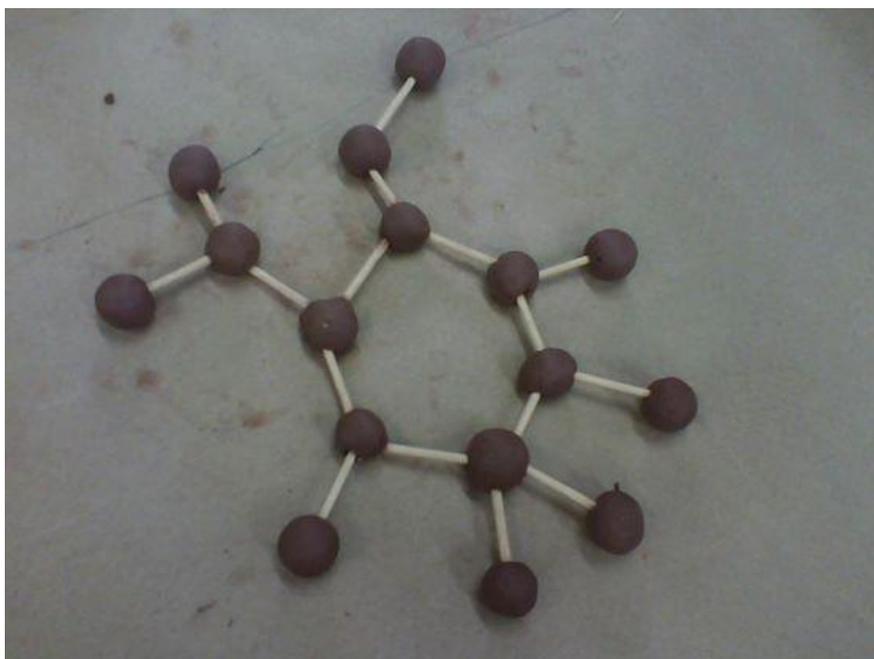


Figura 8: Foto de modelo de argila de uma molécula de cafeína, produzida pelos alunos do 9º ano C



Figura 9: Alunos concluindo um modelo de cristal de NaCl

Ainda para contextualizar o tema em uma sequência didática, foram realizados com as turmas dois experimentos sobre a expansibilidade dos materiais (retirados de http://www.ciencia.ao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=fef&cod=_asmoleculasseafastamcomocalor). Na primeira experiência, os alunos colocavam uma bexiga na boca de um balão volumétrico, e esse era inserido em um recipiente com água quente. Logo, a bexiga se enche (devido à expansão do ar que havia dentro do balão volumétrico) e os alunos foram estimulados a explicar o fenômeno.

Na segunda experiência, um balão volumétrico foi preenchido com água gelada e vedado com uma rolha na qual se acoplava uma pipeta Pasteur de vidro (Figura 10). Os alunos foram orientados a marcar o nível da água na pipeta antes e depois de inserir o balão volumétrico na bacia de água quente, e novamente os resultados observados foram discutidos. Ao final da aula, as conclusões dos alunos foram sistematizadas e algumas correções foram feitas para que a propriedade de expansibilidade da matéria ficasse mais clara para os estudantes.

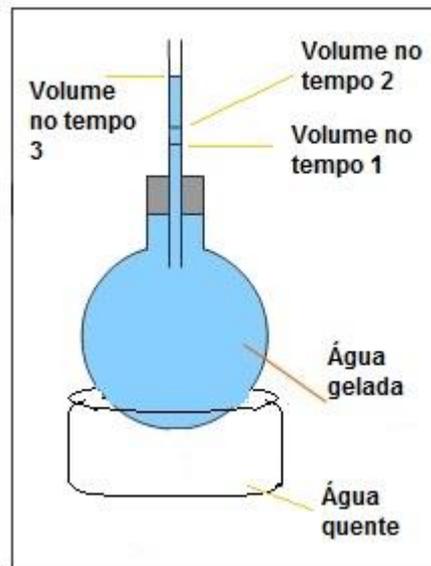


Figura 10: Figura esquemática representando a experiência realizada. Adaptado de <http://ahmadalmomani84.blogspot.com.br> (acesso em 31/10/2014)

6.5.4.2 INÍCIO DO ESTUDO

O cronograma de realização dos experimentos está detalhado no APÊNDICE J. O pré-teste (APÊNDICES G e h) foi aplicado da mesma maneira nas duas turmas: de resolução individual, em salas de aula regulares, levando em torno de 45 minutos para todos os indivíduos de ambas as turmas concluírem o teste. Tanto na turma experimental como na turma controle, um esquema das transformações de estados físico da matéria (semelhante ao apresentado na Figura 11) foi apresentado no quadro, com a intenção de que problemas na diferenciação dos processos de transformação não interferissem no desempenho dos alunos no teste.

Os alunos distribuíram-se em pares nos computadores do laboratório de informática e foram orientados a seguir roteiros de atividades semelhantes aos apresentados no Estudo 1, com informações adaptadas para a situação atual. Os textos estavam disponibilizados na área de trabalho dos computadores e a leitura foi realizada no ritmo determinado por cada dupla. Os alunos do grupo controle deveriam acessar o endereço eletrônico de um questionário virtual (<https://app.evalandgo.com/s/?id=JTIDbyU5M28=&a=JTk3ciU5NXEIOUE>), respondê-lo e

enviar para a professora. As questões que compunham o questionário referiam-se à simples recuperação de informações do texto e estão elencadas no Quadro 7.



Figura 11: Representação do esquema apresentado aos alunos durante os testes. Fonte: <http://www.infoescola.com> (acesso em 31/10/2014)

Quadro 7

Questões respondidas pelos alunos da turma controle

1. O que são os fenômenos macroscópicos?
2. O que são os fenômenos microscópicos?
3. O que acontece com um objeto, macroscopicamente, quando o aquecemos?
4. Como se caracterizam, microscopicamente, todas as substâncias?
5. O que acontece com a velocidade das partículas de uma substância quando a aquecemos?
6. É correto dizer que, quando uma substância se expande, o tamanho de suas partículas também se expande? Por quê?
7. Se uma porção de água foi aquecida até certa temperatura e passou do estado líquido para o estado gasoso, o tamanho das partículas da água, na forma de gás, estão maiores? Por quê?
8. O fato de as substâncias aumentarem seu volume quando aquecidas ocorre devido ao aumento do número de partículas que forma a substância? Justifique.
9. Se 10 gramas de água líquida fossem transformadas em vapor, quantos

gramas de vapor d'água teríamos?

10. Quando uma substância está no estado sólido, existe algum espaço entre suas partículas? Justifique.

11. O que acontece com o espaço entre as partículas de uma substância quando ela passa do estado sólido para o estado líquido? E do estado líquido para o estado gasoso? Por que isto acontece?

12. Por que o espaço ocupado por um gás pode variar?

13. Concluindo, quais são as propriedades que realmente mudam em uma substância quando há variações em sua temperatura ou quando ocorre uma mudança de estado físico?

Após a conclusão do questionário, os alunos realizaram uma produção textual com um mínimo de 20 linhas elaborando suas próprias conclusões sobre o tema Natureza Particulada da Matéria. Para a conclusão do roteiro de atividades foram utilizadas uma aula de uma hora e 50 minutos e outra de 55 minutos distribuídas de acordo com o cronograma de aplicação das intervenções, apresentado no APÊNDICE J.

No grupo experimental, a distribuição e a organização dos alunos para a leitura do texto nos computadores deu-se da mesma forma que no grupo controle. Após a leitura, os alunos seguiram um roteiro semelhante ao apresentado na descrição do Estudo 1, com orientações para que os alunos produzissem e editassem os grafos através do SOBEK.

A execução desta sequência didática durou uma aula de uma hora e 50 minutos e outra aula de 55 minutos, conforme o cronograma de aplicação das intervenções (APÊNDICE J). Os grafos editados pelos alunos (Figura 12) foram impressos e colados junto às produções textuais nos cadernos.

Uma semana após a conclusão das sequências didáticas descritas acima foi aplicado o pós-teste imediato, idêntico ao pré-teste. As questões foram respondidas individualmente e sem consulta a materiais e as turmas levaram 55 minutos para concluir o teste. O pós-teste tardio foi realizado sob as mesmas condições, três meses após o pós-teste imediato.

As concepções alternativas especificamente consideradas pelo grupo de pesquisa foram selecionadas a partir de seu aparecimento em levantamentos anteriores sobre o conhecimento prévio de diferentes grupos de sujeitos. A primeira refere-se a perspectivas criacionistas em relação à origem das espécies. A segunda é a ideia de que todos os exemplares de uma espécie são iguais, o que não explicita a importância da variabilidade aleatória intraespecífica. Aborda-se ainda a ideia de que o conceito *luta pela sobrevivência* envolve necessariamente uma luta em termos físicos e por fim, o entendimento muito disseminado de que do processo evolutivo é resultante da vontade ou da necessidade de mudar dos indivíduos.

As autoras tinham ainda o objetivo de analisar as influências das concepções epistemológicas dos sujeitos no processo de mudança conceitual, ou seja, das suas ideias sobre o conhecimento e o conhecer. Em pesquisas anteriores, aponta-se que indivíduos que acreditam que o conhecimento se constitui de informações inequívocas e isoladas e que é absoluto e estável tem mais dificuldade em modificar suas concepções sobre determinado assunto. Da mesma forma, esta modificação ocorre menos frequentemente quando os indivíduos acreditam que a aprendizagem é um processo rápido e que as habilidades de conhecer são imutáveis, enquanto os que apresentam uma concepção do processo de aprendizagem como mais longo e maleável tem maior sucesso na modificação de seu conhecimento prévio.

Entre outras questões de pesquisa, o estudo procurou analisar se as mudanças conceituais sobre a seleção natural e evolução biológica poderiam estar relacionadas com as crenças epistemológicas, com a estrutura textual (a dos textos refutacionais) ou com alguma interação entre ambas. Buscou-se identificar tais mudanças nas explicações dadas pelos estudantes antes e depois da intervenção experimental.

O estudo foi realizado em escolas públicas no sudeste da Itália com 110 alunos cursando a oitava série. Os testes realizados antes e depois da leitura dos textos refutacionais continham quatro questões objetivas e cinco questões dissertativas do tipo *geradoras*. De acordo com Vosniadou (1994), esse tipo de questão apresentam um problema que deve ser resolvido a partir uma representação (modelo mental) apropriada sobre o conceito

O estudo identificou uma influência estatisticamente significativa entre o desempenho dos alunos e suas crenças epistemológicas e o tipo de texto recebido. Além disso, uma interação entre as três variáveis (desempenho, crenças epistemológicas e tipo

de estrutura textual) também foi identificada. Os alunos com crenças epistemológicas mais avançadas e que leram os refutacionais textos alteraram mais suas concepções alternativas.

6.6.2 O tema dentro dos PCNs

Os conhecimentos relacionados à Evolução Biológica foram trabalhados com as turmas de 8º ano em conformidade com as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais vigentes (BRASIL, 1997), que apresentam uma proposta bastante interessante de intersecção de conteúdos, áreas de conhecimento e da realidade vivenciada pela comunidade escolar. Além de relacionar o processo evolutivo com a dinâmica presente e passada da Terra, as diretrizes para os currículos enfatizam também a relação entre evolução e reprodução. Esta proposta integra elementos dos quatro eixos temáticos dos PCNs, abrindo um leque grande de possibilidades de abordagem para estes conteúdos.

Em relação aos eixos *Terra e Universo* e *Vida e Ambiente*, o documento indica a importância de os alunos considerarem as evidências científicas já reunidas que descrevem os acontecimentos da linha do tempo do planeta, de forma a conseguir organizar seu conhecimento de acordo com a cronologia dos eventos e modificações relevantes para o estabelecimento do equilíbrio atual e também para o surgimento do ser humano. Tais evidências são importantes para avaliar o tempo de reposição dos materiais e substâncias na natureza, em conjunto com as necessidades e ações do ser humano no ambiente.

No eixo *Ser Humano e Saúde*, a evolução das espécies encontra-se relacionada às funções da reprodução e manutenção da vida. Além de estudar as diferenças estratégias de reprodução dos seres vivos e seu papel na variabilidade genética, os alunos do 4º ciclo podem desenvolver habilidades e competências para compreender o próprio corpo, assim como a integração das dimensões afetivas, biológicas e sociais que influenciam a saúde como um todo. A partir daí é possível dar enfoque para as questões de promoção da Saúde, valorização do sexo seguro, dos métodos anticoncepcionais e da gravidez planejada, ligadas também às políticas públicas promovidas na comunidade.

Especificamente sobre o conteúdo Evolução, o documento indica o aprofundamento dos conceitos ligados à interpretação da história evolutiva dos seres vivos, enfatizando a importância de exemplos atuais de seleção e de sua problematização, como, por exemplo, a seleção artificial na pecuária. O conceito de adaptação deve ser ilustrado com a comparação entre a diversidade de seres vivos e as adaptações das estruturas do corpo, das funções vitais e reprodutivas e dos comportamentos aos diferentes ecossistemas em que vivem.

6.6.3 Materiais das intervenções

A seguir, o material usado no Estudo 3 é descrito, assim como as adaptações que foram necessárias ao longo da realização da pesquisa.

6.6.3.1 TEXTO

Apesar de o texto refutacional não estar disponível no artigo de Mason e Gava (2007), este material foi obtido a partir da comunicação com as pesquisadoras italianas através de e-mails, que cederam dois dos seus textos para a reprodução e recriação de estudos. O texto sobre Evolução foi traduzido do italiano para o português, e foram necessárias algumas adaptações para que a linguagem fosse mais familiar aos alunos brasileiros. Além disso, referências explícitas de refutação à visão criacionista foram modificadas. Optou-se por essa mudança em função do grande número de alunos no CMEB Santo Inácio que expressam sua religiosidade de forma ostensiva. Julgou-se que o modo como o texto original estava escrito poderia causar, não generalizadamente, uma resistência imediata em relação às ideias do texto. Também foram adicionadas algumas ilustrações ao texto com a intenção de torná-lo mais atrativo.

6.6.3.2 TESTE

O instrumento de análise do estudo de Mason e Gava (2007) foi traduzido para o português e é composto por nove questões: quatro objetivas e cinco dissertativas. O teste foi praticamente apresentado na íntegra no artigo de origem, assim como as categorias utilizadas para analisar as respostas dissertativas. As questões objetivas apresentavam uma particularidade, pois as opções de resposta eram compostas por uma alternativa certa e completa, uma certa porém incompleta, e por duas alternativas falsas.

Como as alternativas não estavam disponíveis no artigo, elas foram elaboradas por um grupo de três pessoas: a pesquisadora e dois pós-graduados em áreas das Ciências Biológicas com experiência em licenciatura. O teste respondido pelos alunos deste estudo é apresentado no APÊNDICE I.

6.6.3.3 ANÁLISE E PONTUAÇÃO

Para analisar o desempenho dos alunos no teste sobre evolução, foi criado um escore composto, considerando tanto as questões objetivas como as dissertativas. Nas questões objetivas, se o aluno assinalou a opção errada, computou 0 (zero pontos), enquanto a opção certa mas incompleta equivalia à 1 (um) ponto. A opção certa e com a explicação completa para o fenômeno tinha o valor de 2 (dois) pontos.

As questões dissertativas foram analisadas qualitativamente e pontuadas de acordo com o esquema proposto por Mason e Gava (2007), apresentado no Quadro 8.

Quadro 8

Categorias de análise qualitativa das respostas às perguntas dissertativas do teste sobre Evolução e sua respectiva pontuação

Questão	Categoria e pontuação
1. Se um homem desenvolve músculos fortes porque tem feito uma grande quantidade de exercício físico, seus filhos irão nascer com músculos mais fortes?	Não pertinente/pouco claro. - 0 pontos
	Sim, músculos fortes são transmitidos. - 0 pontos
	Não, o homem mudou ao longo do tempo. - 1 ponto

	<p>Não, o homem não nasceu com músculos fortes e não pode transmiti-los. - 2 pontos</p> <p>Não, músculos fortes não são parte da herança genética e não podem ser transmitidos. - 3 pontos</p>
<p>2. Os primeiros leopardos corriam a uma velocidade máxima de apenas 20 km/h. Os leopardos atuais correm a 60 km/h quando estão caçando uma presa. Em sua opinião, como a evolução de sua capacidade de correr pode ser explicada?</p>	<p>Não pertinente/pouco claro. - 0 pontos</p> <p>A prática da corrida aumenta a capacidade de correr. - 0 pontos</p> <p>A necessidade ou o desejo de correr mais rápido aumenta a capacidade de correr. - 0 pontos</p> <p>Depende da luta pela sobrevivência. - 1 ponto</p> <p>Depende da luta pela sobrevivência: os leopardos mais rápidos foram favorecidos. - 2 pontos</p> <p>A seleção natural favoreceu a sobrevivência dos mais adaptados, aqueles que eram mais rápidos. - 3 pontos</p>
<p>3. No Reino Unido existe uma espécie de borboleta chamada “<i>Biston betularia</i>”. Existem dois tipos desta borboleta: um tipo tem as asas de cor clara e o outro com asas de cor escura. O tipo de cor clara era o mais comum, e costumava pousar nos musgos das árvores, que também tinham a cor clara, para se reproduzir. Dessa forma, ficavam camufladas e não eram comidas pelos passarinhos. O que pode acontecer com as asas das borboletas ao longo do tempo se o musgo se tornar escuro por causa da poluição?</p>	<p>Não pertinente/pouco claro. - 0 pontos</p> <p>As asas das borboletas se tornarão escuras por que elas precisam ser escuras. - 0 pontos</p> <p>Borboletas de asas escuras sobreviverão. - 1 ponto</p> <p>Haverá mais borboletas de asas escuras por que elas irão se reproduzir mais. - 2 pontos</p> <p>As borboletas escuras poderão se camuflar, então estarão mais adaptadas, e as borboletas de cor clara poderão se extinguir. - 3 pontos</p>
<p>4. A raposa do ártico vive melhor em temperaturas baixas. Ela tem uma grossa camada de pelos que é muito importante para sua sobrevivência. Qual é a origem dessa grossa camada de pelos?</p>	<p>Não pertinente/pouco claro. - 0 pontos</p> <p>As raposas do ártico foram criadas com uma grossa camada de pelos. - 0 pontos</p> <p>As raposas do ártico precisam ter uma camada grossa de pelos por causa das baixas temperaturas. - 0 pontos</p> <p>Uma mutação foi a causa da camada grossa de pelos. - 1 ponto</p> <p>Uma mutação favoreceu a adaptação das raposas com uma grossa camada de pelos. - 2 pontos</p> <p>Através de mutações aleatórias, raposas com uma camada de pelos mais grossa adaptaram-se melhor, sobreviveram e se reproduziram. - 3 pontos</p>
<p>5. Bactérias que infestam o corpo humano podem causar doenças. Antibióticos são utilizados para matá-las. Entretanto, algumas dessas bactérias conseguem resistir ao antibiótico. Em sua opinião,</p>	<p>Não pertinente/pouco claro. - 0 pontos</p> <p>Não, bactérias irão se acostumar com os antibióticos. - 0 pontos</p>

em 20 anos, os atuais antibióticos serão efetivos contra as bactérias?	<p>Não, as bactérias irão construir sua resistência aos antibióticos para sobreviver. - 0 pontos</p> <p>Não, as bactérias são resistentes. - 1 ponto</p> <p>Não, cada vez menos bactérias serão mortas pelos antibióticos, as outras se tornarão resistentes. - 2 pontos</p> <p>Não, se as bactérias forem resistentes, elas irão se reproduzir e as novas bactérias serão resistentes também. - 3 pontos</p>
--	---

6.6.4 - Descrição do experimento

A seguir as etapas da intervenção são descritas, assim como a contextualização das atividades em relação ao conteúdo programático das turmas de 8º ano.

6.6.4.1 – INTRODUÇÃO AO TEMA E CONCEITOS IMPORTANTES

Em uma etapa anterior à realização do experimento, algumas atividades foram desenvolvidas para a introdução ao tema: primeiro os alunos das duas turmas assistiram trechos do filme *A guerra do fogo* (La guerre du feu, 1981) e puderam debater suas impressões em relação ao filme e à temática da evolução humana. Em seguida, os alunos leram e construíram um mapa conceitual de um texto introdutório sobre evolução dos homínídeos, adaptado de um material da revista *Ciência Hoje das Crianças* (SILVA, 2006).

6.6.4.2 – INÍCIO DO EXPERIMENTO

Na aula posterior às atividades introdutórias, foi aplicado o pré-teste para ambas as turmas. A turma controle concluiu o teste em 35 minutos e a turma experimental em 45 minutos. Conforme o cronograma (APÊNDICE J), uma semana após o pré-teste iniciou-se o experimento, realizado da mesma maneira que os anteriores: distribuição de

um roteiro a ser seguido, incluindo a leitura do texto refutacional e uma produção textual final para as duas turmas. Para a turma controle, orientações para a resolução de um questionário virtual e orientações para produção e edição de um grafo para a turma experimental, semelhantes aos apresentados no Estudo 1.

O questionário virtual aplicado à turma controle era composto pelas questões apresentadas no Quadro 9:

Quadro 9

Questionário respondido pelos alunos da turma controle

1. O que Darwin notou, ao longo dos 20 anos em que se dedicou a ordenar e interpretar os dados recolhidos durante sua viagem no Beagle?
2. Quais possíveis hipóteses o texto apresenta para o surgimento de novas espécies? Você consegue pensar em mais hipóteses?
3. A partir de suas observações e de evidências que encontrou ao redor do mundo, Darwin criou uma teoria para explicar o surgimento das espécies: A Teoria da Evolução Darwiniana. Uma das principais observações desta teoria é a existência de variabilidade de características entre os indivíduos. O que significa isso?
4. Explique porque a variabilidade entre indivíduos é importante para os seres vivos.
5. Quais são as causas da variabilidade de características?
6. O pescoço das girafas atuais se tornou longo por que suas ancestrais tinham o hábito de esticar o pescoço para comer as folhas mais altas? Por quê?
7. O que Darwin observou sobre o número de indivíduos nascidos em cada geração e o número de indivíduos que consegue atingir a idade adulta e se reproduzir? Por que ocorre esta diferença?
8. Quando Darwin falava em "luta pela sobrevivência", o que ele queria dizer com isso?
9. Entre as espécies, quem tem vantagem na luta pela sobrevivência? E o que acontece com quem tem desvantagem?
10. O que é a seleção natural?
11. As mudanças que ocorrem em um indivíduo em função do ambiente em que

ele vive são as responsáveis pelo surgimento de novas características em uma espécie? Por quê?

12. O que é a Especiação e como ela ocorre?

As duas turmas tiveram duas sessões de uma hora e 50 minutos, separadas por uma semana de intervalo, para a conclusão do roteiro de atividades. Os questionários, grafos e produções textuais foram continuamente revisados pela professora, que fazia sugestões para a adequação do material produzido pelos alunos em relação ao texto. Após uma semana da conclusão das atividades, foi aplicado o pós-teste imediato, idêntico ao pré-teste, e as duas turmas levaram cerca de 50 minutos para concluir as respostas ao instrumento. O pós-teste tardio foi aplicado 60 dias após o pós-teste imediato.

