HAL open science

# Contribuições dos Objetos de Aprendizagem, no ensino de Física, para o desenvolvimento do Pensamento Crítico e da Aprendizagem Significativa.

Ana Marli Bulegon

**To cite this version:**

Ana Marli Bulegon. Contribuições dos Objetos de Aprendizagem, no ensino de Física, para o desenvolvimento do Pensamento Crítico e da Aprendizagem Significativa.. Physics Education [physics.ed-ph]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 2011. Portuguese. NNT : . tel-03515557

**HAL Id: tel-03515557**

**https://hal.science/tel-03515557v1**

Submitted on 6 Jan 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

ANA MARLI BULEGON

# Contribuições dos Objetos de Aprendizagem, no ensino de Física, para o desenvolvimento do Pensamento Crítico e da Aprendizagem Significativa.

Tese de Doutorado

Porto Alegre, RS
2011

Ana Marli Bulegon

# Contribuições dos Objetos de Aprendizagem, no ensino de Física, para o desenvolvimento do Pensamento Crítico e da Aprendizagem Significativa.

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de doutor em Informática na Educação

Orientadora:
Profª Drª Liane Margarida Rockenbach Tarouco

Linha de pesquisa:
Ambientes informatizados e Ensino a distância

Coorientadora:
Profª Drª Eliane Angela Veit

Porto Alegre, RS,

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Reitor: Prof. Dr. Carlos Alexandre Netto
Vice-Reitor: Prof. Dr. Rui Vicente Oppermann
Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Dr. Aldo Bolten Lucion
Diretora do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação: Profª Drª Liane Margarida Rockenbach Tarouco
Coordenadora do curso de Doutorado em Informática na Educação: Profª Drª Maria Cristina Villanova Biazus

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Bulegon, Ana Marli

Contribuições dos Objetos de Aprendizagem, no ensino de Física, para o desenvolvimento do Pensamento Crítico e da Aprendizagem Significativa / Ana Marli Bulegon. -- 2011.
156 f.

Orientadora: Liane Margarida Rockenbach Tarouco. Coorientadora: Elaine Ângela Veit.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, BR- RS, 2011.

1. Objetos de Aprendizagem. 2. Pensamento Crítico. 3. Aprendizagem Significativa. 4. Três Momentos Pedagógicos e Ciclo de Kolb. 5. Termodinâmica. I. Tarouco, Liane Margarida Rockenbach, orient. II. Veit, Eliane Ângela, Coorient.

Elaborada pelo Sistema de Ficha Catalográfica automática. Dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ANA MARLI BULEGON

Contribuições dos Objetos de Aprendizagem, no ensino de Física, para o desenvolvimento do Pensamento Crítico e da Aprendizagem Significativa.

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de doutora em Informática na Educação

Aprovada em 25 ago. 2011.

Profª Drª Liane Margarida Rockenbach Tarouco – Orientadora

Profª Drª Eliane Angela Veit – Coorientadora

Profª Drª Magda Bercht - UFRGS

Prof. Dr Silvio Cunha - UFRGS

Prof. Dr Gilberto Orengo de Oliveira - UNIFRA

Porto Alegre, RS
2011

**DEDICATÓRIA**

Aos meus pais
Alcir e Iracema
pela vida.

Ao Tariq, Jamile e Ananda,
por fazerem parte de minha vida e pelos ensinamentos constantes.

Aos amores reais e virtuais,
visíveis ou invisíveis,
pela motivação e certeza de não estar só.

## AGRADECIMENTOS

Ao concluir esse trabalho de tese, constato que, apesar do caráter solitário, sua construção e realização só foram possíveis com a participação e colaboração de várias pessoas. Cada qual a seu modo, todos contribuíram no delineamento, orientação e suporte da trajetória que culmina com a apresentação desta tese. Sem a ajuda desses amigos, colegas, professores e familiares este resultado teria sido mais duramente alcançado. A todos, meus mais sinceros agradecimentos pela alegria de ter podido contar com todos, e em especial:

À Deus, criador de todas as coisas, por conceder-me inteligência e sabedoria suficientes para realizar esse trabalho, além de proporcionar-me condições de pô-las em prática nesta existência.

À minha orientadora, Professora Drª Liane Margarida Rockenbach Tarouco, pelo acolhimento, confiança, desafios, conhecimentos e pelas inúmeras oportunidades de crescimento intelectual e pessoal, além de seu exemplo de vida e de profissionalismo.

À minha coorientadora, Professora Drª Eliane Angela Veit, que chegou em um importante momento de minha trajetória profissional, pela colaboração no incremento de meu conhecimento intelectual.

Aos professores do curso de Doutorado em Informática na Educação, pelo profissionalismo e conhecimento demonstrados. Aos colegas do curso, pelos momentos de discussão e trocas de conhecimento, levando-me a novas aprendizagens e construções.

Aos meus pais Alcir Bulegon e Iracema Marchesan Bulegon pela vida, pelo exemplo de união e por manter nossa família unida, tornando-a um porto seguro.

Às irmãs, cunhados, tios, tias, primos e primas pela compreensão dos momentos de ausência e por todo apoio recebido.

À Maria do Carmo Barbosa Trevisan, por ter-me aberto as portas para o curso de doutorado, convidando-me a prosseguir nos estudos.

À Amanda Balbinot e Elaine Harada, mais que colegas, grandes amigas que mantiveram acesa a ideia de amizade em cursos concorridos desta natureza.

À Anita Grando pela demonstração de carinho, dedicação e de acolhimento.

Aos meus amigos – alguns perto, outros longe – pela amizade.

À UFRGS, instituição pública, gratuita e de qualidade, pela oportunidade de aperfeiçoamento profissional.

# SUMÁRIO

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS** 10
**LISTA DE FIGURAS** 12
**LISTA DE GRÁFICOS** 14
**LISTA DE QUADROS** 15
**LISTA DE TABELAS** 16
**RESUMO** 17
**ABSTRACT** 18

**1. INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA** 19
1.1. Problema de Pesquisa 24
1.2. Desenvolvimento do trabalho de pesquisa 26
1.3. Caracterização da pesquisa 28
1.4. Estrutura do trabalho de pesquisa 28

**2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA** 30

**2.1. Sociedade e Educação** 30

**2.2. Aprendizagem Significativa e Pensamento Crítico** 35
2.2.1. Aprendizagem Significativa 36
2.2.1.1. A visão de Ausubel 36
2.2.1.2. A visão de Jonassen 37
2.2.2. O Pensamento Crítico 38
2.2.2.1. O Pensamento Crítico e a Educação 41
2.2.2.2. Como desenvolver o Pensamento Crítico 41
2.2.2.3. Indicadores de Pensamento Crítico 44

**2.3. O uso da Tecnologia na Educação** 46
2.3.1. A Tecnologia no ensino 46
2.3.2. A Tecnologia no ensino de Física 47

**2.4. Objetos de Aprendizagem** 52
2.4.1. Objetos de Aprendizagem e repositórios do Brasil 52
2.4.2. Categorização dos Objetos de Aprendizagem nos repositórios do exterior 56
2.4.3. Objetos de Aprendizagem para ensejar a Aprendizagem Significativa 57
2.4.4. Objetos de Aprendizagem para ensejar o Pensamento Crítico 57
2.4.5. Objetos de Aprendizagem para o ensino de Física 63

**2.5. Modelos Pedagógicos** 63
2.5.1. Modelo de Kolb 63

2.5.2. Modelo dos Três Momentos Pedagógicos (TMP) 65

**3. ABORDAGEM METODOLÓGICA** 68
**3.1. Metodologia da Pesquisa** 68
3.1.1. Contexto da Pesquisa 69
3.1.2. Coleta de dados 70

**3.2. Metodologia do Trabalho** 76
3.2.1. Instrumentos de aplicação: Objetos de Aprendizagem 77
3.2.2. Instrumentos de aplicação: Módulos Didáticos 81

**4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS** 92
**4.1. Estudo de caso piloto: Estudo dos Gases** 93
4.1.1. O desenvolvimento das aulas: os conhecimentos prévios 93
4.1.2. O uso dos Objetos de Aprendizagem 94
4.1.3. Atitudes dos estudantes frente às atividades de aprendizagem propostas 96
**4.2. Estudo de caso: Termodinâmica** 97
4.2.1. Levantamento dos dados e o desenvolvimento do Pensamento Crítico e da Aprendizagem Significativa 98

**5. RESULTADOS E DISCUSSÕES** 101
**5.1. O desenvolvimento do Pensamento Crítico e do Pensamento Complexo** 109
**5.2. Resultados em termos de Aprendizagem Significativa** 111
**5.3. Considerações sobre os Objetos de Aprendizagem e ferramentas computacionais** 113
**5.4. Considerações sobre as opções metodológicas adotadas** 115

**CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS** 117

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** 122

**APÊNDICE A – Módulo Didático** 131

**APÊNDICE B – Questionário [1]** 147

**APÊNDICE C – Questionário [2]** 148

**APÊNDICE D – Questionário [3]** 149

**APÊNDICE E – Diário da Prática Pedagógica** 152

**APÊNDICE F - Exemplos de análises dos indicadores de Pensamento Crítico realizadas nas questões dos questionários [1] e [2]** 154

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---|---|
| AC | Aplicação do Conhecimento |
| AJP | American Journal of Physic |
| AS | Aprendizagem Significativa |
| AVA | Ambientes Virtuais de Aprendizagem |
| BIOE | Banco Internacional de Objetos Educacionais/MEC |
| CAREO | Campus Alberta Repository of Educational Objects |
| CASPOE | Caracterização Semântica e Pragmática de Objetos Educativos |
| CBT | Computer Based Training |
| CCEF | Cadernos Catarinenses de Ensino de Física |
| CESTA | Coletânea de Entidade de Suporte ao uso da Tecnologia na Aprendizagem/UFRGS |
| EJSE | European Journal of Science Education |
| EPEF | Encontro de Pesquisa no Ensino de Física |
| EUA | Estados Unidos da América |
| FEB | Federação de Repositórios de Objetos de Aprendizagem-Educa Brasil/MEC |
| IJSE | International Journal of Science Teaching |
| JRST | Journal of Research in Science Teaching |
| LabVirt | Laboratório Didático Virtual |
| LDB | Lei de Diretrizes e Bases |
| LDBEN | Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional |
| LIVEPHOTO | LivePhotoPhysics |
| LOM | Learning Object Metadata |
| MAP | Modular Approach to Physics |
| MD | Módulo Didático |
| MEC | Ministério da Educação e Cultura |
| MELOR | Medical Learning Objects Repository |
| MERLOT | Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching |
| MIT | Massachusetts Institute Technology |

| | |
|---|---|
| MLX | Maricopa Learning Exchange |
| MOODLE | Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment |
| OA | Objeto de Aprendizagem |
| OC | Organização do Conhecimento |
| OCDE | Organização para Cooperação e Desenvolvimento Humano |
| OED | Oxford English Dictionary |
| PC | Pensamento Crítico |
| PCN | Parâmetros Curriculares Nacionais |
| PCN+ | Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio |
| PE | Physics Education |
| PHET | Interactive Simulations |
| PI | Problematização Inicial |
| PPT | Power Point |
| PT | Physics Teacher |
| PTO | Physics Today |
| RBEF | Revista Brasileira de Ensino de Física |
| RIVED | Rede Interativa Virtual de Educação/MEC |
| SE | Science Education |
| SNEF | Simpósio Nacional de Ensino de Física |
| TE | Tecnologia Educacional |
| TIC | Tecnologia da Informação e Comunicação |
| TMP | Três Momentos Pedagógicos |
| UFRGS | Universidade Federal do Rio Grande do Sul |

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo do Pensamento Complexo segundo Iowa Departamento of Education 40

Figura 2 - Página inicial do BIOE 53

Figura 3 - Página inicial da FEB 53

Figura 4 - Página inicial do LabVirt 54

Figura 5 - Página inicial do RIVED 54

Figura 6 - Página Inicial do CESTA 55

Figura 7 - Classificação proposta por Bloom 58

Figura 8 - Ciclo de Kolb 64

Figura 9: Laboratório de Informática da Escola Estadual onde foi desenvolvida a pesquisa 70

Figura 10: Organização das aulas com o uso dos Objetos de Aprendizagem no eXe Learning do estudo de caso – Estudo dos Gases 83

Figura 11: Organização das aulas com o uso dos Objetos de Aprendizagem no eXe Learning do estudo de caso – Termodinâmica 84

Figura 12: Organização da aula [1], no MOODLE, do estudo de caso – Termodinâmica 85

Figura 13: Organização da aula [2], no MOODLE, do estudo de caso – Termodinâmica 86

Figura 14: Organização da aula [3,4,5], no MOODLE, do estudo de caso – Termodinâmica 87

Figura 15: Organização da aula [6], no MOODLE, do estudo de caso – Termodinâmica 88

Figura 16: Organização da aula [7], no MOODLE, do estudo de caso – Termodinâmica 89

Figura 17: Organização da aula [8], no MOODLE, do estudo de caso – 89

Termodinâmica

Figura 18: Organização da aula [9], no MOODLE, do estudo de caso – Termodinâmica 90

Figura 19: Organização da aula [10], no MOODLE, do estudo de caso – Termodinâmica 91

# LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparativo entre os índices de Pensamento Crítico do Grupo experimental e do Grupo de controle [1] para o Questionário [1]. 102

Gráfico 2: Variação dos índices de indicadores de pensamento crítico do Grupo experimental. 104

Gráfico 3: Variação dos indicadores de pensamento crítico nos estudantes do grupo experimental 105

Gráfico 4 : Comparativo entre a variação dos índices de pensamento crítico do Grupo experimental e do Grupo de controle [2] após desenvolvimento do conteúdo Termodinâmica. 108

# LISTA DE QUADROS


Quadro.1: Indicadores de Pensamento Crítico de Newman e colaboradores 44

Quadro 2: Relação entre a taxonomia de Bloom, os indicadores de pensamento crítico de Newman e os PCN+ 59

Quadro 3: Tipos de objetos de aprendizagem que desenvolvem as competências indicadas na Taxonomia de Bloom 61

Quadro 4: Tipos de OAs que atendem os objetivos educacionais propostos por Bloom e os PCN+ 62

Quadro 5: Objetivos e Referencial Teórico de cada tipo de OA utilizado 77

Quadro 6: Relação entre os Três Momentos Pedagógicos e o Ciclo de Kolb 81

Quadro 7: Disposição das aulas no MD sobre Estudo dos Gases 82

Quadro 8: Disposição das aulas no MD sobre Termodinâmica 83

Quadro 9: Tipo de OAs utilizados nas Atividades de aprendizagem de cada aula do MD – Termodinâmica 84

Quadro 10: Análise da resposta de um estudante para o indicador Ambiguidade 104

Quadro 11: Qualidades enfatizadas por Jonassen (1996b) para a ocorrência da Aprendizagem Significativa 112

Quadro 12: Diário da Prática Pedagógica 152

Quadro 13: Análise de algumas respostas dos estudantes para o indicador Ambiguidade referente a questão 1 do Questionário [2] 155

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exemplo de análise dos indicadores de PC de Newman e colaboradores 99

Tabela 2: Comparativo entre a variação dos índices de Pensamento Crítico do Grupo experimental e do Grupo de controle [1] para o Questionário [1]. 102

Tabela 3: Variação dos índices de indicadores de pensamento crítico do Grupo experimental. 103

Tabela 4 – Variação dos indicadores de Pensamento Crítico nos estudantes do grupo experimental. 105

Tabela 5: Análise da resposta de um estudante para os indicadores Relevância, Utilidade Prática e Associação de ideias 106

Tabela 6: Comparativo entre a variação dos índices de Pensamento Crítico do Grupo experimental e do Grupo de controle [2] após desenvolvimento do conteúdo Termodinâmica. 107

Tabela 7: Análise de algumas respostas da questão 2 do Questionário [1] para os indicadores de Pensamento Crítico 154

Tabela 8: Análise de algumas respostas dos estudantes à questão 6 do Questionário [2] para os indicadores Relevância, Utilidade Prática e Associação de ideias 155

# RESUMO

Na sociedade contemporânea é cada vez mais importante e necessário que as pessoas tenham habilidades e desenvolvam competências para manusear os computadores e a Internet, que sejam capazes de pesquisar, questionar, que saibam realizar suas tarefas com criatividade e competência, que tenham iniciativa e sejam capazes de solucionar problemas. Essas capacidades são entendidas como habilidades de pensamento crítico que é também preconizado na Lei de Diretrizes e Bases (LDB, 1996) nº 9394/96, que aponta como uma das finalidades para o Ensino Médio, o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico dos educandos. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), para atender a essa finalidade, sugerem que no Ensino de Física sejam abordadas questões próximas do mundo vivido pelos alunos. Entretanto, em muitos casos, o ensino de Física ainda se caracteriza pela transmissão de informações por meio de aulas expositivas-dialogadas, embasadas e suportadas pelo uso de livros didáticos; pelo excesso de atenção dada a exercícios repetitivos, cuja abordagem privilegia o uso de algoritmos matemáticos em detrimento da compreensão dos conceitos relacionados aos fenômenos físicos envolvidos. O uso do computador, no ensino, tem sido apontado como uma das possibilidades para a promoção do pensamento crítico e da aprendizagem significativa e uma das estratégias de seu uso consiste em trabalhar com materiais educacionais digitais construídos como Objetos de Aprendizagem (OA). Este trabalho investigou a contribuição do uso de Objetos de Aprendizagem no desenvolvimento do Pensamento Crítico (PC) e da Aprendizagem Significativa (AS). A pesquisa realizada incluiu o projeto e desenvolvimento de um conjunto de unidades de aprendizagem na área de Termodinâmica, usando OAs e foram elaboradas de acordo com a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (TMP), organizadas de acordo com a teoria ou ciclo de Kolb, desenvolvidas e testadas em turmas de 2ª série do Ensino Médio na disciplina de Física. A avaliação do desenvolvimento do pensamento crítico foi realizada usando indicadores de pensamento crítico nas manifestações dos estudantes. Verificou-se que os OAs interativos e contextualizados, inseridos no modelo metodológico dos TMP e organizados de acordo com o ciclo de Kolb, trabalhados numa perspectiva investigativa, permitiram desenvolver uma aprendizagem ativa, reflexiva e participativa, não apenas para resolver problemas escolares, mas também problemas cotidianos. Esse trabalho evidenciou a contribuição de OAs na formação de uma postura autônoma e crítica de contínua busca de conhecimentos, co-responsabilizando os estudantes pelos rumos, profundidade e significado de seu aprendizado, levando-os ao desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa.

**Palavras-Chave:** Objetos de Aprendizagem, Pensamento Crítico, Aprendizagem significativa, Três Momentos Pedagógicos, Ciclo de Kolb

# ABSTRACT

In contemporary society is increasingly important and necessary that people have skills and develop them to handle computers and the Internet, they are able to search, to question, that they can do their jobs with creativity and competence, they have initiative and be able to solve problems. These capabilities are seen as critical thinking skills that is also recommended by the LDB No. 9394/96, which points to as one of the purposes for secondary education, the development of intellectual autonomy and critical thinking of learners. NCPs, to find out this goal, suggest that in the teaching of Physics questions are addressed situations of the real world lived by the students. However, in many cases, the teaching of Physics is still characterized by the transmission of information through lectures, dialogue-based, informed and supported by the use of textbooks; by excessive attention given the repetitive exercises, whose approach emphasizes the use of algorithms at the expense of mathematical understanding of concepts related to physical phenomena involved. The use of computers in teaching, has been pointed as one of the possibilities for promoting critical thinking and meaningful learning strategies and their use is to work with educational materials developed as digital learning objects (LO). This study has investigated the contribution of use of Learning Objects in the development of Critical Thinking (PC) and the Meaningful Learning (AS). The survey has included the project design and development of a set of learning units in the area of thermodynamics using Los and they have been prepared in accordance with the methodology of Three Pedagogical Moments (TPM), organized according to the theory or cycle of Kolb, implemented and tested in groups of two grades of high school in Physics. The assessment of critical thinking was done using indicators of critical thinking in student demonstrations. It was found that the LOs interactive and contextualized, embedded in the methodological model of the TPM and organized according to the cycle of Kolb worked investigative perspective, have allowed to develop active learning, reflective and participatory, not only to solve school problems, but also everyday problems. This work has highlighted the contribution of LOs in the formation of an autonomous and critical attitude of continual search for knowledge, being jointly responsible for course students, depth and meaning of their learning, leading them to develop critical thinking and meaningful learning.

**Keywords:** Learning Objects, Critical Thinking, Significant Learning, Three Pedagogical Moments, Kolb Cycle

# 1.INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA

Na sociedade contemporânea, com o advento dos computadores pessoais e pela rápida mudança nas tecnologias e nos meios de comunicação, o conhecimento base, na generalidade das áreas, rapidamente se expande e altera-se. Com isso, torna-se imprescindível preparar os estudantes para lidar com a proliferação e explosão das informações e outras rápidas mudanças tecnológicas e para adaptar-se aos diferentes campos profissionais. Além disso, o mercado de trabalho precisa de pessoas que sejam capazes de pesquisar, questionar, que saibam realizar suas tarefas com competência, que tenham iniciativa e sejam capazes de solucionar problemas. Tais habilidades necessitam que as pessoas tenham desenvolvido e façam uso de capacidades de pensamento crítico (HALPERN, 1999, p.69). Tais capacidades permitem ao indivíduo resolver problemas e tomar decisões racionais (HALPERN, 1999, p.69).

Diante dessas constatações, pensar criticamente, enquanto "[...] uma forma de pensamento racional, reflexivo, focado naquilo que se deve acreditar e fazer" (ENNIS, 1985, p.46), tornou-se uma meta educacional. Uma das razões que suportam a emergência do desenvolvimento do pensamento crítico como meta educacional são as exigências pessoais, sociais e profissionais do século XXI.

Mais recentemente, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de nº 9394/96 (BRASIL, 2000, p.33) contemplou essas exigências e estabeleceu uma reformulação no Ensino Médio no país, no sentido de indicar caminhos e fornecer propostas para a melhoria do ensino. Algumas finalidades para o Ensino Médio apontadas por esta lei, em seu Art.35, são citadas a seguir:

> I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
> II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
> III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

> IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (BRASIL, 2000, p.33)

Destaca-se o item III e IV tendo em vista que tornar o educando uma pessoa crítica e atenta aos fenômenos e técnicas do seu cotidiano é um dos grandes desafios do ensino (VIEIRA e VIEIRA, 2003, p.234). Pode-se verificar que o pensamento critico é apontado como um objetivo comum de várias disciplinas da Educação Básica e, também, pode ser um objetivo ao qual a maioria dos professores pode se dedicar. Ao relacionar-se a teoria, estudada nos manuais didáticos, com o cotidiano, pode-se desenvolver uma compreensão maior dos fundamentos teóricos que embasam os conhecimentos neles presentes.

Na disciplina de Física observa-se que os estudantes apresentam constantemente dificuldades na aprendizagem, manifestadas na dificuldade de resolução dos problemas propostos, na pobreza conceitual, na falta de contextualização e na incapacidade de aplicar os conceitos estudados em situações do cotidiano (FIOLHAIS e TRINDADE, 2003, p.259).

Ao desenvolver o processo de aprendizagem de alguns conceitos de Física como, por exemplo, força e pressão, calor e temperatura, etc., percebe-se que estes costumam ser confundidos pelos estudantes. Normalmente, os estudantes tendem a aprender Física como um conjunto de conceitos estanques, independentes e sem relação com o seu cotidiano próximo. Eles tendem a aceitar o conhecimento escolar, dito científico, como "fato/fenômeno", sem entender como ele foi construído. Acredita-se que é a falta desse entendimento que torna a Física tradicionalmente difícil e diminui o nível de aprendizagem da mesma.

Para fazer com que os estudantes compreendam a estrutura/processo implícito nas leis/fenômenos da Física e consigam aplicá-los em seu cotidiano é necessário que o conhecimento trabalhado em aula tenha significado e sentido para eles. Essas condições são aquelas necessárias à aprendizagem significativa para Ausubel (2003). Para esse autor, a aprendizagem significativa é o resultado do processo cognitivo no qual a nova informação ancora-se aos conhecimentos pré-existentes em sua estrutura cognitiva, dando sentido e sendo incorporado em suas ações. Esse processo depende do relacionamento do material de aprendizagem com seus conhecimentos prévios e da dissociação dos significados existentes em sua estrutura cognitiva. Para que os estudantes consigam dissociar os significados existentes em sua estrutura cognitiva algumas condições, que vão além de um método ou estratégia de ensino e de aprendizagem são necessárias. Uma dessas condições é a existência do pensamento crítico.

Para vários autores pensar criticamente é um processo de análise construtivista para examinar o que está acontecendo em nossos ambientes. Envolve a implicação crítica e discussão, que tem um papel crucial na ativação de resolução de problemas e nos processos de

tomada de decisão. Esta análise pode ser utilizada para definir problemas, tomar medidas no sentido de um objetivo, tomar decisões e realizar avaliações retrospectivas (SENDAG e ODABASI, 2009, p. 132; KAYA, 1997, JONASSEN, 1996b, p.70, SCHON, 2000, P.85).