6.7 - Estudo 4 - Energia no contexto do 9º ano

O Estudo 4 foi realizado a partir do mesmo trabalho que baseou o Estudo 1 (ÖZMEN, 2011). Portanto, os mesmos materiais de intervenção (texto e testes) do Estudo 1 foram utilizados nesta etapa da pesquisa. Os detalhes sobre as concepções alternativas que os textos pretendem alcançar e os objetivos dos testes já foram descritos nas sessões anteriores.

6.7.1 - O tema de acordo com os PCNs

Como as definições dos PCNs dividem o ensino fundamental em quatro ciclos, sendo o último deles referente aos oitavo e nono anos, as orientações descritas no subcapítulo 6.4.2, referente ao Estudo 1 sobre a temática Energia, são também pertinentes para o desenvolvimento das sequências didáticas do Estudo 4.

Avaliou-se que utilização do material de intervenção está de acordo com as propostas indicadas para o último ano do quarto ciclo. Foram feitas alterações na

contextualização da temática, de acordo com a grade curricular do CMEB Santo Inácio (Apêndice A) e das proposições dos PNCs para os níveis de profundidade e amplitude a serem trabalhadas com os alunos nesta etapa da escolarização (BRASIL, 1997).

6.7.2 - Descrição do experimento

As etapas realizadas com os alunos do 9º ano estão descritas a seguir, assim como as adaptações feitas em relação ao estudo original para as demonstrações.

6.7.2.1 – INTRODUÇÃO DE CONCEITOS IMPORTANTES

Inicialmente foram desenvolvidos conteúdos introdutórios da Cinemática e da Dinâmica. Conceitos como força, força resultante, as Leis de Newton, força de atrito, força gravitacional, trabalho, potência e energia foram trabalhados a partir de explicação da professora, vídeos, demonstrações, construção de mapas conceituais e resolução de exercícios. Este período de introdução a conceitos básicos da Física durou em torno de um mês e meio.

6.7.2.2 - INÍCIO DO EXPERIMENTO

Os alunos das duas turmas (controle e experimental) realizaram o pré-teste conforme descrito no cronograma (APÊNDICE J), demorando entre 20 e 25 minutos para a conclusão. Uma semana depois, foram realizadas demonstrações sobre a energia elástica, utilizando borrachinhas de dinheiro, e de transformação de energia química (de uma pilha) em energia luminosa, produzida por um LED, e em energia cinética, produzida por um pequeno motor, todos ligados em um circuito fechado. Os alunos foram questionados sobre que tipos de energia que eles reconheciam nos exemplos, sobre outros tipos e sobre fontes e transformações energéticas.

Após as demonstrações e as intervenções orais da professora e dos alunos, eles foram orientados a seguir o roteiro de atividades, similar ao roteiro descrito no Estudo 1. Assim como nos outros experimentos, a turma controle era orientada para a leitura e resolução de um questionário virtual e a turma experimental para leitura e produção e edição do grafo. Foram destinadas duas aulas de uma hora e cinquenta minutos, separadas por um período de uma semana, para a conclusão do roteiro completo.

Na semana seguinte, foi realizado o pós-teste imediato, realizado individualmente e sem consulta a materiais nas duas turmas. Passados 50 dias, foi realizado o pós-teste tardio, seguindo o mesmo protocolo do pós-teste imediato.

7 RESULTADOS

Neste capítulo são descritos os resultados obtidos nos quatro experimentos realizados, acompanhados de algumas observações em relação a esses. Como cada experimento tem particularidades em relação ao tema e à abordagem dos testes, serão discutidos individualmente. Uma perspectiva unificadora de toda a pesquisa é apresentada no capítulo 8).

7.1 Estudo 1 – Resultados

O objetivo deste estudo era identificar possíveis influências na aprendizagem dos alunos de 8º ano em relação ao tema *energia* a partir da utilização do software SOBEK como ferramenta de exploração do texto. Essas possíveis diferenças se expressariam nos escores obtidos pelos alunos em testes pré-definidos. Além de abordar também a recuperação de informações sobre as características da energia apresentadas no texto, os testes procuravam, de maneira mais específica, identificar a presença/desconstrução das concepções alternativas que não diferenciam o conceito de energia do conceito de força, assim como as propriedades da energia em relação às propriedades da matéria.

A pontuação das respostas nos testes foi realizada conforme descrito no ítem 6.4.3.3 do capítulo *Metodologia da pesquisa e desenho experimental*, e sua soma resultou compôs o escore bruto. Este escore bruto foi então transformado em proporções, ou seja, foi dividido pelo número total de pontos possíveis a se alcançar no teste. A questão 2B (Uma lareira produz *(a) mais* *(b) menos* energia do que uma lâmpada?) foi excluída das análises pois julgou-se que a questão da quantificação da energia não foi suficientemente trabalhada com os alunos.

A Tabela 1 apresenta algumas informações descritivas básicas sobre os dados coletados no Estudo 1, em especial a média alcançada por cada turma nos três testes realizados. Essa progressão é ilustrada na Figura 13.

Tabela 1 - Dados gerais referentes ao Estudo 1

		N ¹	Média	DP ²
Turma controle	Pré-teste	15	0,2982	0,0926
	Pós-teste imediato	15	0,4035	0,0968
	Pós-teste tardio	15	0,4632	0,1804
Turma experimental	Pré-teste	18	0,2895	0,0925
	Pós-teste imediato	18	0,4503	0,0992
	Pós-teste tardio	18	0,4678	0,1262

¹ – Número de sujeitos testados

² – Desvio Padrão

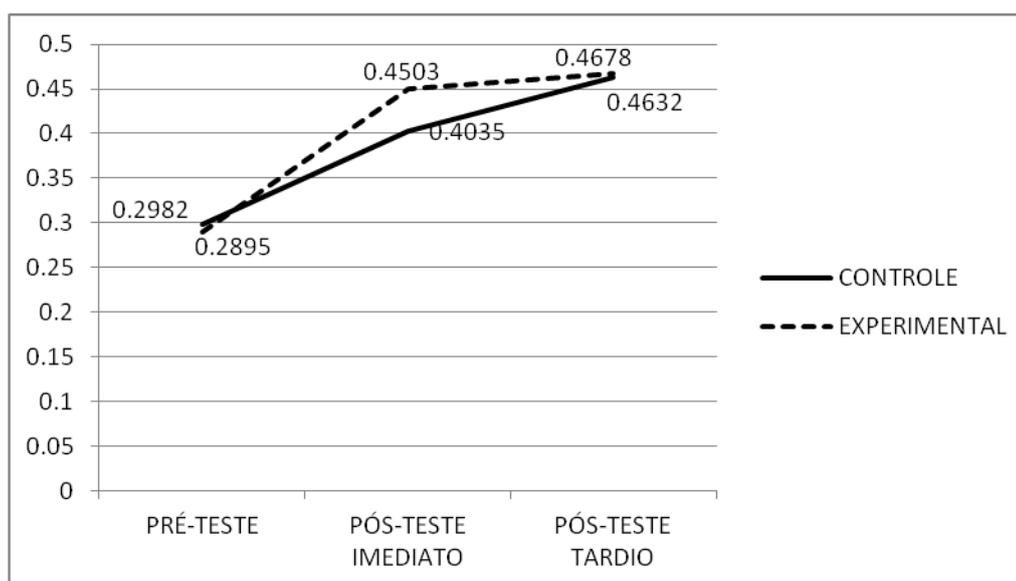


Figura 13: Gráfico da evolução das médias das turmas controle e experimental nos três testes do Estudo 1

Os escores da turma Controle e da turma Experimental no pré-teste foram comparados através de um Teste T, para aumentar a confiança na hipótese de que os resultados nos pós-testes não foram influenciados por conhecimentos prévios desiguais entre as turmas sobre o assunto. O resultado indicou que não houve diferença significativa nos escores ($t_{(31)} = 0,27$, $p = 0,79$).

Para realizar a comparação do desempenho obtido pelos alunos nos testes antes e após a intervenção, foi realizado um Teste de Ganho. A partir dos conjuntos das médias individuais, três novas medidas foram construídas: GANHO 1, representado pela pontuação do pós-teste imediato subtraída a pontuação no pré-teste; o GANHO 2, composta pelo escore do pós-teste tardio subtraído o escore do pós-teste imediato; e por último o GANHO 3, composto pelo escore do pós-teste tardio subtraído o escore do pré-teste.

Como a variável *GANHO 2* do grupo controle não possui distribuição normal, foi realizado um Teste de Kruskal-Wallis, comparável ao teste ANOVA e utilizado com dados não paramétricos (AYRES et al, 2007). Comparando os três valores de ganho entre os grupos experimental e controle em relação ao Escore Total dos alunos, o teste demonstrou que não houve influência estatisticamente significativa em função do tipo de tratamento utilizado (Tabela 2).

Tabela 2: Resultado do teste Kruskal-Wallis, comparando os ganhos entre os grupos Experimental e Controle no Estudo 1

	GANHO1	GANHO2	GANHO3
Qui-quadrado	1,049	,097	,223
DF	1	1	1
Significância Assintótica	,306	,756	,637

Além da análise do Escore Total, foram compostos dois subescores, separando a pontuação nas questões que tratavam especificamente de cada uma das concepções alternativas que o texto tinha como alvo. Criou-se um Escore Energia-Força e um Escore Energia-Matéria, assim como seus respectivos valores de ganho. Os mesmos testes realizados para o Escore Total foram realizados para os subescores. Assim como no Escore Total, apesar de os Escores Energia-Matéria da turma Experimental apresentarem médias superiores nos pós-testes, tais diferenças não puderam ser consideradas estatísticas significantes. Também não houve diferença entre as turmas no Teste de Ganho em relação aos Escores Energia-Força.

De acordo com tais resultados, a utilização do software SOBEK como suporte para a aprendizagem do conceito de energia a partir da leitura de textos refutacionais apresentou efeitos semelhantes em relação à utilização de questionários tradicionais nas

turmas de 8º ano participantes do estudo. O questionário, estratégia mais convencional nas práticas educativas, permitiu níveis semelhantes de compreensão dos significados abordados no texto.

A seguir é apresentada a Tabela 3, contendo a frequência de respostas corretas nos três momentos de aplicação dos testes, divididas de acordo com as questões referentes às concepções alternativas abordadas no texto. É possível observar que não houve uma evolução aparente em tais frequências em ambos os grupos.

Tabela 3: Frequência de acertos nas questões relacionadas às concepções alternativas comuns nos três momentos de testagem do Estudo 1

CONCEPÇÃO ALTERNATIVA-ALVO	Questão	CONDIÇÃO					
		PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE IMEDIATO		PÓS-TESTE TARDIO	
		C ¹	E ²	C	E	C	E
ENERGIA/FORÇA	1ª	10 (0.67)	11 (0.61)	15 (1)	15 (0.83)	12 (0.8)	15 (0.83)
	4A	15 (1)	13 (0.72)	8 (0.53)	10 (0.56)	15 (1)	15 (0.83)
	1B	3 (0.2)	13 (0.72)	13 (0.87)	13 (0.72)	9 (0.6)	7 (0.39)
	9B	1 (0.07)	1 (0.56)	3 (0.2)	1 (0.06)	2 (0.13)	6 (0.33)
	3B	4 (0.27)	6 (0.33)	7 (0.47)	9 (0.5)	11 (0.73)	13 (0.72)
ENERGIA/MATÉRIA	4B	5 (0.33)	7 (0.39)	6 (0.4)	11 (0.61)	9 (0.6)	10 (0.56)
	6B	6 (0.4)	11 (0.61)	9 (0.6)	13 (0.72)	9 (0.6)	16 (0.89)

¹ Turma controle; ² Turma Experimental

7.2 Estudo 2 – Resultados

O Estudo 2 abordava a natureza particulada da matéria e as propriedades observadas nos níveis macroscópico e microscópico em função de alterações na temperatura ou mudança de estado físico. Os dados coletados com alunos de duas turmas de 9º ano foram processados da mesma maneira descrita nos resultados do Estudo 1 e o desempenho médio dos alunos são apresentadas na Tabela 4.

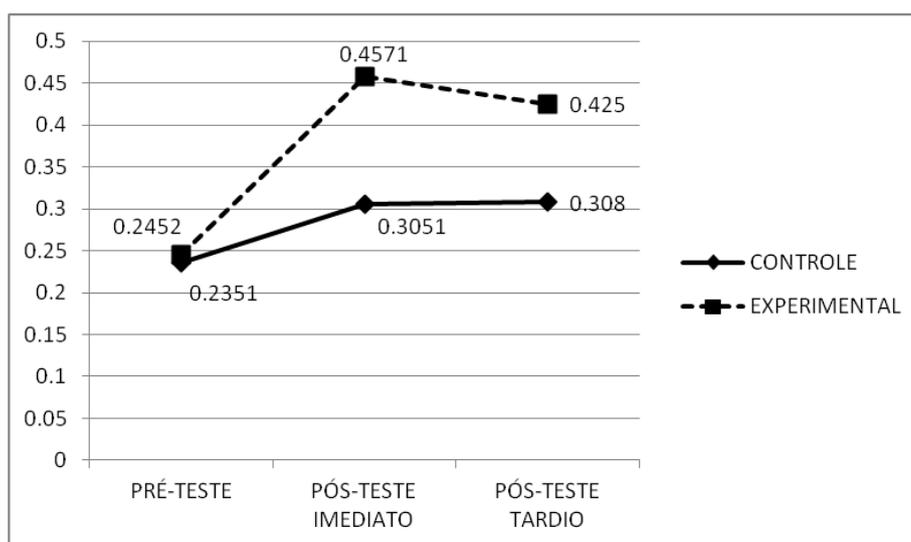


Figura 14: Gráfico da evolução das médias das turmas nos três momentos de coleta do Estudo 2

Tabela 4: Descrição dos dados gerais obtidos no Estudo 2

		N ¹	Média	DP ²
Turma controle	Pré-teste	16	0,2351	0,0589
	Pós-teste imediato	16	0,3051	0,1526
	Pós-teste tardio	16	0,3080	0,1451
Turma experimental	Pré-teste	20	0,2452	0,0558
	Pós-teste imediato	20	0,4571	0,2312
	Pós-teste tardio	20	0,4250	0,2527

¹ – Número de sujeitos testados ² – Desvio Padrão

A Figura 14 apresenta a evolução das médias dos Escores Totais das turmas nas três sessões de coleta de dados. O Teste T realizado entre os pré-testes para comparar o conhecimento prévio dos alunos antes das intervenções não mostrou diferença significativa entre os escores dos grupos ($t_{(34)} = -0.5279$, $p = 0.6010$). Os valores de ganho foram calculados da mesma forma que no Estudo 1 e, em função da distribuição não normal dos valores do *GANHO 3* da turma controle, os ganhos foram comparados entre si através de um Teste de Kruskal-Wallis. Os resultados desta análise são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Resultado do teste de Kruskal-Wallis realizada com os valores de ganho dos Escores Totais no Estudo 2

	GANHO 1	GANHO 2	GANHO 3
Qui-quadrado	4,038	,214	1,669
Df	1	1	1
Significância Assintótica	,044	,643	,196

Variável de agrupamento: CONDIÇÃO

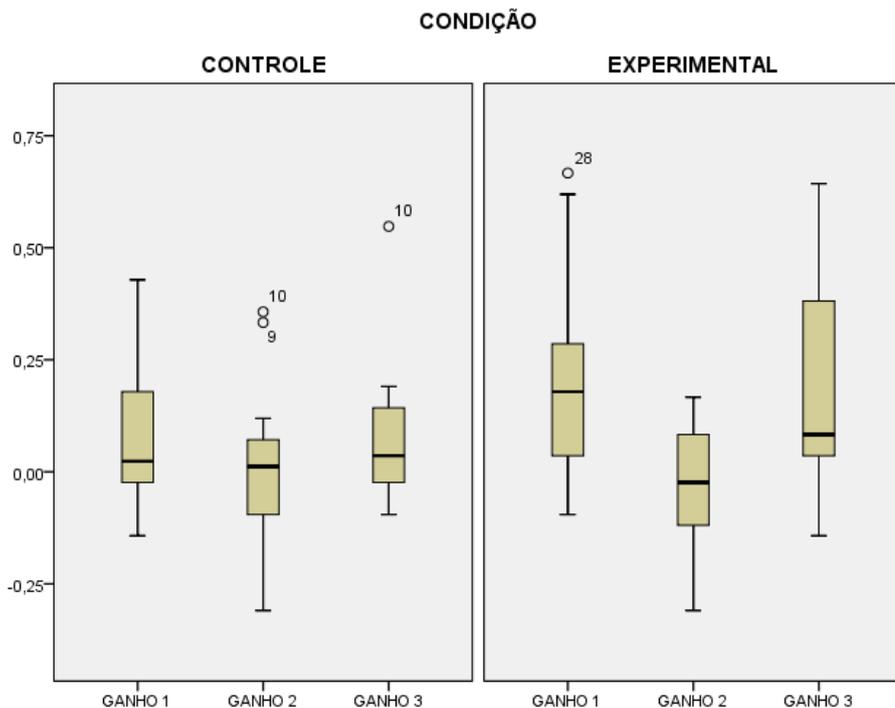


Figura 15: Gráfico representativo da distribuição de médias de ganho nas duas turmas no Estudo 2.

Os resultados do teste indicam que houve uma diferença significativa no valor GANHOS 1 ($p < 0,05$) e os valores de ganho foram comparados em testes *post hoc* (Testes T). Como resultado, identificou-se um ganho significativamente maior dos alunos da turma experimental em relação à turma controle entre o pré-teste e pós-teste imediato ($t_{(34)} = -2,1094$, $p < 0,05$). A tendência de ganhos maiores na turma experimental não se manteve em relação ao desempenho no pós-teste tardio (Figura 15).

Da mesma forma que no Estudo 1, foram constituídos escores separados para cada uma das concepções alternativas em que o texto investia. Tais concepções se referiam à ideia de que o número e o tamanho das moléculas podem variar em casos de expansão ou contração dos materiais e de mudanças de estado físico. Outra concepção alternativa abordada, que aparece com frequência em outros estudos, é a ideia da não existência de espaços entre as partículas de objetos sólidos.

Calculou-se o *Escore Número*, o *Escore Espaço* e o *Escore Tamanho* e seus respectivos ganhos. As análises realizadas foram as mesmas aplicadas ao *Escore Total*. Diferentemente do observado para os *Escores Totais*, os subescores não apresentaram diferenças significativas entre os ganhos de cada grupo. Entretanto, como pode ser observado na figura 15, as médias dos subescores da turma experimental nos três testes foram maiores.

A primeira parte do teste aplicado aos alunos (questões 1A até 24A) consistia na exposição de fenômenos, para os quais os alunos deveriam identificar o comportamento das partículas em nível microscópico (APÊNDICE G). Em relação a cada concepção alternativa alvo, foram montadas tabelas de frequência de respostas corretas nos três momentos testados (Tabelas 6, 7 e 8).

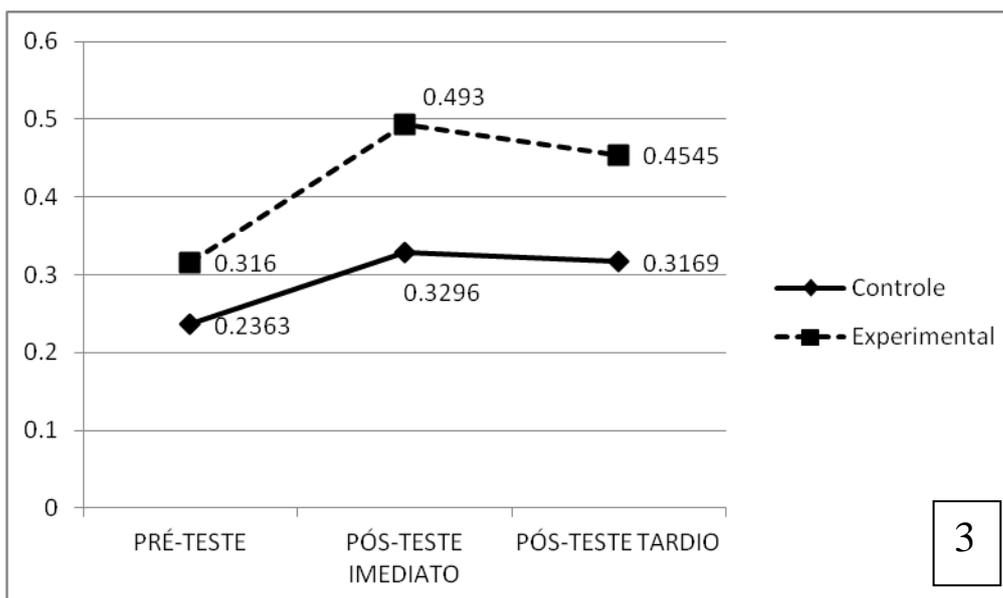
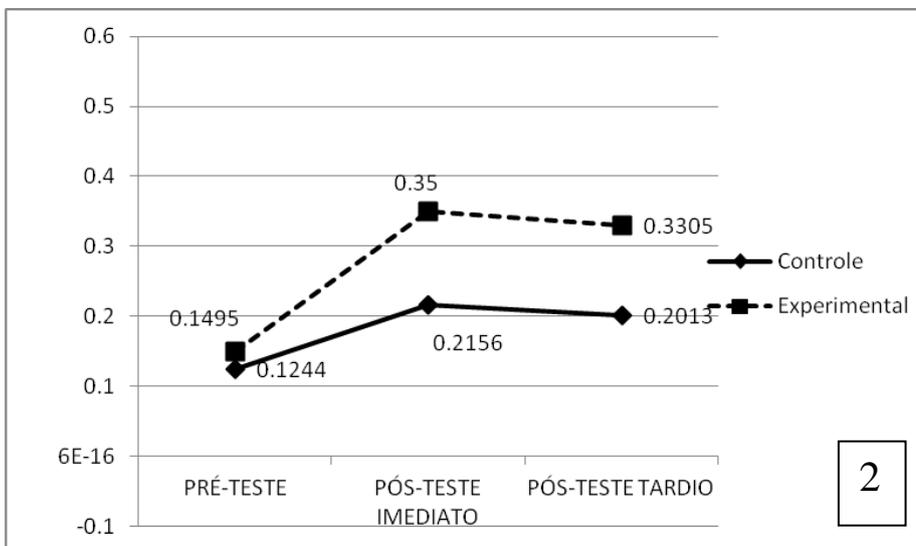
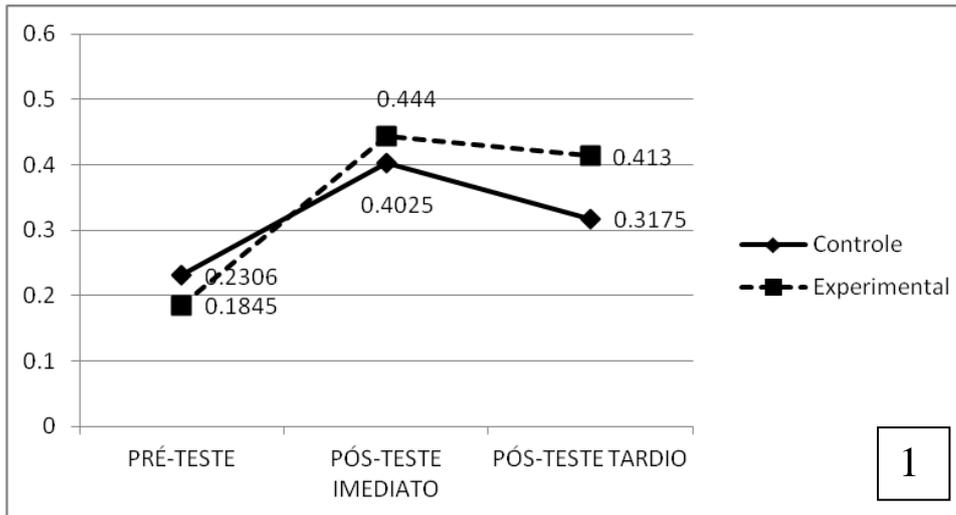


Figura 16: Gráfico com as médias das turmas dos subscores do Estudo 2. O gráfico 1 refere-se ao Escore Número, o gráfico 2 ao Escore Tamanho e o 3 ao Escore Espaço

Tabela 6: Frequência de respostas na primeira parte do teste em relação à categoria NÚMERO

		CONDIÇÃO					
		PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE IMEDIATO		PÓS-TESTE TARDIO	
Questão		CONTROLE (N=16)	EXPERIMENTAL (N=20)	CONTROLE (N=16)	EXPERIMENTAL (N=20)	CONTROLE (N=16)	EXPERIMENTAL (N=20)
QUESTÕES SOBRE MUDANÇA DE FASE	4A	Aumenta - 10 (0.63) Diminui - 1 (0.06) Não se altera - 4 (0.25)	Aumenta - 11 (0.55) Diminui - 4 (0.2) Não se altera - 4 (0.2)	Aumenta - 3 (0.19) Diminui - 4 (0.25) Não se altera - 9 (0.56)	Aumenta - 3 (0.15) Diminui - 4 (0.2) Não se altera - 12 (0.75)	Aumenta - 5 (0.31) Diminui - 4 (0.25) Não se altera - 7 (0.44)	Aumenta - 4 (0.2) Diminui - 6 (0.3) Não se altera - 10 (0.5)
	8A	Aumenta - 4 (0.25) Diminui - 3 (0.19) Não se altera - 9 (0.56)	Aumenta - 5 (0.25) Diminui - 4 (0.2) Não se altera - 10 (0.5)	Aumenta - 4 (0.25) Diminui - 1 (0.06) Não se altera - 11 (0.69)	Aumenta - 5 (0.25) Diminui - 0 (0) Não se altera - 15 (0.75)	Aumenta - 2 (0.13) Diminui - 5 (0.31) Não se altera - 9 (0.56)	Aumenta - 6 (0.3) Diminui - 2 (0.1) Não se altera - 12 (0.6)
	12A	Aumenta - 3 (0.19) Diminui - 6 (0.38) Não se altera - 5 (0.31)	Aumenta - 7 (0.35) Diminui - 7 (0.35) Não se altera - 5 (0.25)	Aumenta - 6 (0.38) Diminui - 1 (0.06) Não se altera - 9 (0.56)	Aumenta - 3 (0.15) Diminui - 7 (0.35) Não se altera - 9 (0.45)	Aumenta - 4 (0.25) Diminui - 6 (0.38) Não se altera - 6 (0.38)	Aumenta - 5 (0.25) Diminui - 4 (0.2) Não se altera - 11 (0.55)
	16A	Aumenta - 4 (0.25) Diminui - 3 (0.19) Não se altera - 7 (0.44)	Aumenta - 7 (0.35) Diminui - 8 (0.4) Não se altera - 5 (0.25)	Aumenta - 2 (0.13) Diminui - 5 (0.31) Não se altera - 9 (0.56)	Aumenta - 7 (0.35) Diminui - 3 (0.15) Não se altera - 7 (0.35)	Aumenta - 8 (0.5) Diminui - 1 (0.06) Não se altera - 7 (0.44)	Aumenta - 7 (0.35) Diminui - 3 (0.15) Não se altera - 8 (0.4)
	20A	Aumenta - 8 (0.5) Diminui - 2 (0.13) Não se altera - 6 (0.38)	Aumenta - 12 (0.75) Diminui - 6 (0.3) Não se altera - 1 (0.05)	Aumenta - 6 (0.38) Diminui - 2 (0.13) Não se altera - 8 (0.5)	Aumenta - 6 (0.3) Diminui - 2 (0.1) Não se altera - 12 (0.75)	Aumenta - 5 (0.31) Diminui - 3 (0.19) Não se altera - 8 (0.5)	Aumenta - 8 (0.4) Diminui - 2 (0.1) Não se altera - 10 (0.5)
	21A	Aumenta - 1 (0.06) Diminui - 8 (0.5) Não se altera - 6 (0.38)	Aumenta - 6 (0.3) Diminui - 9 (0.45) Não se altera - 4 (0.2)	Aumenta - 2 (0.13) Diminui - 7 (0.44) Não se altera - 6 (0.38)	Aumenta - 3 (0.15) Diminui - 5 (0.25) Não se altera - 12 (0.6)	Aumenta - 5 (0.31) Diminui - 2 (0.13) Não se altera - 9 (0.56)	Aumenta - 5 (0.25) Diminui - 3 (0.15) Não se altera - 12 (0.6)

* A resposta esperada para estas questões era a de que o número de partículas de uma porção de matéria não se altera em função de aumentos de temperatura ou mudança de fase

Tabela 7: : Frequência de respostas na primeira parte do Teste da PMN na categoria TAMANHO entre as partículas

		CONDIÇÃO					
		PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE IMEDIATO		PÓS-TESTE TARDIO	
Questão		CONTROLE (N=16)	EXPERIMENTAL (N=20)	CONTROLE (N=16)	EXPERIMENTAL (N=20)	CONTROLE (N=16)	EXPERIMENTAL (N=20)
QUESTÕES SOBRE VARIAÇÃO NA TEMPERATURA	1A	Aumenta - 6 (0.38)	Aumenta - 8 (0.4)	Aumenta - 6 (0.38)	Aumenta - 7 (0.35)	Aumenta - 7 (0.44)	Aumenta - 6 (0.3)
	Não se altera*	Diminui - 9 (0.56)	Diminui - 6 (0.3)	Diminui - 4 (0.25)	Diminui - 1 (0.05)	Diminui - 7 (0.44)	Diminui - 5 (0.25)
	5A	Não se altera - 1 (0.06)	Não se altera - 6 (0.3)	Não se altera - 5 (0.31)	Não se altera - 12 (0.75)	Não se altera - 2 (0.13)	Não se altera - 9 (0.45)
	Não se altera*	Aumenta - 3 (0.19)	Aumenta - 6 (0.3)	Aumenta - 5 (0.31)	Aumenta - 4 (0.2)	Aumenta - 3 (0.19)	Aumenta - 5 (0.25)
	9A	Diminui - 3 (0.19)	Diminui - 10 (0.5)	Diminui - 7 (0.44)	Diminui - 6 (0.3)	Diminui - 5 (0.31)	Diminui - 4 (0.2)
	Não se altera*	Não se altera - 9 (0.56)	Não se altera - 3 (0.15)	Não se altera - 4 (0.25)	Não se altera - 10 (0.5)	Não se altera - 8 (0.5)	Não se altera - 11 (0.55)
	13A	Aumenta - 6 (0.38)	Aumenta - 7 (0.35)	Aumenta - 8 (0.5)	Aumenta - 9 (0.45)	Aumenta - 7 (0.44)	Aumenta - 9 (0.45)
	Não se altera*	Diminui - 8 (0.5)	Diminui - 11 (0.55)	Diminui - 5 (0.31)	Diminui - 2 (0.1)	Diminui - 4 (0.25)	Diminui - 4 (0.2)
	17A	Não se altera - 2 (0.13)	Não se altera - 2 (0.1)	Não se altera - 3 (0.19)	Não se altera - 6 (0.3)	Não se altera - 4 (0.25)	Não se altera - 7 (0.35)
	Não se altera*	Aumenta - 7 (0.44)	Aumenta - 8 (0.4)	Aumenta - 3 (0.19)	Aumenta - 7 (0.35)	Aumenta - 7 (0.44)	Aumenta - 6 (0.3)
	21A	Diminui - 4 (0.25)	Diminui - 4 (0.2)	Diminui - 10 (0.63)	Diminui - 4 (0.2)	Diminui - 2 (0.13)	Diminui - 7 (0.35)
	Não se altera*	Não se altera - 3 (0.19)	Não se altera - 5 (0.25)	Não se altera - 3 (0.19)	Não se altera - 7 (0.35)	Não se altera - 6 (0.38)	Não se altera - 6 (0.3)
QUESTÕES SOBRE MUDANÇA DE FASE	17A	Aumenta - 6 (0.38)	Aumenta - 10 (0.5)	Aumenta - 8 (0.5)	Aumenta - 9 (0.45)	Aumenta - 10 (0.63)	Aumenta - 6 (0.3)
	Não se altera*	Diminui - 6 (0.38)	Diminui - 4 (0.2)	Diminui - 3 (0.19)	Diminui - 0 (0.0)	Diminui - 3 (0.19)	Diminui - 4 (0.2)
	21A	Não se altera - 3 (0.19)	Não se altera - 5 (0.25)	Não se altera - 3 (0.19)	Não se altera - 11 (0.55)	Não se altera - 3 (0.19)	Não se altera - 10 (0.5)
	Não se altera*	Aumenta - 1 (0.06)	Aumenta - 5 (0.25)	Aumenta - 5 (0.31)	Aumenta - 1 (0.05)	Aumenta - 4 (0.25)	Aumenta - 6 (0.3)
	9A	Diminui - 11 (0.69)	Diminui - 11 (0.55)	Diminui - 10 (0.63)	Diminui - 9 (0.45)	Diminui - 7 (0.44)	Diminui - 3 (0.15)
	Não se altera*	Não se altera - 3 (0.19)	Não se altera - 3 (0.15)	Não se altera - 1 (0.06)	Não se altera - 9 (0.45)	Não se altera - 5 (0.31)	Não se altera - 11 (0.55)

* A resposta esperada para esta questão era que o tamanho das moléculas não se alterariam em função das condições apresentadas

Tabela 8: Frequência de respostas na primeira parte do Teste da PMN na categoria ESPAÇO entre as partículas

		CONDIÇÃO					
		PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE IMEDIATO		PÓS-TESTE TARDIO	
Questão		CONTROLE (N=16)	EXPERIMENTAL (N=20)	CONTROLE (N=16)	EXPERIMENTAL (N=20)	CONTROLE (N=16)	EXPERIMENTAL (N=20)
QUESTÕES SOBRE VARIACÃO NA TEMPERATURA	2A Aumenta*	Aumenta - 11 (0.69) Diminui - 2 (0.13) Não se altera - 3 (0.19)	Aumenta - 8 (0.4) Diminui - 3 (0.15) Não se altera - 9 (0.45)	Aumenta - 7 (0.44) Diminui - 6 (0.38) Não se altera - 3 (0.19)	Aumenta - 15 (0.75) Diminui - 4 (0.2) Não se altera - 1 (0.05)	Aumenta - 6 (0.38) Diminui - 9 (0.56) Não se altera - 1 (0.06)	Aumenta - 14 (0.7) Diminui - 1 (0.05) Não se altera - 5 (0.25)
	6A Diminui*	Aumenta - 3 (0.19) Diminui - 8 (0.5) Não se altera - 5 (0.31)	Aumenta - 4 (0.2) Diminui - 11 (0.55) Não se altera - 4 (0.2)	Aumenta - 8 (0.5) Diminui - 5 (0.31) Não se altera - 3 (0.19)	Aumenta - 0 (0) Diminui - 15 (0.75) Não se altera - 3 (0.15)	Aumenta - 5 (0.31) Diminui - 4 (0.25) Não se altera - 7 (0.44)	Aumenta - 4 (0.2) Diminui - 11 (0.55) Não se altera - 5 (0.25)
	10A Aumenta*	Aumenta - 8 (0.5) Diminui - 5 (0.31) Não se altera - 2 (0.13)	Aumenta - 9 (0.45) Diminui - 5 (0.25) Não se altera - 4 (0.2)	Aumenta - 6 (0.38) Diminui - 8 (0.5) Não se altera - 2 (0.13)	Aumenta - 15 (0.75) Diminui - 1 (0.05) Não se altera - 3 (0.15)	Aumenta - 7 (0.44) Diminui - 6 (0.38) Não se altera - 3 (0.19)	Aumenta - 13 (0.65) Diminui - 4 (0.2) Não se altera - 3 (0.15)
	14A Diminui*	Aumenta - 7 (0.44) Diminui - 4 (0.25) Não se altera - 3 (0.19)	Aumenta - 7 (0.35) Diminui - 7 (0.35) Não se altera - 6 (0.3)	Aumenta - 7 (0.44) Diminui - 5 (0.31) Não se altera - 4 (0.25)	Aumenta - 3 (0.15) Diminui - 11 (0.55) Não se altera - 4 (0.2)	Aumenta - 4 (0.25) Diminui - 6 (0.38) Não se altera - 4 (0.25)	Aumenta - 5 (0.25) Diminui - 12 (0.60) Não se altera - 1 (0.05)
	18A Aumenta*	Aumenta - 5 (0.31) Diminui - 6 (0.38) Não se altera - 4 (0.25)	Aumenta - 10 (0.5) Diminui - 6 (0.3) Não se altera - 4 (0.2)	Aumenta - 9 (0.56) Diminui - 4 (0.25) Não se altera - 3 (0.19)	Aumenta - 13 (0.65) Diminui - 4 (0.2) Não se altera - 3 (0.15)	Aumenta - 8 (0.5) Diminui - 7 (0.44) Não se altera - 1 (0.06)	Aumenta - 12 (0.60) Diminui - 6 (0.3) Não se altera - 2 (0.1)
	22A Diminui*	Aumenta - 6 (0.38) Diminui - 5 (0.31) Não se altera - 4 (0.25)	Aumenta - 4 (0.2) Diminui - 8 (0.4) Não se altera - 7 (0.35)	Aumenta - 3 (0.19) Diminui - 9 (0.56) Não se altera - 4 (0.25)	Aumenta - 7 (0.35) Diminui - 10 (0.5) Não se altera - 2 (0.13)	Aumenta - 6 (0.38) Diminui - 10 (0.63) Não se altera - 0 (0)	Aumenta - 6 (0.3) Diminui - 11 (0.55) Não se altera - 2 (0.13)

* A resposta esperada para este grupo de questões era a diminuição ou aumento do espaço entre as moléculas em função de variações de temperatura e mudanças de estado físico

Analisando a Tabela 8, que agrupa especificamente as questões relativas ao espaço entre as partículas, é possível observar uma tendência em relação à distribuição de frequências de respostas corretas. Nas questões 2A (Quando um sólido é derretido, o espaço entre as partículas...), 6A (Quando um líquido é congelado, o espaço entre as partículas...) e 10A (Quando um líquido é vaporizado, o espaço entre as partículas...) a turma controle decresceu suas frequências de acertos. No caso da pergunta 2A, por exemplo, a frequência variou de 0,69 para 0,44, chegando a 0,38.

Já no caso da turma experimental, as séries de frequências subiram nas três questões, atingindo, por exemplo, na questão 2A, uma frequência de 0,70 de acertos no pós-teste tardio. Outra observação sobre a Tabela 8 é que a concepção alternativa sobre a não variação do espaço entre as partículas apareceu com uma frequência baixa e não modificou-se muito ao longo do experimento.

Ainda abordando o *espaço entre as partículas*, a questão 2B (dissertativa) tratava diretamente da existência ou não de espaços entre as partículas de materiais sólidos. Percebe-se certa efetividade da intervenção experimental na superação do pensamento muito comum de que os sólidos são contínuos também no nível microscópico. No pré-teste da turma controle, o percentual de alunos que apresentavam tal concepção alternativa era de 100%, enquanto na turma experimental era de 60%. Após as intervenções, a turma controle apresentou no Pós-teste imediato um percentual de 37,5% de erro e 43,75% no Pós-teste tardio. Já a turma experimental apresentou uma taxa de erro de 30% no Pós-teste imediato e de 15% no Pós-teste tardio. Apesar de o controle também reduzir seu erro em mais de 50% entre o pré-teste e o pós-teste imediato, essa evolução não se repetiu entre o pós-teste imediato e o tardio, enquanto o grupo experimental manteve a tendência de 50% de redução na porcentagem de erro.

As duas últimas questões do teste eram do tipo *inferenciais* (MIKKILÄ-ERDMANN, 2001), ou seja, apresentavam situações não expostas claramente no texto, mas que os alunos serão capazes de inferir uma resposta apropriada caso tenham entendido o conceito. A questão 7B, a partir de certo contexto perguntava: *se fosse possível enxergar as partículas de um material que se expande em um microscópio enquanto sua temperatura aumenta, poderíamos ver o tamanho das moléculas aumentando?*

Na turma controle (n=16), apenas quatro alunos responderam negativamente à questão nos dois pós-testes, sem, no entanto, diferenciar os aspectos dos níveis

microscópico e macroscópico. Na turma experimental (n=20), quatro alunos responderam corretamente a questão Pós-teste imediato e no Pós-teste tardio. Entretanto, em cada um dos testes um aluno elaborou uma resposta considerando grande parte das propriedades microscópicas das partículas abordadas na sequência didática. A resposta do sujeito de pesquisa A149C no Pós-teste imediato é apresentada a seguir:

“Não, as partículas nunca aumentam de tamanho, ou se multiplicam, apenas se expande as substâncias. Só aumenta os espaços e a rapidez da partícula.”

A questão 8B abordava uma situação em relação à alteração no número de partículas em uma situação de mudança de fase. Na turma controle, 25% dos alunos responderam que não há alteração no número de partículas no Pós-teste imediato, assim como 12,5% no Pós-teste tardio. Na turma experimental, 30% responderam que não havia alterações no Pós-teste imediato e 0,25% no Pós-teste Tardio. Apesar da proximidade das porcentagens no pós-teste imediato, os alunos da turma experimental desenvolveram respostas mais elaboradas, de acordo com a categorização dos avaliadores, como demonstrado nos exemplos abaixo.

Sujeito A149C: O número de partículas não se altera, só as partículas se moveram mais rápido abrindo espaço e as moléculas estarão desorganizadas.

Sujeito A69C: Nada, novamente o que altera é o espaço, se o número de partículas aumentasse, o peso também aumentaria.

7.3 Estudo 3 – Resultados

Realizado com alunos do 8º ano, este estudo buscou analisar os efeitos da utilização do SOBEK como apoio à aprendizagem através da leitura sobre o tema evolução. Em relação às mudanças conceituais em foco na atividade pedagógica, o teste buscava identificar a presença/mudança de quatro elementos: as perspectivas criacionistas em relação à origem das espécies, a ideia de que todos os exemplares de uma espécie são iguais, a ideia de que o conceito *luta pela sobrevivência* envolve

necessariamente uma luta em termos físicos e o entendimento de que o processo evolutivo é resultante da vontade ou da necessidade de mudar dos indivíduos.

Depois de sistematizados os dados, eles foram avaliados, pontuados e transformados em proporções, constituindo um Escore Total para o teste de Evolução. Os Escores Totais das duas turmas foram analisados estatisticamente. Na tabela 12 são apresentadas as principais informações a respeito dos dados coletados e na Figura 17 observa-se o gráfico da evolução das médias das duas turmas nos três momentos de teste.

Tabela 9: Descrições principais dos dados coletados nos três momentos de testagem no Estudo 3

		N ¹	Média	DP ²
Turma controle	Pré-teste	20	0,2075	0,1008
	Pós-teste imediato	20	0,2375	0,0986
	Pós-teste tardio	20	0,2761	0,0906
Turma experimental	Pré-teste	17	0,2465	0,1330
	Pós-teste imediato	17	0,3059	0,1069
	Pós-teste tardio	17	0,3453	0,1659

¹ – Número de sujeitos testados

² – Desvio Padrão

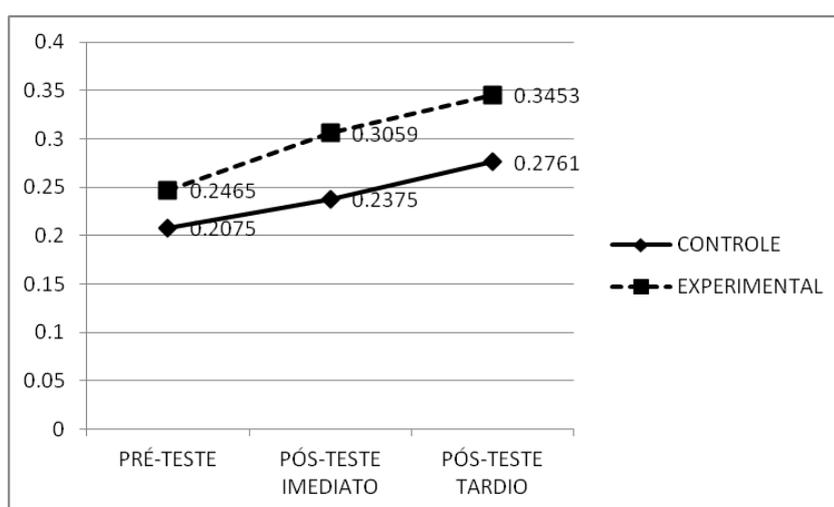


Figura 17: Evolução das médias dos Escores Totais das turmas nos três testes no Estudo 3.

Em relação à comparação entre os pré-testes, para excluir possíveis influências de alguma diferença nos conhecimentos prévios dos alunos, foi realizado um Teste de Mann-Whitney, devido à natureza não paramétrica dos dados. De acordo com o resultados dos testes, a pontuação das duas turmas não apresentavam diferenças significativas ($Z(U) = 0,6400$, $p = 0,5222$).

Assim como nos outros estudos, os escores dos três testes foram transformados em valores de ganho, e essas novas variáveis de cada grupo foram comparadas através de uma análise de variância. Como a distribuição dos dados não era uma distribuição normal, o teste escolhido foi o teste de Kruskal-Wallis. O resultado do teste indicou que os ganhos do grupo experimental não foram estatisticamente significantes em relação aos ganhos do grupo controle ($H_{(5)} = 5,436$ $p = 0,3650$).

Para visualizar o aparecimento/mudança das concepções alternativas alvo do texto estudado, foram construídas duas tabelas com as frequências de cada categoria de resposta, tanto para as questões dissertativas como para as objetivas do teste (Tabelas 10 e 11). Em relação à perspectiva criacionista fixista, apenas na questão dissertativa número 4, que tratava dos pelos das raposas do ártico, essa perspectiva foi identificada. Na turma controle, dois alunos apresentaram esse tipo de resposta no pós-teste imediato e no grupo experimental, dois alunos no pré-teste e apenas um no pós-teste imediato.

Em relação às questões objetivas em que havia opções claramente indicando que as mudanças nas espécies se devem a necessidade ou vontade dos seres em mudar (questões objetivas 2 e 3), é possível observar, através da tabela 11, que nenhuma das duas abordagens (experimental ou controle) contribuíram de forma efetiva para a mudança desta concepção.