Para Jonassen (1996b, p.70) o pensamento crítico é o desenvolvimento de habilidades de avaliação, análise e a relação entre os conjuntos que estão sendo analisados. Newman et al. (1995, p. 56), ao analisar a comunicação mediada por computador, propuseram um modelo de análise de conteúdo em pares de indicadores positivo e negativo, os quais indicam a presença ou ausência de pensamento crítico. Os indicadores propostos por eles estão relacionados a algumas habilidades necessárias ao desenvolvimento do pensamento crítico como: conhecimento/experiência, novidade, relevância, importância, avaliação crítica, ambiguidades, associação de ideias, justificativa, utilidade prática-avaliação do conhecimento e extensão da compreensão.

A fim de verificar o que se deve fazer para que o pensamento crítico e a aprendizagem significativa sejam desenvolvidos, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para o Ensino Médio sugerem que, no ensino de Física, sejam abordadas questões próximas do mundo vivido pelos alunos e que estes aprendam "Uma Física cujo significado o aluno possa perceber no momento em que aprende, e não em um momento posterior ao aprendizado."(BRASIL, 2000). Não se trata de apresentar ao estudante uma Física para que ele simplesmente a conheça, mas para que esse conhecimento possa auxiliá-lo a pensar e agir, interferindo em situações de seu cotidiano.

A referência pedagógica apontada pelos PCNs está voltada em “para que ensinar Física” e não em “o quê ensinar de Física”, deixando claro que há uma necessidade de atribuir um significado ao conhecimento no momento em que se aprende e não em um momento posterior ao aprendizado. Além disso, “o quê ensinar de Física” supõe que se esteja preparando os jovens apenas para ter uma visão paradigmática da Física e não que se esteja preparando o jovem para ser um cidadão atuante no mundo em que vive, capaz de lidar com situações reais no momento em que elas acontecem, como: crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos elétricos e eletrônicos, exames médicos, notícias de jornal, e assim em diante.

Para que essas finalidades sejam atingidas é necessário desenvolver nos estudantes competências básicas como: observar, experimentar, investigar, interpretar, reconhecer, construir, entre outras. Manter a atenção ao desenvolvimento dessas competências ao longo das atividades de aprendizagem poderá promover nos estudantes sua aprendizagem, segundo os PCNs (BRASIL, 2000).

Entretanto, o ensino de Física ministrado nas escolas brasileiras ainda se resume ao uso de leis e algoritmos utilizados nos livros didáticos, com pouca ou nenhuma relação com o cotidiano do aluno (ASSIS, 2001, p.5; DAMASIO e STEFFANI, 2008, p.4503-1). Fazer a transposição entre o conhecimento escolar e o conhecimento cotidiano não é uma tarefa fácil. Exige do educador um conhecimento não só da Física, mas de métodos e estratégias de ensino que possam ser apropriadas para desenvolver tais significados e competências. Para atenuar as dificuldades encontradas nessa transposição entre o conhecimento escolar e o cotidiano, surgem novas visões e modelos de aprendizagem que têm levado à proposição de estratégias de ensino e de recursos didáticos apropriados ao desenvolvimento dessas competências e aprendizagens. Dentre as propostas sugeridas, encontra-se o ensino baseado na investigação, onde destacam-se a utilização de atividades experimentais e o uso crescente e diversificado do computador.

Ao olhar para a ciência, por meio de uma lente histórica, vê-se que os conceitos de Física passaram pela observação, experimentação para o teste de hipóteses e, finalmente, a construção do conceito Físico abstrato e geral. Neste sentido, as experimentações ocuparam um papel central no seu ensino e para alguns pesquisadores a importância do ensino prático é inquestionável na ciência e, deveria ocupar lugar central no ensino de ciências. Acredita-se que realizando experimentos, sobretudo quando vinculados ao seu cotidiano, os alunos possam ultrapassar a ação contemplativa encaminhando-se para a reflexão e a busca de explicações causais (ARAUJO e ABIB, 2003, p. 176).

Entretanto, os laboratórios didáticos das escolas encontram-se sucateados com pouca ou nenhuma infra-estrutura para um ensino que possa fazer uma representação das situações/fenômenos mais próximas das situações reais encontradas em seu cotidiano. Isso se deve ao alto custo de manutenção e aquisição dos equipamentos que torna inviável sua existência e funcionalidade. Muitas demonstrações e experimentações, tidas como base para a representação teórica, não são possíveis de serem realizadas nos laboratórios didáticos de Física das escolas de Ensino médio, pois exigem equipamentos de altos custos. O que se tenta fazer nestes laboratórios, são representações macroscópicas da teoria que em muitos casos não representa o real significado da mesma.

Além disso, muitas questões relacionadas com os conceitos Físicos nem sempre podem ser representada nos laboratórios didáticos, como a Física Atômica Molecular, nos quais os modelos são, em geral, tridimensionais exigindo um aparato experimental disponível apenas em laboratórios modernos, inviáveis nas escolas de Ensino Médio.

Neste sentido, a representação virtual tem sido apontada como uma possibilidade de substituir ou complementar, ao menos parcialmente, estas demonstrações e experimentações.

(FIOLHAIS e TRINDADE, 2003, p.259). Desta forma, justifica-se perfeitamente o uso da realidade virtual em experimentos capazes de simular situações reais podendo incrementar a compreensão conceitual. Além disso, é interessante e pode ser estimulante apresentarmos aos estudantes desafios que vão além de demonstrações ou experimentações de laboratório, mas que possibilitem o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias à compreensão dos conceitos físicos mais complexos, como os atinentes à Física Atômica Molecular.

A utilização das novas tecnologias de informação e comunicação no ensino, especificamente a Internet, softwares educacionais e as ferramentas de autoria, tem sido alvo de grande interesse, tanto para o ensino presencial quanto para o ensino não-presencial. Durante os últimos anos conduziram-se projetos e pesquisas associando recursos digitais com conteúdos educacionais de forma a proporcionar maior interesse e interatividade dos estudantes (FAGAN et al. 2007, p.544). Deve-se ter claro, no entanto, que a utilização desses instrumentos tecnológicos visa despertar a curiosidade e o interesse no tema específico, contribuir com o desenvolvimento da autonomia dos sujeitos que dela fazem uso, buscar o aprimoramento da aprendizagem e a utilização adequada dos meios tecnológicos disponíveis e tornar o aluno um participante ativo na construção do conhecimento.

Dentre os recursos que o computador oferece ao ensino os materiais educacionais digitais orientados a objetos, chamados de objetos de aprendizagem (OA) e definidos como sendo um recurso pedagógico que serve para apoiar o ensino (TAROUCO et al, 2004; BECK, 2001; WELLER et al., 2003), têm se mostrado um potencial recurso para auxiliar o ensino e facilitar a aprendizagem de conceitos de Física, pois é um material educacional digital que associa tecnologias com o uso de multimídias interativas. Essas possuem um grande potencial na área educacional para criar, manipular, armazenar e pesquisar conteúdos facilitando a criação de analogias e de representações próximas de situações reais.

Além disso, os OAs suportam um alto nível de abstração, diferentemente das demonstrações e experimentações de laboratório, facilitando a compreensão de conceitos físicos complexos. Esses, não demandam de um alto custo de aquisição e manutenção. Basta ter um computador e, em alguns casos, a conexão com a Internet.

Um dos assuntos de Física do ensino médio que se mostra importante para o cotidiano dos alunos, cuja aprendizagem pode ser facilitada com o uso do computador, é a Termodinâmica. Este é um assunto relevante na sociedade atual e no cotidiano dos estudantes, uma vez que a problemática do aquecimento global tomou conta dos noticiários de todo o mundo. A grande emissão de carbono na atmosfera, pela queima dos combustíveis fósseis, tem sido apontada como um dos grandes vilões do aquecimento global. Procurar diminuir esse problema tem sido a tônica de muitos países do mundo, entre eles o Brasil. Uma das

alternativas encontradas para minimizar esse problema é o uso de biocombustíveis. Para que os jovens, que estudam no ensino médio, compreendam esse processo e possam tomar decisões, a esse respeito, e intervir de forma positiva no mundo que os cerca, precisam aprender de forma significativa e crítica tópicos de Termodinâmica. Entretanto, ter uma visão microscópica do processo de transformação da energia dos biocombustíveis em trabalho termodinâmico (conteúdo de Física do ensino médio) é algo inviável nos laboratórios didáticos das escolas de ensino médio, devido à precariedade de equipamentos e de tempo hábil do professor e a estrutura do ensino no Brasil.

Assim, o computador, com seus recursos e ferramentas, mostrava-se um material potencialmente significativo e que poderia auxiliar o professor a desenvolver o pensamento crítico e a aprendizagem significativa dos conceitos envolvidos em Termodinâmica. Os OAs que fazem uso de hipertexto aliados à mídia podem dar conta de justificar o processo real da transformação dos biocombustíveis em trabalho e desenvolver nos estudantes a criticidade necessária para ter uma aprendizagem significativa e poder tomar decisões favoráveis no mundo que os cerca.

## 1.1. Problema de pesquisa

Diversos autores têm apontado a dificuldade que os estudantes de Ensino Médio tem em relacionar o que estudam em sala de aula com seu cotidiano (TAVARES, et al., 2005, p.193). Os conceitos e teorias aprendidos em sala de aula ficam, para ele, como setores estanques, isolados do mundo real, em lugar de passarem a integrar o acervo de conhecimentos passíveis de serem usados nas situações que este estudante enfrentará em sua vida. Face a esta constatação, é possível questionar a qualidade da aprendizagem ocorrida, pois uma aprendizagem significativa implica em processo de atribuição pessoal de significados para o conhecimento, permitindo elaborar uma compreensão própria do que se aprende (MEDINA, 2007). Ao estudante parece que as situações-problema, apresentadas em sala de aula estão muito distantes da sua realidade cotidiana. Esta constatação é preocupante, considerando-se que, na sociedade contemporânea, os conhecimentos relacionados à área de Ciências da Natureza tornam-se a cada dia mais importantes, seja para a inserção do cidadão no mundo do trabalho ou para uma melhor qualidade de vida e uma melhor compreensão acerca do ambiente em que vive com todos os seus artefatos e desenvolvimentos tecnológicos.

Na disciplina de Física, dificuldades de aprendizagem são percebidas pelo alto índice de reprovação (FIOLHAIS e TRINDADE, 2003, p.259), pela precariedade em prover descrições e justificativas sobre o que o aluno observa, pela falta de capacidade para contextualizar o conhecimento e pela dificuldade em aplicar os conteúdos estudados em situações do cotidiano

No ensino médio, o ensino de Física ainda se caracteriza pela transmissão de informações por meio de aulas expositivo-dialogadas, embasadas e suportadas pelo uso de livros didáticos, pelo excesso de atenção dada a exercícios repetitivos, cuja abordagem privilegia o uso de algoritmos matemáticos em detrimento da compreensão dos conceitos relacionados aos fenômenos físicos envolvidos, voltados para a preparação aos exames vestibulares (ASSIS, 2001, p. 2; DAMASIO e STEFFANI, 2008, p. 4503-1).

Por outro lado, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio sugerem que no Ensino de Física sejam abordadas questões próximas do mundo vivido pelos alunos. O desejo é que tenhamos:

> "Uma Física que explique os gastos da “conta de luz” ou o consumo diário de combustível e também as questões referentes ao uso das diferentes fontes de energia em escala social. Uma Física cujo significado o aluno possa perceber no momento em que aprende, e não em um momento posterior ao aprendizado."(BRASIL, 2000, p.23)

Com o objetivo de buscar a superação das dificuldades encontradas, surgem novas visões e modelos de ensino e de aprendizagem que têm levado à utilização de estratégias de ensino e de recursos didáticos mais apropriados a essas concepções. Neste sentido, este trabalho busca desenvolver soluções para aproximar o ensino de Física do rumo preconizado pelos PCNs, buscando ampliar as oportunidades de contextualização no ensino desta disciplina.

Conforme recomendado por Fiolhais e Trindade (2003, p.259), é preciso divulgar e encorajar técnicas de ensino e de aprendizagem atraentes que coloquem a ênfase na compreensão qualitativa dos princípios físicos fundamentais e que sejam capazes de promover o pensamento crítico e a aprendizagem significativa, conforme recomendado pela LDB (1996).

Este autor também destaca que esta necessidade de diversificar métodos de ensino para dirimir o insucesso escolar tem levado ao uso crescente do computador e suas ferramentas no ensino da Física. Uma das formas de materializar o uso do computador ou da tecnologia de informação e comunicação (TIC) em geral surgiu com a proliferação de

materiais educacionais digitais construídos com a orientação a objetos, denominados objetos de aprendizagem (OA).

Dentro dessa perspectiva, emergiu o seguinte problema de pesquisa: Quais as potencialidades e contribuições de Objetos de Aprendizagem no desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa no ensino de Física?

O problema investigado na presente pesquisa caracterizou-se pela busca da resposta à seguinte questão: Em que medida o uso dos objetos de aprendizagem (OA), inseridos em um conjunto de atividades de aprendizagem planejadas pelo professor, como: disparador/instigador de dúvidas e questões; reforço/aplicação de conhecimentos, interligados em um plano que leve à metacognição, seriam capazes de ensejar a aprendizagem significativa e o pensamento crítico em Física?

Este problema de pesquisa teve desdobramentos tais como: a) investigar as características dos objetos de aprendizagem usados no ensino de Física; b) identificar as modalidades de utilização de Objetos de Aprendizagem no ensino de Física. Estes objetivos foram desdobrados em alguns objetivos específicos como:

1) Investigar as práticas pedagógicas envolvidas no uso dos objetos de aprendizagem, no ensino de Física, que ensejassem a aprendizagem significativa e o pensamento crítico;
2) Analisar as percepções dos estudantes com relação à utilização dos objetos de aprendizagem.
3) Avaliar a adequação dos indicadores de Newman et al. (1995, p. 56) para aferir o desenvolvimento do pensamento crítico no ensino de Física.
4) Analisar a ocorrência do desenvolvimento da aprendizagem significativa e do pensamento crítico com o uso dos objetos de aprendizagem.

## 1.2. Desenvolvimento do trabalho de pesquisa

Compreende-se que o uso de OAs, no ensino de Física, não tem apenas um papel de apoio, sendo empregados para confirmar uma teoria já testada, mas um papel de investigação e elucidação, pois podem permitir ao estudante um papel ativo e reflexivo, co-responsabilizando-se pelos rumos, profundidade e significado de seu aprendizado.

Muitos são os repositórios que disponibilizam OA de forma gratuita no Brasil. Dentre eles encontra-se o BIOE (Banco Internacional de Objetos Educacionais/MEC), FEB

(Federação de Repositórios de Objetos de Aprendizagem-Educa Brasil/MEC), LabVirt (Laboratório didático Virtual), RIVED (Rede Interativa Virtual de Educação/MEC), entre outros e referatórios como CESTA (Coletânea de Entidades de Suporte ao uso da Tecnologia na Aprendizagem/UFRGS).

Fez-se, então, necessária a avaliação de novas perspectivas de ensino que aliem o estudo da teoria com sua aplicação prática. Ao falar de aprendizagem no ensino de Ciências e, mais especificamente, na aprendizagem significativa dos conceitos de Física, verifica-se que a teoria de Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003) mostrava-se apropriada por oferecer um referencial teórico capaz de contribuir para a melhoria do ensino de Física sem implicar em condições ou recursos não existentes na grande maioria das escolas. E, ainda, seus princípios se aplicam ao cotidiano da sala de aula, tal como ela é, na maioria das escolas onde predomina o ensino voltado à aprendizagem receptiva. É eficiente quando se tem por objetivo fazer com que o aluno adquira um corpo de conhecimentos extenso, de maneira clara e organizada em um curto espaço de tempo, sem que disponha de um tempo muito grande.

Para sistematização da construção do conhecimento dos estudantes, com base na teoria da Aprendizagem Significativa, o modelo metodológico dos Três Momentos Pedagógicos (TMP) de Delizoicov e Angotti (1991) mostrava-se adequado, pois possibilitava elaborar atividades de aprendizagem diversas. Porém, essas atividades necessitavam ter uma relação entre si para que se obtivesse maior eficiência no processo de aprendizagem. Com isso, verificou-se que a Teoria de Kolb ou Modelo de Aprendizagem Experiencial, também chamada de Ciclo de Kolb (KOLB, 1984), composto por quatro etapas, permitia organizar e relacionar as atividades de aprendizagem no processo de aprendizagem no modelo metodológico dos TMP. Diante disso, fez-se uso dessas teorias metodológicas de ensino como elo entre tecnologia, professores e estudantes. Como material potencialmente significativo e de motivação destes últimos o uso dos OAs pode proporcionar o desenvolvimento do pensamento crítico e a aprendizagem significativa dos conceitos em Física. As etapas dessa teoria serão detalhadas na revisão de literatura.

Neste sentido, foram selecionados OAs que abordassem o tema Termodinâmica e organizados em atividades de aprendizagem, inseridas em Módulos Didáticos (MDs). Os MDs foram compostos de um conjunto de atividades de aprendizagem, dispostas em aulas, organizadas de acordo com a metodologia dos TMP e o Ciclo de Kolb. Esse último foi responsável por sistematizar as atividades de aprendizagem, com o uso dos OAs, em cada momento pedagógico, nos MDs. Para disponibilizar as atividades de aprendizagem aos estudantes fez-se uso do *software* de autoria eXe Learning. Este foi inserido na plataforma

MOODLE de forma scormizada. Além disso, fez-se uso da ferramenta fórum, na plataforma MOODLE, para proporcionar a troca de informações e reflexões aos estudantes.

## 1.3. Caracterização da pesquisa

Com base neste questionamento, esta pesquisa terá cunho qualitativo por preocupar-se com o processo de ensino e não apenas com o produto (MINAYO, 1993, p. 239) e quantitativa, pois para Chizzotti (2003, p. 84) algumas pesquisas qualitativas "[...] não descartam a coleta de dados quantitativos, principalmente na etapa exploratória de campo ou nas etapas em que estes dados podem mostrar uma relação mais exata dos fenômenos particulares." Diante disso, nessa pesquisa, para uma melhor análise e compreensão dos dados levantados, optou-se, também, por utilizar a abordagem quantitativa.

Dentro dessa abordagem, como estratégia de pesquisa escolheu-se o estudo de caso com propósito exploratório (YIN, 2005). Enquadra-se como estudo de caso por tratar-se de uma proposta de metodologia de ensino que investiga o desenvolvimento de habilidades e competências cognitivas. O propósito é exploratório, pois permite aos sujeitos participantes da pesquisa pensar livremente sobre um tema, objeto ou conceito e faz emergir aspectos subjetivos e atinge motivações não explícitas de maneira espontânea, visto que não pretende generalizar as informações (TRIVIÑOS, 1987, p.109). A caracterização e estruturação da pesquisa com as técnicas e instrumentos de coleta e análise das informações, o cenário e sujeitos da pesquisa e a descrição das atividades de aprendizagem serão descritas no capítulo 3 – Procedimentos Metodológicos.

## 1.4. Estrutura do trabalho de pesquisa

O trabalho desenvolvido contemplou alguns segmentos principais: um estudo com vistas a identificar a Fundamentação Teórica capaz de dar subsídio para as decisões subsequentes foi realizado e seu estado atual é apresentado no capítulo 2. Esse estudo enfocou os princípios teóricos e metodológicos que embasaram este trabalho de pesquisa.

No capítulo 3 são descritos os Procedimentos Metodológicos que contemplam a metodologia da pesquisa e a metodologia de trabalho utilizada neste trabalho de pesquisa

junto ao ensino de Física com vistas a ensejar o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa. A ênfase foi dada no ensino do assunto Termodinâmica. É abordado também o processo de criação do material didático, baseado em OAs e sua organização em Módulos Didáticos. Constam, neste capítulo, também os instrumentos e critérios de avaliação utilizados para verificar as questões de pesquisa.

No capítulo 4 descreve-se e analisam-se os dados levantados nesta pesquisa. No capítulo 5 apresentam-se os resultados obtidos e as discussões dos mesmos. No capítulo 6 destacam-se as conclusões desta pesquisa, suas contribuições e as perspectivas futuras na aplicação destes conhecimentos. Por fim, apresentam-se as Referências Bibliográficas utilizadas neste estudo, os Módulos Didáticos e os roteiros com sugestões de uso dos OAs (nos Apêndices), que podem servir de suporte para o fazer pedagógico dos professores.

# 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao longo da construção dessa tese, vários conceitos teóricos foram analisados e estudados. Apresenta-se a seguir a revisão da literatura para dar suporte à pesquisa. Ela está organizada em seções de forma a apoiar essa tese e assim descrita:

- Seção 2.1. Sociedade e Educação: discute a sociedade na atualidade e os objetivos do ensino;
- Seção 2.2. Aprendizagem Significativa e Pensamento Crítico: aborda os conceitos de aprendizagem significativa e de pensamento crítico bem como as estratégias de atividades de aprendizagem que possam ensejar seu desenvolvimento.
- Seção 2.3. O uso da Tecnologia na Educação: os assuntos referentes ao uso da tecnologia no ensino em geral e, em especial, no ensino de Física são apresentados nesta seção.
- Seção 2.4. Objetos de Aprendizagem: os objetos de aprendizagem são abordados nesta seção. Seus repositórios, tipos e categorização, além dos OAs que podem ensejar a aprendizagem significativa e o pensamento crítico no ensino de Física.
- Seção: 2.5. Modelos Pedagógicos: nesta seção, o Modelo de Kolb (KOLB, 1975) e dos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1991) são apresentados como modelos pedagógicos possíveis com o uso da tecnologia e para o desenvolvimento da aprendizagem significativa e do pensamento crítico.

## 2.1. Sociedade e Educação

Na sociedade de hoje, também chamada de Sociedade do Conhecimento, onde a tecnologia e a ciência caracterizam-se por rápidas mudanças, a comunicação passou a ser facilitada por equipamentos modernos e sofisticados que aproximam pessoas de todo o mundo através de informações e notícias que chegam com enorme rapidez. É uma sociedade que precisa cada vez mais de sujeitos que saibam tomar decisões e intervir no meio em que vivem,

de forma a contribuir para a melhoria da qualidade de vida. Isso traz novas possibilidades, desafios e incertezas ao processo de ensino e de aprendizagem.

A Internet e as Tecnologias de Comunicação e Informação, ao romperem as barreiras geográficas e trazerem as informações e notícias com maior rapidez, permitem a troca de informações entre as pessoas de todo o mundo e se constituem no maior espaço de ensino e aprendizagem da atualidade.

Diante dessas constatações, a escola deixou de ser um espaço de busca de informações e conhecimento para se constituir em um local de troca de informações e saberes, onde todos que a frequentam ensinam e são ensinados. É um lugar político-pedagógico que contribui para a inserção da diversidade cultural dos que a frequentam e a constituem. É um espaço de dar sentido, de significar, de produzir conhecimentos, valores e competências fundamentais para a formação humana dos que ensinam e dos que aprendem.

Entretanto, nossa cultura atual vive impregnada por uma linguagem do rádio, da televisão, da Internet, etc. e a educação escolar ainda opera com a linguagem escrita culta, tornando-se assim, muitas vezes, dissociada da realidade. Num futuro próximo, o estudante viverá como explorador, como pesquisador, nesse imenso terreno que será seu universo de informações, e assim veremos surgir revalorizadas novas relações humanas.

O estudante que vive neste contexto vai para a escola e se defronta, em muitos casos, com um professor e uma escola que está em meio a adaptações desta nova realidade. Neste contexto, faz-se necessário uma reformulação no papel da escola e do professor, a fim de que o ensino escolar tenha sentido e significado para aqueles que a frequentam e possa contribuir para a inserção dos sujeitos nesta sociedade tecnológica e globalizada.

Para Libâneo (1999, p.26):

> [...] A Escola precisa deixar de ser meramente uma agência transmissora de informação e transformar-se num lugar de análises críticas e produção da informação, onde o conhecimento possibilita a atribuição de significado à informação.

Para Ausubel (2003) a função da escola é “ensinar *como* pensar e não *o que* pensar”.

No nível médio da Educação Básica, principalmente no ensino de Física, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000, p.23) destacam que: “Os objetivos explicitamente atribuídos à área de Ciências e Matemática incluem compreender as Ciências da Natureza como construções humanas e a relação entre conhecimento científico-tecnológico e a vida social e produtiva” (BRASIL, 2000, p.212).

Neste sentido, a escola constitui-se em um local de implementação de atividades que visem o desenvolvimento da capacidade de pensar e refletir sobre fatos/fenômenos reais. A promoção do desenvolvimento desse pensamento reflexivo leva os estudantes a pensar criticamente sobre sua realidade.

Segundo Davis, Nunes e Nunes (2005, p. 205)

> [...] o cidadão capaz de tomar decisões adequadas precisa dispor de: informações pertinentes a respeito do meio físico e social, de si mesmo e dos outros; estratégias de pensamento que lhe permitam operar sobre essas informações; valores que orientem a sua ação.

Promover a cultura do pensar não é algo trivial, pois exige dos que a desenvolvem muito mais do que simplesmente transmitir informações ou ensinar habilidades e competências, ainda que essas qualidades sejam importantes.