A questão número 3 obteve um leve decréscimo nessa frequência entre o pré-teste e pós-teste imediato em ambas as turmas (controle: 0,45 – 0,3; experimental: 0,53 – 0,29). Entretanto, no pós-teste tardio, ambas as turmas apresentaram frequências altas da concepção alternativa, sendo que a turma controle alcançou o patamar de 0,55 e a turma experimental atingiu 0,47, decaindo pouco menos que o controle.

As mesmas observações podem ser feitas em relação às questões dissertativas (Tabela 10). A noção de que a prática ou necessidade fez com que os leopardos de hoje em dia corressem mais rápido do que os de antigamente se fez constantemente presente a cada teste no grupo controle. A compreensão do papel da *luta pela sobrevivência* no processo evolutivo também apareceu muito pouco nas respostas dos alunos. Ainda na

questão do aumento da velocidade dos leopardos, na turma controle houve apenas dois alunos no pós-teste imediato e um no pós-teste tardio que atribuíram o efeito à luta pela sobrevivência. Na turma experimental, um aluno citou a luta pela sobrevivência no pós-teste imediato e outro conseguiu responder a questão utilizando o conceito de seleção natural no pós-teste tardio. Este exemplo é apresentado abaixo:

Sujeito A198C - Por causa de uma mutação e nessa mutação eles ganharam velocidade e os menos velozes como o tempo foram desaparecendo.

Tabela 10: Frequência das categorias de resposta definidas para as questões dissertativas do teste sobre Evolução

Questão	Categorias de respostas	Condição					
		Pré-teste		Pós-teste Imediato		Pós-teste Tardio	
		CONTROLE	EXPERIMENTAL	CONTROLE	EXPERIMENTAL	CONTROLE	EXPERIMENTAL
1. Se um homem desenvolve músculos fortes porque tem feito uma grande quantidade de exercício físico, seus filhos irão nascer com músculos mais fortes?	Não pertinente/pouco claro. (0)*	11 (0.55)	3 (0.18)	6 (0.3)	4 (0.24)	5 (0.25)	0 (0)
	Sim, músculos fortes são transmitidos. (0)	0 (0)	4 (0,24)	0 (0)	1 (0.06)	0 (0)	1 (0.05)
	Não, o homem mudou ao longo do tempo. (1)	1 (0.05)	10 (0.59)	10 (0.5)	3 (0.18)	13 (0.65)	8 (0.47)
	Não, o homem não nasceu com músculos fortes e não pode transmiti-los. (2)	7 (0.35)	0 (0)	4 (0.2)	5 (0.29)	2 (0.1)	5 (0.29)
	Não, músculos fortes não são parte da herança genética e não podem ser transmitidos. (3)	1 (0.05)	0 (0)	0 (0)	4 (0.24)	0 (0)	4 (0.24)
2. Os primeiros leopardos que surgiram no planeta corriam a uma velocidade máxima de apenas 20 km/h. Os leopardos atuais correm a 60 km/h quando estão caçando uma presa. Em sua opinião, qual seria a possível explicação para o aumento da velocidade dos leopardos atuais?	Não pertinente/pouco claro. (0)	10 (0.5)	14 (0.82)	8 (0.4)	11 (0.65)	11 (0.55)	6 (0.35)
	A prática da corrida aumenta a capacidade de correr. (0)	4 (0.2)	1 (0.06)	5 (0.25)	5 (0.29)	4 (0.2)	4 (0.24)
	A necessidade ou o desejo de correr mais rápido aumenta a capacidade de correr. (0)	6 (0.3)	2 (0.12)	5 (0.25)	0 (0)	5 (0.25)	5 (0.29)
	Depende da luta pela sobrevivência. (1)	0 (0)	0 (0)	1 (0.05)	0 (0)	1 (0.05)	0 (0)
	Depende da luta pela sobrevivência: os leopardos mais rápidos foram favorecidos. (2)	0 (0)	0 (0)	1 (0.05)	0 (0)	0 (0)	1 (0.06)
A seleção natural favoreceu a sobrevivência dos mais adaptados, aqueles que eram mais rápidos. (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0.06)	0 (0)	1 (0.06)	

Continua...

Questão	Categorias de respostas	Condição					
		Pré-teste		Pós-teste Imediato		Pós-teste Tardio	
		CONTROLE	EXPERIMENTAL	CONTROLE	EXPERIMENTAL	CONTROLE	EXPERIMENTAL
3. No Reino Unido existe uma espécie de borboleta chamada "Biston betularia". Existem dois tipos desta borboleta: um tipo tem as asas de cor clara e o outro com asas de cor escura. O tipo de cor clara era o mais comum, e costumava pousar nos musgos das árvores, que também tinham a cor clara, para se reproduzir. Dessa forma, ficavam camufladas e não eram comidas pelos passarinhos. O que pode acontecer com as asas	Não pertinente/pouco claro. (0)	16 (0.8)	13 (0.76)	12 (0.6)	11 (0.65)	11 (0.55)	6 (0.35)
	As asas das borboletas se tornarão escuras por que elas precisam ser escuras. (0)	2 (0.1)	3 (0.18)	8 (0.4)	5 (0.29)	5 (0.25)	2 (0.12)
	Borboletas de asas escuras sobreviverão. (1)	1 (0.05)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (0.2)	6 (0.35)
	Haverá mais borboletas de asas escuras por que elas irão se reproduzir mais. (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0.05)	1 (0.06)
	As borboletas escuras poderão se camuflar, então estarão mais adaptadas, e as borboletas de cor clara poderão se extinguir. (3)	1 (0.05)	1 (0.06)	0 (0)	1 (0.06)	0 (0)	2 (0.12)
4. A raposa do ártico vive melhor em temperaturas baixas. Ela tem uma grossa camada de pelos que é muito importante para sua sobrevivência. Qual é a origem dessa grossa camada de pelos?	Não pertinente/pouco claro. (0)	13 (0.65)	9 (0.53)	6 (0.3)	2 (0.12)	12 (0.6)	4 (0.24)
	As raposas do ártico fora criadas com uma grossa camada de pelos. (0)	0 (0)	2 (0.12)	2 (0.1)	1 (0.06)	0 (0)	0 (0)
	As raposas do ártico precisam ter uma camada grossa de pelos por causa das baixas temperaturas. (0)	7 (0.35)	4 (0.24)	12 (0.6)	10 (0.59)	7 (0.35)	9 (0.53)
	Uma mutação foi a causa da camada grossa de pelos. (1)	0 (0)	2 (0.12)	0 (0)	4 (0.24)	0 (0)	3 (0.18)
	Uma mutação favoreceu a adaptação das raposas com uma grossa camada de pelos. (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0.06)
	Através de mutações aleatórias, raposas com uma camada de pelos mais grossa adaptaram-se melhor, sobreviveram e se reproduziram. (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0.05)	0 (0)

Continua...

Questão	Categorias de respostas	Condição					
		Pré-teste		Pós-teste Imediato		Pós-teste Tardio	
		CONTROLE	EXPERIMENTAL	CONTROLE	EXPERIMENTAL	CONTROLE	EXPERIMENTAL
5. Bactérias que infestam o corpo humano podem causar doenças. Antibióticos são utilizados para matá-las. Entretanto, algumas dessas bactérias conseguem resistir ao antibiótico. Em sua opinião, em 20 anos, os atuais antibióticos serão efetivos contra as bactérias?	Não pertinente/pouco claro. (0)	14 (0.7)	14 (0.82)	15 (0.75)	8 (0.47)	11 (0.55)	9 (0.53)
	Não, bactérias irão se acostumar com os antibióticos. (0)	3 (0.15)	0 (0)	3 (0.15)	1 (0.06)	1 (0.05)	0 (0)
	Não, as bactérias irão construir sua resistência aos antibióticos para sobreviver. (0)	3 (0.15)	3 (0.18)	2 (0.1)	8 (0.47)	7 (0.35)	7 (0.41)
	Não, as bactérias são resistentes. (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0.05)	1 (0.06)
	Não, cada vez menos bactérias serão mortas pelos antibióticos, as outras se tornarão resistentes. (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	resistentes, elas irão se	0 (0)	1 (0.06)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

* Pontuação determinada para cada categoria de resposta

Tabela 11: Frequência das categorias de resposta para as questões objetivas do teste dobre Evolução

Questão	Categoria de resposta	Condição					
		Pré-teste		Pós-teste Imediato		Pós-teste Tardio	
		CONTROLE	EXPERIMENTAL	CONTROLE	EXPERIMENTAL	CONTROLE	EXPERIMENTAL
1. Uma mulher de cabelos castanhos, casada com um homem também de cabelos castanhos, pinta seu cabelo de loiro desde seus 18 anos. Quando ela tiver um filho, esta criança terá cabelo castanho ou loiro? Por quê?	Alternativas incorretas (0)*	2 (0.1)	3 (0.18)	1 (0.05)	0 (0)	6 (0.3)	0 (0)
	Correta e genérica (1)	13 (0.65)	12 (0.71)	14 (0.7)	10 (0.59)	11 (0.55)	6 (0.35)
	Correta e completa (2)	5 (0.25)	2 (0.12)	5 (0.25)	7 (0.41)	2 (0.1)	11 (0.65)
2. Há anos atrás, quando os inseticidas começaram a ser usados, eles eram extremamente efetivos para matar moscas e mosquitos. Hoje em dia, 40 anos depois, quando os mesmos inseticidas são utilizados, um número menor de mosquitos morre. Como podemos explicar esse fenômeno?	Alternativas incorretas (0)	10 (0.5)	7 (0.41)	9 (0.45)	8 (0.47)	4 (0.2)	9 (0.53)
	Correta e genérica (1)	1 (0.05)	4 (0.24)	2 (0.1)	1 (0.06)	3 (0.15)	3 (0.18)
	Correta e completa (2)	8 (0.4)	6 (0.35)	9 (0.45)	8 (0.47)	13 (0.65)	5 (0.29)
3. Por que os gansos desenvolveram um pé palmado?	Alternativas incorretas (0)	9 (0.45)	9 (0.53)	6 (0.3)	5 (0.29)	11 (0.55)	8 (0.47)
	Correta e genérica (1)	5 (0.25)	2 (0.12)	6 (0.3)	2 (0.12)	3 (0.15)	1 (0.06)
	Correta e completa (2)	6 (0.3)	6 (0.35)	8 (0.4)	10 (0.59)	6 (0.3)	8 (0.47)
4. Se uma população de gansos for forçada a viver em um ambiente onde não há água para nadar, o que poderia acontecer com as patas desses animais?	Alternativas incorretas (0)	7 (0.35)	4 (0.24)	6 (0.3)	4 (0.24)	3 (0.15)	3 (0.18)
	Correta e genérica (1)	8 (0.4)	4 (0.24)	5 (0.25)	3 (0.18)	6 (0.15)	2 (0.12)
	Correta e completa (2)	4 (0.2)	9 (0.53)	9 (0.45)	10 (0.59)	10 (0.5)	12 (0.71)

*Valor atribuído a cada categoria de resposta

7.4 Estudo 4 - Resultados

Os objetivos do Estudo 4 são os mesmos descritos pra o Estudo 1, porém, foi executado com alunos de 9º ano, de forma contextualizada com seu plano de estudos (ANEXO A). O desempenho dos alunos foi calculado partir da transformação dos escores brutos totais obtidos em proporções, e também foram calculados os valores de GANHO 1, GANHO 2 e GANHO 3.

O Teste T entre os pré-testes indicou que não havia diferenças entre o conhecimento prévio das turmas ($t_{(24)} = 0,5589$, $p = 0,5814$). As médias de desempenho das turmas e outras informações básicas estão apresentadas na Tabela 12. O gráfico ilustrando a evolução das médias de desempenho das turmas nos três testes é apresentado na Figura 18. A Figura 19 apresenta um gráfico do tipo bloxpot, representando a distribuição das médias individuais em cada turma.

Tabela 12: Informações gerais sobre os dados coletados do Estudo 4.

		N ¹	Média	DP ²
Turma controle	Pré-teste	15	0,3157	0,0890
	Pós-teste imediato	15	0,6140	0,1137
	Pós-teste tardio	15	0,4947	0,1286
Turma experimental	Pré-teste	11	0,2918	0,1297
	Pós-teste imediato	11	0,4114	0,0906
	Pós-teste tardio	11	0,4167	0,1188

¹ – Número de sujeitos

² – Desvio Padrão

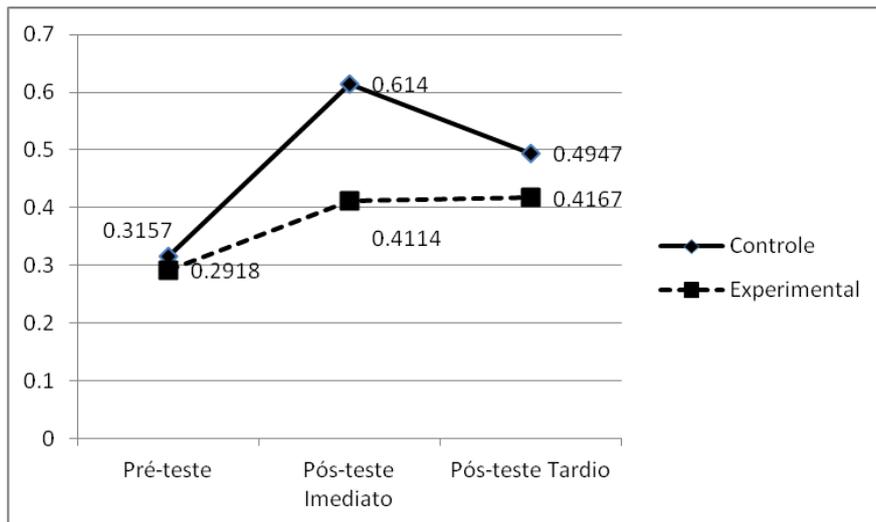


Figura 18: Evolução das médias de desempenho em relação aos Escores Totais de cada turma no Estudo 4

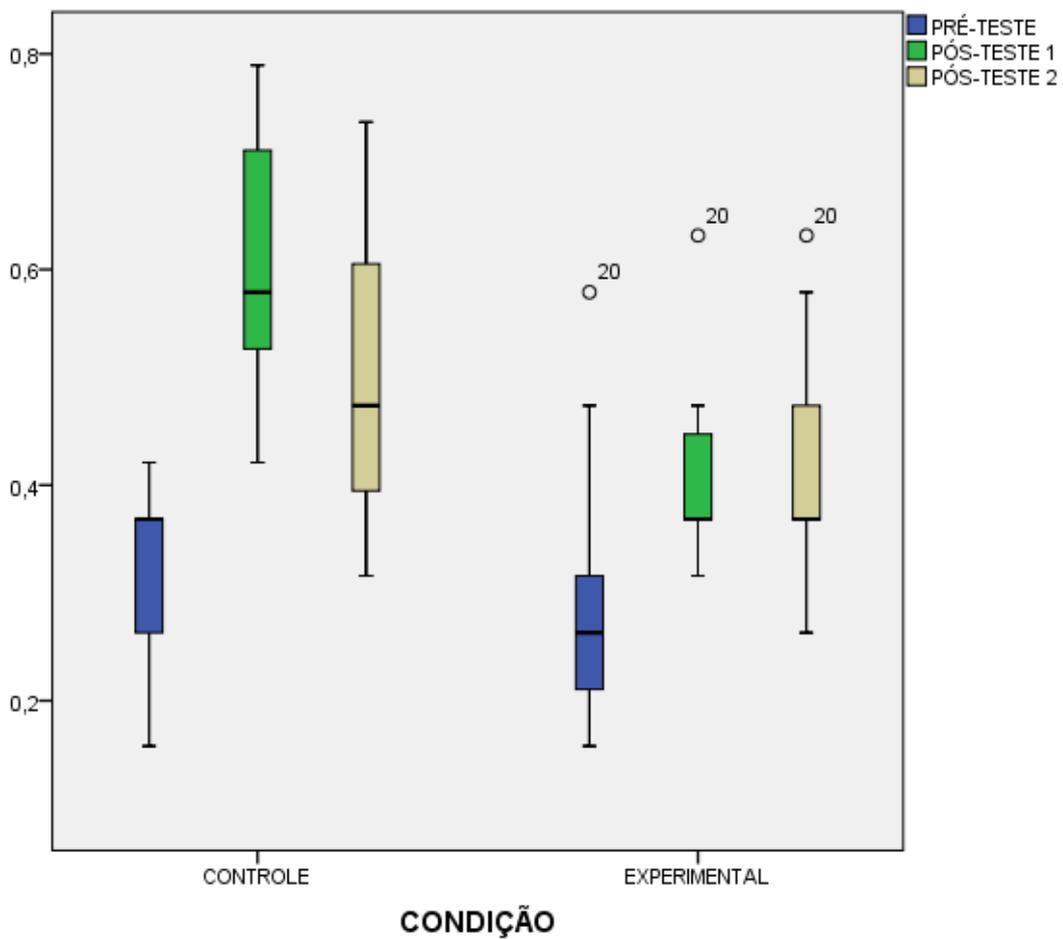


Figura 19: Distribuição das médias individuais do Escore Total

Um teste de Kruskal-Wallis foi realizado entre os valores de ganho, em função de distribuição não normal de dados. A distribuição dos valores de ganho está representada na Figura 20. O resultado apresentou diferenças significativas nos valores de ganho entre grupos (Tabela 13). Testes *post hoc* foram realizados para localizar as diferenças significativas através de Testes T entre os valores de ganho.

Tabela 13: Resultados do Teste de Kruskal-Wallis comparando os valores de ganho nos Escore Total no Estudo 4

	G1	G2	G3
Qui-quadrado	11,244	7,475	1,469
DF	1	1	1
Significância Assintótica	,001	,006	,225

Variável de agrupamento: CONDIÇÃO

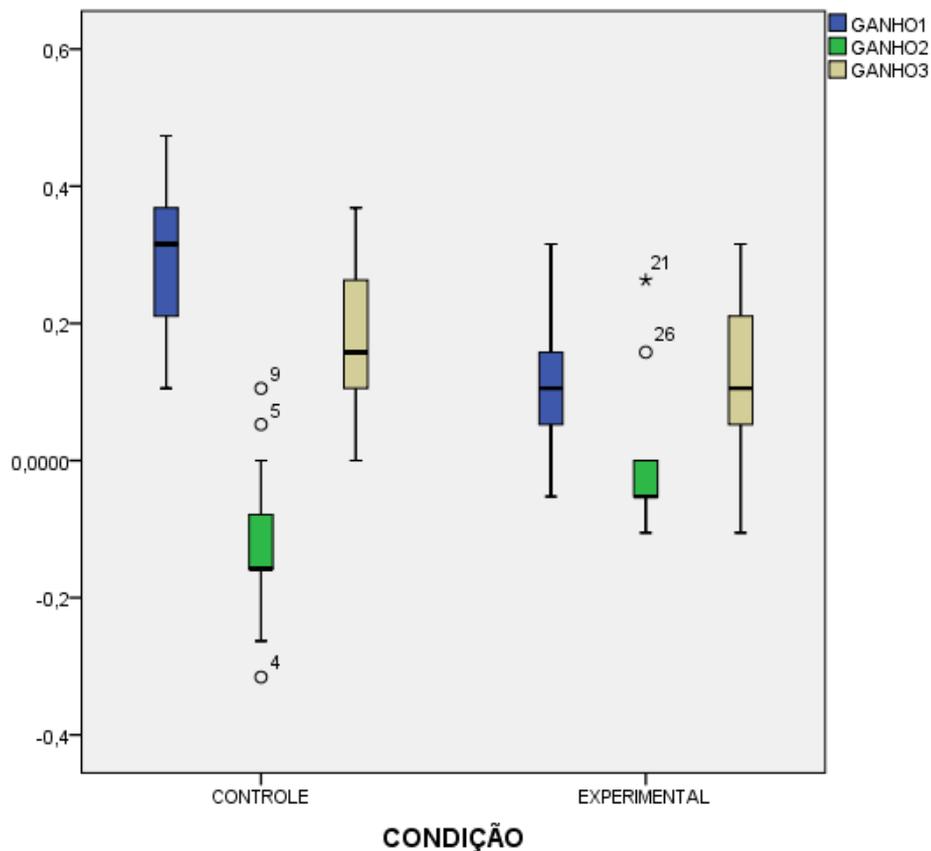


Figura 20: Distribuição dos valores de ganho dos Escores Totais, de acordo com a condição experimental e controle

Os resultados dos Testes T indicam que os valores de GANHO 1 do grupo Controle são maiores, com significância estatística ($t_{(24)} = 3,2899$, $p < 0,01$). Em contraste, os valores de GANHO 2 foram estatisticamente significativos em favor do grupo Experimental ($Z(U) = 2,6988$, $p < 0,01$).

Assim como no Estudo 1, foram calculados os subescores Energia-Força e Energia-Matéria e seus respectivos ganhos, e aplicados os mesmos testes aos quais o Escore Total foi submetido. No Escore Energia-Força, o valor de GANHO2 do grupo Experimental foi estatisticamente maior do que o valor do grupo Controle ($t_{(24)} = -2,1859$, $p < 0,05$). A progressão da média dos escores das turmas nos testes é apresentada Figura 21 e o gráfico da distribuição dos valores de ganho é apresentado na Figura 22.

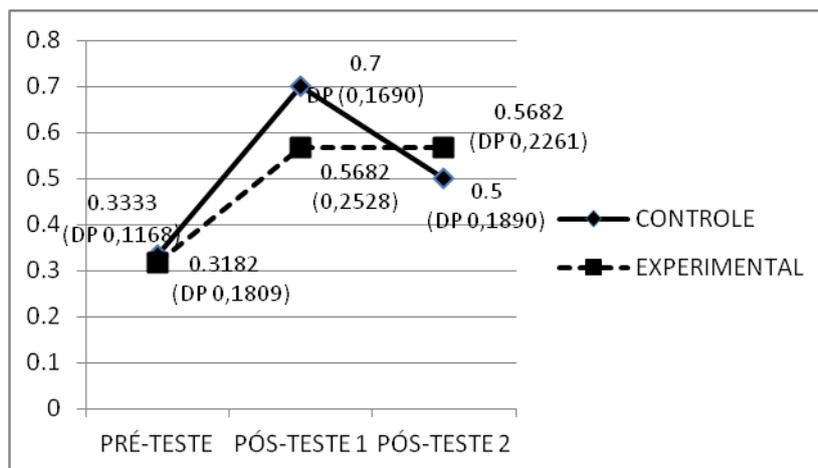


Figura 21: Médias e desvios padrão de desempenho das turmas nos três testes em relação ao Escore Energia-Força

Em relação às análises do Escore Energia-Matéria, identificou-se uma diferença com significância estatística no valor GANHO3, indicando que o ganho na turma Experimental foi maior do que na turma Controle ($Z(U) = 2,2317$, $p < 0,05$). A representação da distribuição dos ganhos e das médias de desempenho no Escore Energia-Matéria são apresentadas nas Figuras 23 e 24, respectivamente.