As escolas que promovem a cultura do pensar são aquelas

> [...] que permite àqueles que a frequentam tirar maior proveito da experiência escolar: aprendem a controlar melhor a impulsividade; aumentam sua capacidade de reflexão e planejamento; analisam e fundamentam a escolha feita, entre as opções disponíveis. (DAVIS, NUNES E NUNES, 2005, p. 205)

Esse modelo de escola é apontado como aquela que faz uso do pensamento para processar as informações e orientar a tomada de decisões. São “Escolas que priorizam e sabem como estimular e promover o raciocínio dos alunos [...]” (DAVIS, NUNES E NUNES, 2005, p. 205).

Então, a função da escola e o trabalho docente consistirão em ensinar a dominar a linguagem (inclusive a eletrônica), ensinar a pensar criticamente e ensinar a viver juntos. Essa nova escola deriva de uma sociedade organizada em classes e não de indivíduos isolados. Os estudantes deixarão de ser submissos, obedientes e acríticos e passarão a ser sujeitos (críticos, criativos, independentes) da sua aprendizagem. Diante disso, não faz mais sentido ter uma visão de aula como sendo a transmissão de informações e conhecimentos, como vinha sendo concebida.

Segundo Libâneo (1999, p.28):

> [...] professores são necessários, sim. Todavia, novas exigências educacionais pedem às universidades um novo professor capaz de ajustar sua didática às novas realidades da sociedade, do conhecimento, do aluno, dos meios de comunicação.

Apesar de muito se falar de que os estudantes são responsáveis por sua aprendizagem, cabendo ao professor orientá-los na busca e no processamento de informações, ainda encontramos divergências políticas e pedagógicas entre os educadores, quanto ao modo de proceder à seleção, à organização e ao desenvolvimento dos conteúdos curriculares a serem trabalhados em aula.

É comum hoje ouvirmos falar em ensino construtivista, teoria de aprendizagem construtivista, construção de conhecimentos. Nas obras de diversos autores como Piaget, Vygotsky, Rogers, Freire, entre outros, verificamos que todas compartilham da mesma ideia de construção, porém são vertentes diferenciadas. O debate sobre o construtivismo também está presente nas obras de Ausubel, Novak, Posner, Jonassen, embora conflitantes em certos aspectos, pois para uns as abordagens construtivistas são reflexões sobre a aprendizagem enquanto que para outros são sobre o ensino.

Para Jonassen (1996b, p. 70) "O construtivismo é uma filosofia de aprendizagem que descreve o que significa saber alguma coisa e o que é a realidade."

Para muitos construtivistas, o conhecimento é uma construção humana de significados que procura fazer sentido do seu mundo.

Para Jonassen (1996b, p.70),

> O conhecimento é construído, ao invés de transmitido, então a realidade é o sentido que fazemos do mundo e do seu fenômeno. Cada um de nós percebe o mundo de modo diferente, de sorte que a percepção que temos dele deve ser pessoal. Isto não significa, como muitos acreditam, que não podemos compartilhar a nossa realidade com outros. Compartilhamos o significado com outros na sociedade mediante a negociação [...].

Sempre que um indivíduo aprende um conteúdo, supõe-se que tenha ocorrido algum tipo de construção do conhecimento, não importando se a aprendizagem deu-se em função de um ensino presencial ou a distância, dentro ou fora da escola, no método tradicional ou qualquer outro método de ensino. Entretanto, é por meio do processo de aprendizagem que adquirimos o conhecimento e para que exista o conhecimento é necessário que haja aprendizagem.

O fracasso de aprendizagem dos estudantes, em muitos casos, significa que durante uma determinada etapa do trabalho de construção do conhecimento houve pouca ou nenhuma aprendizagem. Neste sentido, a relação que os especialistas fazem entre aprendizagem e os processos de construção do conhecimento nos levam a refletir sobre como a aprendizagem ocorre na estrutura cognitiva dos estudantes.

Davis, Nunes e Nunes (2005, p. 205) após várias pesquisas, conclui que

> [...] é hoje amplamente reconhecido (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE, 2001) que, a despeito do empenho de inúmeros alunos em aprender não ser bem-sucedido, esse fracasso não pode ser atribuído a problemas cognitivos e, sim, a dificuldades metacognitivas.

O professor, ao planejar suas aulas, precisa lembrar que sua ação pedagógica não se resume apenas no trabalho de aula, mas também em estratégias metacognitivas que auxiliem os estudantes no processo de aprendizagem.

Além disso,

> "[...] no momento da formulação dos objetivos educacionais, o professor deve ter ciência de qual contexto sociocultural, político, econômico, filosófico, histórico em que se encontra inserido e qual a finalidade de seu trabalho para o processo de ensino e de aprendizagem." (BULEGON, 2006, p. 30).

Assim, a preocupação com o nível de desenvolvimento cognitivo dos estudantes e as representações que fazem do mundo que os cerca são visões importantes numa abordagem cognitivista de aprendizagem. Rosa e Alves Filho (2009, p. 1117) destacam que "A utilização de estratégias de aprendizagem metacognitivas vem sendo apontada como alternativa para a melhoria da aprendizagem, mesmo que seus resultados ainda sejam tímidos."

Metacognição é um conceito relativamente recente na literatura (da década de 1970), com origem na psicologia cognitiva. Ainda é um conceito em discussão (DAVIS, NUNES e NUNES, 2005, p. 205) e apresenta uma definição ampla (ROSA e ALVES FILHO, 2009, p. 1119). Os vários autores pesquisados por Rosa e Alves Filho (2009, p. 1120) "[...] concebem a metacognição a partir de duas dimensões: a capacidade de autoavaliação e a de mudar o curso da ação cognitiva na busca pela resolução do problema."

De forma geral eles dizem que

> [...] a metacognição, quando associada aos processos educacionais, relaciona-se ao conhecimento que o estudante tem sobre si mesmo e aos mecanismos de controle executivo e de autorregulação sobre as atividades realizadas. As diferenças ficam por conta do detalhamento de como isso poderá ocorrer e quais são os mecanismos pertinentes às especificidades de cada área do conhecimento envolvida no estudo. (ROSA e ALVES FILHO, 2009, p.1120).

No caso do ensino de Física, Rosa e Alves Filho (2009, p.1128) nos dizem que:

> [...] esses processos específicos vão permitir que o estudante planeje suas ações mediante uma retomada nos objetivos que monitore suas ações de forma a verificar

> se está ou não no caminho certo e, ao final, avalie sua ação e reflita mediante ao resultado de sua atividade.

Diante disso, para que o ensino de Física contribua de forma significativa na formação de uma cultura científica nos estudantes que lhes permita uma interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais do mundo que os cerca de forma crítica, é fundamental que se leve em conta o desenvolvimento intelectual dos estudantes e a contemporaneidade do mundo que os cerca. Assim, "o aprendizado de Física deve estimular os jovens a acompanhar as notícias científicas, orientando-os para a identificação sobre o assunto que está sendo tratado e promovendo meios para a interpretação de seus significados." (BRASIL, 2000, p. 235).

A utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no Ensino, especificamente a Internet e softwares educacionais, têm sido apontados como poderosos recursos para o ensino de Física, especialmente aqueles que oferecem a possibilidade de alterar valores e manusear com as variáveis de forma interativa. Esses podem proporcionar aos estudantes uma reflexão sobre o objeto de estudo, potencializando a aprendizagem e tornando-a mais significativa, pois podem desenvolver o pensamento crítico por meio da reflexão. A hipermídia é apontada também como um importante recurso pedagógico virtual, pois baseia-se no conceito de hipertexto em que pode-se fazer uso de diversos elementos, como textos, sons, imagens, simulações, vídeos.

Assim, ao considerar o desenvolvimento de habilidades e competências que possam tornar esses jovens, nossos estudantes, cidadãos críticos e autônomos, capazes de interpretar e intervir no mundo que os cerca, uma preocupação se faz presente durante o planejamento das nossas atividades de ensino: como desenvolver essas competências e habilidades com nossas atividades escolares diárias? No caso específico da nossa pesquisa: como utilizar os objetos de aprendizagem para contemplar o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa?

## 2.2. Aprendizagem Significativa e Pensamento Crítico

Abordaremos, nesta seção, os conceitos de pensamento crítico e de aprendizagem significativa. Discute-se também, nesta seção, o desenvolvimento do pensamento crítico na Educação e estratégias de atividades de aprendizagem que possam ensejar seu desenvolvimento.

### 2.2.1. Aprendizagem Significativa

#### 2.2.1.1. *A visão de Ausubel*

O conhecimento, segundo Ausubel (2003), é significativo por definição. É o resultado de um processo psicológico que envolve as ideias presentes na estrutura cognitiva do aprendiz (subsunçores) e o mecanismo mental para aprender. A aquisição do conhecimento só é efetiva quando a estrutura cognitiva absorve as perturbações, decorrentes do processo de ensino, atingindo um novo estado de equilíbrio, diferente e superior ao anterior, uma vez que incorporou a perturbação como algo dedutível ou previsível.

A Aprendizagem Significativa, segundo Ausubel (2003), não é aquilo que nunca esquecemos, nem o que mais gostamos, mas aquilo que tem sentido, aquilo que tem significado, aquilo que é incorporado. É o resultado do processo de interação entre o conhecimento novo e o conhecimento anterior, presente na estrutura cognitiva do aprendiz.

Ele destaca o processo de aprendizagem significativa como um processo contínuo, pessoal, intencional, dinâmico e de interação entre o conhecimento novo e o prévio, no qual as novas informações adquirem significado para o indivíduo. Depende do relacionamento do material de aprendizagem com as ideias prévias presentes na estrutura cognitiva do aprendiz e da perda gradual da dissociação dos novos significados, adquiridos através dessa interação, das ideias ancoradas. Além disso, os conhecimentos prévios devem possibilitar a ancoragem dos novos conhecimentos na estrutura de cognição do estudante e, ainda, que este tenha uma disposição para aprender de forma significativa, isto é, uma disposição para conectar o novo conhecimento ao conhecimento prévio existente em sua estrutura cognitiva. Para ele, o fator que mais influencia a aprendizagem é aquilo o estudante já sabe. Se o material atende a estas características ele é considerado “potencialmente significativo” para este indivíduo e permite ao estudante interagir com ele de modo substancial e não-arbitrário e ampliar conceitos relevantes na sua estrutura cognitiva.

A principal meta das atividades de aprendizagem é fazer com que o aprendiz adquira um corpo de conhecimento claro, estável e organizado, pois, uma vez adquirido, esse passa a ser o conhecimento prévio potencial para que a aprendizagem torne-se significativa (AUSUBEL, 1978, 2003).

Além da aprendizagem significativa, Ausubel (2003) define a aprendizagem mecânica como sendo aquela em que as novas informações são armazenadas, com pouca ou nenhuma relação, com os conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva. Obviamente, que Ausubel não faz a distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica como sendo opostas, mas como sendo complementares. Uma simples memorização de fórmulas, por exemplo, seria uma aprendizagem mecânica, porém necessária para que as novas informações tenham significado.

2.2.1.2. *A visão de Jonassen*

Para Jonassen (1996b, p.71),

> O conhecimento é estimulado por uma questão ou necessidade ou pelo desejo de entender alguns fenômenos. O que dá início ao processo de construção do conhecimento é uma dissonância entre o que é entendido pelo aluno e o que ele, ou ela, observam no meio ambiente.

Para Jonassen (1996b, p.73) "Quando os estudantes se envolvem nestes significados construindo processos, a aprendizagem significativa surgirá naturalmente."

A aprendizagem, para Jonassen (1996b, p.73), deve enfatizar algumas qualidades como: *Ativa* - Quando os alunos manipulam ativamente os objetos e as ferramentas de troca, adquirem experiência, que é o componente essencial da aprendizagem significativa. *Construtiva* – Os alunos integram novas ideias ao conhecimento anterior a fim de entenderem ou construírem o significado das experiências que têm. *Reflexiva* – A experiência sozinha não é suficiente para a aprendizagem. Os alunos devem refletir sobre suas próprias experiências e analisá-las. Quando articulam o que aprendem e refletem sobre os processos e as decisões que foram adotadas pelo processo, eles entendem mais e tem mais capacidade de transferir aquele conhecimento que construíram. *Colaborativa* – Os alunos trabalham naturalmente na construção da aprendizagem e do conhecimento, construindo comunidades, explorando as habilidades de cada um. Enquanto fornecem apoio moral, modelam e observam as contribuições de cada membro. *Intencional* – Tudo o que fazemos tem a intenção de atingir uma meta. *Complexa* – A instrução tende a ser simplificada a fim de que os estudantes a compreendam melhor, entretanto os problemas do mundo real são complexos, irregulares e mal-estruturados. *Contextual* – Em vez de experiências abstratas dentro de regras que são

memorizadas e então aplicadas a outros problemas comuns, precisamos ensinar conhecimento e habilidades na vida real, contextos úteis e a apresentação de novos e diferentes contextos para que os alunos pratiquem usando aquelas ideias. *Coloquial* – A aprendizagem e a solução de problemas são naturalmente atividades sociais. Quando os alunos se tornam parte das comunidades de construção do conhecimento, tanto na sala de aula quanto fora da escola, eles aprendem que existem formas de visão do mundo e soluções múltiplas para a maioria dos problemas.

> Essas características de aprendizagem e do uso da tecnologia são inter-relacionadas, interativas e interdependentes. Isto é, as tecnologias devem ser selecionadas e usadas nos contextos de aprendizagem a distância de forma que comprometam a maioria destes critérios. Porque essas características são sinérgicas; sua combinação resulta em aprendizagens ainda maiores do que as características individuais usadas isoladamente. (JONASSEN, 1996b, p.74).

Podemos verificar que, fora da sala de aula, a maior parte da aprendizagem ocorre pela descoberta. A exemplo disso está o uso das tecnologias, em que as crianças em idade pré-escolar e primeiros anos de escolarização, ainda não são letradas e, no entanto, já sabem operar com o computador, celular, etc. Aprendem por experimentação e manuseio do objeto de estudo, neste caso, material potencialmente significativo. Aprendem por uma necessidade, de forma isolada ou em equipe, que pode ocorrer inicialmente de forma mecânica, mas que ao longo do processo de assimilação passa pela reflexão. É uma aprendizagem que perpassa os muros escolares e que permanece por mais tempo na estrutura cognitiva dos estudantes, pois há um interesse, uma significação.

Diante disso, no contexto escolar para que a aprendizagem realmente aconteça e seja significativa ao estudante é necessário que este participe ativamente de atividades que o levem a interagir com os materiais, objetos de estudo, e que estes possam gerar uma reflexão.

### 2.2.2. O Pensamento Crítico

Um dos pressupostos do pensamento crítico é que este é uma competência básica dos sujeitos como são o ouvir e o ver. Entretanto, o sujeito para poder pensar criticamente necessita ter algumas habilidades e competências que vão além disso.

Para Jonassen (1996a, p.29) o pensamento crítico é uma das habilidades do pensamento complexo. Esse, definido por Iowa Departament of Education (1989, p.7) e

adotado por Jonassen (1996a, p.27), é um sistema integrado e não um conjunto separado de habilidades. Ele é composto de três habilidades: pensamento básico, pensamento crítico e pensamento criativo. Segundo Jonassen (1996a, p.27), o estudante ao desenvolver essas três habilidades consegue atribuir um significado ao conhecimento e a aceitá-lo.

Como pensamento básico, Jonassen (1996a, p.27) entende que é o processo de pensamento no qual o estudante assimila e lembra de um conhecimento anteriormente trabalhado. Ele está associado à capacidade de entender como aprendemos (metacognição). O pensamento crítico, para ele, envolve uma reorganização dinâmica do conhecimento de forma significativa e útil. Trata-se de desenvolver habilidades gerais como: avaliar, analisar e conectar informações. Avaliar não é expressar uma atitude pessoal sobre algo, mas envolve fazer julgamentos, reconhecer e usar critérios em diferentes dimensões. Analisar envolve separar em partes significativas o todo e compreender as interrelações entre as partes. Conectar envolve a determinação ou a imposição de relações entre os conjuntos que estão sendo analisados. Dizemos que um estudante desenvolveu a habilidade do pensamento crítico, segundo Jonassen (1996a, p.29) quando ele é capaz de identificar as informações relevantes de um problema, buscar relações de causalidade, reconhecer padrões e falácias, fazer comparações e interligar ideias. O pensamento criativo, segundo o modelo do pensamento complexo, vai além dos conhecimentos aceitos para gerar novos conhecimentos (JONASSEN, 1996a, p. 31). É o tipo de pensamento que proporciona a síntese das informações e, estimulado pela imaginação, elabora uma nova informação.

A figura 1 ilustra a interação entre os três elementos de pensamento que constituem o Pensamento Complexo segundo Iowa Departament of Education.

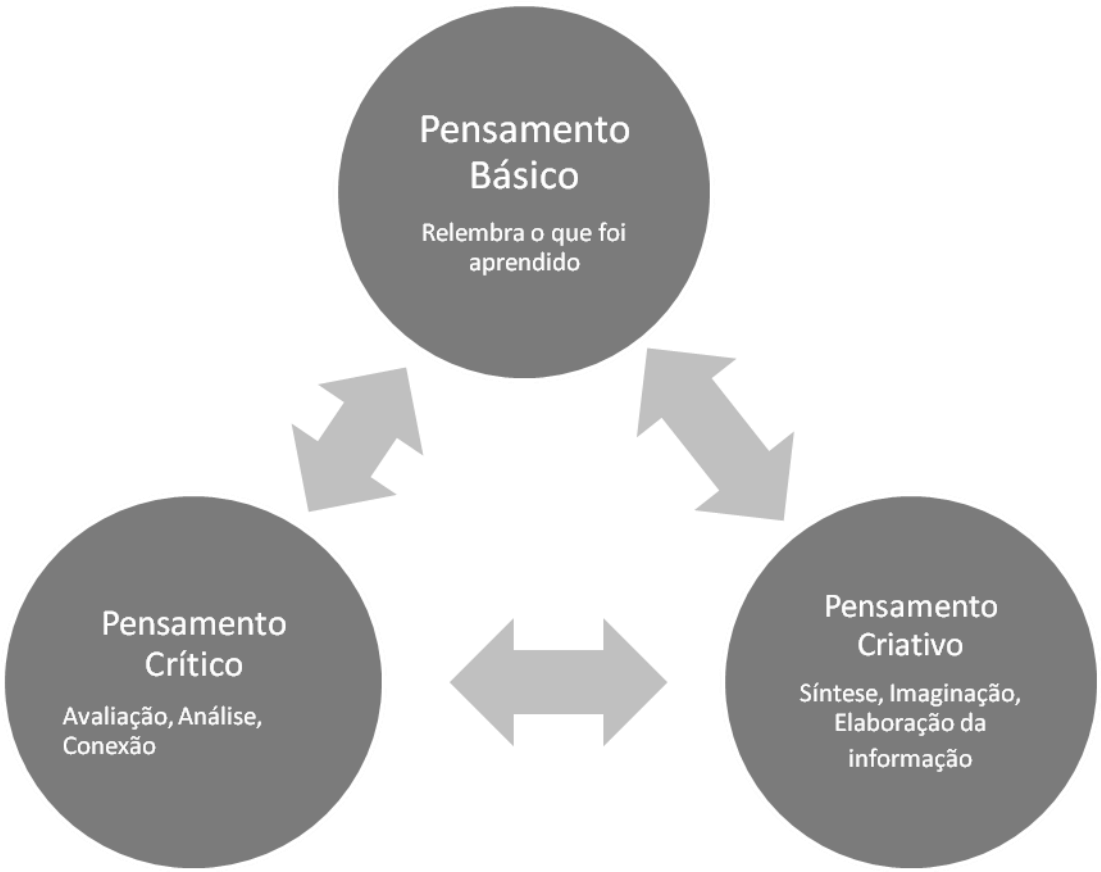



Figura 1: Modelo do Pensamento Complexo segundo Iowa Departament of Education
FONTE: Jonassen (1996a, p.28).

Para Sumner (1940), no entanto, o pensamento crítico é uma questão de hábito. O seu foco é no desenvolvimento com a intenção de ser habitual, buscar a verdade, a mente aberta, ser sistemático, analítico, curioso, confiante no raciocínio e prudente na tomada de decisões. É o tipo de pensamento envolvido na resolução de problemas, formulação de hipóteses e inferências e tomada de decisões (MANDERNAC et al., 2009, p. 49).

Observa-se que não há uma única definição em relação ao pensamento crítico, porém constata-se que o ponto de partida de todos eles é a solução de um problema. Afinal, se não há problema, não há a necessidade de pensamento crítico.

Diante das considerações acima, pensar criticamente é uma habilidade de interpretar, analisar, avaliar e criar ideias, raciocínios e argumentos de forma clara e precisa.

#### 2.2.2.1. *O Pensamento Crítico e a Educação*

Para Mandernac et al. (2009, p. 49) o primeiro objetivo da Educação é a promoção do pensamento crítico. Para ele, “pensamento crítico refere-se ao uso de habilidades cognitivas ou de estratégias que aumentam a probabilidade de um resultado desejável. É proposital, fundamental e auto-dirigido”.

Os princípios do pensamento crítico são universais, pois advém da Filosofia, e constituem um objetivo comum de várias disciplinas escolares. É um objetivo que a maioria dos professores podem adotar, porém sua aplicação exige um processo de contextualização reflexiva. Para isso, o ensino deve centrar-se na busca por problemas do cotidiano dos estudantes, procurando manter sua cultura, a fim de que o processo reflexivo tenha mais sentido e eficácia no desenvolvimento do pensamento crítico.

Entretanto, com a grande diversidade e a volumosa quantidade de informações à disposição de todos nós, é difícil crermos que para resolver um problema, o estudante buscará seu conhecimento por si mesmo, pois isso requer um planejamento para que seja mais eficiente. Diante disso, cabe ao professor o papel, sobretudo, de orientador, indicando o melhor caminho para a busca de informações na construção do conhecimento.

#### 2.2.2.2. *Como desenvolver o Pensamento Crítico*

Uma das maneiras mais eficazes de desenvolver o pensamento crítico é por meio de resolução de problemas (SENDAG e ODABASI, 2009, p. 132) e de atividades práticas (SCHON, 2000, p. 85). Para Saliés (2008, p. 13), os estudantes se envolvem tanto na resolução de problemas que não envolvem apenas suas mentes, mas também seus espíritos.

O desenvolvimento do pensamento crítico pode ocorrer por meio de interações espontâneas. Porém, as pesquisas têm apontado que as abordagens de ensino construtivista, que desenvolvem a aprendizagem ativa e que são centradas nos estudantes apresentam resultados mais eficazes para desenvolver o pensamento crítico (MANDERNACH et al., 2009, p. 49; SCHON, 2000, p.85). As etapas que envolvem o processo de simulação de um fato/fenômeno, para Saliés (2008, p. 13), reforçam ainda mais o pensamento crítico e autônomo de construção do conhecimento.

Para Mandernach et al. (2009, p. 50) na modalidade de ensino online a forma assíncrona poderá desenvolver mais o pensamento crítico do que de forma síncrona, tendo em vista que em uma sala de aula as discussões ocorrem em forma de debate e, nas discussões assíncronas, é mais provável que o debate ocorra de forma encadeada.

Os resultados das pesquisas sugerem que o pensamento crítico não pode ser atribuído ao simples processo de discussão (síncrona-assíncrona), mas sim ao tipo de discussão e ao nível de interação do professor com os estudantes. Estes são fundamentais para a eficácia das discussões e para o desenvolvimento do pensamento crítico (MANDERNACH et al., 2009, p.50).

O desenvolvimento do pensamento crítico não depende do professor, da sala de aula e nem do conhecimento dos estudantes, mas está diretamente relacionado com a interação dos estudantes com o objeto de estudo (MANDERNACH et al., 2009, p.50; SCHON, 2000, p.85), pois os estudantes de aulas presenciais mostraram-se menos críticos que os de aula online (MANDERNACH et al., 2009, p. 51).

A interatividade entre professor e estudantes e, entre estudantes, mostrou-se a maneira mais frutífera de desenvolvimento do pensamento crítico (MANDERNACH et al., 2009, p.49; SCHON, 2000, p.85). Em uma sala de aula tradicional a interatividade é, inicialmente, social e é uma função da presença física do professor. Para se tornar interativo, as instruções presenciais requerem pouca orientação, enquanto que em aulas online essas requerem maior orientação. Estranhamente, em aulas online os professores devem ficar invisíveis para que haja maior interação entre os estudantes. Diante disso, é mais importante o incentivo e a motivação para o debate do professor do que o modelo de ensino adotado pelo mesmo (MANDERNACH et al., 2009, p. 49).

Schon (2000, p.85) destaca que para desenvolver habilidades de pensamento crítico, os estudantes precisam ser capazes de tomar parte de um diálogo para que possam aprender o significado das operações envolvidas na resolução dos problemas, executando-as na prática. Quanto maior for a reflexão-na-ação do diálogo, maior será o desenvolvimento do pensamento crítico. “O trabalho comunicativo do diálogo não depende apenas da habilidade do instrutor e do estudante de cumprir seus papéis, mas também de sua vontade de fazê-lo.” “À medida que tal diálogo aproxima-se do ideal de reflexão-na-ação [...] a aprendizagem do estudante tende a ser mais ampla e mais profunda, além de mais substantiva, holística e múltipla.“ (SCHON, 2000, p. 85).