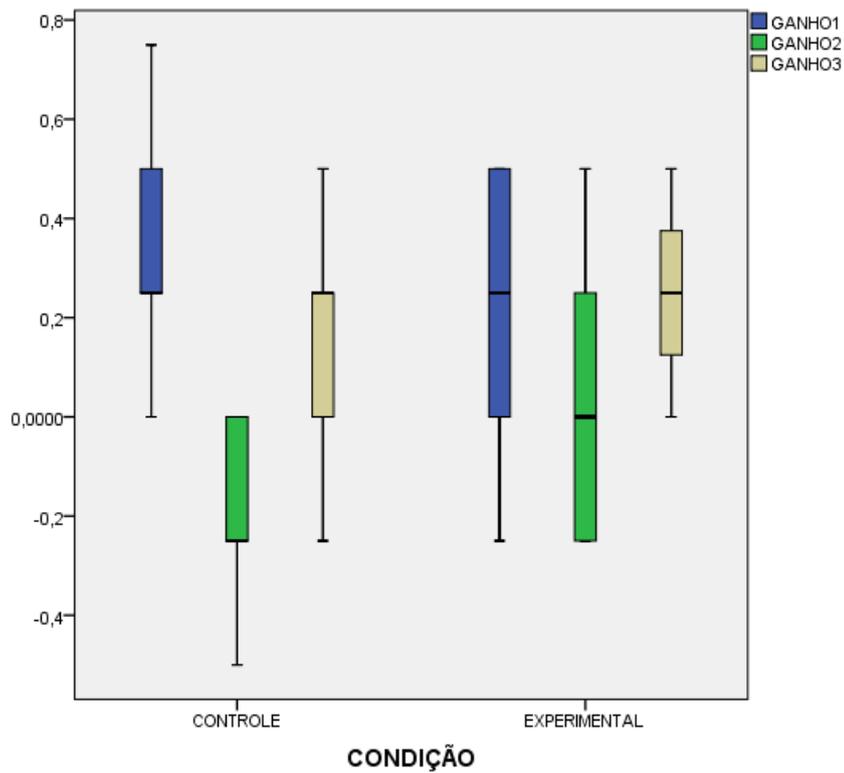


Figura 22: Distribuição dos valores de ganho para o Escore Energia-Força

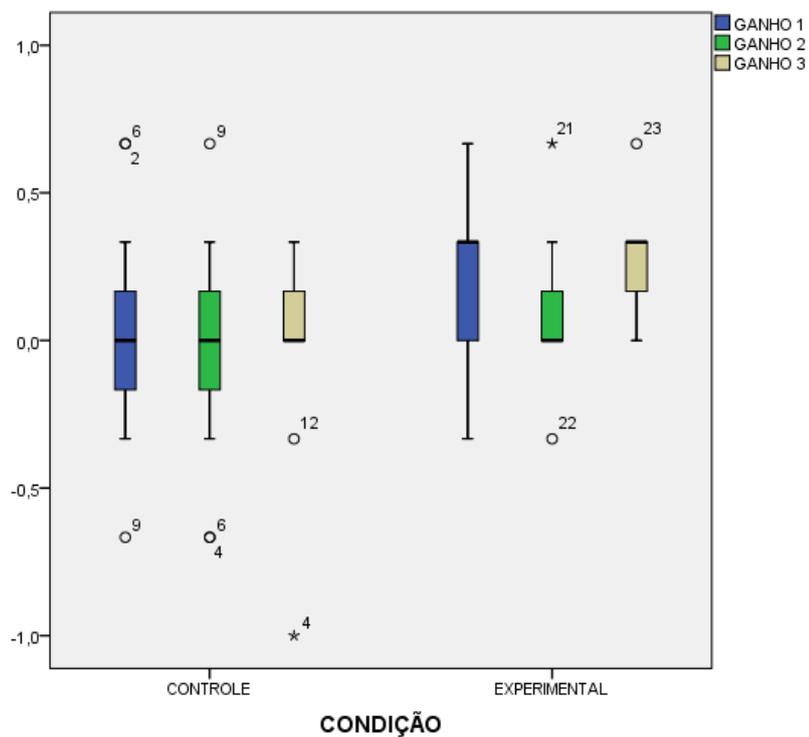


Figura 23: Distribuição dos valores de ganho do Escore Energia-Matéria

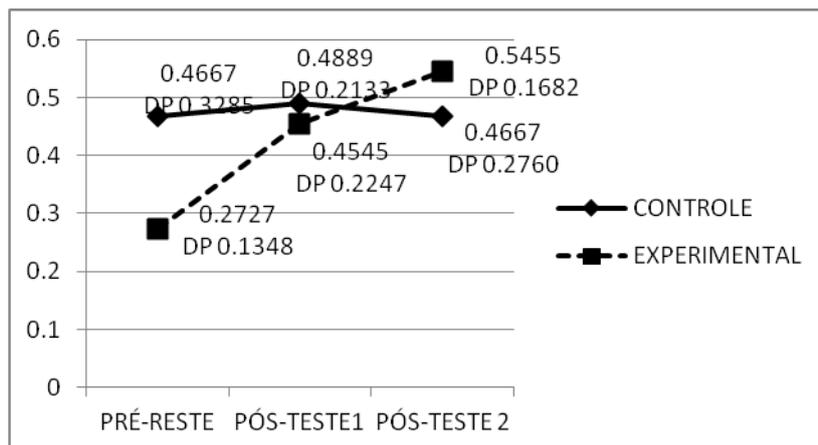


Figura 24: Média e Desvio Padrão das turmas nos três momentos de teste em relação ao Escore Energia - Matéria

Tabela 14: Frequência de ocorrência das concepções alternativas no Estudo 4

CONCEPÇÃO ALTERNATIVA-ALVO	Questão	CONDIÇÃO					
		PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE IMEDIATO		PÓS-TESTE TARDIO	
		C ¹	E ²	C	E	C	E
ENERGIA/FORÇA	1A*	12 (0,8)	10 (0,91)	15 (1)	9 (0,82)	11 (0,73)	11 (1)
	4A*	3 (0,2)	4 (0,36)	3 (0,2)	9 (0,82)	0 (0)	5 (0,45)
	1B*	4 (0,27)	0 (0)	14 (0,93)	6 (0,55)	14 (0,93)	7 (0,64)
	9B*	1 (0,07)	0 (0)	10 (0,67)	1 (0,09)	5 (0,33)	2 (0,18)
ENERGIA/MATÉRIA	3B*	6 (0,4)	5 (45)	11 (0,73)	3 (27)	8 (0,53)	6 (0,55)
	4B*	9 (0,6)	2 (0,18)	8 (0,53)	4 (0,36)	9 (0,6)	3 (27)
	6B*	6 (0,4)	2 (0,18)	3 (0,2)	8 (0,73)	4 (0,27)	9 (0,82)

* - Frequência de acertos na respectiva questão ¹ - Turma Controle ² - Turma Experimental

Uma tabela de frequência de respostas identificando o aparecimento/alteração das concepções alternativas abordadas no texto foi elaborada e é apresentada na Tabela 14. É possível observar que a questão 1A (Por que algumas vezes, quando estamos cansados, nós não conseguimos correr tão rápido como em outras vezes?) teve alta frequência de acertos em todos os momentos testados. A ligação entre energia e a capacidade do corpo de produzir movimento parece estar clara para a maioria dos alunos participantes.

Os dados obtidos na questão 4A (Um homem muito forte tem um monte de _____) indicam que a estratégia utilizada com a turma Controle não foi efetiva na compreensão das diferenças entre os conceitos físicos de força e energia em relação ao uso cotidiano destas palavras, principalmente na associação da força com força muscular. Já a turma Experimental passou de uma frequência de acerto do pré-teste de 0,36 para 0,82 no pós-teste imediato, apesar de decair no pós-teste tardio para 0,45.

Este resultado levou a análise das respostas dadas pelos alunos a essa questão, não apenas o escore obtido. Na turma controle, a resposta *energia* para a questão 4A no pré-teste apareceu em 80% dos casos, em 60% nos casos do pós-teste imediato e em 86% dos casos do pós-teste tardio. Interessante também apontar que a resposta *força* não apareceu no pré-teste, ocorrendo em 20% dos casos no pós-teste imediato e 40% no tardio. A resposta *força* no contexto desta questão pode ter aparecido em função do uso da palavra no sentido utilizado pelos alunos no dia-a-dia ou ainda indicar a incompreensão do conceito físico de força. Na turma Experimental, apenas um aluno em cada teste respondeu com o termo força e a resposta *energia* apareceu em 45% das respostas no pré-teste, 27,27% no pós-teste imediato e 54,54% no tardio, o que pode indicar uma tendência na evolução da construção de conceitos dos alunos que não se manteve à longo prazo.

Os resultados da questão 9B indicam que a estratégia utilizada com a turma Experimental foi ineficiente. Devido a superficialidade do teste (DIAKIDOY et al, 2003) não é possível uma relação causal desse resultado, mas algumas hipóteses podem ser levantadas. Entre elas, pode-se considerar a manutenção da concepção alternativa da indiferença entre energia e força, a falta de associação entre alimento e energia química ou ainda a dificuldade de responder a questão inferindo a partir dos conceitos em

construção. As frequências apresentadas pela turma Experimental na questão 6B indicou uma tendência positiva de efetividade da estratégia utilizada na intervenção.

8 DISCUSSÃO

O objetivo desta pesquisa era avaliar os efeitos do emprego do software SOBEK, uma ferramenta de mineração textual e apresentação gráfica multirrepresentacional, como apoio na aprendizagem de conceitos científicos a partir da leitura. Por meio de um estudo *quasi*-experimental, os desempenhos em testes de duas turmas de 8º ano e duas de 9º ano foram comparados antes e após a utilização do software, ao longo de quatro estudos independentes.

Os resultados apontaram um efeito positivo no desempenho dos alunos a partir da utilização do SOBEK no Estudo 2, sobre a *natureza particulada da matéria*, e no Estudo 4, sobre *energia*. No Estudo 2, os alunos que utilizaram o SOBEK obtiveram maiores valores de ganho no seu desempenho entre o pré-teste e o pós-teste imediato. Os resultados do Estudo 4 mostram que os alunos da turma Controle tiveram valores de ganhos superiores entre o pré-teste e o pós-teste imediato, enquanto os alunos da turma Experimental obtiveram uma superioridade estatisticamente significativa em relação aos valores de ganho entre o pós-teste imediato e o pós-teste tardio.

A turma Experimental do Estudo 4 também obteve valores de ganho estatisticamente maiores entre o pré-teste e o pós-teste imediato na subcategoria de variável *Escore Energia-Força* e nos valores de ganho entre o pré-teste e o pós-teste tardio na subcategoria *Escore Energia-Matéria*. Esses resultados apontam para a importância da experimentação da inserção tecnológica e de abordagens inovadoras nas práticas educacionais. Nesse caso, uniu-se a mineração de textos, a representação por meio de formas textuais e imagéticas e a organização gráfica das informações.

Os dois estudos em que a influência positiva do SOBEK foi identificada foram realizados com alunos de 9º ano. No Estudo 4, a turma Experimental era a turma de controle do Estudo 2 e a turma Controle foi a turma Experimental no estudo anterior. Nas demais comparações (Estudos 1 e 3), onde também houve a inversão entre as turmas Controle e Experimental, as sequências didáticas envolvendo o SOBEK mostraram-se tão eficientes quanto os planejamentos que envolviam apenas a resolução de questionário tradicionais.

Apesar dos resultados estatisticamente significativos obtidos, é possível observar que, em geral, o aproveitamento médio das sessões de aprendizagem foi relativamente baixo. Nos quatro estudos realizados e em todos os testes, apenas uma turma obteve

desempenho com média superior a 0,56 na medida do Escore Total. Considerando isso, é necessário analisar possíveis fatores influentes nesses resultados.

Uma das possibilidades tem referência nos debates ainda em aberto em relação aos textos refutacionais. Apesar de a meta-análise de estudos quantitativos e da análise de estudos quantitativos realizada por Guzzetti (2000) apontar os textos refucionais como estratégias de promoção de conflito cognitivo bastante poderosas, capazes de promover mudanças conceituais identificadas de forma significativa, algumas ressalvas devem ser feitas.

Em primeiro lugar, há resultados conflitantes sobre a efetividade deste tipo de estrutura textual apresentada a alunos do ensino fundamental (GUZZETTI et al, 1993, BRAASCH et al, 2013). Os argumentos contrários afirmam que o desconforto causado pelo conflito cognitivo provocado pelo texto refutacional não é suficiente para estimular o processo de mudança conceitual em estudantes jovens. Isso se daria em função da falta do desenvolvimento da consciência metaconceitual, ou seja, eles ainda não estariam tão cientes de que suas explicações para os fatos são hipóteses. O aluno não teria ainda a prática de revisar seus conhecimentos e apenas captaria que seu pensamento é errado, sem entender porque, uma vez que seus conhecimentos tem se mostrado eficientes no dia a dia (MIKKILÄ-ERDMANN, 2001).

Em segundo lugar, muitos estudos apontam para os efeitos da interação entre os textos refutacionais e os diferentes níveis de compreensão leitora dos estudantes. Guzzetti (2000) retoma que alunos com dificuldades em escrita e leitura, em geral já possuem conhecimentos prévios com lacunas em relação aos conhecimentos apropriados para a aprendizagem de determinados conceitos. Mikkilä- Erdmann (2001) aponta essa interação como tópico muito importante para a continuação dos estudos nessa área, principalmente considerando as bases dos processos de compreensão textual.

Outro apontamento nesse sentido vem das conclusões obtidas por Guzzetti e seus colaboradores (1995) de seu estudo sobre estruturas textuais na aprendizagem de conceitos científicos. Com a aplicação de 90 questionários e a realização de 45 entrevistas gravadas em áudio com estudantes de Física de diferentes níveis, os pesquisadores reuniram alguns indícios da existência de discrepâncias entre os diversos tipos de textos e os níveis de compreensão dos estudantes.

Particularmente em relação aos textos refutacionais, os estudantes apontaram que se o leitor somente passar os olhos rapidamente sobre o texto, ler apenas as

primeiras frases dos parágrafos ou ainda ler apenas frases em torno de palavras destacadas, as informações retidas podem não ser adequadas, podendo levar até mesmo ao desenvolvimento de concepções alternativas anteriormente não existentes. Em consequência, ressalta-se a importância da metodologia em meio a qual o texto refutacional é utilizado, destacando as estratégias que promovem o debate sobre as concepções apresentadas no texto, assim como o papel do professor em orientar a leitura de alunos com dificuldades nesse tipo de habilidade (GUZZETTI et al, 1995).

Outro fator exposto por esse estudo é o fato de que exemplos de situações complexas podem confundir o leitor (GUZZETTI et al, 1995). Além disso, a clareza e a precisão do texto são fundamentais, pois “concepções alternativas inadequadas são facilmente produzidas ou mantidas quando ideias contraintuitivas são discutidas” (GUZZETTI, 1995, pg 658, tradução livre da autora). Ao reanalisar os textos utilizados no experimento, duas passagens parecem não cumprir estes requisitos.

Tanto o exemplo da criança e do adulto levantando uma mala no texto sobre energia, como o exemplo das girafas em relação à aquisição de características ao longo da vida e sua transmissão às gerações futuras, no texto sobre evolução, não apresentam a clareza adequada para o nível de compreensão dos alunos da faixa etária testada. Certamente essa colocação só poderia ser feita com segurança a partir de testes padronizados sobre o nível de inteligibilidade do texto, análise que pode ser feita na continuidade deste trabalho, assim como revisões nas traduções feitas por especialistas nas línguas dos textos de origem.

Os argumentos citados acima podem ser relacionados com o fato de que os resultados positivos foram obtidos nas turmas de alunos mais velhos. O amadurecimento cognitivo é um dos fatores que influencia o desenvolvimento dos processos e estratégias de compreensão textual dos alunos (BRAASCH, 2013), de forma que os alunos mais velhos podem ser mais treinados na leitura ou podem ter elaborado estratégias mais eficientes para compreender os textos.

A prontidão do desenvolvimento na cognição determina, muitas vezes, se determinada capacidade intelectual ou determinado material de aprendizagem são apreensíveis pelo estudante. O desenvolvimento cognitivo apresenta fases qualitativamente distinguíveis que se desenvolvem em uma sequência invariável e cuja época de surgimento varia em função de fatores como meios culturais e sistemas escolares, experiências subculturais e idiossincráticas, áreas de conhecimento e aptidões

diferenciais, entre outros. Além disso, a dimensão mais importante onde a maturidade cognitiva se desenvolve é a concreto-abstrata, que define os mecanismos de significação de conceitos possíveis dentro de cada fase (AUSUBEL, 2000).

Outro fator que pode estar relacionado aos resultados observados nas turmas de 9º ano é complexidade da rede de subsunçores. Ausubel (2000) afirma que, além de experiência na compreensão e manipulação de ideias abstratas sem o apoio de recursos concretos, a existência de um considerável grupo de abstrações estáveis na estrutura cognitiva e de termos capazes de promover a ligações entre essas abstrações de forma eficiente também é responsável pelo progresso da maturidade cognitiva.

Em relação à construção de significados, a aprendizagem nos primeiros anos de vida consiste em estabelecer correspondências entre símbolos com imagens específicas e relativamente concretas. Ao longo do desenvolvimento e a partir na estrutura cognitiva que se constrói, as palavras começam a representar conceitos e ideias mais genéricas. Os conceitos passam a ser equiparados significativamente a um conteúdo cognitivo mais abstrato e categórico (AUSUBEL, 1980).

Retomando os objetivos da pesquisa, foi descrito que os ganhos na aprendizagem conceitual seriam observados a partir de quatro elementos: a retenção de informações; a habilidade de realizar inferências a partir da compreensão do conceito estudado; a habilidade de aplicar o conhecimento em situações novas; e a modificação do conhecimento prévio em desacordo com as convenções científicas.

Em relação à realização de inferências, os Estudo 1 e 4 continham em seus testes seis questões do tipo inferencial (5A, 6A, 3B, 4B, 8B e 9B). Com os alunos de 8º ano, a porcentagem de respostas consideradas corretas no pré-teste, pós-teste imediato e pós-teste tardio na turma Controle foram de 20,74%, 27,41% e 35,56%, respectivamente. Na turma Experimental, os números foram: 18,52%, 32,1% e 37,66%. Com porcentagens tão próximas, podemos concluir que não houve diferença entre a metodologia tradicional do questionário ou o uso do SOBEK. Entretanto, mais uma vez é importante ressaltar os valores percentuais baixos em todas as testagens.

Como colocado por Diakidoy e seus colaboradores (2003), o teste utilizado no estudo apresenta algumas limitações, impedindo conclusões mais profundas sobre a extensão das modificações nas concepções alternativas dos alunos. Apesar de apresentar as questões inferenciais citadas acima, tais questões eram objetivas ou de respostas curtas, e não foi solicitado que os alunos dessem maiores explicações sobre suas

respostas. Portanto, apenas análises mais profundas sobre o conhecimento dos sujeitos permitiria afirmações mais concretas sobre uma possível mudança conceitual.

Já o Estudo 3, sobre o conceito de evolução Darwiniana, apresentava em seus testes questões do tipo *geradoras*, que requerem a solução de um problema novo baseado em um modelo adequado do tema estudado (VOSNIADOU, 1994). Através destas questões cuja natureza permite uma análise mais minuciosa do conhecimento do aluno, foi possível constatar que nenhuma das estratégias de ensino foram eficientes em construir significados para os conceitos de *luta pela sobrevivência* e *seleção natural* no processo de mudança dos seres vivos ao longo do tempo. Também não foram eficientes em superar certas concepções alternativas de que os seres evoluem devido à necessidade ou desejo.

Essa última é uma concepção alternativa bastante persistente, como demonstrado também por Mason e Gava (2007) em seu estudo. Talvez alguns conceitos importantes para o entendimento da dinâmica evolutiva não sejam claros na estrutura de conhecimento prévio dos alunos, em especial a variação populacional e a aleatoriedade das mutações, o que restringiria a compreensão do papel da reprodução e da hereditariedade na fixação das características. As teorias evolucionistas também exigem do aprendiz a compreensão da noção de tempo geológico, o que exige muita capacidade de abstração.

Assim como a evolução, a natureza particulada da matéria abordada no Estudo 2 encontra-se entre os tópicos mais abrangentes para a compreensão de grande parte dos fenômenos científicos, e ao mesmo tempo é dotado de uma natureza bastante abstrata, o que torna mais desafiador seu ensino com alunos do ensino fundamental. Alguns pesquisadores defendem que introduzir este conceito com antecedência na vida escolar é um poderoso artifício para que os alunos visualizem os fenômenos no futuro (TYTLER et al, 2006).

O papel das representações externas é de grande importância para o entendimento da natureza particulada da matéria. Segundo Tytler e colaboradores, o centro da construção do conhecimento científico passa por construir, reconstruir e refinar as representações. Como apontado por Santos e Greca (2005), até mesmo estudantes de nível universitário apresentam dificuldades em fazer a relação entre fenômenos que ocorrem nos níveis macroscópico e microscópico da matéria, assim como com suas representações utilizadas nas situações de ensino ou no dia-a-dia.

Os PCNs indicam a introdução das representações de partículas, mesmo que de maneira superficial, já no início do 3º ciclo (BRASIL, 1997). Entretanto, o Plano Curricular do CMEB Santo Inácio apenas aborda a questão brevemente no 8º ano, deixando para o 9º ano uma introdução mais aprofundada das noções químicas e físicas no nível das partículas.

Animações sobre as dinâmicas moleculares foram apresentadas para as turmas Controle e Experimental na introdução de conceitos relevantes para o entendimento do tema sobre o qual a aprendizagem seria analisada. A tridimensionalidade das moléculas foi explorada na construção de modelos de argila, demonstrados nas Figuras 8 e 9. Procurou-se, por meio desses recursos representacionais variados, promover uma base para imaginação e criação dos modelos mentais exigidos nos testes aplicados após a leitura dos textos refutacionais (APÊNDICES C e D), os quais também possuíam muitas ilustrações.

O resultado do Estudo 2 indicou uma influência positiva da utilização do SOBEK como apoio à leitura no desempenho dos estudantes. O ganho entre o pré-teste e o pós-teste imediato foi superior na turma experimental ($t_{(34)} = -2,1094$, $p < 0,05$). Uma das hipóteses que pode ser investigada para refinar a análise desse efeito é a presença de imagens nos grafos, complementando as informações textuais de modo a ajudar na construção de modelos mais adequados sobre as partículas e seus comportamentos em relação à matéria no nível macroscópico, em função da abstração do conceito em si.

Para que ocorra a aprendizagem significativa e para garantir sua eficiência, devem ser considerados dois fatores: a não arbitrariedade da construção da relação de significados e a substantividade. A substantividade consiste no não condicionamento das novas aprendizagens ao uso exclusivo de um símbolo específico. A aprendizagem significativa do símbolo de um conceito acontece de forma gradual e idiossincrática, permitindo ao longo do tempo a construção de diferentes relações de significado. Apesar de partilhar dessas mesmas características, a aprendizagem de conceitos acontece quando a incorporação dos atributos essenciais do conceito à estrutura cognitiva resulta em um significado genérico e unitário (AUSUBEL, 1980).

Para investigar o papel dos tipos de representação apresentados pelo SOBEK, novas metodologias devem ser pensadas, como, por exemplo, a captura de tela ou entrevistas. O papel das múltiplas representações oferecidas na apresentação de dados

do SOBEK na aprendizagem de conceitos e na promoção da mudança conceitual é um tópico que merece mais investigação, focadas no aluno e em sua compreensão/edição do grafo, na modificação das imagens e relações e na negociação de sentidos que esta atividade pode proporcionar.