A aprendizagem ocorrida em uma aula que estimula a prática pode tornar-se evidente apenas quando um estudante entra em um novo contexto, no qual ele vê o que aprendeu à medida que detecta o quanto ele está diferente daqueles em torno desse contexto. (SCHON,

2000, p.131). A valorização da reflexão no processo de ensino (*reflexão-na-ação*) tem uma função crítica, questionando a estrutura de pressupostos do ato de *conhecer-na-ação* (SCHON, 2000, p. 85). Esta, diferentemente de outras reflexões, procura dar significado imediato à ação, na qual apreciações e crenças estão enraizadas em mundos construídos por nós mesmos, que viemos a aceitar como realidade (SCHON, 2000, p. 39) e não a ideia de simples aplicação de teorias e técnicas derivadas de pesquisa científica à solução de problemas da prática.

Uma aula com o uso de prática é um mundo virtual. Um ensino prático poderá falhar, porque sua busca no realismo pode sobrecarregar os estudantes com limites práticos, ou porque deixa de fora um número demasiado grande de características da prática do mundo real. Para que tenha crédito e seja legítima, uma aula que faz uso de prática deve passar a ser um mundo com sua própria cultura, incluindo sua linguagem, suas normas e seus rituais. O desafio é inventar um casamento viável entre ciência aplicada e talento artístico, ensino de sala de aula e ensino prático.

A investigação sobre o pensamento crítico enfatiza a importância da aprendizagem ativa, construtivista. Segundo Vella (1994, p.57) as estratégias educativas que levam os estudantes a pensar de forma crítica devem envolver professores e estudantes. Embora este tipo de engajamento social seja naturalmente promovido nos limites físicos de uma sala de aula presencial, ele não pode ser tão facilmente traduzido para o ambiente online. No entanto, a importância da interação social e o envolvimento não é menos importante para qualquer estabelecimento de ensino (MANDERNACH et al., 2009, p. 49).

Para maximizar o envolvimento dos alunos e a participação na discussão, as questões para discussão devem ser centradas no aluno, contextualizadas e de interesse deles, mas também diretamente ligadas ao conteúdo.

Sendag e Odabasi (2009, p.132) enfatiza que o ensino baseado em problemas influencia positivamente a resolução de problemas e o desenvolvimento do pensamento crítico. Para ele, os problemas pouco estruturados, aqueles nos quais as informações necessárias para sua resolução não são esboçadas no enunciado, utilizados em ambientes online, levam os alunos a pensar mais, questionar, discutir e realizar pesquisas. Esse autor também nos diz que as atividades desenvolvidas pelos estudantes de forma colaborativa desenvolveram mais o pensamento crítico do que aqueles que realizaram as atividades de forma individual.

Com base nessa crítica, os autores concebem o desenvolvimento do conhecimento como um processo reflexivo e crítico que ocorre através da investigação, pela construção de alternativas para responder os problemas ocorridos em contextos reais. Tudo isso tem lugar

num mundo virtual que representa o mundo da prática, no qual os estudantes podem manipular alguns parâmetros e testar hipóteses inerentes à sua prática (SCHON, 2000, p.85). Esses mundos virtuais podem ser, por exemplo, um objeto de aprendizager

### 2.2.2.3. *Indicadores de Pensamento Crítico*

Newman et al. (1995, p.56), na análise da comunicação mediada por computador, baseou-se na Teoria de Garrison (1992), que trata o pensamento crítico como um processo sequencial de resolução de problemas, composto de cinco etapas: identificação do problema, definição do problema, exploração do problema, aplicabilidade do problema e integração do problema com as habilidades do pensamento crítico propostas por Henri (1991) e estabeleceram indicadores que pudessem demonstrar a presença do pensamento crítico. Propuseram um modelo de análise de conteúdo baseado em pares de indicadores positivos (+) e negativos (-) (presença e ausência de pensamento crítico, respectivamente).

No quadro abaixo, apresenta-se os indicadores de pensamento crítico, propostos por Newman et al. (1995, p.56).

Quadro.1: Indicadores de Pensamento Crítico de Newman e colaboradores

| **Indicadores de Pensamento Crítico de NEWMAN e colaboradores** | |
|---|---|
| | **Conhecimento/Experiência** |
| **C/E +** | Recorrer à experiência pessoal.<br>Referir ao material do curso.<br>Usar material relevante de fora.<br>Evidenciar o uso de conhecimento prévio.<br>Dar boas vindas ao conhecimento externo, abertura para novas inclusões.<br>Trazer material relacionado ao curso. |
| **C/E –** | Descartar tentativas de trazer conhecimentos externos.<br>Apegar-se a preconceitos ou suposições (pressupostos). |
| | **Novidade** |
| **N +** | Novas informações relacionadas ao problema.<br>Novas ideias para discussão.<br>Novas soluções para os problemas.<br>Boas vindas às novas ideias. |
| **N -** | Repetir o que já foi fito.<br>Pistas falsas ou triviais (insignificantes).<br>Aceitar a primeira solução oferecida.<br>Esperar pela condução do professor. |
| | **Relevância** |
| **R +** | Depoimentos (afirmações/avaliações) relevantes. |

| | |
|---|---|
| **R -** | Depoimentos (avaliações) irrelevantes, distrações, desvios. |
| | **Importância** |
| **I +** | Pontos/Questões/Assuntos importantes. |
| **I -** | Pontos/Questões/Assuntos não importantes, triviais, insignificantes. |
| | **Avaliação Crítica** |
| **A/C +** | Avaliação/Diagnóstico crítico de contribuições próprias ou de outras pessoas.<br>Aberto a uma avaliação crítica. |
| **A/C –** | Aceitar sem crítica ou rejeitar sem razão.<br>Aceitar de forma não crítica**.** |
| | **Ambiguidades** |
| **A+** | Afirmações não ambíguas. (ser claro, inequívoco).<br>Discutir as ambiguidades para clareá-las(esclarecê-las). |
| **A –** | Afirmações confusas.<br>Continuar ignorando as ambiguidades. |
| | **Associação de Ideias** |
| **A/I +** | Relaciona, compara, associa fatos, ideias, noções.<br>Gera novos dados a partir das informações coletadas. |
| **A/I -** | Repete informações sem fazer inferências ou oferecer uma interpretação. |
| | **Justificativa** |
| **J +** | Prover/Oferecer/Fornecer provas ou exemplos.<br>Justificar soluções ou julgamentos. |
| **J –** | Questões ou exemplos obscuros ou irrelevantes.<br>Oferecer julgamentos ou soluções sem explicações ou justificativas.<br>Oferecer várias soluções sem sugerir qual a mais apropriada. |
| | **Utilidade Prática – Avaliação do Conhecimento** |
| **U/P +** | Relacionar possíveis soluções a situações familiares.<br>Discutir a utilidade prática das novas ideias. |
| **U/P –** | Discute sem propor solução.<br>Sugere soluções não práticas. |
| | **Extensão da compreensão** |
| **EX +** | Discussão ampla.<br>Utiliza estratégias de intervenção de amplo alcance. |
| **EX -** | Discussão limitada, em pedaços, fragmentada. Intervenções fracas, parciais. |

FONTE: Newman, Webb & Cochrane (1995, p. 56)

## 2.3. O uso da Tecnologia na Educação

Nesta seção, abordam-se os assuntos referentes ao uso da tecnologia no ensino e, em especial, no ensino de Física.

### 2.3.1. A Tecnologia no ensino

Durante os últimos anos, conduziram-se projetos e pesquisas associando recursos digitais com conteúdos educacionais, de forma a proporcionar maior interesse e interatividade aos estudantes.

A utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino, especificamente a Internet e softwares educacionais, tem sido alvo de grande interesse, tanto para o ensino presencial quanto para o ensino não-presencial. O computador e suas ferramentas já se encontram no ambiente escolar de forma permanente e seu uso está cada vez mais generalizado.

> [...] o potencial de várias tecnologias, incluindo as comunicações mediadas pelo computador, o trabalho colaborativo apoiado pelo computador, a aprendizagem colaborativa apoiada pelo computador, os meios ambientes de aprendizagem interativa e as ferramentas cognitivas baseadas no computador tem permitido novos enfoques pedagógicos a ser considerados no desenho da aprendizagem a distância. (JONASSEN, 1996b, p.70)

Segundo Tarouco et al. (2004,), a tecnologia da informática e comunicação permite criar material didático usando multimídia e interatividade que tornam mais efetivos os ambientes de ensino-aprendizagem apoiados por TIC.

Para Tarouco et al. (2004),

> A interação e a valorização dos saberes dos sujeitos, assim como os desafios pedagógicos lançados através da exploração e vivência de novas experiências proporcionadas pela comunicação mediada pelo computador, podem assegurar uma aprendizagem significativa no processo de educação continuada.

A interação proporcionada pela comunicação mediada pelo computador faz uso de ferramentas, muitas delas de autoria. Jonassen (1996b, p. 83) refere-se a elas como ferramentas cognitivas e nos diz que:

> Elas são construtoras do conhecimento e ferramentas de facilitação que podem ser aplicadas a uma variedade de matérias. Os estudantes não podem usar estas ferramentas sem pensar profundamente sobre o conteúdo que estejam estudando e, se eles escolherem usar estas ferramentas para auxiliá-los a aprender, elas facilitarão a aprendizagem e os processos de criação do significado. (JONASSEN, 1996b, p.83).

Para Jonassen (1996b, p.83), "Aprender com as ferramentas cognitivas depende do 'comprometimento total da mente dos alunos nas tarefas proporcionadas por estas ferramentas', e os estudantes trabalham com a tecnologia do computador, ao invés de serem controlados por ela."

Essa abordagem cognitivista torna a atividade pedagógica centrada nos sujeitos envolvidos no processo de aprendizagem. Trata-se de uma proposta humanista, que pode estimular o trabalho colaborativo, criativo e o pensamento crítico no qual as tecnologias provindas da informática servem de ambiente mediador para o processo de ensino e de aprendizagem.

### 2.3.2. A Tecnologia no ensino de Física

No ensino de Física, os recursos da informática têm contribuído de forma significativa para a modernização e democratização, principalmente por baratear custos em áreas importantes como as experimentações e simulações.

Deve-se ter claro, no entanto, que a utilização desse instrumento tecnológico visa, além de despertar a curiosidade e o interesse no tema específico, o aprimoramento da aprendizagem e a utilização adequada dos meios tecnológicos disponíveis. Procura, também, tornar o aluno um participante ativo na construção do conhecimento.

As potencialidades do uso dos computadores e das tecnologias de informação e comunicação no ensino de Física têm sido o foco de várias pesquisas realizadas no Brasil e no exterior.

Segundo Rosa, (1995, p.183) são grandes as potencialidades do uso dos computadores no ensino de Física. As potencialidades citadas por ele são:

- *Coleta e análise de dados em tempo real* – os computadores podem ser usados para o monitoramento de experimentos, coletando dados em tempo real.
- *Simulação de fenômenos físicos* – os computadores podem ser utilizados para realizarem simulações estáticas e dinâmicas. As simulações estáticas são aquelas em que o modelo do fenômeno já se encontra pronto cabendo ao aluno, simplesmente, a manipulação de parâmetros e verificar o que acontece. Na simulação dinâmica, cabe ao aluno um modelo explicativo do fenômeno e sua implementação.
- *Instrução assistida por computador* – O computador atua como um tutor, dirigindo o estudo do estudante.
- *A administração escolar* – o computador pode ser usado na administração contábil, de pessoal, almoxarifado, administração de testes de avaliação, controle de notas, etc.
- *Estudo de processos cognitivos* – estudo das habilidades cognitivas por meio de uma análise de sua interação com o computador.

Rosa (1995, p. 183) analisou 182 artigos, publicados no período de 1979 a 1992 em revistas especializadas como: *Tecnologia Educacional (TE), Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Caderno Catarinense de Ensino de Física (CCEF), American Journal of Physics (AJP), Physics Education (PE), European Journal of Science Education/International Journal of Science Teaching (EJSE/IJSE), Physics Teacher (PT), Science Education(SE), Journal of Research in Science Teaching (JRST), Physics Today (PTO)* sobre o uso de computadores no ensino de Física e classificou-os em algumas categorias, conforme descreveremos a seguir:

- O *Computador usado como ferramenta de laboratório para controle em tempo real de experimentos.*- nestes casos o computador tem interfaceamento com experimentos que podem ser remotamente monitorados ou mesmo comandados.
- *Computador usado como administrador* – o computador pode ser usado não só na administração contábil, de pessoal, estoque, controle de notas fiscais, mas também no controle de notas das avaliações, de matrícula dos estudantes, emissão de documentos, etc.
- *Computador usado como avaliador da aprendizagem* – o computador pode possibilitar a avaliação formativa ou somativa aos estudantes através do uso de exercícios e testes online ou mesmo off-line.
- *Introdução dos estudantes ao uso de computadores* – à época do levantamento do autor esta era uma forma relevante de uso do computador, pois alunos do ensino médio não tinham contato com equipamentos de Informática. Atualmente, a geração de alunos do ensino médio já experimentou o uso do computador, mesmo que não tenha em casa. Em tais casos, esta categoria de uso do computador no ensino de Física pode oportunizar a

criação do hábito de testar, observar resultados e ajustar parâmetros, usual em jogos. Isto oportuniza o desenvolvimento de estratégia de lógica e de raciocínio calcada em experimentação, que é tão importante no ensino e na aprendizagem de Física e para a qual os estudantes usualmente são pouco preparados. Se o professor solicita a alunos que formulem hipóteses sobre determinado fenômeno físico, pode se deparar com falta de respostas, por outro lado, se o professor solicita que os alunos formulem hipóteses sobre os motivos de determinada função no computador funcionar de uma ou de outra maneira, eles provavelmente irão testar as diferentes alternativas e buscar por tentativa e erro uma solução, o que é parte importante do desenvolvimento científico.

- *Computador usado na análise de dados provenientes de experimentos de laboratório* – o volume de dados derivados de uma experimentação pode ser elevado e seu processamento manual pode inviabilizar uma análise. Com o uso do computador, mesmo com simples planilhas, massas volumosas de dados podem ser trabalhadas pelos alunos, oportunizando uma experiência mais real em lugar de limitar-se a subconjuntos de pequeno volume que, se por um lado simplificam o processamento dos dados, de outro perdem em capacidade de representar fenômenos reais.
- *Computador usado na simulação de situações físicas* – este é o uso mais frequente e valioso do computador no ensino de Física, pois oportuniza uma atividade de aprendizagem ativa, com a manipulação de condições que impactem o desenvolvimento da experiência, bem como a observação do resultado em um laboratório virtual.
- *Computador utilizado na instrução individualizada.* – permitir que o estudante receba material apropriado para seu avanço e grau de dificuldades, é a possibilidade desta categoria de uso. Sistema CBT – Computer Based Training, tutores inteligentes, etc., são exemplos de uso nesta categoria.
- *Outras* – o acesso a fontes de informação constitui atualmente o principal uso do computador pelos estudantes não apenas de Física como de outras áreas do conhecimento. O acesso à Internet colocou ao alcance da população estudantil um acervo de saber nunca antes imaginado.

Fiolhais e Trindade (2003, p. 259) apontam o uso do computador no ensino de Física para:

- *Aquisição de dados por computador* – o computador permite a realização de medições de grandezas físicas em tempo real que lhes fornecem respostas imediatas a questões previamente colocadas. A representação gráfica de dados facilita as leituras e interpretações rápidas.

- *Modelagem e simulação* – a modelagem/simulação é talvez o ambiente mais popular de aprendizagem da Física usando o computador. Ao usar simulações computacionais, baseadas num modelo da realidade física, as ações básicas do estudante consistem em alterar valores de variáveis ou parâmetros de entrada e observar as alterações nos resultados.
- *Materiais multimídia* – essa modalidade de utilização do computador baseia-se no conceito de hipertexto ou, de forma mais abrangente, hipermídia. Pode-se fazer uso de diversos elementos, como textos, sons, imagens, simulações, vídeos.
- *Realidade virtual* – a realidade virtual tem sido considerada um poderoso instrumento de ensino e treino entre outras razões, porque permite a interação com modelos tridimensionais bastante realistas e uma experiência multissensorial vivida pelos usuários. As principais características que a realidade virtual disponibiliza em benefício da educação são a imersão (a maioria das sensações provêm do ambiente virtual), interatividade (navegação livre, escolha do referencial, etc.) e a manipulação (ações realizadas pelo utilizador tal como no mundo real).
- *Busca de informações na Internet* – a Internet pode tornar a aprendizagem mais interativa e pessoal. O processo de ensino deverá ajudar o estudante a procurar e selecionar as informações mais relevantes, fornecendo-lhes objetivos. Neste caso, o papel do educador deixará de ser tão central e passará a ser mais periférico, sendo um orientador da pesquisa.

Brizzi (2000, p.61) realizou um levantamento sobre os softwares existentes no mercado e que são utilizados no ensino de Física no Guia de Softwares Educacionais *Edulink* – 1999 e, constatou que o tipo de aplicativo mais utilizado é a simulação (32 softwares), seguido de exercícios/tutoriais (02 softwares). Para essa autora, o maior número de softwares encontrados são os que tratam de conteúdos de 1ª série do Ensino Médio (22 softwares), seguidos de softwares de 2ª série (11 softwares) e de 3ª série (10 softwares).

Na revisão de literatura realizada por Araujo e Veit (2007, p. 5) em periódicos e revistas especializadas em ensino de Física do Brasil e do exterior, bem como em anais de congressos sobre o ensino de Física e de Ciências, a partir da década de 90 até o ano de 2003, foi verificado que, dos 109 artigos (7% do total) analisados, as áreas da Física que mais estão presentes nos trabalhos com o uso dos computadores são, predominantemente, a da Mecânica Geral (82 artigos), seguida pela do Eletromagnetismo (18 artigos) e a da Termologia (14 artigos).

Como podemos constatar, as duas pesquisas confirmam a predominância do uso do computador em algumas áreas da Física.

Araujo e Veit (2007, p. 5) ao analisar os resultados de sua pesquisa tiveram os seguintes questionamentos:

> Ainda que a tecnologia seja de última geração o conteúdo é de séculos atrás. É claro que a Mecânica é importante. É claro que a Mecânica é uma grande herança científica que temos. Mas será que a Física é só Mecânica? Será que só sabemos Mecânica? E o Eletromagnetismo, a Ótica, a Termodinâmica, a Relatividade, a Mecânica Quântica, ...? (ARAUJO E VEIT, 2007, p.12)

A forma de uso do computador, revelado pelas pesquisas analisadas, mostrou que a modalidade mais frequente foi a de modelagem e/ou simulação de fenômenos físicos com predominância das propostas de kits experimentais que fazem uso dos recursos computacionais seguido pelo tratamento de dados e tutorial (BRIZZI, 2000, p.61).

Além disso, Brizzi (2000, p.61) destaca em sua pesquisa realizada nos anais do Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) que houve um interesse crescente pela temática "Novas Tecnologias no ensino de Física". A autora aponta que no XII SNEF a questão das novas tecnologias passou a ser um dos temas do simpósio e os trabalhos apresentavam enfoques diferenciados, os quais podem ser classificados em dois grandes grupos: um grupo de trabalho que enfocava o uso do computador no ensino e o outro na construção de aplicativos para a sala de aula.

Nos simpósios subsequentes, segundo Brizzi (2000, p.60)

> Os trabalhos apresentados continuaram dando ênfase ao uso de software com o objetivo de simular atividades e fenômenos físicos, porém começou a se delinear uma nova tendência nas publicações: a discussão em torno das novas tecnologias e ensino a distância, Redes/vídeo/computador, mostra de multimídia, e discussões em torno da Internet. (BRIZZI, 2000, p.60)

Brizzi (2000, p.61) destaca ainda que na década de 90, no Encontro de Pesquisa no Ensino de Física (EPEF), o uso de softwares de simulação para desenvolver alguns experimentos de física ainda predominavam.

As publicações nesta última década nas revistas *A Física na escola (2004-2006), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (2004-2009), Ciência e Educação (2004-2009), Investigação em Ensino de Ciências (2005-2008), Revista Brasileira de Ensino de Física (2004-2009),* nos mostram que o uso dos computadores e dos recursos da informática e da Internet estão sendo mais explorados. A ênfase continua sendo às simulações/animações (8 trabalhos) e a Modelagem Computacional (5 trabalhos), porém a Hipermídia (8 trabalhos), que agrega Hipertexto e Multimídia, vem se destacando como um importante modelo de uso do computador no ensino de Física. A inserção e análise de dados (5 trabalhos) e a resolução de problemas (3 trabalhos) também aparecem como formas de uso do computador no ensino

de Física. Chama a atenção o uso da câmera digital (3 trabalhos) como um recurso de produção do conhecimento dos estudantes em aulas de Física. Essa potencializa a autoria e a autonomia dos mesmos nessa produção do conhecimento.

## 2.4. Objetos de Aprendizagem

Nesta seção, abordam-se objetos de aprendizagem (OA): seu conceito, seus tipos, sua categorização, seus repositórios. Discutiremos, também, os tipos de OAs mais indicados para ensejar o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa no ensino de Física.

### 2.4.1. Objetos de Aprendizagem e repositórios do Brasil

Entre tantas definições, os objetos de aprendizagem podem ser definidos como sendo "materiais educacionais com objetivos pedagógicos que servem para apoiar o processo de ensino-aprendizagem." (TAROUCO et al., 2004); "recurso digital que possa ser reutilizado para o suporte ao ensino." (BECK, 2001); etc. No âmbito da educação as definições destacam o processo da aprendizagem (WELLER et al., 2003). Segundo Wiley (2000), objetos de aprendizagem são elementos de um novo tipo de instrução baseada em computador, constituído de pequenos componentes instrucionais, os quais podem ser reutilizados em diferentes contextos de aprendizagem.

Com vistas a popularizar o uso desses objetos, foram criados no Brasil vários repositórios como o BIOE (Banco Internacional de Objetos Educacionais/MEC), FEB (Federação de Repositórios de Objetos de Aprendizagem-Educa Brasil/MEC), LabVirt (Laboratório didático Virtual), RIVED (Rede Interativa Virtual de Educação/MEC), entre outros e referatórios como CESTA (Coletânea de Entidades de Suporte ao uso da Tecnologia na Aprendizagem/UFRGS), onde os interessados podem ter acesso a objetos desenvolvidos sobre variados temas. Apresenta-se, a seguir, a página inicial de alguns repositórios de objetos de aprendizagem do Brasil.

Figura 2: Página inicial do BIOE http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/

Figura 3: Página inicial da FEB http://feb.ufrgs.br/

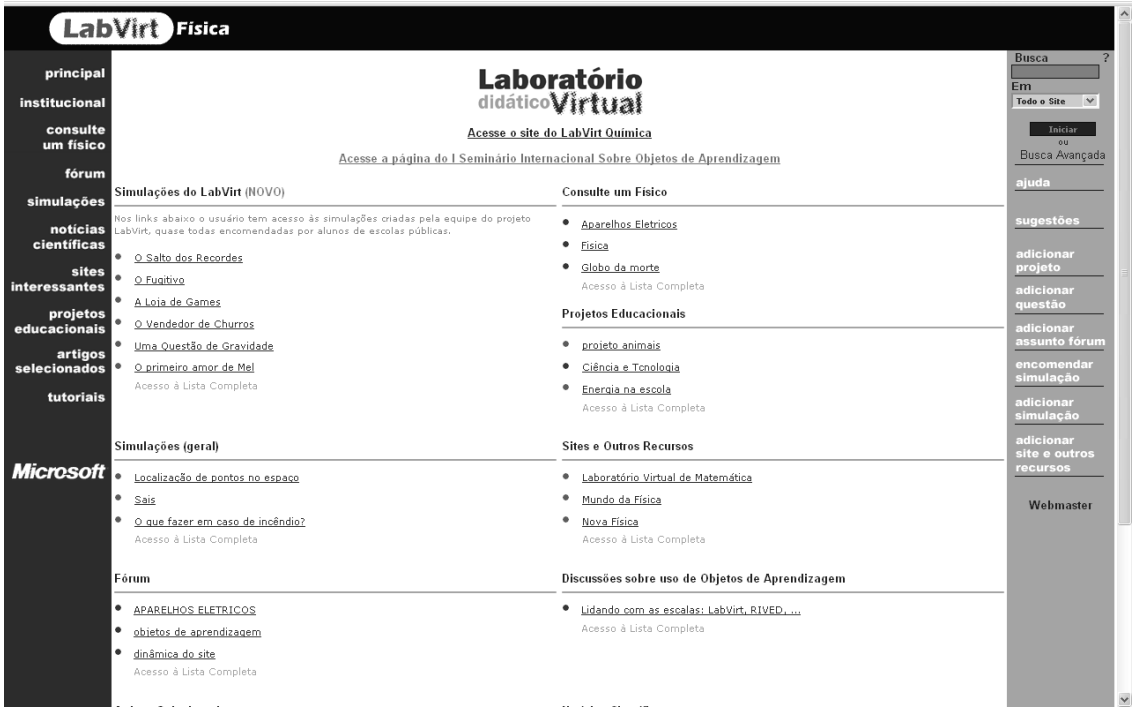



Figura 4: Página inicial do LabVirt www.labvirt.fe.usp.br

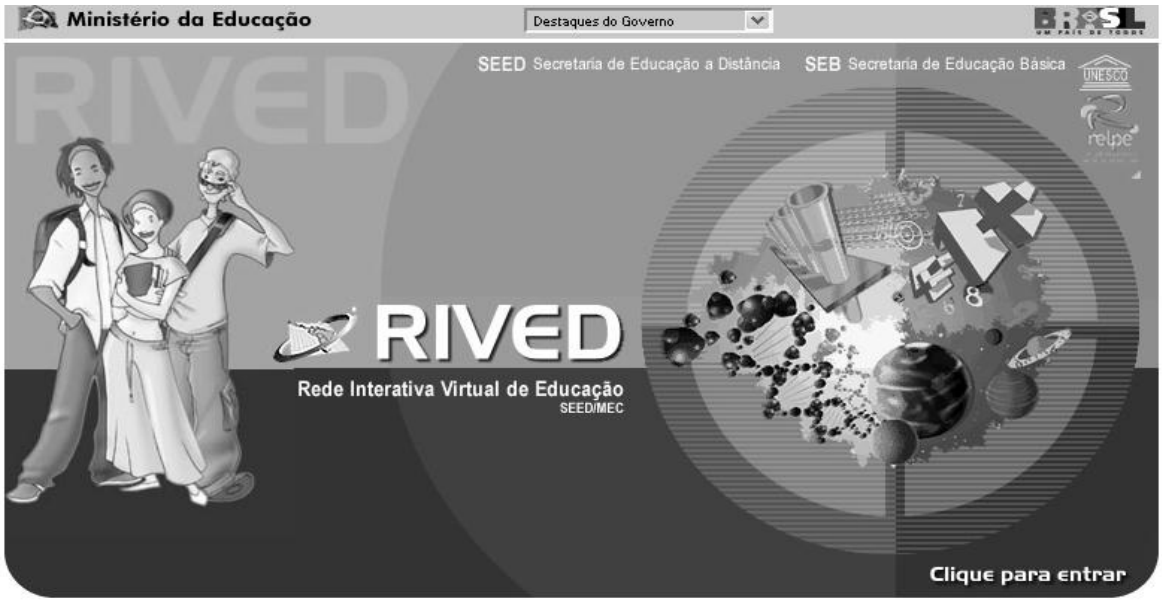



Figura 5: Página inicial do RIVED http://rived.mec.gov.br/

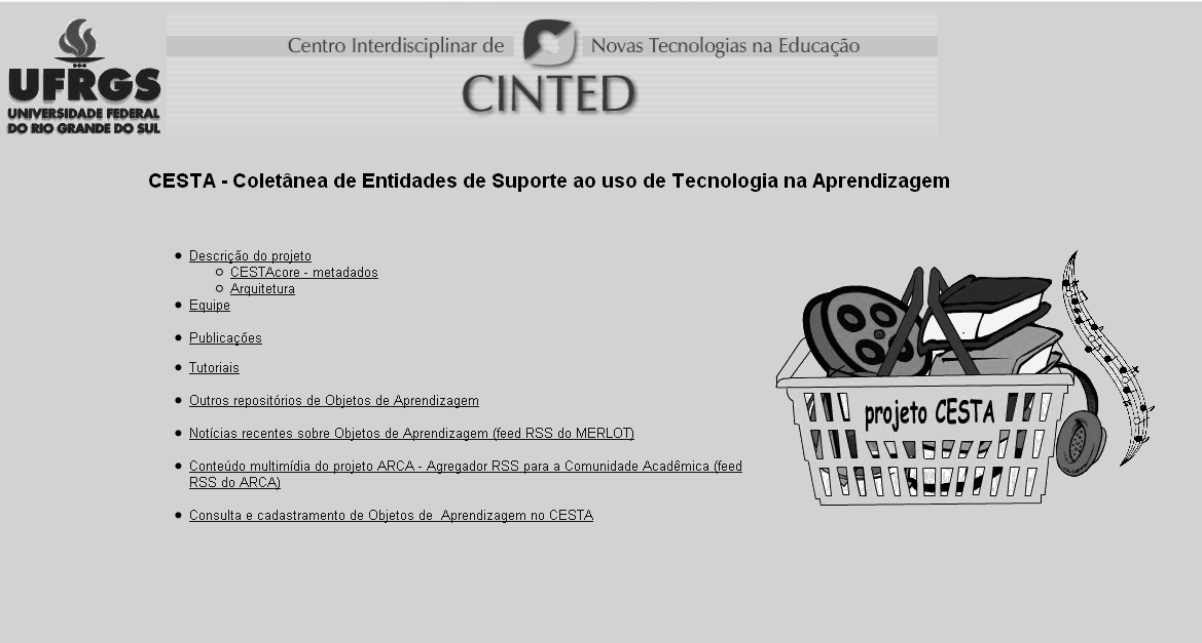



Figura 6: Página Inicial do CESTA www.cinted.ufrgs.br/CESTA/

Ao navegar pelos repositórios encontram-se objetos de aprendizagem classificados de várias maneiras. Entretanto, os tipos de objetos de aprendizagem encontrados nesses repositórios são, basicamente, os indicados pelo padrão LOM (Learning Object Metadata) como: simulação, áudio, experimento, hipertextos, imagens, softwares educacionais, vídeos, questionário, slide, figura, gráficos, entre outros (LTSC, 2010).

Entende-se por *Simulação* um modelo dinâmico, manipulável de um sistema que recria algumas propriedades e comportamentos de situações reais. Apresenta fidelidade, precisão e validade. As simulações podem também permitir a visualização de aspectos invisíveis de um sistema e o teste de hipóteses teóricas de manipulação de variáveis. O *Experimento* é um tipo de pesquisa científica onde o pesquisador manipula variáveis e observa a relação entre elas. O *Áudio* é composto por falas (diálogos, narrações), ruídos e músicas. É a parte sonora que, em conjunto com o vídeo, definem o audiovisual. *Hipertexto* é um novo tipo de documento eletrônico. O texto desse documento é composto por palavras que podem ficar em destaque, as quais agregam-se outros conjuntos de informações na forma de blocos de textos, palavras, imagens ou sons, cujo acesso se dá através de referências denominadas hiperlinks ou simplesmente links. *Imagem/figura* – é a representação visual de um objeto. *Vídeo* é uma tecnologia de processamento de sinais eletrônicos analógicos ou digitais para capturar, armazenar, transmitir ou apresentar imagens em movimento. É a parte do sinal que carrega as informações visuais. Um *Questionário* é um conjunto de questões, de múltipla escolha ou não, a respeito de um determinado assunto. O *Slide* é uma apresentação gráfica estática. Pode ser produzido em telas com softwares de autoria ou como transparências

fotográficas. *Gráfico* é uma forma de representação de dados na forma numérica para facilitar a compreensão dos mesmos. *Podcast* é um arquivo de áudio e vídeo que pode ser reproduzido em algum computador ou aparelho de som.

### 2.4.2. Categorização dos Objetos de Aprendizagem nos repositórios do exterior

Pode-se encontrar repositórios internacionais que disponibilizam objetos de aprendizagem de forma gratuita, como: MERLOT (Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching), CASPOE (Caracterização Semântica e Pragmática de Objetos Educativos), MAP (Modular Approach to Physics), MLX (Maricopa Learning Exchange), MIT (Massachusetts Institute Technology), MELOR (Medical Learning Objects Repository), entre outros e referatórios como o CAREO (Campus Alberta Repository of Educational Objects), PHET (Interactive Simulations), LIVEPHOTO (LivePhotoPhysics), entre outros.

Os tipos de objetos de aprendizagem encontrados na maioria desses repositórios seguem o padrão de metadados do LOM, cujo vocabulário é encontrado no OED (Oxford English Dictionary). O MERLOT agrupou os materiais educacionais de acordo com a seguinte classificação: Animation, Assignment, Assessment Tool, Case Study, Collection, Development, Drill and Pratice, Learning Object Repository, Presentation, Online Course, Open Journal-Article, Open Texbook, Reference Material, Quiz/Test, Simulation, Social Networking Tool, Tutorial, Workshop and Training Material. O repositório MELOR, por sua vez, agrupou seus objetos de aprendizagem em: Case Study, Journal, Learning Objects, Papers, Photos, Presentations, Thesis, Vídeos.

Cheal e Rajagopalan (2007, p.71), ao escreverem sobre uma taxonomia que mostre a relação entre os objetos de aprendizagem e o design instrucional, classificaram os objetos de aprendizagem em: blogs, podcast, fóruns de discussão, chat, web conferência, wikis, jogos, ambientes virtuais, estudo de caso, simulações, recolhimento de dados e compartilhamento de arquivos, exercícios, apresentações, tutorial e prática.

### 2.4.3. Objetos de Aprendizagem para ensejar a Aprendizagem Significativa

Os OAs que trabalham com as representações/imitações de situações/fatos/fenômenos do cotidiano dos estudantes adotam um caráter relacional e podem proporcionar maior significação dos conceitos estudados, o que favorece o desenvolvimento da aprendizagem significativa. Além disso, esses tipos de OAs estimulam a reflexão sobre as experiências concretas, promovendo o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, etapa inicial do processo de aprendizagem significativa, segundo Ausubel.

### 2.4.4. Objetos de Aprendizagem para ensejar o Pensamento Crítico

Os objetos de aprendizagem que procuram desenvolver a taxonomia dos objetivos educacionais, proposta por Bloom (1956), também popularizada como *taxonomia de Bloom*, podem favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico. Essa taxonomia se trata de uma estrutura de organização hierárquica de objetivos educacionais que aponta para o desenvolvimento da aprendizagem a partir de experiências concretas até o nível abstrato dos conceitos, ou seja, do nível mais simples ao mais complexo da compreensão.

A palavra taxonomia nas ciências biológicas é usada para designar a ordenação e a classificação sistemática, baseando-se nas semelhanças e nas diferenças. Por analogia, Bloom propôs a criação de um sistema classificatório dos objetivos na educação, para, desta forma, auxiliar a avaliação do grau em que estes objetivos, assim definidos, podem ser atingidos. A taxonomia de Bloom visa facilitar o trabalho de planejadores e professores, uma vez que ajuda a especificar, organizar e controlar a utilização dos objetivos educacionais nos diversos níveis de complexidade e abstração, de forma a facilitar a escolha dos métodos de ensino, das estratégias e recursos didáticos e dos instrumentos avaliativos.

A taxonomia proposta por Bloom foi o resultado do trabalho de uma comissão multidisciplinar de especialistas de várias universidades dos EUA na década de 50. Bloom (líder da comissão multidisciplinar) entende a Educação como um processo de mudança proporcionado ao estudante e dividiu as possibilidades de aprendizagem em três grandes domínios: o cognitivo, o afetivo e o psicomotor. O cognitivo, referindo-se, principalmente, ao conhecimento de conteúdos e ao desenvolvimento de habilidades intelectuais; o afetivo, envolvido no desenvolvimento geral dos estudantes como: comportamento, atitudes,

responsabilidade, emoção e valores; o psicomotor, enfatizando habilidades motoras de manipulação de materiais, objetos, etc. que requeiram coordenação neuromuscular. Na área cognitiva os objetivos foram divididos em seis níveis que, usualmente, são apresentados em uma sequência hierárquica que vai do mais simples (conhecimento) ao mais complexo (avaliação). Cada nível utiliza as capacidades adquiridas nos níveis anteriores. A classificação proposta por Bloom pode ser verificada na figura 7 abaixo:

Figura 7: Classificação proposta por Bloom

A figura acima apresenta esquematicamente as diversas classificações da taxonomia de Bloom. Os dois primeiros níveis desta taxonomia (conhecimento e compreensão) indicam os primeiros estágios do processo de aprendizagem, enquanto que os demais níveis (aplicação, análise, síntese e avaliação) representam os estágios do desenvolvimento do pensamento crítico.

Cada um destes domínios tem diversos níveis de profundidade de aprendizado. Por isso a classificação de Bloom é denominada hierárquica: cada nível é mais complexo e mais específico que o anterior.

No quadro abaixo, apresentam-se os indicadores de pensamento crítico, propostos por Newman et al. (1995, p. 56) e procura-se fazer uma relação destes com a Taxonomia de Bloom e os indicadores para o Ensino de Física, propostos nos PCN+ (BRASIL, 2000, p.7-16). Os níveis conhecer e compreender, embora muito usados no processo de ensino e de aprendizagem na educação brasileira, não são indicadores de desenvolvimento do pensamento crítico.

Quadro 2: Relação entre a taxonomia de Bloom, os indicadores de pensamento crítico de Newman e os PCN+

| **Taxonomia de BLOOM** | **Indicadores de Pensamento Crítico de NEWMAN e colaboradores** | | **PCN+ para o Ensino de Física** |
|---|---|---|---|
| *Aplicar –*<br>Usa as informações para resolver um problema.<br>Transfere o conhecimento abstrato a situações do cotidiano.<br>Identifica conexões e relações. | | **Conhecimento/Experiência** | 1. Utiliza adequadamente os conceitos físicos para a resolução do problema.<br>2. Define uma estratégia para a resolução do problema.<br>3. Faz uso de formas e instrumentos de medida de forma adequada.<br>4. Faz estimativas adequadas.<br>5. Interpreta e faz uso de modelos explicativos. |
| | **C/E +** | Recorrer à experiência pessoal.<br>Referir ao material do curso.<br>Usar material relevante de fora.<br>Evidenciar o uso de conhecimento prévio.<br>Dar boas vindas ao conhecimento externo, abertura para novas inclusões.<br>Trazer material relacionado ao curso. | |
| | **C/E –** | Descartar tentativas de trazer conhecimentos externos.<br>Apegar-se a preconceitos ou suposições (pressupostos). | |
| | | **Novidade** | |
| | **N +** | Novas informações relacionadas ao problema.<br>Novas ideias para discussão.<br>Novas soluções para os problemas.<br>Boas vindas às novas ideias. | |
| | **N -** | Repetir o que já foi fito.<br>Pistas falsas ou triviais (insignificantes).<br>Aceitar a primeira solução oferecida.<br>Esperar pela condução do professor. | |
| *Analisar –*<br>Identifica informações importantes para a solução do problema. | | **Relevância** | **1.** Identifica relações importantes entre conteúdo e o problema.<br>**2.** Reconhece as características de um fenômeno.<br>**3.** Interpreta observações do cotidiano. |
| | **R +** | Depoimentos (afirmações/avaliações) relevantes. | |
| | **R -** | Depoimentos (avaliações) irrelevantes, distrações, desvios. | |
| | | **Importância** | |
| | **I +** | Pontos/Questões/Assuntos importantes. | |
| | **I -** | Pontos/Questões/Assuntos não importantes, triviais, insignificantes. | |
| *Sintetizar –*<br>Combina informação com a solução do problema: isso requer criatividade e originalidade. | | **Avaliação Crítica** | 1. Constrói esquemas ou sentenças para a resolução dos problemas.<br>2. Elabora relatórios, modelos, etc. com o uso de linguagem adequada. |
| | **A/C +** | Avaliação/Diagnóstico crítico de contribuições próprias ou de outras pessoas.<br>Aberto a uma avaliação crítica. | |
| | **A/C –** | Aceitar sem crítica ou rejeitar sem razão.<br>Aceitar de forma não crítica**.** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **A+**<br><br>**A –**<br><br>**A/I +**<br><br>**A/I -** | **Ambiguidades**<br><br>Afirmações não ambíguas. (ser claro, inequívoco).<br>Discutir as ambiguidades para clareá-las(esclarecê-las).<br><br>Afirmações confusas.<br>Continuar ignorando as ambiguidades.<br><br>**Associação de Ideias**<br><br>Relaciona, compara, associa fatos, ideias, noções.<br>Gera novos dados a partir das informações coletadas.<br><br>Repete informações sem fazer inferências ou oferecer uma interpretação. | |
| *Avaliar –*<br>Toma decisões que requeriam compreensão do conhecimento. | **J +**<br><br>**J –**<br><br>**U/P +**<br><br>**U/P –**<br><br>**EX +**<br><br>**EX -** | **Justificativa**<br><br>Prover/Oferecer/Fornecer provas ou exemplos.<br>Justificar soluções ou julgamentos.<br><br>Questões ou exemplos obscuros ou irrelevantes.<br>Oferecer julgamentos ou soluções sem explicações ou justificativas.<br>Oferecer várias soluções sem sugerir qual a mais apropriada.<br><br>**Utilidade Prática – Avaliação do Conhecimento**<br><br>Relacionar possíveis soluções a situações familiares.<br>Discutir a utilidade prática das novas ideias.<br><br>Discute sem propor solução.<br>Sugere soluções não práticas.<br><br>**Extensão da compreensão**<br><br>Discussão ampla.<br>Utiliza estratégias de intervenção de amplo alcance.<br><br>Discussão limitada, em pedaços, fragmentada. Intervenções fracas, parciais. | 1. Emite juízos próprios.<br>2. Argumenta e defende suas posições com embasamento.<br>3. Sugere situações concretas plausíveis. |

Na busca por objetos de aprendizagem que contemplassem a Taxonomia de Bloom, encontramos nos escritos de Cheal e Rajagopalan (2007, p.59), a seguinte relação:

Quadro 3: Tipos de objetos de aprendizagem que desenvolvem as competências indicadas na Taxonomia de Bloom

| **Objetivos Educacionais propostos por BLOOM** | **Tipos de Objetos de Aprendizagem** |
|---|---|
| Lembrar/Relembrar | -Leituras<br>-Anotações<br>-Exames |
| Compreender/Entender | -Exercícios<br>-Práticas<br>-Tutoriais |
| Aplicar | -Estudo de caso<br>-Práticas<br>-Exercícios<br>-Diálogo (debate)<br>-Resolução de problemas<br>-Questionamentos<br>-Repetição<br>-Fórum<br>-Chat |
| Analisar | -Leitura<br>-Apresentação (data-show, ppt)<br>-Tutoriais<br>-Resumos<br>-Metáforas e analogias |
| Sintetizar/Criar | -Escrita de artigos, resumos, textos, etc. (blog, post-cast)<br>-Jogos, resolução de problemas do cotidiano (fórum, chat, web conferência, jogos, AVA)<br>-Estudo de caso |
| Avaliar | -Recolhimento de dados<br>-Compartilhamento de arquivos<br>-Resposta ao instrutor<br>-Estudo de caso<br>-Simulação |

FONTE: Cheal & Rajagopalan (2007, p. 71)

Uma possível relação entre os objetos de aprendizagem, a Taxonomia de Bloom e o desenvolvimento de Habilidades e Competências (PCN+) pode ser verificada no quadro. As informações apresentadas nele mostram alguns indicadores importantes para o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa. Os indicadores nele apresentados são o resultado de estudos sobre a Taxonomia de Bloom, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e os Objetos de Aprendizagem.

Quadro 4: Tipos de OAs que atendem os objetivos educacionais propostos por Bloom e os PCN+

| **Objetivos de aprendizagem cognitivas de BLOOM** | **Competências/Habilidades (PCN+)** | **Exemplos de OAs que ensejam condições para o desenvolvimento das competências enumeradas** |
|---|---|---|
| **Conhecimento**<br>Lembrar informações sobre fatos, datas, palavras, teorias, métodos, regras, critérios, procedimentos, etc. | Reconhecer | Jogos de forca com termos de uma dada área em estudo |
| | Identificar | Imagem, figura, slide, vídeo |
| | Distinguir | Imagem, figura, slide, vídeo |
| | Descrever | Texto |
| | Listar | Tabela, Gráficos |
| | Definir | Tutorial com hyperlinks e ilustrações/animações sobre o conteúdo |
| **Compreensão**<br>Entender a informação ou o fato, captar o seu significado, utilizá-la em contextos diferentes. | Interpretar | Exercício de frases embaralhadas |
| | Classificar | Tabelas |
| | Comparar | Tabelas, gráficos, Imagens, slides |
| | Exemplificar | Figuras, Tabelas |
| | Resumir | Texto, Tabelas, Figuras, Gráficos, Imagens, slides |
| | Selecionar | Hipertexto |
| **Aplicação**<br>Aplicar o conhecimento em situações concretas. | Experimentar | Simulação, Jogos |
| | Demonstrar | Applet simulador parametrizável para elicitar determinado comportamento (CESTA) |
| | Solucionar | Laboratório virtual para obter resultados em função de parâmetros de entrada |
| **Análise**<br>Identificar as partes e suas inter-relações. | Categorizar | Usar ferramentas CMAP para produzir uma categorização. Diagramas Vê |
| | Diferenciar | Apresentação (data-show, ppt) |
| | Organizar | Resumos, Leituras |
| **Síntese**<br>Combinar partes não organizadas para formar o todo. | Formular hipótese | Atividades de simulação. Micromundo para criar novos experimentos.<br>Estudo de caso |
| | Construir | Slide, figura, tabela, vídeo, áudio, simulação, experimento |
| | Planejar | Estudo de caso |
| | Modificar | Experimento, slide, figura |
| **Avaliar**<br>Julgar o valor do conhecimento. | Interpretar | Objetos que instiguem a reflexão<br>Resolução de problemas<br>Webquest |
| | Comparar | Simulação, compartilhamento de arquivos |
| | Explicar | Escrita de artigos, resumos, textos, etc. (blog, post-cast) |
| | Julgar | Estudo de caso, resolução de problemas |
| | Verificar | Questionário, apresentação (slide, post-cast, vídeo) |

### 2.4.5. Objetos de Aprendizagem para o ensino de Física

Os OAs que têm sido mais citados pelas pesquisas para o ensino de Física são do tipo: simulação, modelagem computacional, hipermídia e experimento por apresentarem um caráter mais dinâmico e interativo.

Entretanto, os OAs do tipo exercício, leitura de texto, questionário, gráfico, tabela, imagens, figuras e slides mostram-se igualmente importantes, dependendo do enfoque teórico que as atividades de aprendizagem apresentam.

## 2.5. Modelos Pedagógicos

Alguns modelos pedagógicos mostram-se mais adequados ao uso dos objetos de aprendizagem do que outros. Neste sentido, apresentaremos a seguir o Modelo de Kolb (KOLB e FRY, 1975) e o dos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1991)

### 2.5.1. Modelo de Kolb

A prática reflexiva é importante para o desenvolvimento dos estudantes, pois ela permite aprender com as experiências anteriores e facilita o aprendizado futuro. O desenvolvimento da prática reflexiva significa desenvolver formas de rever o nosso próprio aprendizado para que se torne uma rotina e um processo através do qual podemos desenvolver uma aprendizagem contínua, atitude tão necessária nos dias atuais em nossas vidas cotidianas.

David Kolb e Ronald Fry, por volta do ano 1975, pressupõem que todo o conhecimento é o resultado da interação entre teoria (conceitos abstratos) e experiência. Diante disso, desenvolveram um Modelo de Aprendizagem Experiencial que pode nos dar um modelo útil para o desenvolvimento de nossa prática. O referido modelo é composto por quatro diferentes fases de aprendizagem, também chamado de Ciclo de Aprendizagem ou Ciclo de Kolb, e podem ser inseridos em qualquer momento do processo de aprendizagem,

mas todas as etapas devem ser seguidas em sequência para que a aprendizagem aconteça e tenha sucesso.

Para Kolb e Fry (1975) o processo de vivenciar, refletir, pensar e agir é o princípio central de sua teoria. Para esses autores não é suficiente ter uma experiência para aprender. É necessário refletir sobre a experiência e fazer generalizações, formular conceitos que podem ser aplicados a novas situações. Esse aprendizado deve então ser testado em novas situações. Neste processo de ação e reflexão, o estudante faz a ligação entre a teoria e a prática, agindo, refletindo e relacionando-a novamente com a teoria e assim a aprendizagem torna-se mais efetiva e significativa.

As experiências concretas (conhecimentos prévios) proporcionam uma base para as observações e reflexões posteriores (KOLB e FRY, 1975). Essas observações e reflexões são assimiladas e destiladas em produzir conceitos abstratos gerando novas implicações para ações que podem ser ativamente testadas e, por sua vez, criam novas experiências. Para esses autores, o ideal seria que este processo representasse um ciclo ou uma espiral, por isso o nome Ciclo de Kolb.

O modelo de aprendizagem de Kolb ou Ciclo de Kolb, representado na figura 8, é composto pelas etapas: Experiência concreta, Observação reflexiva, Conceituação abstrata, Experimentação ativa.