Sobre a utilização de um grafo para apresentação dos resultados da análise de mineração textual, tal opção é fundamentada nos resultados de mais de 20 anos de pesquisa sobre suas propriedades (NOVAK; CAÑAS, 2006). Os organizadores gráficos são em geral definidos como representações visuais e bidimensionais do conhecimento que destacam relações entre conceitos ou processos por meio da utilização diferenciada do posicionamento espacial e de recursos de ligação entre os elementos. Fluxogramas, cronogramas, linhas do tempo e tabelas também são considerados organizadores gráficos, mas os mapas conceituais são os tipos mais estudados na pesquisa educacional (NESBIT; ADESOPE, 2006).

Utilizando como referência a Teoria da Codificação Dual (CLARK; PAIVIO 1991), resultados de pesquisas sugerem que a utilização dos mapas conceituais permite que a memória visuo-espacial codifique informações adicionais. Essas informações podem ser características locais, como pontos de referência, informações estruturais que representam a configuração espacial desses elementos, as distâncias relativas dos elementos entre si e entre os elementos e os limites do mapa, contribuindo na construção da rede de relações de representações mentais (NESBIT; ADESOPE, 2006).

Isso se aplica também à utilização de destaques, imagens e animações, recursos que vem ganhando importância devido à disponibilidade de recursos dos softwares atuais. Essas tecnologias, embora ainda não apareçam de forma substancial nas pesquisas e salas de aula, têm permitido a superação de obstáculos na edição de mapas mais complexos, além da construção de mapas mais interativos e hypermidiáticos e do oferecimento de feedbacks durante a construção dos mapas (NESBIT; ADESOPE, 2006).

Por fim, é importante elencar as limitações deste trabalho e as perspectivas para a continuidade da pesquisa. A principal limitação do trabalho está relacionada com os dois últimos itens que compõem os objetivos descritos na introdução, que definiam a busca por indícios de uma melhora na habilidade de aplicar o conhecimento em situações novas e a promoção da mudança conceitual a partir da utilização do SOBEK como apoio na aprendizagem a partir da leitura.

A maior parte dos instrumentos utilizados para acessar o conhecimento construído pelos alunos não tinha profundidade suficiente para permitir inferências sobre os dois elementos citados acima. No caso do teste sobre *energia* as questões eram na maioria objetivas ou de respostas curtas e, mesmo que algumas possuíssem um caráter inferencial, em nenhum momento foi solicitado que os alunos explicassem suas respostas. Esse recurso poderia permitir um acesso maior ao processo de modificação (ou não) dos conhecimentos prévios em função da atividade instrucional.

O teste sobre a *natureza particulada da matéria* também era composto em sua maioria por questões objetivas, algumas delas também de caráter inferencial e, da mesma maneira não permitiram o acesso aos motivos das escolhas dos alunos. As duas questões inferenciais dissertativas formuladas pela pesquisadora também não conseguiram ter um bom alcance nesse sentido. As questões não puderam ser validadas estatisticamente, sendo feita uma avaliação por pares.

O teste sobre *evolução* era composto totalmente por questões geradoras que poderiam permitir a observação da aplicação do conceito em construção em situações diferentes. Entretanto, esse tipo de questão não é familiar para o grupo de sujeitos participantes da pesquisa, o que pode ter limitado a expressão dos alunos. Outra questão em relação ao estudo sobre evolução é que tanto a estratégia experimental (leitura do texto e produção de grafo) como a estratégia controle (leitura do texto e resolução de questionário) foram pouco efetivas no apoio à construção dos conceitos relevantes apresentados sobre o tópico.

Muitas das concepções alternativas citadas pelo estudo original não estavam presentes no pré-teste e aparecem no pós-teste imediato, mantendo-se no pós-teste tardio. É importante, para estudos futuros, analisar o nível de compreensão textual dos alunos e o exigido para a compreensão do texto, pois essa é uma hipótese para explicar os escores baixos. Outra possibilidade é a ausência dos subsunçores relevantes na estrutura cognitiva dos alunos, o que também pode ser previamente analisado.

Em relação aos resultados dos testes estatísticos, apesar de poucas diferenças significativas serem detectadas, é possível observar uma tendência nos gráficos de evolução de médias nos Estudos 1, 2 e 3 (Figuras 13, 14, 16, e 17). Essas medidas referem-se tanto aos escores totais obtidos nos testes como aos subescores calculados a partir de questões específicas sobre alguma das concepções alternativas consideradas no

estudo. Nos casos citados, as médias das turmas Experimentais foram numericamente maiores, apesar de essa superioridade não se confirmar com segurança estatística.

Seria interessante, como continuidade da pesquisa, aumentar número de sujeitos testados para ampliar a visualização da distribuição de escores. Apesar de contar com um total de 73 participantes, o desenho experimental adotado para possibilitar que as turmas participassem tanto como controle quanto recebendo a intervenção experimental acabou dividindo excessivamente os sujeitos em grupos diferentes. Isso somado ao fato de que o número de sujeitos acabou se reduzindo criticamente desde o início do planejamento da pesquisa. Este efeito conhecido como *mortalidade de amostra* (CAMPBELL et al, 1963) ocorreu em função de problemas relacionados à dinâmica escolar, como transferências, trocas de turno, infrequência e evasão.

Outra limitação do estudo refere-se ao tempo de duração das práticas educativas. De maneira geral, foram despendidos em média 200 minutos nas sequências didáticas realizadas entre as testagens, divididos em dois momentos intervalados pelo período de uma semana. Este pode ser considerado um período curto, em função da complexidade dos conceitos abordados nas intervenções. Também não há simplicidade no processo de aprendizagem, de forma que o tempo de trabalho pode não ter sido suficiente para promover reorganizações dos conhecimentos dos alunos ou para a detecção de tais reorganizações.

Por fim, o trabalho apresentado pretende ser uma contribuição para o corpo de conhecimento em relação à aprendizagem de conceitos, em especial no Ensino de Ciências, e em relação à inserção da tecnologia nas atividades instrucionais. Há muitos caminhos a partir deste estudo para a análise do uso do SOBEK como apoio a atividades de leitura e aprendizagem a partir de textos.

Referências

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J.D., & HANESIAN, H. **Psicologia educacional** (2a ed., E. Nick, H. B. C. Rodrigues, L. Peotta, M.A. Fontes, & M. G. R. Maron, Trad.). Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AYRES, Manuel et al. **Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. Instituto Mamirauá, Belém, 2007.

BASTOS F., NARDI, R., DINIZ, R. E. S. Objeções em relação a propostas construtivistas para a educação em Ciências: possíveis implicações para a constituição de referenciais teóricos norteadores da pesquisa e do ensino. In: Encontro Nacional De Pesquisa Em Ensino De Ciências, 3, 2001, Atibaia. **Atas...** Rio Grande do Sul: ABRAPEC, 2001. (Trabalho completo divulgado por meio de CD ROM).

BAUMAN, Z. **Modernidade líquida**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

BEATON, A. E. et al. **Science achievement in the middle school years: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)**. Chestnut Hill, MA: Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, Boston College, 1996.

BERRY, M. J.; LINOFF, G. **Data mining techniques: For marketing, sales, and customer support**. John Wiley & Sons, Inc., 1997.

BRAASCH, J. L. G; GOLDMAN, S. R.; WILEY, J.. The influences of text and reader characteristics on learning from refutations in science texts. **Journal of Educational Psychology**, v. 105, n. 3, p. 561, 2013.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

BRAVO, B.; PESA, M.; POZO, J. I.. La enseñanza y el aprendizaje de la ciencias. un estudio sobre «qué, cuándo y cuánto» aprenden los alumnos acerca de la visión. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 30, n. 3, p. 109-132, 2012.

BYBEE, R.; MCCRAE, B.; LAURIE, R. PISA 2006: An assessment of scientific literacy. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 46, n. 8, p. 865-883, 2009.

CAMPBELL, D. T.; STANLEY, J. C.; GAGE, N. L. **Experimental and quasi-experimental designs for research**. Boston: Houghton Mifflin, 1963.

CARNEVALLE, M. R. **Jornadas.cie - Ciências, 9º ano**. Obra concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Saraiva; 2 ed. --São Paulo: Saraiva, 2012

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. Trad. Roneide Venâncio Majer. São Paulo: Paz & Terra, 1999.

CHI, M. T. H.; GLASER, R.; REES, E. Expertise in problem solving. In: R. Sternberg (Ed.), **Advances in the psychology of human intelligence**. V. 2, Hillsdale, N. J.: Erlbaum, 1982.

CIENCIANATARDE – Disponível em <http://ciencianatarde.blogspot.com.br/>. Último acesso em 02/11/2014.

CLARIANA, R. B.; KOUL, R. A computer-based approach for translating text into concept map-like representations. In: **Proceedings of the first international conference on concept mapping**. 2004. p. 14-17.

CLARK, J. M.; PAIVIO, A. Dual coding theory and education. **Educational psychology review**, v. 3, n. 3, p. 149-210, 1991.

COLE, C.; MANDELBLATT, B. Using Kintsch's discourse comprehension theory to model the user's coding of an informative message from an enabling information retrieval system. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 51, n. 11, p. 1033-1046, 2000.

COLL, C; MONEREO, C. Educação e aprendizagem no séc XXI: novas ferramentas, novos cenários, novas finalidades. In: **Psicologia da Educação Virtual: Aprender e Ensinar com as Tecnologias da Informação e da Comunicação**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

COSTA, P. S. C.; REATEGUI, E. B.; POLONIA, E. Oportunidades de letramento através de mineração textual e produção de fanfictions. **Revista Brasileira de Linguística Aplicada** (Impresso), v. 12, p. 835-859, 2012.

DIAKIDOY, I.N.; KENDEOU, P.; IOANNIDES, C. Reading about energy: The effects of text structure in science learning and conceptual change. **Contemporary Educational Psychology**, v. 28, n. 3, p. 335-356, 2003.

DE FREITAS ZOMPERO, A.; LABURU, C. Significados de fotossíntese apropriados por alunos do ensino fundamental a partir de uma atividade investigativa mediada por multimodos de representação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, 2011, p. 179-199.

DISESSA, A. A. Metarepresentation: Native competence and targets for instruction. **Cognition and instruction**, v. 22, n. 3, p. 293-331, 2004.

EVAL AND GO – ferramenta disponível em <http://www.evalandgo.pt/>. Último acesso:02/11/2014)

FELDMAN, R.; SANGER, J. **The text mining handbook: advanced approaches in analyzing unstructured data**. Cambridge University Press, 2007.

FRANTZI, K.; ANANIADOU, S. MIMA, H. “Automatic recognition of multi-word terms”. **International Journal of Digital Libraries**, vol. 3, no. 2, p.117-132, 2000.

GIL D. Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? **Enseñanza de las ciencias**, v. 17, n. 3, p. 503-512, 1999

GIORDAN, M. The computer in Science Education: a brief critical review. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 11, n. 2, p. 279-304, 2005.

GRAY, David E. **Pesquisa no mundo real**. Porto Alegre: Penso, 2012.

GRECA, I. M. Representaciones mentales. In: MOREIRA, M. A. (Org). **Representações mentais, modelos mentais e representações sociais**. Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS. 2005.

GUERRE du feu, la. Direção: Jean-Jacques Annaud. Produção: International Cinema Corporation (ICC) através de colaboração entre Canadá e França, 1981. 100 min. Dolby, Color, 70mm.

GUZZETTI, B. J. Learning counter-intuitive science concepts: What have we learned from over a decade of research?. **Reading & Writing Quarterly**, v. 16, n. 2, p. 89-98, 2000.

GUZZETTI, B. J.; SYNDER, T. E.; GLASS, G. V.; GAMAS, W. S. Promoting conceptual change in science: A comparative meta-analysis of instructional interventions from reading education and science education. **Reading Research Quarterly**, p. 117-159, 1993.

GUZZETTI, B. J.; HYND, C.R.; SKEELS, S.A.; WILLIAMS, W.O. Improving physics texts: Students speak out. **Journal of Reading**, p. 656-663, 1995.

HATANO, G.; INAGAKI, K. Qualitative changes in intuitive biology. **European Journal of Psychology of Education**, v. 12, n. 2, p. 111-130, 1997.

HESSLER, J. de C.; REATEGUI, E.. Um método para apoio à leitura baseado no uso de uma ferramenta de mineração de texto. **RENOTE**, v. 8, n. 3, 2011.

HUBBER, P.; TYTLER, R.; HASLAM, F. Teaching and learning about force with a representational focus: Pedagogy and teacher change. **Research in Science Education**, v. 40, n. 1, p. 5-28, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=430770&search=rio-grande-do-sul|esteio> (acesso em 30/08/2014)

KLEMMANN, M. **Apoio à produção textual por meio do emprego de uma ferramenta de mineração de textos**. Porto Alegre, 2011. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

KOWATA, Juliana H.; CURY, Davidson; SILVA BOERES, Maria Claudia. Caracterização das Abordagens para Construção (Semi) Automática de Mapas Conceituais. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. 2009.

KOWATA, Juliana Hiroko; CURY, Davidson; BOERES, Maria Claudia Silva. Em direção à construção automática de Mapas Conceituais a partir de textos. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 20, n. 1, p. 33, 2012.

LALUEZA, J. L.; CRESPO I.; CAMPS, S. As tecnologias da informação e da comunicação e os processos de desenvolvimento e socialização. In: COLL, C.; MONEREO, C. (org.). **Psicologia da Educação Virtual: Aprender e Ensinar com as Tecnologias da Informação e da Comunicação**. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 47-65.

LUZARDO, F. J.; QUEVEDO, Y. Selección y manejo de ilustraciones para la enseñanza de la célula: propuesta didáctica. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 30, n. 3, p. Págs. 281-294, 2012.

MACEDO, A. L. **Rede de conceitos: uma ferramenta para contribuir com a prática pedagógica no acompanhamento da produção textual coletiva**. Porto Alegre, 2010. Tese (doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, 2010.

MASON, L., & GAVA, M. Effects of epistemological beliefs and learning text structure on conceptual change. In S. Vosniadou, A. Baltas, & X. Vamvakoussi (Eds.),

Reframing the conceptual change approach in learning and instruction (pp. 165–196). Oxford, England: Elsevier, 2007.

MAYER, R. E. Cognitive Theory and the Design of Multimedia Instruction: An Example of the Two-Way Street Between Cognition and Instruction. **New directions for teaching and learning**, v. 2002, n. 89, p. 55-71, 2002.

MENDONÇA, C. A. S. **O uso do mapa conceitual progressivo como recurso facilitador da aprendizagem significativa em Ciências Naturais e Biologia**. Burgos, 2012. 348p. Tese (Programa Internacional De Doctorado Enseñanza De Las Ciencias) – Universidad de Burgos, Burgos, 2012.

MISHRA, P.; **The Role of Abstraction in Scientific Illustration**. 2009.

MIKKILÄ-ERDMANN, Mirjamajja. Improving conceptual change concerning photosynthesis through text design. **Learning and Instruction**, v. 11, n. 3, p. 241-257, 2001.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999. 195 p.

_____. (Org). **Representações mentais, modelos mentais e representações sociais**. Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS. 2005.

_____. **Mapas conceituais e diagramas V**. Porto Alegre: Ed. do Autor, 2006.

_____. Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica. **Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, Madrid, Espanha, setembro de 2006 e do I Encuentro Nacional sobre Enseñanza de la Matemática, Tandil, Argentina, abril de 2007.

_____. Conceptos en la educación científica: ignorados y subestimados. **Revista Currículum**, v. 21, p. 5-26, 2008.

_____. Thomas Khun. In **Epistemologistas do Século XX**. Textos de apoio preparados para a disciplina *Epistemologia e Ensino de Física*, PPGEnFis, Instituto de Física, UFRGS, 2010a.

_____. Paul Feyerabend. In **Epistemologistas do Século XX**. Textos de apoio preparados para a disciplina *Epistemologia e Ensino de Física*, PPGEnFis, Instituto de Física, UFRGS, 2010b.

_____. La Teoría del Aprendizaje Significativo crítico: um referente para organizar La enseñanza contemporánea. **Unión** (San Cristobal de La Laguna), v. 31. p. 9-20, 2012.

MORTIMER, Eduardo F. Conceptual change or conceptual profile change?. **Science & Education**, v. 4, n. 3, p. 267-285, 1995.

NESBIT, John C.; ADESOPE, Olusola O. Learning with concept and knowledge maps: A meta-analysis. **Review of educational research**, v. 76, n. 3, p. 413-448, 2006.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The origins of the concept mapping tool and the continuing evolution of the tool. **Information Visualization**, v. 5, n. 3, p. 175-184, 2006.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World: Volume 1: Analysis**. OECD Publishing, 2007.

ÖZDEMİR, Gökhan; CLARK, Douglas B. An overview of conceptual change theories. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v. 3, n. 4, p. 351-361, 2007.

ÖZMEN, H. Effect of animation enhanced conceptual change texts on 6th grade students' understanding of the particulate nature of matter and transformation during phase changes. **Computers & Education**, v. 57, n. 1, p. 1114-1126, 2011.

PÉREZ, C. C.; VIEIRA, R. Mapas Conceituais: geração e avaliação. In: **Anais do III Workshop em Tecnologia da Informação e da Linguagem Humana (TIL'2005)**. 2005. p. 2158-2167.

POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W., & GERTZOG, W. A. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. **Science Education**, 66, 211–227. 1982.

POZO, Juan Ignacio. Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 3, p. 513-520, 1999.

POZO, J. I. **Aprendizes e Mestres A nova cultura da aprendizagem**. Trad. Ernani Rosa. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002. 296 p.

REATEGUI, E.; EPSTEIN, D.; LORENZATTI, A. ; KLEMANN, M. Sobek: a Text Mining Tool for Educational Applications. In: **International Conference on Data Mining**, 2011, Las Vegas, Estados Unidos. Anais do DMIN '11. p. 59-64, 2011.

REATEGUI, E.; KLEMANN, M; FINCO, M. D. Using a Text Mining Tool to Support Text Summarization. In **Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)**, Rome, Italy, Jul. 2012.

SANTOS, Flávia MT; GRECA, Ileana María. Promovendo aprendizagem de conceitos e de representações pictóricas em Química com uma ferramenta de simulação computacional. **REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 4, n. 1, p. 7, 2005.

SCHNOTZ, W. Commentary: Towards an integrated view of learning from text and visual displays. **Educational psychology review**, v. 14, n. 1, p. 101-120, 2002.

SCHENKER, A. **Graph-Theoretic Techniques for Web Content Mining**. PhD thesis, University of South Florida, 2003.

SILVA, H. P. África, berço da humanidade. *Revista Ciência Hoje das Crianças*. Ano 19, nº 168, maio de 2006

STERNBERG, R.J. **Psicologia Cognitiva**. Porto Alegre: Artes Médicas. 2000.

TIPPETT, C. D. Refutation text in science education: A review of two decades of research. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 8, n. 6, p. 951-970, 2010.

TYTLER, R.; PRAIN, V.; PETERSON, S. H.. Picturing evaporation : learning Science literacy through a particle representation. **Teaching Science**, v. 52, n. 1, p. 12-17, 2006.

UZUNTIRYAKI, E.; GEBAN, Ö. Effect of conceptual change approach accompanied with concept mapping on understanding of solution concepts. **Instructional Science**, v. 33, n. 4, p. 311-339, 2005.

VOSNIADOU, S. Capturing and modeling the process of conceptual change. **Learning and instruction**, v. 4, n. 1, p. 45-69, 1994.

WAQUIL, M. P.; BEHAR, P. A. Princípios da pesquisa científica para investigar ambientes virtuais de aprendizagem sob o ponto de vista do pensamento complexo. **Modelos pedagógicos de educação a distância**, p. 146-178, 2009.

Wordcounter (disponível em <http://www.wordcounter.net/>). Acesso em 02/11/2014

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Gostaríamos de solicitar sua autorização para que seu filho(a) participe da pesquisa intitulada “**Emprego de Grafos de Imagens para Apoio à Aprendizagem em Ciências**”, realizada pela professora e pesquisadora Ana Paula Metz Costa como parte de seu curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com orientação do professor Eliseo Berni Reategui.

O objetivo da pesquisa é avaliar a utilização de um programa de computador para auxiliar os alunos na interpretação de textos e na aprendizagem de conceitos importantes.

A participação dos alunos na pesquisa é VOLUNTÁRIA.

A colaboração dos alunos se dará da seguinte forma: os trabalhos produzidos pelos alunos durante as atividades em sala de aula (realizadas no próprio CMEB Santo Inácio) serão coletados para fazer parte da pesquisa. Avaliando estes trabalhos, buscaremos identificar possíveis vantagens na utilização do programa de computador como apoio para aprendizagem. Após a conclusão da pesquisa, este material (provas e trabalhos dos alunos) será guardado no arquivo pessoal da pesquisadora.

Ao longo da pesquisa, os trabalhos não serão identificados para evitar a exposição dos participantes e serão mantidos sob sigilo, e as informações pessoais obtidas através deste estudo serão confidenciais. A participação do aluno não é obrigatória e ele poderá desistir da participação a qualquer momento, caso sinta-se ou desconfortável com o tipo de atividade ou com os registros realizados.

Esta pesquisa pretende colaborar com o enriquecimento das estratégias de ensino e de aprendizagem, visando a qualificação da Educação de maneira geral e, em específico, do aprendizado de seu filho (a).

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço institucional dos pesquisadores, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Assinatura do(a) Pesquisador(a)

Endereço: Av. Paulo Gama, s/n, Faculdade de Educação - Prédio 12201 – Porto Alegre/RS
Telefone: 51 – 9112 2333 (Prof^o Eliseo B. Reategui, professor adjunto da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Contatos da pesquisadora – Email: anapaulametz@gmail.com/Telefone: 51 9652 0208

Eu....., declaro que fui devidamente esclarecido e concordo com a participação do menor, do qual sou representante legal, na pesquisa acima descrita.

Assinatura do responsável

Documento de Identificação do responsável

Data

Eu,.....(nome e por extenso do sujeito de pesquisa /menor de idade), declaro que recebi todas as explicações sobre esta pesquisa e concordo em participar da mesma, desde que meu responsável legal concorde com esta participação.

Assinatura do sujeito de pesquisa

Documento de Identificação do sujeito de pesquisa

Data

APÊNDICE B – Texto refutacional sobre o tema *energia*, traduzido do artigo original de Diakidou et al (2003), utilizado nas intervenções desta pesquisa



Centro Municipal de Educação Básica Santo Inácio



Energia ou Força?

Na aula anterior nós concluímos que um corpo tem energia quando ele tem a capacidade para fazer alguma coisa. Pessoas, por exemplo, tem energia porque elas podem se mexer, empurrar ou erguer coisas. Nas conversas do dia-a-dia, quando dizemos que uma pessoa tem força, queremos dizer a mesma coisa. Nós também falamos que quem consegue levantar coisas mais pesadas tem mais força. Energia e força são a mesma coisa? Antes de respondermos essa questão, vamos considerar outra coisa antes:

Suponha que um adulto e uma criança levistem uma mala pesada. Eles exercem a mesma força? Algumas pessoas podem dizer que o adulto exerce uma força menor por que ele tem mais facilidade para fazer isso do que a criança. Outros podem dizer que o adulto exerce mais força porque ele tem mais força do que a criança. Isto é, eles dizem que a força é algo que nós temos dentro de nós.