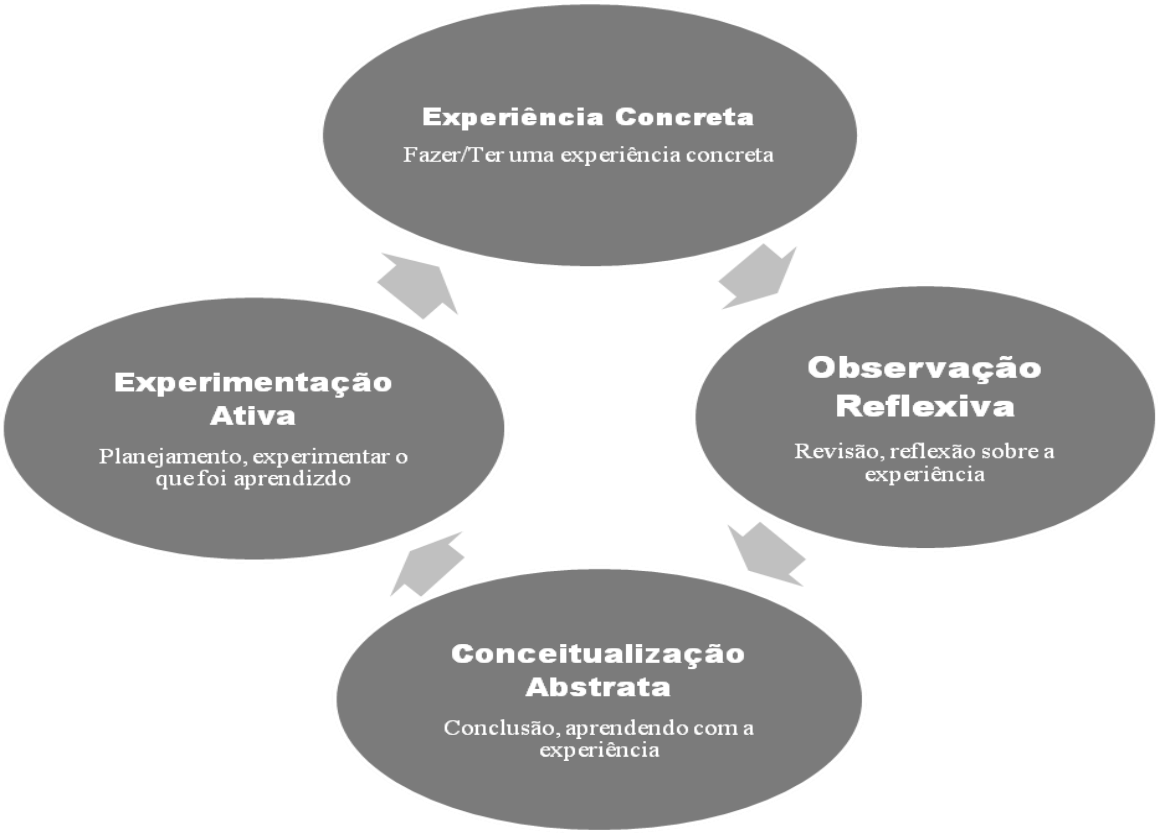



Figura. 8: Ciclo de Kolb

FONTE: Davies & Lowe, (s/d)

A Experiência concreta corresponde à primeira etapa do Ciclo de Aprendizagem. É a etapa da motivação para a aprendizagem e terá como base o conhecimento prévio provindo das experiências vividas por cada um.

A Observação reflexiva, segunda etapa do Ciclo de Aprendizagem, proporciona o confronto das experiências concretas de cada estudante com as experiências concretas dos outros estudantes. É a etapa da socialização de conhecimento anteriores.

Na terceira etapa, a Conceitualização abstrata, os estudantes são levados a estabelecer as ligações possíveis entre os diversos conhecimentos anteriores e os conhecimentos abstratos. É a etapa da sistematização do conhecimento novo.

A Experimentação ativa, última etapa do processo de aprendizagem caracteriza-se pela formulação e verificação de hipóteses. É a etapa da aplicação do conhecimento construído nas outras etapas em novas situações do real, sem o qual qualquer aprendizagem parece não ter sentido.

Kolb e Fry (1975) entendem que se cria um conflito quando um indivíduo é confrontado com uma situação nova de aprendizagem. Esse conflito é resolvido por meio de uma escolha e o resultado de suas decisões produz o estilo de aprendizagem. O indivíduo, para Kolb e Fry (1975), escolhe uma forma de "captar a experiência" e uma forma de "transformar a experiência" em algo significativo e útil. O produto destas duas decisões de escolha é que define o estilo de aprendizagem de cada um. Existem quatro diferentes estilos de aprendizagem, para Kolb e Fry (1975) que são: Ativos, Reflexivos, Teóricos e Pragmáticos. Diante disso, as atividades de aprendizagem, para ensejar o desenvolvimento do pensamento crítico e a aprendizagem significativa, precisam ser planejadas de forma a proporcionar um conflito cognitivo e atingir o maior número de estilos de aprendizagem.

### 2.5.2. Modelo dos Três Momentos Pedagógicos (TMP)

Demétrio Delizoicov e José André Angotti (1991) desenvolveram uma proposta de

> [...] um trabalho didático-pedagógico que permita tanto a apreensão dos conceitos, leis, relações da Física e sua utilização, bem como a sua aproximação com fenômenos ligados a situações vividas pelos alunos, sejam as de origem natural, sejam as de origem tecnológica.

Essa proposta propõe um modelo metodológico estruturado em três fases/etapas denominadas de Três Momentos Pedagógicos (TMP): problematização inicial (PI), organização do conhecimento (OC) e aplicação do conhecimento (AC) a partir de uma temática central que perpassa por todas as unidades subsequentes. Tem como objetivo contemplar as dimensões dialógica e problematizadora do processo educativo proposto por Paulo Freire.

Segundo este modelo, durante a PI, são apresentadas, aos alunos, questões ou situações que estejam relacionadas com o assunto a ser abordado e que, ao mesmo tempo, tenham um potencial problematizador, por estarem relacionadas com a realidade vivencial destes alunos. Busca conscientizar as pessoas de que o que ele sabe não é suficiente para o conhecimento sistematizado. Esse momento visa levantar as concepções prévias dos alunos a respeito do assunto a ser tratado em aula.

Durante a etapa da OC, os conhecimentos de Física necessários à compreensão do assunto abordado e ao encaminhamento de soluções para as questões da PI devem ser sistematicamente estudados sob o estímulo do professor. É a etapa do desenvolvimento de conhecimentos novos para o aluno e da introdução de conhecimentos científicos. Neste momento pedagógico, cabem as mais diversas estratégias de ensino como: exposição pelo professor, de definições, propriedades, leis, etc., atividades experimentais, leitura de textos, analogias, etc. no sentido de oportunizar aos alunos a vivência de uma variedade de situações e de formas de desenvolvimento cognitivo que permitam atingir a compreensão desejada dos assuntos estudados.

O terceiro momento pedagógico, AC, destina-se, sobretudo, à utilização dos conhecimentos construídos pelos alunos para interpretar as situações problematizadas inicialmente, procurando delimitar o grau de compreensão conseguido para as mesmas. Ao mesmo tempo, essa etapa deve ser um espaço de exploração de novas situações, preferencialmente vinculadas à vivência cotidiana dos alunos, e que possam ser compreendidas e explicadas utilizando-se o conjunto de conhecimentos físicos (conceitos, leis e fórmulas), desenvolvidas nas aulas. Portanto é a etapa da re-administração da situação inicial com o emprego do conhecimento aprendido.

A presente proposta de trabalho não fará uso de uma temática central, porém nos basearemos nas três etapas/fases do método citado. Segundo Bulegon (2006, p. 60), o modelo metodológico dos TMP colabora para o desenvolvimento da Aprendizagem Significativa dos conceitos de Física mesmo sem o uso da temática central.

Nos três momentos pedagógicos pode-se fazer uso de atividades de aprendizagem com o uso de diferentes recursos como: atividades experimentais, aulas expositivas e dialogadas, debate, leitura de texto, listas de exercícios, softwares, hipertexto, hipermídia, objetos de aprendizagem, entre outros. Os Objetos de Aprendizagem, por exemplo, podem ser utilizados em qualquer um dos três momentos pedagógicos. É necessário, no entanto, que eles sejam adequados aos critérios estabelecidos no modelo metodológico para cada momento.

# 3. ABORDAGEM METODOLÓGICA

Neste capítulo, em primeiro lugar, examina-se detalhadamente o processo metodológico utilizado nesta pesquisa. A seguir, este capítulo desenvolve uma descrição das atividades de aprendizagem, dos tipos de objetos de aprendizagem e ferramentas cognitivas utilizadas em aula. E, por fim, estudam-se os instrumentos de avaliação e análise dessa pesquisa.

## 3.1. Metodologia da Pesquisa

Para verificar se os objetos de aprendizagem ensejam o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa, a pesquisa aqui relatada pode ser definida como uma pesquisa qualitativa e quantitativa, visto que o problema é complexo, de natureza social e sugere o uso destas duas abordagens.

Para Minayo (1993), a pesquisa qualitativa preocupa-se com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Esse tipo de estudo compreende o sujeito e o objeto de pesquisa de forma contextualizada e inter-relacionada, algo de difícil percepção em dados estatísticos e mensuráveis. Segundo Triviños (1995, p.109), a pesquisa qualitativa é descritiva, com tendência à análise indutiva onde o significado é a preocupação essencial, ou seja, aprofunda-se na interpretação e significado dos fatos e fenômenos; utiliza o ambiente como fonte natural e o pesquisador é o instrumento chave, preocupando-se com o processo e não apenas com os resultados e o produto.

Por esse motivo ela é mais utilizada e necessária nas pesquisas em educação, onde o pesquisador participa, dedica-se a compreender e interpretar os processos de ensino e de aprendizagem, considerando suas subjetividades, contextos, vivências, etc.

A pesquisa qualitativa é exploratória, pois segundo Trivinõs (1987, p.109), “[...] os estudos exploratórios permitem ao investigador o aumento de sua experiência em torno de um determinado problema.”. Segundo Gil (1995), uma pesquisa exploratória tem como característica uma menor rigidez no planejamento e habitualmente envolve levantamento

bibliográfico e documental, com entrevistas não padronizadas e estudos de caso. Yin (2005, p.32) define estudo de caso como uma investigação empírica que "investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre fenômeno e o contexto não são claramente definidos." É o preferido quando busca-se responder questões *como?* e *por quê?;* quando o foco do problema está em fenômenos contemporâneos dentro de contextos da vida real ou quando o controle que o pesquisador tem sobre os eventos é reduzido, como é o caso da pesquisa sobre o processo de aprendizagem, onde o pesquisador não tem controle sobre a aprendizagem que o sujeito participante do processo de ensino pesquisado desenvolveu.

A partir dessas características, essa pesquisa caracteriza-se como estudo de caso, pois de acordo com a questão desta pesquisa, analisou-se o processo de ensino e de aprendizagem a partir do uso dos Objetos de Aprendizagem, inseridos nos TMP e organizados de acordo com o Ciclo de Kolb.

Para Chizzotti (2003, p. 84) algumas pesquisas qualitativas "[...] não descartam a coleta de dados quantitativos, principalmente na etapa exploratória de campo ou nas etapas em que estes dados podem mostrar uma relação mais exata dos fenômenos particulares." Diante disso, nessa pesquisa, para uma melhor análise e compreensão dos dados levantados, optou-se, também, por utilizar a abordagem quantitativa.

### 3.1.1. Contexto da Pesquisa

As atividades de aprendizagem foram realizadas no Laboratório de Informática de uma escola estadual do interior do Rio Grande do Sul, na disciplina de Física, no turno da manhã. A carga horária dessa disciplina foi de três horas-aula semanais com duração de 50 minutos cada aula. Esse estudo foi realizado em 03 (três) aulas semanais durante 06 (seis) semanas. O primeiro estudo de caso: *Estudo dos Gases,* teve duração de 08 (oito) horas-aula e o segundo estudo de caso: *Termodinâmica,* teve duração de 10 (dez) horas-aula. As aulas foram presenciais, no Laboratório de Informática da escola, e são parte da carga horária da disciplina de Física.

A escolha da amostra do estudo em questão buscou selecionar turmas da 2ª série do Ensino Médio, compostas por alunos com idade entre 15 e 18 anos, com nível heterogêneo de conhecimento, com vistas a envolver tanto no grupo experimental como no grupo de controle indivíduos que eram representativos do aluno típico desta fase de desenvolvimento escolar.

Os estudantes do grupo experimental pertencem a duas turmas com, aproximadamente, 23 estudantes cada uma e o grupo de controle é composto por 07 turmas com, aproximadamente, 25 alunos cada turma.

O Laboratório de Informática da escola em que foi desenvolvido o estudo está localizado em uma sala específica, com aproximadamente 50 m², equipada com 02 (dois) aparelhos de ar condicionado, quadro branco, datashow e conta com o apoio técnico de uma professora. Possui 40 computadores novos, conectados em rede, com acesso à Internet e o sistema operacional utilizado era o Windows, apesar de possuir o LINUX instalado. Os computadores estão dispostos em bancadas contínuas como pode-se perceber na figura 9.

Figura 9: Laboratório de Informática da Escola Estadual onde foi desenvolvida a pesquisa

A velocidade de conexão era satisfatória. Eventualmente havia alguma demora no carregamento de algumas páginas, provavelmente devido ao tamanho do arquivo ou conexão de rede.

### 3.1.2. Coleta de dados

Rudio (1978, p.89) chama de coleta de dados "[...] a fase do método de pesquisa, cujo objetivo é obter informações da realidade pesquisada." Em nosso caso, é a fase da verificação do desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa. Os dados, no entanto,

> Não são coisas isoladas, acontecimentos fixos, captados em um instante de observação. Eles se dão em um contexto fluente de relações: são "fenômenos" que não se restringem às percepções sensíveis e aparentes, mas se manifestam em uma complexidade de oposições, de revelações e de ocultamentos. É preciso ultrapassar sua aparência imediata para descobrir sua essência. (CHIZZOTTI, 2003, p.4)

Os dados, em nosso estudo, são as informações necessárias para a análise do desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa.

Ao considerar que as atividades de aprendizagem devem levar em conta a etapa de desenvolvimento cognitivo e das habilidades e competências dos estudantes, a presente tese explora, nos dados levantados, para efeitos de verificação do desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa, os aspectos conceituais envolvidos no estudo dos conceitos de Termodinâmica na 2ª série do Ensino Médio.

- **Instrumentos de coleta de dados**

Para a obtenção dos dados, os seguintes instrumentos foram utilizados: testes, relatórios, questionários, exercícios e observações da interação dos estudantes com os objetos de aprendizagem. As observações foram registradas no diário da prática pedagógica (Apêndice E) pela professora, com destaque para os aspectos de natureza atitudinal e procedimental, os quais não são percebidos nas respostas dos relatórios, questionários e exercícios.

Os testes foram compostos por questões que tinham por objetivo verificar o conhecimento de Termodinâmica. O conteúdo das questões esteve relacionado com: conceitos, fatos, atitudes, comportamento, crenças, padrões de ação. Em relação à forma as questões foram do tipo: fechada, aberta ou mista. Elas foram, também, questionadoras que segundo Araújo e Lucena (2005), exploram a construção de ideias, ajudam na organização da informação, propõem dilemas, apresentam alternativas e pedem posicionamentos. Esses aspectos geram curiosidade e motivam a busca do conhecimento.

Segundo Tarouco et al. (2008) "A recomendação é no sentido de que devem ser feitas perguntas que levem os alunos a refletir sobre os assuntos que estão aprendendo. Essa reflexão gera a busca por novas informações e pode gerar a cooperação e a interatividade dos colegas."

O questionário, para Martins (2006, p.36) "[...] é um conjunto desordenado e consistente de perguntas a respeito de variáveis e situações que se deseja medir ou descrever [...]", ou seja, é um instrumento constituído de uma série de questões, que devem ser respondidas por escrito, cujo objetivo é propiciar um determinado conhecimento ao pesquisador. Para Chizzotti (2003, p.55)

> "O questionário consiste em um conjunto de questões pré-elaboradas, sistemática e sequencialmente dispostas em itens que constituem o tema da pesquisa, com o objetivo de suscitar dos informantes respostas por escrito ou verbalmente sobre o assunto que os informantes saibam opinar ou informar. É uma interlocução planejada."

O questionário é um dos instrumentos de coleta de dados mais utilizados, pois apresenta elevada confiabilidade, por conter questões padronizadas que garantem a uniformidade das respostas, possibilita atingir um grande número de pessoas de diversas localizações e com custo razoável. Além disso, permite o anonimato das respostas, apresentar as mesmas questões a todas as pessoas, que as pessoas o respondam no tempo que melhor lhes pareça apropriado e não expõe o pesquisado à influência do pesquisador. Entretanto, exclui as pessoas analfabetas, inviabiliza a comprovação das respostas, pode dar margem a respostas que sejam influenciadas por um fator externo, não oferece garantia de que a maioria das pessoas o preencham corretamente. Pode conter questões para uma pesquisa específica como medir atitudes, comportamentos, opiniões e outras questões. Pode ser aplicado em grupo ou individualmente, de forma presencial ou virtual, síncrona ou assíncrona com o uso de materiais simples como lápis, papel, formulários, etc. Pode incluir questões abertas ou fechadas, de múltipla escolha, de escolha numérica, de verdadeiro ou falso, etc.

Frequentemente é confundido com entrevista, teste e enquete. Diferencia-se da entrevista por apresentar questões escritas enquanto que na entrevista as questões são feitas de forma oral. Diferenciam-se também de enquetes, pois estas tratam de reunir testemunhos de pessoas sobre determinados assuntos. Pode ser considerado um teste, pois contempla questões descritivas (abertas e/ou fechadas) e/ou de múltipla escolha.

A elaboração de um questionário terá grande influência nos resultados que serão obtidos, por isso, requer alguns cuidados a fim de aumentar sua eficácia e validade como: as questões devem ser formuladas de forma clara, concreta e precisa, a pergunta deve possibilitar uma única interpretação e sugerir respostas, além de tratarem de uma única ideia. O pesquisador deve conhecer o assunto a ser pesquisado para que o número de questões seja adequado aos objetivos da pesquisa e do tema pesquisado. O mesmo deve ser limitado em finalidade e extensão e a ordem das perguntas deve evitar que a resposta subsequente tenha influência da resposta da questão anterior.

A observação é um instrumento de coleta de informações bastante utilizado, segundo André e Ludke (1986), apesar de existirem algumas críticas, como: as situações que ocorrem fora do período de observação não são registradas exigindo, dessa forma, um alto grau de interpretação por parte do observador; a presença do observador pode interferir no fato/episódio/situação observado, o que pode dar lugar para conclusões incorretas. Entretanto,

essas críticas não foram levadas em consideração para essa pesquisa por entender que a observação não é o único instrumento de avaliação da mesma.

André e Ludke (1986) apontam, por outro lado, que há também uma série de vantagens em relação à prática da observação. Uma delas é no caso em que a verificação da veracidade de informações obtidas não pode ser checada devido à impossibilidade de uso de alguns instrumentos. Ela possibilita a captação e identificação de comportamentos e aspectos que os pesquisados sentem-se constrangidos de informar, pois permite ao observador uma visão mais próxima dos sujeitos envolvidos na pesquisa.

A fim de registrar as observações realizadas durante o desenvolvimento desse trabalho, fez-se uso dos Diários da Prática Pedagógica propostos por Porlàn e Martin (1997). Esses são relatos diários das atividades desenvolvidas em sala de aula. São feitos através da "observação" do comportamento, como um todo, dos estudantes e do professor, frente às atividades de aprendizagem utilizadas, com descrição de fatos ocorridos, análise e questionamentos do professor, sobre os fatos registrados, durante o processo de compreensão e desenvolvimento dos conteúdos em aula. Estes são feitos de próprio punho, em um caderno próprio, ao término da aula ou durante o planejamento das próximas aulas.

Para Ustra (1997), os Diários da Prática Pedagógica contém, além das descrições realizadas pelos professores sobre suas aulas, também, comentários, justificativas e análises acerca das mesmas. Para Porlàn e Martin (1997), a utilização periódica do Diário da Prática Pedagógica servirá ao professor como se fosse

> [...].um guia para a reflexão sobre a prática, favorecendo a tomada de consciência do professor sobre seu processo de evolução e sobre seus modelos de referência. Favorece, também, o esclarecimento de conexões significativas entre conhecimento prático e conhecimento disciplinar, o que permite uma tomada de decisões mais fundamentada. Através do diário se pode realizar focalizações sucessivas na problemática que se aborda, sem perder as referências do contexto. Por último, propicia também o desenvolvimento de níveis descritivos, analítico-explicativos e a valorização do processo de investigação e reflexão do professor.

À medida que escreve-se o diário, passa-se a refletir sobre os conhecimentos de natureza conceitual, atitudinal e procedimental envolvidos no processo de ensino e de aprendizagem. Os conhecimentos de natureza conceitual são contemplados ao descrever os fatos/episódios ocorridos em sala de aula. Estes, servirão de material de análise para o professor interpretar e levantar hipóteses acerca deles, configurando a natureza procedimental. A natureza atitudinal é contemplada no momento da reflexão dos fatos/episódios observados. Verifica-se, com isso, quais mudanças se fazem necessárias para uma melhor aprendizagem dos conteúdos na aula posterior, enriquecendo-a e melhorando-a.

Assim, o diário do professor é um poderoso instrumento para identificar/detectar as ocorrências relevantes, como problemas e/ou pontos positivos relacionados às suas atividades, às ações dos alunos e/ou aos recursos e estratégias utilizadas no instante em que elas ocorrem, não em um momento posterior (BULEGON, 2006, p.48). Diante disso, neste trabalho fez-se uso do diário do professor para verificar o desenvolvimento de conteúdos atitudinais e procedimentais, de difícil mensuração, por meio de instrumentos habitualmente utilizados como questionários, testes e provas escritas. Um transcrição das anotações realizadas neste diário sobre as aulas está descrito no apêndice E deste trabalho.

- **Instrumentos de avaliação do desenvolvimento do Pensamento Crítico e da Aprendizagem Significativa**

A fim de verificar o desenvolvimento do pensamento crítico e da Aprendizagem Significativa dos conceitos de Termodinâmica, desde as concepções não formais, presentes nos estudantes, até as concepções formais da ciência, fez-se uso de questionários no início e no final da implementação do MD, listas de exercícios e relatórios das atividades de aprendizagem, aplicados ao longo das atividades de aprendizagem. Além disso, elaborou-se um diário da prática pedagógica, sobre as percepções acerca do comportamento dos estudantes no desenvolvimento das atividades de aprendizagem. Esse teve como objetivo verificar indícios de aprendizagem nas falas e atitudes dos estudantes durante a realização das atividades em sala de aula, bem como do desenvolvimento do pensamento crítico.

Dentre os instrumentos de avaliação, o primeiro questionário, com 04 questões, teve como objetivo verificar a existência de concepções prévias adequadas, na estrutura cognitiva dos estudantes, para que o novo conhecimento pudesse ser ancorado e facilitar a ocorrência do desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa, conforme indicado por Ausubel (2003). Teve como objetivo, também, verificar a presença de indicadores de pensamento crítico propostos por Newman et al.(1995, p. 56). Este foi aplicado no início da implementação do MD.

O segundo questionário, com 06 questões, aplicado no final da realização das atividades de aprendizagem do MD, teve como objetivo verificar o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa, por meio da análise dos indicadores de pensamento crítico propostos por Newman et al. (1995, p.56).

As questões que compõem os questionários são dissertativas sobre problemas que envolvem situações/fatos/fenômenos do cotidiano dos estudantes, sobre os conceitos de Termodinâmica, estudados na 2ª série do Ensino Médio. Essas foram elaboradas de forma a permitir que os estudantes expressem suas ideias de forma reflexiva e crítica.

As respostas dessas questões foram analisadas de acordo com os indicadores do pensamento crítico (quadro 1 – p.42), propostos por Newman et al.(1995, p. 56) para verificar o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa, nos sujeitos participantes da pesquisa.

Segundo Ausubel (2003), uma das condições para que os sujeitos desenvolvam a aprendizagem significativa é o uso de materiais potencialmente significativos. Diante disso, para verificar se os tipos de OAs utilizados nas atividades de aprendizagem são materiais potencialmente significativos e contribuem para o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa, aplicou-se, no final das atividades de aprendizagem que compõe o MD, um questionário (Questionário [3] – apêndice D) composto por questões que versem sobre aspectos de avaliação dos tipos de OAs utilizados.

Outro instrumento de avaliação utilizado na presente tese para verificar indícios do desenvolvimento da aprendizagem significativa, por meio da verificação da presença dos conceitos estudados e do pensamento crítico, baseadas na análise dos indicadores de pensamento crítico propostos por Newman et al.(1995, p. 56) foram os relatórios das atividades de aprendizagem. Esses, são textos elaborados pelos estudantes após o uso dos OAs, e listas de exercícios contendo questões de escolha simples e dissertativas, resolvidas ao longo das aulas.

Além disso, foram incluídas nas instruções das atividades de aprendizagem, que envolvem o uso dos OAs, questões que requerem a descrição dos conceitos de Física envolvidos no desenvolvimento destas e em que situações de seu cotidiano poder-se-á perceber a ocorrência de fatos/fenômenos, que pudessem ser justificados pelos mesmos conceitos físicos presentes nas atividades desenvolvidas em sala de aula. Outro critério a ser utilizado para essa verificação foi a análise da síntese da atividade elaborada pelos estudantes, na conclusão da atividade de aprendizagem com o uso dos objetos de aprendizagem. Esse critério baseou-se nos indicadores de pensamento crítico, propostos por Newman et al. (1995, p.56).

- **Tabulação e análise dos dados**

Em uma pesquisa, os dados são, sem dúvida, um dos produtos finais e a fonte da tomada de decisões. Entretanto, eles serão inúteis se não mostrarem qualquer informação. Diante disso, os dados coletados, nesse estudo, foram selecionados, organizados e agrupados por questão respondida nos instrumentos de coleta de dados descritos acima, a fim de que as informações que se buscam, sejam visualizadas e reveladas.