Por fim , outros podem dizer que o adulto e a criança irão exercer a mesma força porque pela palavra “força” eles querem dizer a razão que faz com que a mala levante do chão. Eles pensam que, independente de quem levantou a mala, o resultado é o mesmo. Se o resultado é o mesmo (a mala é erguida do chão!), então, a força exercida também é a mesma.

Essas três diferentes tipos de respostas acontecem devido ao fato de que nós às vezes usamos a palavra “força” para falar de coisas diferentes. Os cientistas, entretanto, decidiram definir com clareza palavras e significados para se comunicarem melhor. Então, eles usam a palavra “energia” quando querem falar da capacidade de fazer algo. E eles usam a palavra “força” para se referir à causa que moveu um objeto imóvel ou que fez objetos mudarem sua velocidade. E eles ainda diferenciam força da força física, força muscular e esforço. Essas três expressões são usadas da mesma forma que nós usamos: para expressar a dificuldade que sentimos para fazer alguma coisa. Então, como os cientistas respondem nossa questão? Eles diriam que tanto o adulto como a criança tem energia. Essa energia lhes dá a capacidade de exercer uma força na mala. A força que eles exercem é o que causa o levantamento da mala do chão. O peso da mala não muda. Então, se tanto o adulto como a criança levantam a mala, os cientistas dizem que os dois exerceram a mesma força.

A energia é consumida e reabastecida.

Vamos pegar nossa questão anterior e reformulá-la: O adulto e a criança irão consumir diferentes quantidades de energia para levantar a mala?

Os cientistas novamente diriam que não, por causa das razões seguintes: O que permite que seja possível exercer força é o consumo de energia. Então, se um adulto e uma criança exercem a mesma força, então eles precisam consumir quantidades iguais de energia.

Nas conversas do dia-a-dia, nós dizemos que perdemos nossa força quando estamos cansados, e que nós comemos para recuperar a força. Entretanto, os cientistas dizem que nossa energia é que é consumida e que nós comemos para reabastecer a energia com a energia contida nos alimentos.

O mesmo acontece com os carros e com muitas outras máquinas. Para que eles se movimentem ou operem, eles consomem o combustível que contém energia. Baterias e pilhas, que usamos para fazer os brinquedos funcionarem, também contém energia. Quando dizemos que a bateria acabou isso significa que toda a energia que ela continha foi consumida. Para repor a energia que foi consumida e fazer o brinquedo funcionar de novo, nós precisamos substituir a bateria.

Tipos de energia

Todos os corpos tem energia, mas de diferentes tipos e para realizar diferentes funções. Todos os objetos que se movem tem “**energia cinética**”, porque eles podem bater ou tocar outros objetos. A energia na comida, no combustível e nas baterias e pilhas é chamada de “**energia química**”. A razão pela qual ela é chamada de energia química é porque deve haver algum tipo de reação química para que a energia seja liberada e fazer os organismos vivos ou as máquinas funcionarem. Borrachas e molas tem “**energia elástica**” quando são esticadas ou comprimidas. Se deixarmos que elas percam essa energia, elas se movem no sentido de voltarem ao seu comprimento original. Além disso, todos os corpos, vivos ou não-vivos, mais quentes ou mais frios, tem alguma “**energia térmica**”. Quanto mais alta for a temperatura, maior a quantidade de energia térmica que eles possuem. Nós podemos sentir esse tipo de energia quando ela é transferida de um corpo para outro. Assim, uma lâmpada incandescente tem energia térmica quando está acessa porque ela pode esquentar nossa mão. Entretanto, a lâmpada também emite “**energia luminosa**” porque ela pode iluminar uma sala.

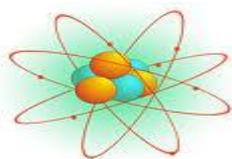
Finalmente, outras formas de energia são a “**energia acústica**” carregada pelo som e a “**energia elétrica**” que faz os aparelhos funcionarem. Esses vários tipos de energia tem diferentes características. Há tipos de energia que são produzidas e armazenadas nos corpos, como a energia química, a térmica e a elástica. Ao contrário, energia luminosa e acústica não podem ser armazenadas. Elas são simplesmente produzidas e emitidas. Por último, a energia térmica pode ser produzida, transferida de um corpo para o outro e ainda pode ser armazenada em corpos cobertos com materiais isolantes.

Energia não é uma substância

É importante perceber que, apesar de falarmos sobre energia como se isso fosse algo que pudéssemos ver ou comer, a energia não é uma algo material, não é algo que possamos perceber diretamente através de nossos sentidos. Por exemplo, olhando para uma maçã, nós podemos ver a casca, a fruta e as sementes. Mas nós não podemos ver a energia química que ela contém e que nós absorvemos quando comemos a maçã. A razão para isso é que a energia não é uma coisa material.

Isso é um princípio científico muito útil que nos ajudará a descrever e explicar mudanças que observamos no mundo físico. Quando você aprender mais sobre ciências, você entenderá melhor o quão útil é o conceito de energia.

TAMANHO DAS PARTÍCULAS



O que acontece com o tamanho das partículas durante as mudanças de fase?

↪ Alguns estudantes acreditam que o tamanho das partículas muda (aumenta) quando uma substância passa do estado sólido para o estado líquido e quando se transforma do estado líquido para o estado gasoso. Além disso, eles acreditam que a substância se expande por causa da expansão das partículas que a formam.

Você concorda?

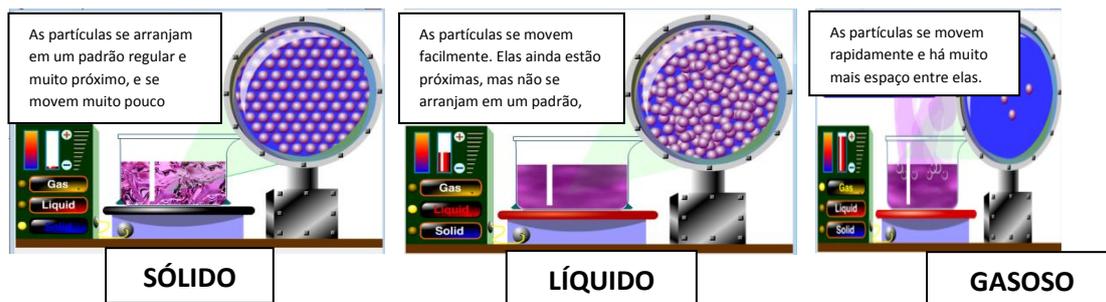
↪ Essa ideia **não é verdadeira!!**. Esses estudantes pensam que os fenômenos microscópicos, ou seja, os processos que acontecem no nível das partículas, ocorrem da mesma forma que observamos nos eventos de nosso cotidiano, nos fenômenos macroscópicos. Nós sabemos, em nosso dia-a-dia, que se um objeto é aquecido sem mudar de fase, seu volume aumenta, ou seja, ele se expande. Por outro lado, se um objeto (com exceção da água) é resfriado, seu volume diminui, isto é, ele se contrai. Essas mudanças são normais nos eventos cotidianos. Todos esses processos são válidos no mundo macroscópico. Por exemplo, se um pedaço de fio de cobre é aquecido intensamente, ele irá se expandir de maneira que ficará maior do que era antes do aquecimento.

↪ Você aprendeu anteriormente que toda substância é formada por pequenas partículas e que essas partículas estão em constante movimento. Quando um sólido é aquecido, a velocidade média de movimento das partículas aumenta e elas se movem mais rápido. Partículas que se movem mais rápido colidem mais umas com as outras e cada partícula empurra suas vizinhas para longe. Então, partículas vizinhas são empurradas e vão se afastando, de forma que o objeto sólido se expande um pouco se a temperatura aumenta. O mesmo acontece com um líquido. Com base nessa explicação, nós percebemos que a razão para a expansão e/ou contração da matéria não é uma mudança no tamanho das partículas. Entretanto, alguns estudantes tentam explicar a expansão e a contração vistas no nível macroscópico dizendo que as partículas também se expandem e se contraem. Esse pensamento **não está correto**.



Não devemos esquecer que as partículas não se expandem nem se contraem. O tamanho das partículas não se altera de forma alguma, independentemente do estado físico da substância. Nós não devemos mencionar a expansão ou contração no nível das partículas. Estas alterações pertencem ao nível macroscópico. Um objeto se expande ou se contrai nos eventos cotidianos, no mundo macroscópico, de acordo com mudanças na temperatura. Mas não podemos dizer a mesma coisa para o mundo das partículas, para o mundo microscópico.

O tamanho das partículas também não se altera durante as mudanças de fase da substância. Em outras palavras, **o tamanho das partículas nos estados sólido, líquido e gasoso é exatamente o mesmo**. Isto é, não importa se as partículas estão em estado sólido, líquido ou gasoso, seu tamanho não se altera. Você pode observar na figura abaixo que o tamanho das partículas nos três diferentes estados é o mesmo: (retirado de http://www.harcourtschool.com/activity/states_of_matter/molecules.swf).

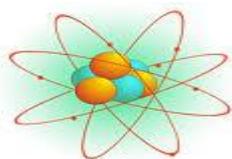


- ❖ Resumindo, o tamanho das partículas não se altera durante as mudanças de estado física, nem devido a alterações na temperatura.



PARABÉNS, VOCÊ APRENDEU SOBRE PROCESSOS QUE ACONTECEM NO NÍVEL DAS PARTÍCULAS!!

NÚMERO DE PARTÍCULAS



O número de partículas muda durante a mudança de fase?

- ↩ Alguns estudantes acreditam que o número de partículas muda quando ocorre a transformação do estado sólido para o líquido, ou do líquido para o gasoso.



Você concorda com essa ideia?

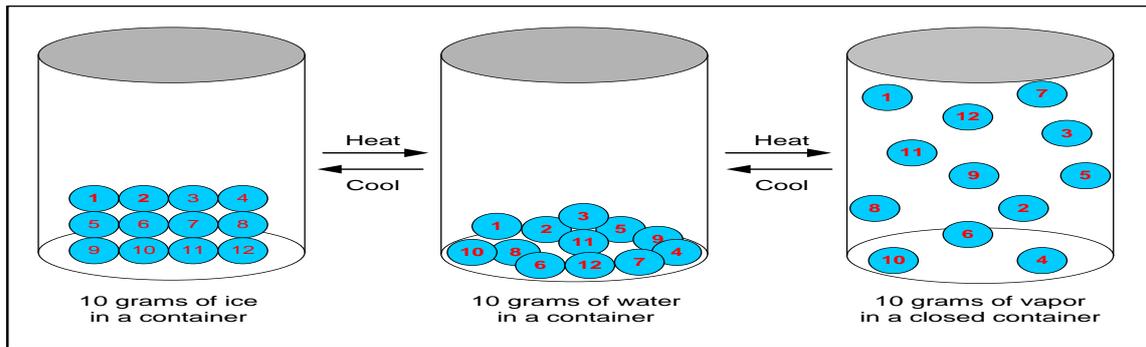
Esta ideia também **não é verdadeira**. Enquanto a maioria dos estudantes pensa que o número de partículas aumenta do estado sólido para o líquido e do líquido para o gasoso na medida em que a temperatura aumenta, outros, ao contrário, pensam que o número de partículas aumenta com a diminuição da temperatura. Como a matéria se expande e contrai de acordo com a mudança de temperatura, alguns estudantes acham que se a matéria se expande, por exemplo, o número de suas partículas pode aumentar e vice-versa. **Essas ideias não estão certas.**



Se o número de partículas aumentasse ou diminuísse de acordo com a temperatura ou com a mudança de fase, o peso de uma mesma quantidade de uma substância seria diferente. Nós sabemos a partir de nossas observações no dia-a-dia que se a quantidade da substância aumenta, seu peso também aumenta. No mundo microscópico, a quantidade de substância está relacionada ao número de partículas.

Em outras palavras, se o número de partículas aumentar, a quantidade e o peso da substância aumentam.

Então, se o número de partículas aumenta durante a mudança de fase, a quantidade e o peso da substância deveriam aumentar. Por exemplo, se 10 gramas de gelo se transformassem em água, seu peso poderia ser mais do que 10 gramas. Da mesma forma, se 10 gramas de água se transformassem em vapor, seu peso poderia ser mais do que 10 gramas. Mas esse tipo de aumento não é observado durante a mudança de fase nem durante mudanças de temperatura. As propriedades que mudam durante as mudanças de fase e temperatura são a energia e o movimento das partículas. A substância se expande ou se contrai de acordo com o aumento ou diminuição na energia e no movimento das partículas. A razão para a expansão ou para a contração não está relacionada ao número de partículas. Você pode observar, na figura abaixo, que o número de partículas não muda:



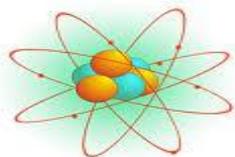
❖ **Em resumo, o número de partículas não se altera durante as mudanças de fase ou de temperatura.**



PARABÉNS, VOCÊ APRENDEU SOBRE PROCESSOS QUE ACONTECEM NO NÍVEL DAS PARTÍCULAS!!

APÊNDICE D – TR utilizado nas intervenções sobre o tema *natureza particulada da matéria*, elaborado pela pesquisadora, abordando o espaço entre as partículas.

ESPAÇO ENTRE AS PARTÍCULAS



O que acontece com o espaço entre as partículas durante as mudanças de estado físico?

↪ Alguns estudantes pensam que quando a substância está no estado sólido, as partículas estão grudadas umas nas outras, sem nenhum espaço entre elas. Há também quem pense que no estado líquido as partículas também estão unidas entre si.

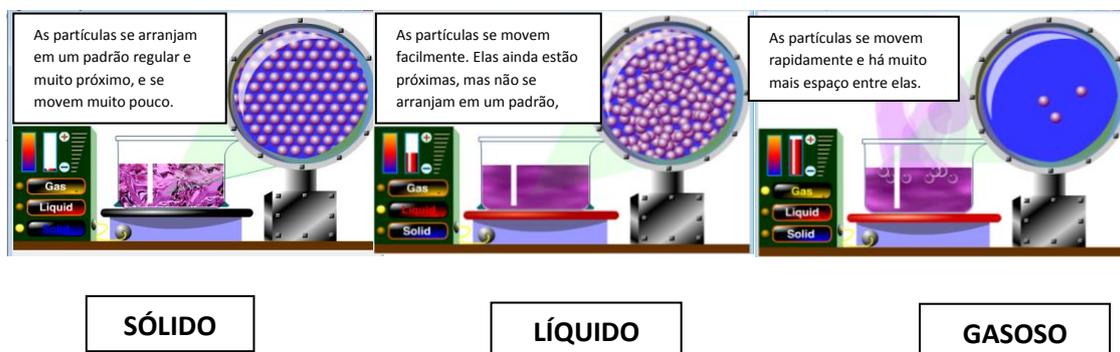
Você concorda com essa ideia?

Esta ideia **não é verdadeira**. Aprendemos no texto anterior que quando uma substância está no estado sólido, suas partículas se organizam em um padrão regular, muito próximas umas das outras. Atenção: elas ficam apenas muito próximas, não ficam grudadas! Mesmo no estado sólido, sempre há um espaço entre as moléculas, mesmo que muito pequeno. No cotidiano, vemos as coisas no nível macroscópico, e as percebemos como algo contínuo, sem separação nenhuma. Entretanto, no nível microscópico, as partículas ficam sempre separadas umas das outras, mesmo que por um espaço extremamente pequeno. Além disso, as partículas praticamente nunca ficam imóveis. Mesmo no estado sólido as partículas se movimentam, mesmo que seu único movimento seja a vibração.



Quando a substância passa para o estado líquido, por causa do aumento da temperatura, o espaço entre as moléculas fica maior do que no estado sólido. Isso acontece porque o aumento na temperatura faz com que as partículas se movimentem mais rápido, e elas acabam se chocando mais umas com as outras, jogando as vizinhas para mais longe. Como já vimos, esse também é o motivo de as substâncias se expandirem com o aumento da temperatura. Portanto, nos líquidos, as partículas se movem mais facilmente e ficam mais desorganizadas, não formam um padrão como nos sólidos, apesar de ainda manterem certa proximidade. É por isso que os líquidos escorrem e adquirem a forma do recipiente que os colocamos.

No momento em que a substância passa do estado líquido para o gasoso, o espaço entre as moléculas aumenta ainda mais. Com o aumento da temperatura e a mudança de fase, as moléculas movem-se muito rápido, deixando grandes espaços entre si e ganhando muita liberdade de movimento. Por isso, o espaço ocupado por um gás pode variar bastante. Se houver bastante espaço, o gás irá se espalhar, com suas partículas ficando muito afastada umas das outras. Se o gás estiver contido um recipiente, suas partículas irão se afastar apenas até os limites do recipiente, como quando enchemos em um balão, por exemplo. Observe na figura abaixo o espaço existente entre as partículas em cada um dos estados físicos:



❖ **Em resumo, sempre há espaço entre as partículas, mesmo que a substância esteja no estado sólido! Esse espaço varia significativamente com as mudanças de temperatura e de estado físico!**

APÊNDICE E – Texto refutacional sobre o tema *evolução* cedido pela pesquisadora Lucia Mason, traduzido do italiano e adaptado para ser utilizado nas intervenções.

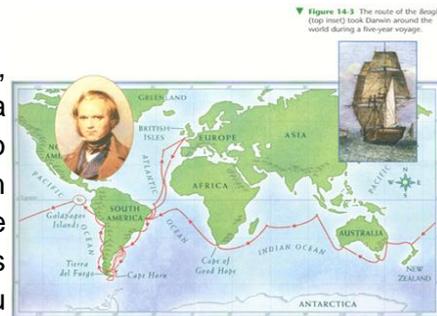


Centro Municipal de Educação Básica Santo Inácio



Teoria Evolucionista de Darwin: a seleção Natural e a origem das espécies

De 1831 a 1836, um jovem cientista inglês, Charles Robert Darwin (1809-1882) realizou uma longa viagem como naturalista a bordo do navio britânico Beagle. No decorrer daqueles anos, Darwin recolheu uma enorme quantidade de observações e dados sobre a vegetação e a fauna dos países visitados. De retorno ao seu país, Darwin dedicou mais de vinte anos a ordenar e interpretar os dados recolhidos e a confrontar com dados provenientes de outras fontes.



Darwin havia notado que muitas espécies que existiam há milhões de anos hoje já não existem mais e que, vice-versa, hoje existem espécies novas. **Qual a origem destas novas espécies?**

Vocês podem pensar que elas tenham sido criadas do nada ou então que tenham vindo de outro planeta. Mas olhem ao redor: vocês já viram aparecer repentinamente um novo ser vivo que nunca existiu? Darwin pensou que a explicação fosse outra.

Podemos resumir a teoria da evolução de Darwin nos pontos que seguem:



Os indivíduos de uma mesma espécie não são perfeitamente idênticos: estes possuem uma grande **variabilidade de características** que são em parte hereditárias, isto é, podem ser transmitidas aos filhos.

A variabilidade é fundamental na teoria de Darwin. Porque será que a variabilidade entre os indivíduos é tão importante?

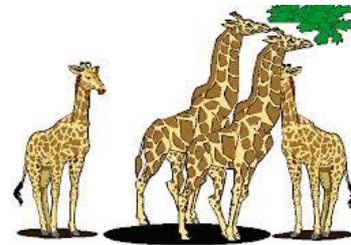
Experimentem pensar se os animais de uma mesma espécie fossem todos iguais e perfeitamente adaptados a um certo ambiente. De repente, aquele ambiente muda: nenhum animal está adaptado, todos morrem e assim a espécie se extingue.

Por outro lado, se os animais são diferentes entre eles, é mais provável que um deles tenha características adaptadas ao novo ambiente: este animal “sortudo” sobrevive, procria e a espécie a qual pertence continua a existir.

A variabilidade de características é causada por dois fatores:

- A mistura das características dos pais que ocorre através da reprodução sexual;
- A ocorrência de mutação na herança genética, ou seja, mudanças no DNA que acontecem por acaso.

Experimentem focar-se em uma característica, como por exemplo, o longo pescoço da girafa: pensam que este animal desenvolveu um pescoço tão longo porque precisavam comer as folhas das árvores mais altas? Pensam que o hábito de esticar o pescoço, o tenha alongado?



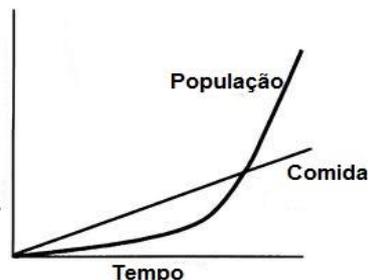
Pois se enganam porque, se assim fosse, os filhotes das girafas não teriam nascido com o pescoço longo. Mudanças que acontecem ao longo da vida de um indivíduo se referem ao aspecto físico e não à herança genética. As mudanças do aspecto físico não tem relação com o patrimônio genético e, logo, não se transmite aos filhos.

Outra observação de Darwin foi a de que, em cada geração, o número de indivíduos nascidos é muito maior que o número de indivíduos que conseguem atingir a idade adulta e se reproduzir.

Isto é devido a uma dura luta pela sobrevivência: cada ser vivo deve competir com os outros pela comida e pelo território, fugir dos predadores e superar as adversidades climáticas e doenças.

Quando se fala de luta pela sobrevivência, vocês pensarão logo em dois animais que lutam entre eles: o mais forte vence e o outro morre. Darwin não queria dizer isto. Ele havia notado que os seres vivos eram muitos e o território e os recursos não eram suficientes para todos. O indivíduo que, por acaso tem características que possibilitam obter mais comida e recursos, deixará menos aos outros: ele terá maior probabilidade de sobreviver e ter filhos, enquanto os outros terão menor probabilidade de sobreviver e ter filhos. Isto é uma luta pela sobrevivência entre os indivíduos, sem que ocorra o confronto físico.

Ocorre assim uma redução drástica do número de seres vivos, que de outra forma, ocupariam cada canto do planeta. Pensem por exemplo, que uma ostra pode produzir em uma só estação cerca de 600 milhões de ovas: se de cada ova se desenvolvesse indivíduos capazes de produzir outras tantas ovas, em quatro gerações, o peso das ostras superaria o peso da Terra!



Na luta pela sobrevivência, tem vantagens os indivíduos que possuem, por completo acaso, características mais adaptadas ao ambiente, enquanto aqueles que tem menos capacidades de explorar os recursos do ambiente são destinados a morrer sem deixar descendentes.

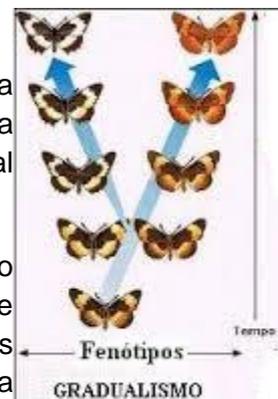
Este processo foi chamado por Darwin de **seleção natural**. Em outras palavras, a seleção natural favorece a sobrevivência do mais adaptado.