Posteriormente, eles foram analisados de acordo com os indicadores de pensamento crítico propostos por Newman et al. (1995, p. 56) com vistas a determinar sinais de desenvolvimento de pensamento crítico com o uso de OAs e que evidenciam um estilo de aprendizagem profunda, ou seja, uma aprendizagem significativa.

Determinar índices de pensamento crítico é diferente de medir desempenho dos estudantes e não limita-se a verificar as afirmativas verdadeiras ou falsas no processo de construção do conhecimento. Neste sentido, os dados analisados que apresentam sinais de desenvolvimento de pensamento crítico foram marcados em pares de indicadores positivos (+) e negativos (-), conforme proposto por Newman et al. (1995, p.56). Após as marcações, os dados foram tabulados e quantificados de acordo com a forma proposta por Medina (2004, p. 66) assim descrita: conta-se os totais de indicadores positivos ($Ind^+$) e negativos ($Ind^-$) e calcula-se o índice de pensamento crítico de acordo com a expressão: $Ind = (Ind^+ - Ind^-)/(Ind^+ + Ind^-)$. Os índices encontrados dessa forma ficam limitados em uma escala de -1 a +1, onde -1 representa um índice de pensamento superficial, não crítico e não significativo e +1 um pensamento profundo, significativo e completamente crítico. No capítulo 4, esses resultados serão expressos em gráficos para melhor visualização e interpretação dos resultados. O cálculo desses índices gera valores e tem por objetivo refletir a qualidade das respostas, independente da quantidade de participação.

## 3.2. METODOLOGIA DE TRABALHO

Para estudar o assunto Termodinâmica, organizou-se um conjunto de atividades de aprendizagem com o uso de Objetos de Aprendizagem. Essas atividades de aprendizagem foram dispostas em aulas, embasadas na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (TMP) e organizadas de acordo com o Ciclo de Kolb, e agrupadas em Módulos Didáticos (MD), encapsuladas no eXe Learning e disponibilizadas aos estudantes no ambiente virtual de aprendizagem MOODLE com o uso do padrão SCORM (Sharable Content Object Reference Model).

As atividades de aprendizagem no MOODLE, fizeram uso da ferramenta “fórum” por tratar-se de uma ferramenta de comunicação conhecida dos estudantes de outros ambientes e comunidades virtuais. É uma ferramenta que permite a troca de informações de forma síncrona e assíncrona, além de facilitar a interatividade entre os estudantes por disponibilizar um conjunto de mensagens em sequência, relacionadas entre si e com referência a aspectos de

mensagens anteriores que, segundo Thurlow, Lengel, Tomic (2004) definem interatividade. Ao participar de forma interativa, o estudante compromete-se ativamente nas discussões facilitando a construção do conhecimento que "[...] ocorre quando os estudantes exploram estas questões, tomam posição, discutem as posições sob uma forma argumentativa, reavaliam e refletem sobre suas posições." (TAROUCO et al., 2008, p.6).

O software de autoria eXe Learning permitiu criar, desenvolver e publicar os conteúdos nos MDs, agregando diversas mídias e potencializando as possibilidades pedagógicas de interação entre docente e estudantes, estudantes e estudantes, estudantes e computador, melhorando a percepção dos mesmos diante do conteúdo trabalhado.

Para fazer uso das atividades de aprendizagem no MOODLE, os estudantes foram levados ao Laboratório de Informática da escola, equipado com 01 computador com acesso à Internet para cada aluno e para a professora, datashow, quadro branco e caneta.

### 3.2.1. Instrumentos de aplicação: Objetos de Aprendizagem

Inicialmente fez-se a seleção e a avaliação de objetos de aprendizagem, presentes nos repositórios BIOE, FEB, LabVirt, RIVED, MERLOT, PHET, entre outros, e em referatórios, como o CESTA, que trabalhem com os conceitos de Gases ideais e Termodinâmica.

Foram selecionados os OAs do tipo questionário, texto, vídeo, simulação e testes por adequarem-se melhor aos objetivos propostos pelas atividades e ao momento pedagógico.

Posteriormente, os OAs selecionados foram classificados de acordo com os objetivos e adequação ao momento pedagógico (metodologia dos TMP) e ao Ciclo de Kolb. Os objetivos e respectivos referenciais teóricos de cada tipo de OA utilizado nas aulas são apresentados no quadro 5.

Quadro 5: Objetivos e Referencial Teórico de cada tipo de OA utilizado

| Aula | Tema | Tipo de Objeto de Aprendizagem | Objetivos | Referencial Teórico |
|---|---|---|---|---|
| [2] | Máquinas Térmicas e Revolução Industrial | Vídeo | Realizar as conceituações abstratas sobre Máquinas Térmicas e Revolução Industrial. | **TMP:** Problematização inicial<br>**Kolb:** Conceituação abstrata (3ª etapa do ciclo) |

| Aula | Tema | Tipo de Objeto de Aprendizagem | Objetivos | Referencial Teórico |
|---|---|---|---|---|
| | | | Identificar as variáveis que se quer discutir | **Newman:** Justificativa, relevância e importância<br>**PCN** |
| | | | Interpretar e fazer uso adequado de modelos explicativos | **Newman:** Conhecimento/experiência<br>**PCN** |
| | | | Classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário. | **Newman:** Avaliação crítica<br>**Bloom:** Síntese<br>**PCN** |
| [3]<br>[4]<br>[5]<br>[6] | Trabalho Termodinâmico;<br>Primeira Lei da Termodinâmica<br>Rendimento de uma máquina térmica<br>Primeira Lei da Termodinâmica ($Q = \Delta U + T$) | Texto<br>Chat | Realizar as conceituações abstratas sobre Trabalho termodinâmico | **TMP:**<br>**Kolb**: Conceituação abstrata (3ª etapa do ciclo)<br>**PCN** |
| | | | Interpretar e fazer uso adequado de modelos explicativos | **Newman:** Conhecimento/experiência<br>**Bloom:** Análise<br>**PCN** |
| | | | Classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário | **Newman:** Avaliação crítica<br>**Bloom:** Síntese<br>**PCN** |
| | | | Assumir as responsabilidades inerentes a atividade proposta | **Coll e Pozo**: Conteúdo atitudinal |
| [7] | Segunda Lei da Termodinâmica - Entropia | Simulação | Realizar o resgate das concepções prévias e reflexões sobre Entropia – Segunda Lei da Termodinâmica | **Kolb:** Experiência concreta (1ª etapa do ciclo) e Observação reflexiva (2ª etapa do ciclo) |
| | | | Realizar as conceituações abstratas sobre Entropia – Segunda Lei da Termodinâmica | **Kolb:** Conceituação abstrata (3ª etapa do ciclo)<br>**PCN** |
| | | | Realizar a verificação da aprendizagem sobre entropia | **Kolb:** Experimentação ativa (4ª etapa do ciclo)<br>**PCN** |

| Aula | Tema | Tipo de Objeto de Aprendizagem | Objetivos | Referencial Teórico |
|---|---|---|---|---|
| | | | Interpretar e fazer uso adequado de modelos explicativos | **Newman:** Conhecimento/experiência<br>**Bloom:** Análise<br>**PCN** |
| | | | Classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário | **Newman:** Avaliação crítica<br>**Bloom:** Síntese<br>**PCN** |
| | | | Assumir as responsabilidades inerentes a atividade proposta | **Coll e Pozo**: Conteúdo atitudinal |
| [8] | Biocombustíveis | Texto | Realizar a verificação da aprendizagem sobre entropia | **Kolb:** Experimentação ativa (4ª etapa do ciclo)<br>**PCN** |
| | | | Compreender as diferenças entre os tipos de combustíveis (fontes de calor) | **Newman:** Conhecimento/experiência<br>**Bloom:** Análise e síntese<br>**PCN** |
| | | | Interpretar e fazer uso adequado de modelos explicativos | **Newman:** Conhecimento/experiência<br>**Bloom:** Análise e síntese<br>**PCN** |
| | | | Classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário | **Newman:** Avaliação crítica<br>**Bloom:** Síntese<br>**PCN** |
| | | | Assumir as responsabilidades inerentes a atividade proposta | **Coll e Pozo**: Conteúdo atitudinal |
| [9] | Biocombustíveis | Vídeo | Realizar a experimentação ativa (espera-se que os estudantes consigam relacionar os conhecimentos sobre o comportamento dos gases, trabalhados até este momento, com a atividade prática | **Kolb:** Experimentação ativa (4ª etapa do ciclo)<br>**Newman:** Avaliação crítica e conhecimento/experiência<br>**Bloom:** Aplicar e sintetizar<br>**PCN** |

| Aula | Tema | Tipo de Objeto de Aprendizagem | Objetivos | Referencial Teórico |
|---|---|---|---|---|
| | | | Demonstrar a utilidade prática e a extensão da compreensão do conhecimento sobre Gases, a partir de citações de situações de seu cotidiano. | **Kolb:** Experimentação ativa (4ª etapa do ciclo)<br>**Newman:** Relevância, importância e associação de ideias<br>**Bloom:** Avaliar e analisar<br>**PCN** |
| | | | Elaborar relatórios modelos, etc. com o uso de linguagem adequada | **Newman:** Avaliação crítica<br>**Bloom:** Síntese<br>**PCN** |
| | | | Verificar a variação do volume de um gás a partir da variação da temperatura do gás | **Newman:** Conhecimento/experiência<br>**Bloom:** Análise<br>**PCN** |
| | | | Classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário | **Newman:** Avaliação crítica<br>**Bloom:** Síntese<br>**PCN** |
| | | | Cooperar na elaboração dos trabalhos em equipe | **Coll e Pozo:** Conteúdo atitudinal |
| | | | Respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas | **Coll e Pozo:** Conteúdo atitudinal |
| | | | Assumir as responsabilidades inerentes a atividade proposta | **Coll e Pozo:** Conteúdo atitudinal |
| [10] | Termodinâmica | Exercícios | Verificar a aprendizagem dos estudantes sobre Termodinâmica (Máquinas térmicas, trabalho termodinâmico, Primeira e segunda lei da termodinâmica, Biocombustíveis). É a etapa da experimentação ativa para Kolb | **Kolb:** Experimentação ativa (4ª etapa do ciclo) |
| | | | Verificar a utilização adequada dos conceitos estudados na resolução dos problemas propostos | **Newman:** Conhecimento/experiência, avaliação crítica, utilidade prática, associação de ideias, justificativa, extensão da compreensão.<br>**PCN** |

### 3.2.2. Instrumentos de aplicação: Módulos Didáticos

Um MD é constituído por um conjunto de atividades de aprendizagem e, estruturado de acordo com uma metodologia de ensino. Os MDs elaborados para esse trabalho são compostos por 8 (oito) horas-aula para o Estudo dos Gases ideais e 10 (dez) horas-aula para a Termodinâmica. Está organizado de acordo com a metodologia dos TMP e do Ciclo de Kolb e tem como objetivo desenvolver habilidades e competências que possam ensejar o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa. Os OAs selecionados foram inseridos no MD e podem atuar de forma individual ou integrada com outras atividades de aprendizagem. As aulas foram distribuídas de acordo com a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (TMP) sendo: 1h/a para trabalhar a Problematização Inicial (PI), 6 h/a para trabalhar na Organização do Conhecimento (OC) e 3 h/a para verificar a Aplicação do Conhecimento (AC). O Ciclo de Kolb serviu de base para organizar o processo de ensino e a distribuição dos OAs nesse MD. No quadro 6, descreve-se a relação entre a metodologia dos Três momentos pedagógicos (TMP) e o Ciclo de Kolb.

Quadro 6: Relação entre os Três Momentos Pedagógicos e o Ciclo de Kolb

| **Metodologia dos TMP** | | **Ciclo de Kolb** | **Tipos de OAs** | **Objetivos dos OAs** |
|---|---|---|---|---|
| 1º momento | Problematização Inicial (PI) | Experiência concreta | Questionário | Relatar/relembrar experiências concretas de suas vidas. |
| 2º momento | Organização do conhecimento (OC) | Observação reflexiva Conceitualização abstrata | Texto, vídeo, simulação. | Observação e reflexão |
| 3º momento | Aplicação do conhecimento (AC) | Experimentação ativa | Texto, vídeo, simulação. | Gerar a experimentação ativa e verificação da aprendizagem. |

Na PI (primeiro momento pedagógico), aplicou-se um OA do tipo questionário, cujas respostas foram debatidas em um fórum, no MOODLE, com o objetivo de levar os estudantes a relatar/lembrar experiências concretas de suas vidas, o que para Kolb é a etapa da experiência concreta. Na OC (segundo momento pedagógico), os objetos de aprendizagem escolhidos (vídeo, texto, simulação) tiveram a função de despertar nos estudantes as

observações e reflexões necessárias à construção do conhecimento abstrato. É a etapa da observação reflexiva e da conceitualização, no ciclo de Kolb. Na AC (terceiro momento pedagógico), os objetos de aprendizagem (vídeo, texto, simulação) foram utilizados para gerar a experimentação ativa do conhecimento novo e verificar a aprendizagem. É a etapa da experimentação ativa, para Kolb.

- **Estrutura metodológica dos Módulos Didáticos**

➢ ***Módulo Didático – Estudo dos Gases***

Inicialmente fez-se um estudo de caso piloto sobre o assunto *Estudo dos Gases*, tendo em vista que os estudantes que participaram desse estudo não possuíam conhecimento sobre o ambiente de aprendizagem MOODLE e suas ferramentas. Além disso, eles também não haviam participado de aulas com o uso de OAs em ambientes virtuais. Diante disso, esse estudo de caso buscou investigar e analisar o comportamento e as percepções dos estudantes frente às práticas pedagógicas com o uso dos OAs no ensino de Física a fim de que estes possam ensejar a aprendizagem significativa e o pensamento crítico.

Para tanto, elaborou-se um MD com 08 horas-aula (ver quadro 7), contendo atividades de aprendizagem com o uso de OAs, dispostas de acordo com a metodologia dos TMP e organizada conforme o Ciclo de Kolb.

Quadro 7: Disposição das aulas no MD sobre Estudo dos Gases

| **TMP** | **Ciclo de Kolb** | **Aulas** | **Assunto** |
|---|---|---|---|
| PI | Experiência concreta | [1] | - Introdução ao Estudo dos Gases Ideais |
| OC | Observação reflexiva<br>Conceitualização abstrata | [2], [3], [4], [5] | - Modelo cinético-molecular da matéria;<br>- Transformações gasosas; |
| AC | Experimentação ativa | [6], [7], [8] | - Panela de Pressão;<br>- Balão cheio |

Os objetos de aprendizagem foram encapsulados no software de autoria eXe Learning e disponibilizadas no MOODLE com o uso do padrão SCORM, como pode-se observar na figura 10, abaixo.

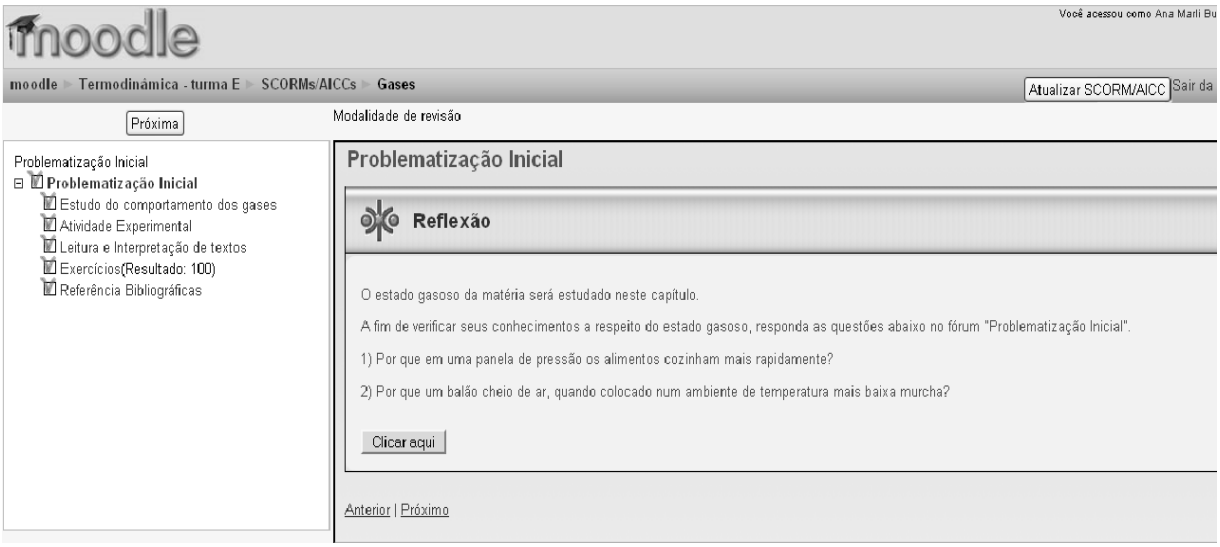



Figura 10: Organização das aulas com o uso dos Objetos de Aprendizagem no eXe Learning do estudo de caso – Estudo dos Gases

Os estudantes poderiam visualizar os conteúdos dessas aulas, no MOODLE, pelo link *"Gases"*. As postagens referentes às atividades de aprendizagem com o uso dos OAs e suas discussões foram realizadas em fóruns no MOODLE. Posteriormente desenvolveu-se o estudo de caso sobre *Termodinâmica.*

- ***Módulo Didático – Termodinâmica***

O MD elaborado para esse estudo de caso contém 10 horas-aula e está estruturado de acordo com a metodologia dos TMP e do Ciclo de Kolb. O quadro 8, apresenta a disposição dos conteúdos e das aulas neste MD de acordo com o conteúdo de cada etapa da metodologia utilizada.

Quadro 8: Disposição das aulas no MD sobre Termodinâmica

| **TMP** | **Ciclo de Kolb** | **Aulas** | **Tipo de OA** | **Assunto** |
|---|---|---|---|---|
| PI | Experiência concreta | [1] | Questionário | - Introdução à Termodinâmica |
| OC | Observação reflexiva Conceitualização abstrata | [2], [3], [4], [5], [6], [7] | Texto, vídeo, simulação | - Máquinas térmicas e Revolução Industrial;<br>- Trabalho termodinâmico;<br>- Conservação de energia – Primeira Lei da Termodinâmica;<br>- Entropia – Segunda Lei da Termodinâmica |
| AC | Experimentação ativa | [8], [9],[10] | Texto, vídeo, simulação | - Biocombustíveis |

Os objetos de aprendizagem utilizados nesse estudo de caso, também foram encapsulados no eXe Learning e disponibilizadas no MOODLE com o uso do padrão SCORM, conforme mostra a figura 11. Os estudantes poderiam identificá-lo no MOODLE, pelo link *"Termodinâmica"*.

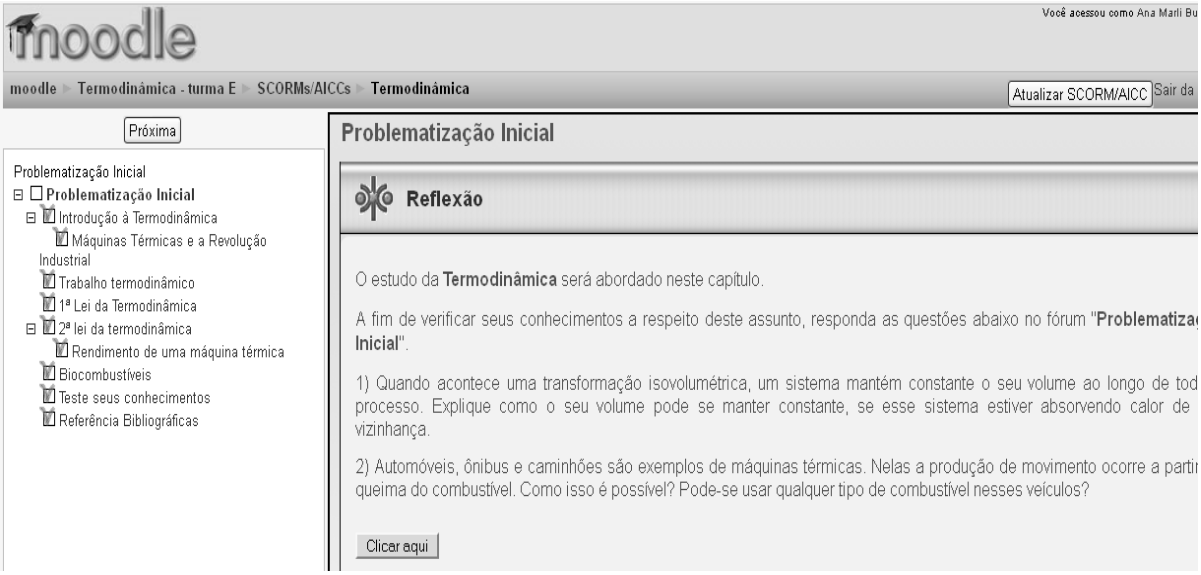



Figura 11: Organização das aulas com o uso dos Objetos de Aprendizagem no eXe Learning do estudo de caso – Termodinâmica

Para compor cada aula foram selecionados OAs dos tipos questionário, texto, vídeo, simulação, testes. Os tipos de OAs utilizados para cada atividade de aprendizagem e sua disposição nas aulas do MD – Termodinâmica são descritos no quadro 9.

Quadro 9: Tipo de OAs utilizados nas Atividades de aprendizagem de cada aula do MD - Termodinâmica

| **Aula** | **Tipo de AO** | **Atividade de Aprendizagem** |
|---|---|---|
| [1] | Questionário | Resolução de questões |
| [2] | Texto e vídeo | Leitura de texto<br>Uso de um vídeo |
| [3] | Texto | Leitura de texto |
| [4] | Texto | Leitura de texto |
| [5] | Texto | Leitura de texto |
| [6] | - | Chat |
| [7] | Simulação | Uso de uma Simulação |
| [8] | Texto | Leitura de texto |
| [9] | Vídeo | Uso de um vídeo |
| [10] | Testes | Resolução de exercícios |

Na primeira aula do MD, primeiro momento pedagógico (PI), foram apresentadas duas questões, de caráter aberto e problematizador, sobre Termodinâmica, cujo objetivo foi relembrar/lembrar as experiências concretas e verificar os conhecimentos prévios (subsunçores) presentes na estrutura cognitiva dos estudantes (AUSUBEL, 2003; KOLB e FRY, 1975). Essas questões foram respondidas no fórum "Reflexões sobre Termodinâmica", onde puderam ser debatidas com os demais colegas. A figura 12 apresenta a organização dessa aula no MOODLE. Além disso, nessa primeira aula, os estudantes responderam ao Questionário [1] (ver apêndice B). Esse questionário é o primeiro instrumento de análise e validação do desenvolvimento dos índices do pensamento crítico de acordo com os indicadores de pensamento crítico propostos por Newman et al. (1995, p. 56).

Figura 12: Organização da aula [1], no MOODLE, do estudo de caso – Termodinâmica

Para iniciar o segundo momento pedagógico (OC), na segunda aula (figura 13), organizou-se uma atividade de aprendizagem no Laboratório de Informática com o uso de um Objeto de Aprendizagem do tipo texto e vídeo. Esses tiveram como objetivo realizar as conceituações abstratas sobre Máquinas Térmicas e Revolução Industrial (Corresponde a 3ª etapa do ciclo de Kolb); identificar as variáveis presentes nesse assunto (PCNs e indicadores de Newman: Justificativa, relevância, importância); interpretar e fazer uso adequado de

modelos explicativos (PCN e indicador de Newman: conhecimento/experiência); classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário (PCN, Síntese de Bloom e indicador de Newman: avaliação crítica). Na atividade de aprendizagem com o uso do vídeo os estudantes deveriam assisti-lo e posteriormente postar em um fórum a resposta às seguintes questões: *1) O motor do automóvel de hoje tem algo em comum com a máquina a vapor? e 2) Como ocorre o movimento nos motores dos automóveis e das máquinas a vapor? Quem produz esse movimento?* para posterior debate no fórum "Máquinas Térmicas".