Talvez vocês pensem que os indivíduos podem modificar-se em função do ambiente e que o ambiente possa estimular uma modificação no indivíduo, e que essas modificações podem ser transmitidas para seus filhos. **Isto não é verdade.**

Na realidade os indivíduos tem características muito diversas e alguns podem ter, por acaso e para sua sorte, certas características muito vantajosas que lhe permitem ser mais adaptados a um certo ambiente. Assim, estes vivem melhor e tem filhos com estas características mais adaptadas. Os outros sobreviverão com dificuldade, viverão pouco e talvez não se reproduzam. Assim, seus filhos sem características vantajosas serão poucos, talvez não sobrevivam ou não se reproduzam. A longo prazo, de geração em geração, os indivíduos sem aquelas características vantajosas tendem a desaparecer completamente. Aqueles que restam são os mais adaptados: ocorre uma seleção natural do mais adaptado.

Quando as mutações, isto é, a variação aleatória da herança genética, são positivas e fornecem uma vantagem na luta pela vida, os indivíduos portadores são premiados na seleção natural com a sobrevivência e a reprodução.

Com o passar das gerações, as mutações podem ser muitas: ao final, a espécie originária sofre uma mudança tão significativa que pode ser considerada uma nova espécie. Esta é uma das principais maneiras pelas quais ocorre a **especiação**, isto é, a origem de uma nova espécie.



APÊNDICE F – Partes A e B do teste sobre *energia*, traduzido do artigo original de Diakidou et al (2003).

Parte A



Centro Municipal de Educação Básica Santo Inácio



Nome: _____ Turma: _____ Data: _____

1. Por que algumas vezes, quando estamos cansados, nós não conseguimos correr tão rápido como em outras vezes?
2. Em um circuito elétrico fechado, qual(is) forma(s) de energia têm a bateria?
3. Em um circuito elétrico fechado, qual(is) forma (s) de energia uma bateria produz?
4. Um homem muito forte tem um monte de_____.
5. Um pão acabou de ser retirado do forno. Qual(is) forma(s) de energia ele possui?
6. Um gato roubou um peixe que estava saindo do forno e fugiu correndo. Qual(is) forma(s) de energia o peixe possui?

Parte B



Centro Municipal de Educação Básica Santo Inácio



Nome: _____ Turma: _____ Data: _____

- 1) Quando uma criança e um adulto levantam uma caixa pesada, eles consomem:
(a) quantidades iguais de energia (b) quantidades diferentes de energia
- 2) Uma lareira produz
(a) mais (b) menos
Energia do que uma lâmpada.
- 3) Se usarmos um microscópio muito potente, poderemos ver a energia na gasolina?
(a) Sim (b) Não
- 4) Os cientistas dizem que diferentes tipos de comida tem diferentes quantidades de energia. Eles sabem isso medindo a energia com escalas especiais de peso?

- (a) Sim (b) Não
- 5) As energias química e elástica podem ser armazenadas.
- (a) Sim (b) Não
- 6) É possível pegar a energia contida no combustível e armazená-la em outro lugar?
- (a) Sim (b) Não
- 7) Um carro, para funcionar, necessita de
- (a) energia química (b) energia cinética
- 8) Dois carros, do mesmo modelo e com o mesmo número de passageiros, viaja pela estrada. A velocidade do carro A é 70 km/h, enquanto a velocidade do carro B é 100 km/h.
- (a) O carro A tem mais energia (b) O carro B tem mais energia
- 9) Quando comemos, nós repomos nossa força perdida?
- (a) Sim (b) Não
- 10) A energia química é emitida?
- (a) Sim (b) Não

APÊNDICE G – Parte A do teste sobre *natureza particulada da matéria*, traduzido do artigo original de Özmen e Kenan (2007).

Parte A



Centro Municipal de Educação Básica Santo Inácio
Natureza Particulada da Matéria



Nome: _____ Turma: _____

Analise as situações abaixo e marque a resposta certa:

Questão	Alternativas
1. Quando um sólido é derretido, o tamanho das partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
2. Quando um sólido é derretido, o espaço entre as partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
3. Quando um sólido é derretido, a velocidade das partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
4. Quando um sólido é derretido, o número de partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
5. Quando um líquido é congelado, o tamanho das partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
6. Quando um líquido é congelado, o espaço entre as partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
7. Quando um líquido é congelado, a velocidade das partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
8. Quando um líquido é congelado, o número de partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
9. Quando um líquido é vaporizado, o tamanho de suas partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
10. Quando um líquido é vaporizado, o espaço entre as partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera

11. Quando um líquido é vaporizado, a velocidade das partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
12. Quando um líquido é vaporizado, o número de partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
13. Quando um gás é condensado, o tamanho das partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
14. Quando um gás é condensado, o espaço entre as partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
15. Quando um gás é condensado, a velocidade das partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
16. Quando um gás é condensado, o número de partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
17. Quando uma substância é aquecida, o tamanho das partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
18. Quando uma substância é aquecida, o espaço entre as partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
19. Quando uma substância é aquecida, a velocidade das partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
20. Quando uma substância é aquecida, o número de partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
21. Quando uma substância é resfriada, o tamanho das partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
22. Quando uma substância é resfriada, o espaço entre as partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
23. Quando uma substância é resfriada, a velocidade das partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera
24. Quando uma substância é resfriada, o número de partículas...	(a) aumenta (b) diminui (c) não se altera

APÊNDICE H – Parte B do teste sobre *natureza particulada da matéria*. As questões 3, 4 5 e 6 foram traduzido do artigo original de Özmen (2007). As Questões 1, 2, 7 e 8 foram elaboradas pela pesquisadora.

Parte B

Responda as questões abaixo:

1 - Explique por que a maioria das substâncias se expande quando aquecida e se contrai quando esfriada.

2 - Existe ou não existe espaço entre as partículas que formam uma substância quando ela está no estado sólido?

3 - Qual dos processos abaixo irá aumentar o tamanho das moléculas de uma substância?

(a) congelamento (b) fusão (c) evaporação (d) nenhum dos anteriores

4 - Uma molécula de água no estado gasoso é _____ uma molécula de água no estado sólido.

(a) menor do que (b) mais leve do que (c) mais pesada do que (d) igual em peso do que

5 - Qual das mudanças abaixo está ocorrendo se a distância entre as partículas está aumentando?

(a) As partículas de matéria estão se decompondo. (b) O calor da substância está aumentando. (c) Nada está acontecendo. (d) Uma nova substância está se formando.

6 – Entre as alterações que ocorrem durante as mudanças de fase em uma substância, podemos citar...

(a) O tamanho das partículas. (b) A distância entre as partículas. (c) O número de partículas. (d) a estrutura das partículas.

7- Um estudante de química afirma que se fosse possível enxergar as partículas de uma substância, veríamos que suas partículas aumentam de tamanho quando a substância se expande devido a um aumento em sua temperatura. Você concorda com esse estudante? Justifique sua resposta.

8 - Dentro de um termômetro existem milhares de milhares de partículas de mercúrio. Se aquecermos este mercúrio até ele passar da fase líquida para a fase gasosa, o que acontecerá com o número de partículas de mercúrio que havia dentro do termômetro? Explique sua resposta.

APÊNDICE I – Partes dissertativa e objetiva do teste sobre *evolução*, traduzido e adaptado do artigo original de Mason e Gava (2007).



Centro Municipal de Educação Básica Santo Inácio



Nome: _____ **Turma:** _____ **Data:** _____

1. Se um homem desenvolve músculos fortes por ter feito muito exercício físico durante a vida, seus filhos irão nascer com músculos fortes como o pai? Por quê?

2. Os primeiros leopardos que surgiram no planeta corriam a uma velocidade máxima de apenas 20 km/h. Os leopardos atuais correm a 60 km/h quando estão caçando uma presa. Em sua opinião, qual seria a possível explicação para o aumento da velocidade dos leopardos atuais?

3. No Reino Unido existe uma espécie de borboleta chamada “*Biston betularia*”. Existem dois tipos desta borboleta: um tipo tem as asas de cor clara e o outro, com asas de cor escura. O tipo de cor clara era o mais comum e costumava pousar nos musgos das árvores, que também tinham a cor clara, para se reproduzir. Dessa forma, ficavam camufladas e não eram comidas pelos passarinhos. O que pode acontecer com as asas das borboletas ao longo do tempo se o musgo se tornar escuro por causa da poluição?

4. A raposa do ártico vive melhor em temperaturas baixas. Ela tem uma grossa camada de pelos que é muito importante para sua sobrevivência. Como surgiu essa grossa camada de pelos nesse tipo de raposa?

5. Algumas bactérias que infectam o corpo humano podem causar doenças. Antibióticos são utilizados para matá-las. Entretanto, algumas dessas bactérias conseguem resistir ao antibiótico. Logo, daqui a 20 anos provavelmente os antibióticos não serão mais efetivos contra as bactérias. Em sua opinião, por que isso em um dia poderá ocorrer?



Nome: _____ Turma: _____ Data: _____

1. Uma mulher de cabelos castanhos, casada com um homem também de cabelos castanhos, pinta seu cabelo de loiro desde seus 18 anos. Quando ela tiver um filho, essa criança terá cabelo castanho ou loiro? Por quê?

(a) Castanho, porque o fato de a mãe pintar o seu cabelo não faz alterar a cor do cabelo do seu filho.

(b) Loiro, pois com o passar do tempo as características físicas do indivíduo se adaptam às mudanças provocadas por fatores externos, nesse caso, a cor do cabelo.

(c) Castanho, pois as modificações que acontecem nos aspectos físicos de um organismo ao longo de sua vida não são passadas para as gerações futuras.

2. Há anos atrás, quando os inseticidas começaram a ser usados, eles eram extremamente efetivos para matar moscas e mosquitos. Hoje em dia, 40 anos depois, quando os mesmos inseticidas são utilizados, um número menor de mosquitos morre. Como podemos explicar esse fenômeno?

(a) A cada geração, o corpo dos mosquitos precisa se modificar para ficar resistente ao inseticida. Sem essa mudança, esses animais desapareceriam.

(b) Uma pequena parcela da população de mosquitos tinha, por acaso, características que lhes permitiam resistir ao inseticida. Esses mosquitos sobreviveram e conseguiram se reproduzir. Os outros mosquitos que não tinham tais características morreram sem deixar descendentes. Assim, há uma seleção de mosquitos mais adaptados ao ambiente e menos sensíveis ao veneno.

(c) Os mosquitos menos sensíveis ao veneno têm uma maior taxa de sobrevivência.

3. Por que os gansos desenvolveram um pé palmado?

(a) A necessidade de nadar provocou o surgimento de membranas entre os dedos dos gansos, e essa característica tem aparecido ao longo do tempo na população de gansos, permitindo que eles se adaptem aos ambientes aquáticos.

(b) Alterações genéticas favoreceram para que os gansos tivessem pés apropriados para nadar.

(c) Devido a uma mutação, alguns gansos nasceram com uma membrana maior entre os dedos. Como essa característica favorecia sua adaptação em ambientes aquáticos, esses gansos conseguiram explorar melhor o ambiente e se reproduziram mais, de maneira que, ao longo das gerações, essa característica se fixou na população.

4. Se uma população de gansos for forçada a viver em um ambiente onde não há água para nadar, o que poderia acontecer com as patas desses animais?

(a) Se, por acaso, uma mutação produzisse gansos sem a membrana entre os dedos das patas, eles poderiam ter algum sucesso em explorar o ambiente e se reproduzir, podendo assim, ao longo das gerações, fixarem-se gansos sem as membranas entre os dedos.

(b) Como o ambiente influencia diretamente nas características físicas dos indivíduos, certamente a membrana que existe entre os dedos dos gansos irá desaparecer.

(c) O ambiente selecionaria indivíduos sem a membrana nas patas cuja função se perderia nesse novo habitat.

APÊNDICE J – Cronograma de execução das intervenções

DATA	A (8º ANO)	B (8º ANO)	C (9º ANO)	D (9º ANO)
28/03/14			Introdução à utilização do SOBEK	Introdução à utilização do SOBEK
01/04/14		Introdução à utilização do SOBEK		
07/04/14	Introdução à utilização do SOBEK			
08/04/14		Pré-teste - Energia		
14/04/14	Pré-teste - Energia			
15/04/14		Introdução ao tema Energia e início da intervenção experimental		
22/04/14		Intervenção Experimental		
25/04/14			Pré-teste – Natureza Particulada da Matéria	
28/04/14	Introdução ao tema Energia e início da intervenção Controle			
29/04/14		Pós-teste 1 - Energia		
05/05/14	Intervenção controle			
12/05/14	Pós-teste 1 – Energia			
13/05/14				Pré-teste – Natureza Particulada da Matéria e início da intervenção Controle
16/05/14				Intervenção Controle
22/05/14			Intervenção Experimental	
23/05/14			Intervenção Experimental	Pós-teste 1 – Natureza Particulada da Matéria
29/05/14			Pós-teste 1 – Natureza Particulada da Matéria	
23/06/14	Pré-teste Evolução e Introdução ao tema			
24/06/14		Pré-teste Evolução e Introdução ao tema		
30/06/14	Intervenção Experimental			
01/07/14		Intervenção controle		
08/07/14		Intervenção controle		
14/07/14	Intervenção Experimental			
21/07/14	Pós-teste 1 - Evolução			
22/07/14		Pós-teste 1 - Evolução		
04/08/14	Pós-teste 2 - Energia	Pós-teste 2 - Energia		
05/08/14			Pré-teste – Energia	
07/08/14				Pré-teste - Energia
12/08/14				Intervenção Experimental
21/08/14			Intervenção Controle	
26/08/14				Intervenção Experimental
28/08/14			Intervenção Controle	
02/09/14				Pós-teste 1 - Energia
04/09/14			Pós-teste 1 – Energia	
06/10/14	Pós-teste 2 - Evolução	Pós-teste 2 - Evolução		
07/10/14			Pós-teste 2 – Natureza Particulada da Matéria	
09/10/14				Pós-teste 2 – Natureza Particulada da Matéria
25/10/14			Pós-teste 2 - Energia	
27/10/14				Pós-teste 2 - Energia

ANEXO A – Plano de Estudos do componente curricular Ciências do CMEB Santo Inácio

PLANO DE ESTUDO

COMPONENTE CURRICULAR: **CIÊNCIAS**

CARGA HORÁRIA: **02 AULAS SEMANAIS**

Nível e modalidade de ensino: Ensino Fundamental

OBJETIVOS DO COMPONENTE CURRICULAR: *Estimular a curiosidade e o senso de observação com relação ao ambiente, com ênfase na construção do conhecimento científico e nas questões ambientais.*

Construir para o desenvolvimento pessoal dos educandos, nos valores da cooperação, responsabilidade e formação da individualidade.

Fornecer subsídios para o desenvolvimento de uma cultura ambiental, baseada, na realidade da integração e complexidade dos sistemas vivos.

Enfatizar o papel sócio-político das ciências físicas e biológicas em seu papel de construção e transformação da realidade.

6º ANO - Relações observadas no ambiente entre seres bióticos e abióticos e a importância das mesmas para a preservação do Planeta.	
Conteúdos de aprendizagem	Objetivo
Conceitos de ECOLOGIA – relações entre seres vivos, ecossistema, alterações do ambiente (poluição, desequilíbrio), biomas brasileiros, fatores vivos e fatores não-vivos, lixo e qualidade de vida.	<ul style="list-style-type: none">• pesquisas sobre relações ecológicas.• poluição e alterações ambientais (pesquisas em meios de comunicação.• Filme: Biomas Brasileiros.
AR – composição do ar, vento, nuvens, precipitação, tempestades elétricas, pressão atmosférica, camadas da atmosfera, poluição do ar.	<ul style="list-style-type: none">• experiências para comprovar a existência do ar;• Demonstração de fenômenos;• Observação e caracterização dos componentes climáticos (nuvens, vento);• Meteorologia (aplicação do conhecimento);
ÁGUA – composição, origem, tipos de água, estados físicos, purificação,	<ul style="list-style-type: none">• Exposição dos conteúdos, debate e experiências;• Reconhecimento e análise das micro

utilidades, poluição da água, “água, fonte de vida”.	bacias de Esteio, visita à estação de tratamento de água.
SOLO – composição, tipos, importância, preparo do solo, erosão rochas (conceitos, minerais e tipos de rochas), recursos naturais, poluição do solo, “solo: fonte de vida”.	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento de alguns tipos de solo; • Experiências; • Aproveitamento do lixo orgânico (composteira e horta).
<p>TEMAS TRANSVERSAIS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sexualidade e DST 2. Drogadições 3. Meio Ambiente e Coleta Seletiva 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo das temáticas na mídia; • Produção de uma campanha publicitária; • Debates. • Projetos

7º ANO - Seres Vivos e suas relações com o ambiente.

Conteúdos de aprendizagem	Objetivo
Biodiversidade e conceitos básicos de Ecologia.	<ul style="list-style-type: none"> • Observações das distintas manifestações da vida no meio ambiente a através de vídeos;
Classificação biológica	<ul style="list-style-type: none"> • Vídeos, multimídia e aulas práticas (saídas de campo).
Adaptações dos Seres Vivos	<ul style="list-style-type: none"> • Conceitos
<p>Características gerais dos seres vivos:</p> <p>Das células aos Reinos de Seres Vivos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Visualização e comparação de diferentes seres vivos; • Observação de células e tecidos ao microscópio; • Pesquisas sobre tipos de reprodução e ciclo vital.
<p>Origem da Vida (teorias)</p> <p>Evolução</p> <p>Fósseis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição (textos, ilustrações, vídeos) das teorias sobre evolução; • Debates

Diversidade da vida	<p>Reino Animal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vertebrados • Invertebrados <p>Reino Plantae</p> <p>Reino Fungi</p> <p>Reino Monera</p> <p>Reino Protista</p>
Vírus	<ul style="list-style-type: none"> • Vídeos e pesquisas em saúde pública, tabelas.
<p>TEMAS TRANSVERSAIS:</p> <p>4. Sexualidade e DST</p> <p>5. Drogadições</p> <p>6. Meio Ambiente e Coleta Seletiva</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo das temáticas na mídia; • Produção de uma campanha publicitária; • Debates. • Projetos
<p><i>8º ANO - Noções de hereditariedade, formação de organismo e as relações que ocorrem para o funcionamento e perpetuação do mesmo.</i></p>	

Conteúdos de aprendizagem	Objetivo
Noções de evolução e ecologia humana	<ul style="list-style-type: none"> • Revisão de evolução (debates sobre as teorias); • Texto, ilustrações, debates e pesquisas
Níveis de organização (células, tecidos, órgãos, sistemas, organismo).	<ul style="list-style-type: none"> • Textos e aulas práticas, integração entre os sistemas;
Percepção integrada do organismo humano	<ul style="list-style-type: none"> • Ilustração individual (como vejo o meu corpo), comparação, debates; OBS: este trabalho retorna ao longo do ano para ser atualizado;

Ciclo de vida	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa bibliográfica e nos meios de comunicação; • Textos, vivências.
SISTEMAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema Reprodutor • Sistema Digestório • Sistema Respiratório • Sistema Circulatório • Sistema Excretor • Sistema Locomotor; • Sistema Ósseo; • Sistema Muscular • Sistema Nervoso • Sistema Endócrino • Órgão dos sentidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprofundar DST, gravidez na adolescência, métodos anticoncepcionais, sexualidade (aulas práticas); • Análise dos alimentos que comemos, através dos rótulos; • Importância da atividade física para a saúde corporal; • Ação das drogas sobre o sistema nervoso; • Filmes (“Dieta do Palhaço”, “Gravidez Passo a Passo”)
TEMAS TRANSVERSAIS: 7. Sexualidade e DST 8. Drogadições 9. Meio Ambiente e Coleta Seletiva	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo das temáticas na mídia; • Produção de uma campanha publicitária; • Debates. • Projetos

9º ANO - Noções de Química e Física relacionadas ao cotidiano.

Conteúdos de aprendizagem	Objetivo
Noções de física e química: história do pensamento científico	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição, textos, debates, pesquisa;
Introdução à Física e à Química	<ul style="list-style-type: none"> • Conceituação – matéria, energia, volume, massa, unidades de medida, estados físicos da matéria e mudanças.
QUÍMICA:	
A química na natureza e na utilização cotidiana	<ul style="list-style-type: none"> • Observação e pesquisa dos fenômenos químicos;
Modelos atômicos (componentes do átomo);	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição, textos, discussão dos modelos, vídeos;
Tabela Periódica: Número atômico, número de massa, elementos químicos, classificação dos elementos.	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição, textos, debates;

Ligações químicas e fórmulas químicas	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição, textos, debates;
Substâncias simples e compostas e reações químicas	<ul style="list-style-type: none"> • Conceituação e aulas práticas;
Misturas Homogêneas e Heterogêneas	<ul style="list-style-type: none"> • Conceituação e aulas práticas;
FÍSICA	
Fenômenos físicos na natureza e no cotidiano	<ul style="list-style-type: none"> • Observação e pesquisa dos fenômenos físicos;
Mecânica (cinemática): movimento, velocidade, tipos de movimento (MRU, MRV), força, trabalho e energia. Fontes de energia, potência, máquinas.	<ul style="list-style-type: none"> • Conceituação, exemplos, aulas práticas • Aplicação na sociedade;
Termodinâmica: calor, calor específico, propagação do calor, medidas de temperatura, fontes de calor	<ul style="list-style-type: none"> • Conceituação, exemplos, aulas práticas • Aplicação na sociedade;
Som: ondas sonoras, propagação do som, qualidades sonoras e fontes sonoras	<ul style="list-style-type: none"> • Conceituação, exemplos, aulas práticas • Aplicação na sociedade;
Luz: conceitos, propagação, intensidade luminosa, lentes, espelhos, prismas.	<ul style="list-style-type: none"> • Conceituação, exemplos, aulas práticas • Aplicação na sociedade
Eletricidade e magnetismo: na natureza, propriedades, correntes elétricas, magnetismo (Ímãs e eletromagnetismo)	<ul style="list-style-type: none"> • Conceituação, exemplos, aulas práticas • Aplicação na sociedade;
TEMAS TRANSVERSAIS: Sexualidade e DST Drogadições Meio Ambiente e Coleta Seletiva Saúde do trabalhador	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo das temáticas na mídia; • Produção de uma campanha publicitária; • Debates. • Projetos

METODOLOGIA:

Desenvolvimento da temática biológica, física e química, a partir do senso comum (pesquisas, vivências, multimeios):

- ➔ *Observação e registros das situações*
- ➔ *Debates*
- ➔ *Trabalhos em grupo*

- ➔ *Atividades ao ar livre – saídas de campo*
- ➔ *Vídeos - DVDs*
- ➔ *Incentivo à participação em feiras de ciências*
- ➔ *Atividades em laboratório*
- ➔ *Jogos*
- ➔ *Projetos com temas transversais: meio ambiente (horta, reciclagem do lixo), trabalho e consumo, orientação sexual e saúde. Demais temas transversais trabalhados em projetos da escola.*

AVALIAÇÃO:

A avaliação será um processo contínuo que leve em conta a formação integral do aluno, respeitando as individualidades, contribuindo para a superação da exclusão, assegurando o direito ao acesso e permanência do aluno na escola.

Será realizada de maneira diversificada num espaço de tempo trimestral. (através de trabalhos, debates, seminários, testes, provas).