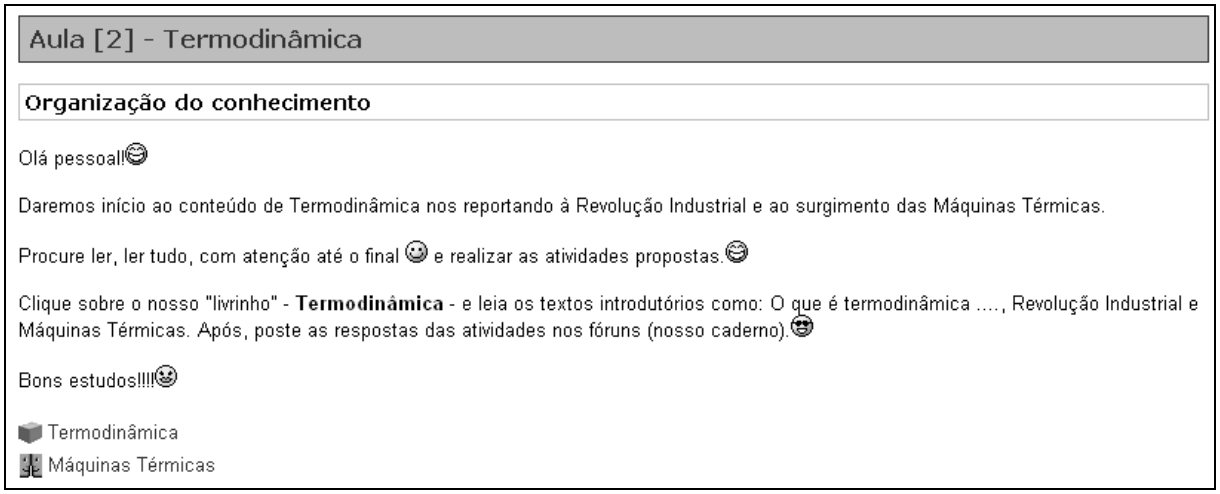



Figura 13: Organização da aula [2], no MOODLE, do estudo de caso – Termodinâmica

O tema que permeou as próximas aulas do MD (3ª a 5ª aula – figura 14) foram: Trabalho Termodinâmico, Primeira Lei da Termodinâmica (conservação de energia) e Rendimento de uma Máquina Térmica. Para realizar as conceituações abstratas sobre esses temas (Corresponde a 3ª etapa do ciclo de Kolb; PCN), foram disponibilizados aos estudantes, no MOODLE, OAs do tipo texto. A dinâmica para essas aulas consistia em ler o texto, sobre Trabalho Termodinâmico, que consta no seguinte endereço: http://moodle.cinted.ufrgs.br/moodle/mod/scorm/player.php?a=1241&currentorg=eXeamica1111e4823c6301e06273e262&scoid=6006 e sintetizá-lo no caderno de modo que fosse possível responder a algumas questões propostas, referentes ao tema citado anteriormente. Essas questões foram apresentadas aos estudantes ao longo dessas aulas (apêndice A, p.136).

Figura 14: Organização da aula [3,4,5], no MOODLE, do estudo de caso – Termodinâmica

Na sexta aula, organizou-se um chat (figura 15) para realizar a experimentação ativa (4ª etapa do ciclo de Kolb), cujo tema versava sobre os assuntos das aulas anteriores. O objetivo desse chat foi verificar se os estudantes conseguiam: realizar uma avaliação crítica sobre os assuntos estudados, demonstrar conhecimento/experiência no assunto (indicadores de Newman); elaborar sínteses com o uso de linguagem adequada (PCN; indicador de Newman: avaliação crítica; Síntese de Bloom); classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando fosse necessário (PCN, Síntese de Bloom e indicador de Newman: avaliação crítica); respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas (conteúdo atitudinal para COLL et al, 2000, p. 121) e assumirem as responsabilidades inerentes a atividade proposta (conteúdo atitudinal para COLL et al, 2000, p. 121). O chat foi realizado com os estudantes presentes naquela aula (26

estudantes) que dialogaram entre si sobre o assunto de Termodinâmica, abordados nas aulas anteriores.

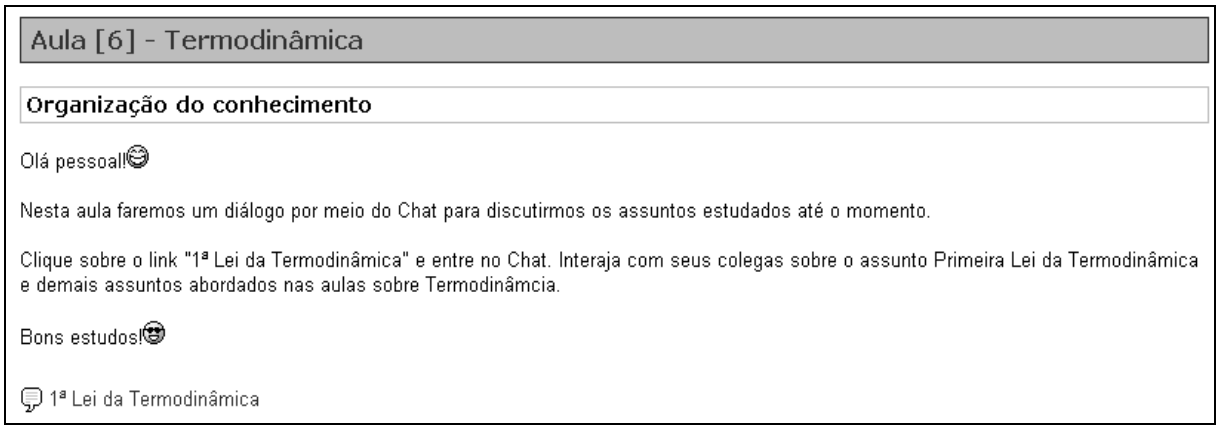



Figura 15: Organização da aula [6], no MOODLE, do estudo de caso – Termodinâmica

A sétima aula foi marcada pela manipulação de um OA do tipo simulação (figura 16). Nela os estudantes puderam realizar o resgate das concepções prévias e reflexões sobre Entropia – Segunda Lei da Termodinâmica (Corresponde a 1ª e 2ª etapa do ciclo de Kolb), além de realizar as conceituações abstratas sobre Entropia – Segunda Lei da Termodinâmica (Corresponde a 3ª etapa do ciclo de Kolb; PCN) e realizar a verificação da aprendizagem sobre entropia (Corresponde a 4ª etapa do ciclo de Kolb; PCN). O OA do tipo simulação permitiu também que os estudantes pudessem interpretar e fazer uso adequado de modelos explicativos (PCN e indicador de Newman: conhecimento/experiência; Análise para Bloom); classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário (PCN, Síntese de Bloom e indicador de Newman: avaliação crítica); assumir as responsabilidades inerentes a atividade proposta (conteúdo atitudinal para COLL et al, 2000, p. 121). Após a manipulação do OA, os estudantes deveriam responder e interagir, no fórum, sobre o seguinte questionamento: *Se é possível transformar carvão em cinza, por que não é possível transformar cinza em carvão?*

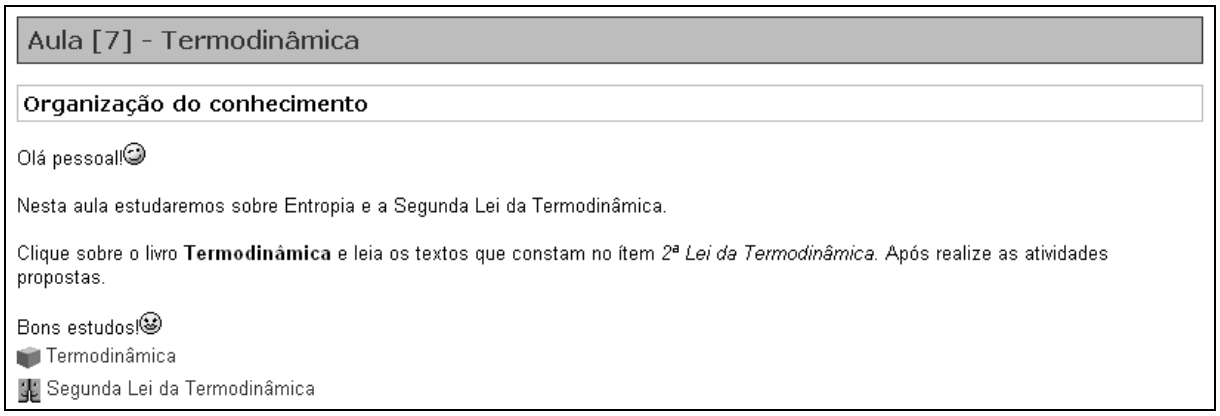
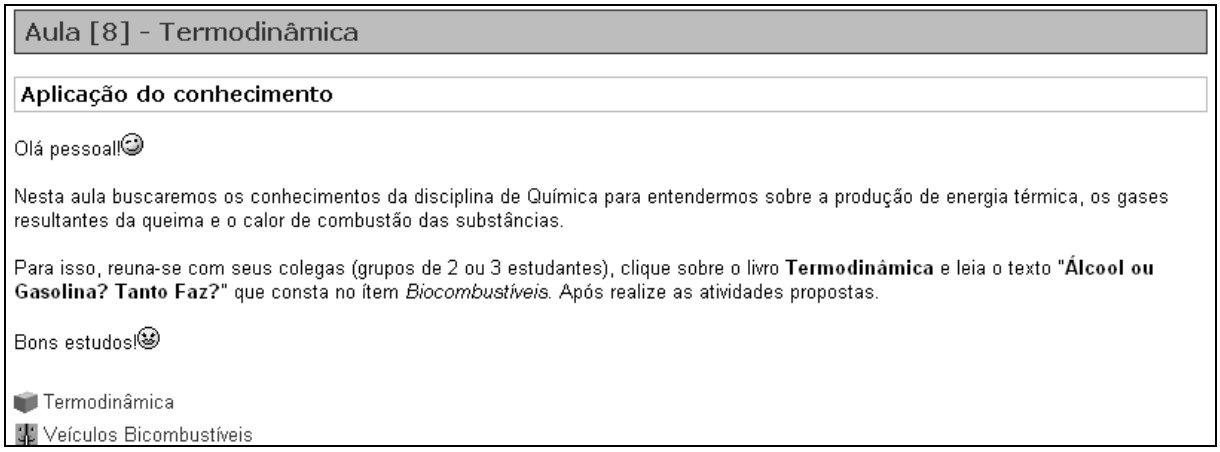



Figura 16: Organização da aula [7], no MOODLE, do estudo de caso – Termodinâmica

As aulas seguintes fazem parte do terceiro momento pedagógico. Nelas os objetos de aprendizagem foram utilizados para gerar a experimentação ativa do conhecimento novo e verificar a aprendizagem. É a etapa da experimentação ativa, para Kolb.

A oitava aula abordou o assunto Biocombustíveis (figura 17). Esse teve como objetivo realizar a verificação da aprendizagem sobre entropia (Corresponde a 4ª etapa do ciclo de Kolb; PCN); compreender as diferenças entre os tipos de combustíveis - fontes de calor,( PCN e indicador de Newman: conhecimento/experiência; Análise e síntese, para Bloom); interpretar e fazer uso adequado de modelos explicativos (PCN e indicador de Newman: conhecimento/experiência; Análise para Bloom); classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário (PCN, Síntese de Bloom e indicador de Newman: avaliação crítica); assumir as responsabilidades inerentes a atividade proposta (conteúdo atitudinal para COLL et al, 2000, p. 121). Para atender a esses objetivos, o recurso didático utilizado foi um OA do tipo texto e como atividade de aprendizagem proporcionou-se a troca de conhecimentos sobre Termodinâmica. A ferramenta utilizada para essa discussão foi um fórum.


Aula [8] - Termodinâmica

Aplicação do conhecimento

Olá pessoal!

Nesta aula buscaremos os conhecimentos da disciplina de Química para entendermos sobre a produção de energia térmica, os gases resultantes da queima e o calor de combustão das substâncias.

Para isso, reuna-se com seus colegas (grupos de 2 ou 3 estudantes), clique sobre o livro **Termodinâmica** e leia o texto "**Álcool ou Gasolina? Tanto Faz?**" que consta no ítem *Biocombustíveis*. Após realize as atividades propostas.

Bons estudos!

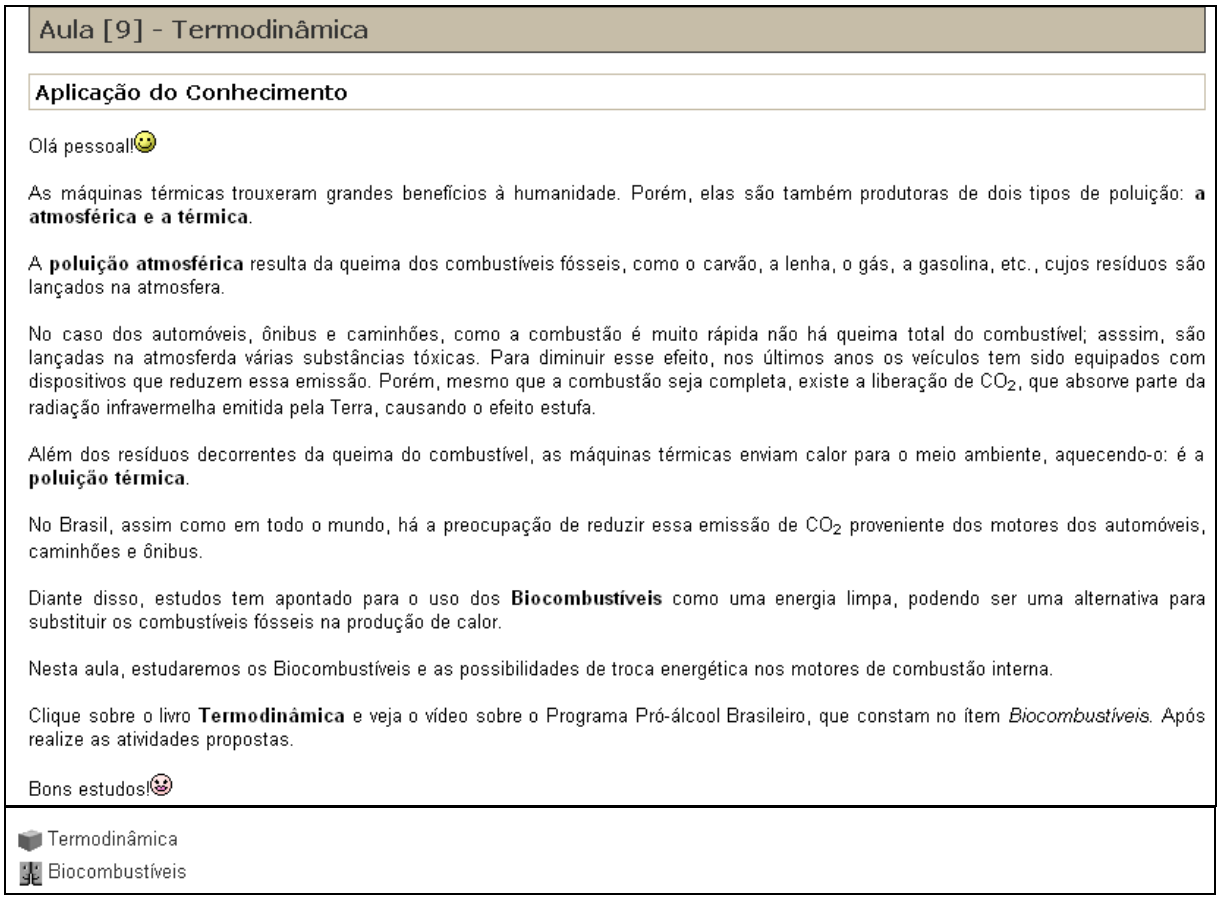
Termodinâmica

Veículos Bicombustíveis

Figura 17: Organização da aula [8], no MOODLE, do estudo de caso – Termodinâmica

Na aula nove fez-se uso de um OA do tipo vídeo (figura 18). Esse abordou o assunto da produção de Etanol no Brasil. Os estudantes deveriam assistir ao vídeo atentando para o seguinte questionamento: *como ocorre a produção de Etanol no Brasil e em outros países?* Além disso, eles deveriam pesquisar sobre as consequências que os Biocombustíveis trarão à sociedade do séc. XXI. Esses comentários e pesquisas deveriam ser postados em um fórum e discutidos com os demais colegas nesse fórum. Essa atividade com o uso do vídeo teve como objetivo: realizar a experimentação ativa, ou seja, espera-se que os estudantes consigam relacionar os conhecimentos sobre o comportamento dos gases, trabalhados até este momento, com a atividade prática (4ª etapa do ciclo de Kolb; PCN; indicadores de Newman: avaliação

crítica, conhecimento/experiência; Aplicação e síntese de Bloom); demonstrar a utilidade prática e a extensão da compreensão (indicadores de Newman) do conhecimento sobre Gases, a partir de citações de situações de seu cotidiano. Além disso, essa atividade de aprendizagem proporcionou aos estudantes elaborar relatórios com o uso de linguagem adequada (PCN; indicador de Newman: avaliação crítica; Síntese de Bloom); verificar a variação do volume de um gás a partir da variação da temperatura do gás (PCN; indicador de Newman: conhecimento/experiência; Análise para Bloom); classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário (PCN, Síntese de Bloom e indicador de Newman: avaliação crítica); cooperar na elaboração dos trabalhos em equipe (conteúdo atitudinal para COLL et al, 2000, p. 121); respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas (conteúdo atitudinal para COLL et al, 2000, p. 121); assumir as responsabilidades inerentes a atividade proposta (conteúdo atitudinal COLL et al, 2000, p. 121).



Aula [9] - Termodinâmica

**Aplicação do Conhecimento**

Olá pessoal!

As máquinas térmicas trouxeram grandes benefícios à humanidade. Porém, elas são também produtoras de dois tipos de poluição: **a atmosférica e a térmica**.

A **poluição atmosférica** resulta da queima dos combustíveis fósseis, como o carvão, a lenha, o gás, a gasolina, etc., cujos resíduos são lançados na atmosfera.

No caso dos automóveis, ônibus e caminhões, como a combustão é muito rápida não há queima total do combustível; asssim, são lançadas na atmosferda várias substâncias tóxicas. Para diminuir esse efeito, nos últimos anos os veículos tem sido equipados com dispositivos que reduzem essa emissão. Porém, mesmo que a combustão seja completa, existe a liberação de $CO_2$, que absorve parte da radiação infravermelha emitida pela Terra, causando o efeito estufa.

Além dos resíduos decorrentes da queima do combustível, as máquinas térmicas enviam calor para o meio ambiente, aquecendo-o: é a **poluição térmica**.

No Brasil, assim como em todo o mundo, há a preocupação de reduzir essa emissão de $CO_2$ proveniente dos motores dos automóveis, caminhões e ônibus.

Diante disso, estudos tem apontado para o uso dos **Biocombustíveis** como uma energia limpa, podendo ser uma alternativa para substituir os combustíveis fósseis na produção de calor.

Nesta aula, estudaremos os Biocombustíveis e as possibilidades de troca energética nos motores de combustão interna.

Clique sobre o livro **Termodinâmica** e veja o vídeo sobre o Programa Pró-álcool Brasileiro, que constam no ítem *Biocombustíveis*. Após realize as atividades propostas.

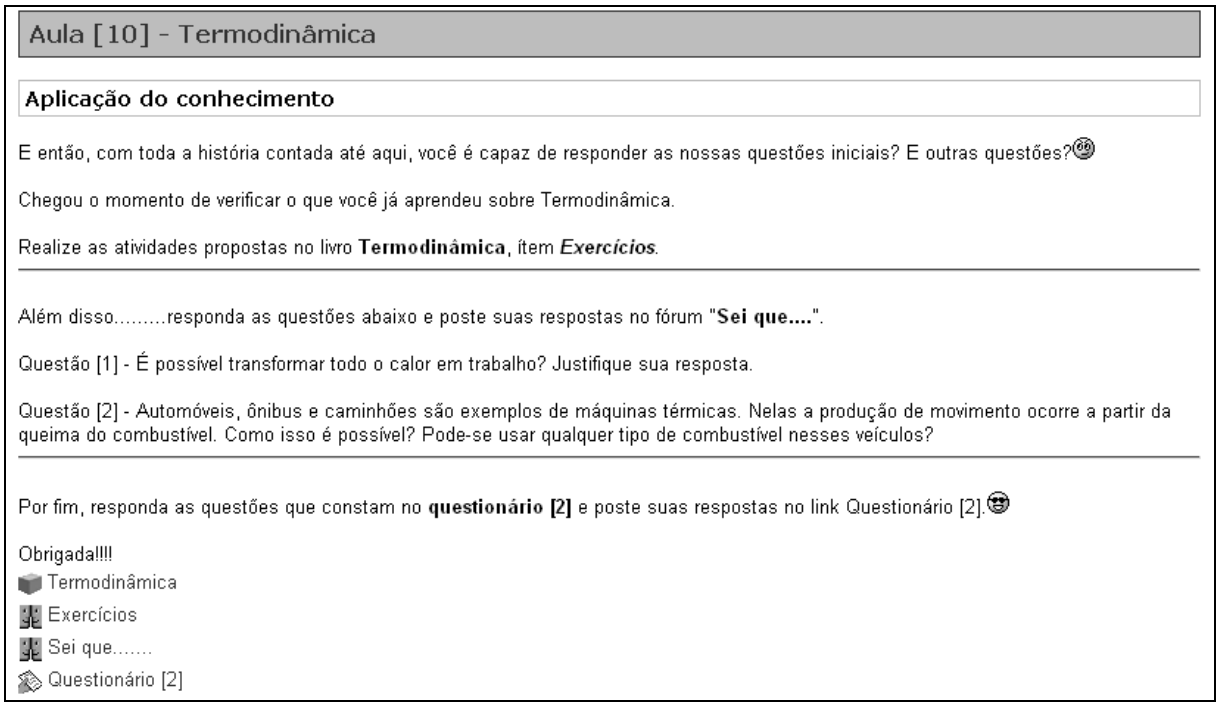
Bons estudos!

Termodinâmica
Biocombustíveis

Figura 18: Organização da aula [9], no MOODLE, do estudo de caso – Termodinâmica

Na aula dez (última aula do MD – figura 19) o OA utilizado foi do tipo teste, com questões de Verdadeiro ou Falso, escolha simples, Resolução de problemas (abertos, fechados ou semi-abertos) contextualizados com temas do cotidiano dos alunos ou não. Nesse

momento, os estudantes testaram os conhecimentos trabalhados ao longo do MD e as atividades propostas tiveram como objetivo: verificar a aprendizagem dos estudantes sobre Termodinâmica (Máquinas térmicas, trabalho termodinâmico, Primeira e segunda lei da termodinâmica, Biocombustíveis). É a etapa da experimentação ativa para Kolb (4ª etapa do ciclo de Kolb); verificar a utilização adequada dos conceitos estudados na resolução dos problemas propostos (PCN, indicador de Newman: conhecimento/experiência, avaliação crítica, utilidade prática, associação de ideias, justificativa, extensão da compreensão).


Aula [10] - Termodinâmica

Aplicação do conhecimento

E então, com toda a história contada até aqui, você é capaz de responder as nossas questões iniciais? E outras questões?

Chegou o momento de verificar o que você já aprendeu sobre Termodinâmica.

Realize as atividades propostas no livro **Termodinâmica**, ítem ***Exercícios***.

Além disso.....responda as questões abaixo e poste suas respostas no fórum "**Sei que....**".

Questão [1] - É possível transformar todo o calor em trabalho? Justifique sua resposta.

Questão [2] - Automóveis, ônibus e caminhões são exemplos de máquinas térmicas. Nelas a produção de movimento ocorre a partir da queima do combustível. Como isso é possível? Pode-se usar qualquer tipo de combustível nesses veículos?

Por fim, responda as questões que constam no **questionário [2]** e poste suas respostas no link Questionário [2].

Obrigada!!!!

Termodinâmica

Exercícios

Sei que.....

Questionário [2]

Figura 19: Organização da aula [10], no MOODLE, do estudo de caso – Termodinâmica

O Questionário [2] foi organizado no MOODLE para ser trabalhado na aula [10], porém foi respondido na aula seguinte. Essa atividade refere-se ao segundo instrumento de validação dos índices de pensamento crítico propostos por Newman et al. (1995, p.56) e que serviram de base para a análise do desenvolvimento do pensamento crítico nos estudantes a partir dessa proposta de aula.

No capítulo 4, serão apresentados os resultados obtidos com a implementação dos MD descritos neste capítulo e a análise dos mesmos.

# 4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados levantados na implementação dos MDs com o uso dos OAs a estudantes referendados na amostra deste estudo. Tendo em vista ser esse um estudo inovador para os sujeitos que participaram da pesquisa e na escola trabalhada, foram desenvolvidos dois estudos de caso: o primeiro estudo de caso intitulado *Estudo dos Gases* e o segundo *Termodinâmica.*

A análise dos dados baseou-se nos instrumentos de avaliação relatados no capítulo 3 - Abordagem Metodológica e no referencial teórico adotado. Para efeito de apresentação dos resultados e posterior análise, serão detalhadas e analisadas, inicialmente, a forma de uso do MOODLE (Ambiente Virtual de Aprendizagem utilizado) e do eXe Learning, além dos tipos de OAs utilizados no estudo de caso: *Estudo dos Gases*. Posteriormente, realizar-se-á a análise do desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa a partir do uso dos OAs no estudo de caso: *Termodinâmica*.

Participaram deste estudo, aproximadamente, 220 estudantes. A possibilidade de participar do experimento (grupo experimental) foi oferecida aos estudantes das turmas ***A*** e ***E,*** da 2ª série do Ensino Médio, com um total de 45 estudantes. Estes, foram escolhidos pela diferença de conhecimento (menor e maior) apresentados até o momento da implementação deste trabalho no ano de 2010. As aulas ocorreram no Laboratório de Informática da escola. Os estudantes que participaram do grupo de controle em 2010 (grupo de controle [2]) tiveram desenvolvimento usual da disciplina de Física com a mesma professora (turmas B, C, D) e com outra professora (turma I). Além desses estudantes, os questionários foram aplicados em mais 03 (três) turmas de 2ª série no ano de 2011 (turmas A, B e C) para compor o grupo de controle [1].

Para a coleta de dados foram utilizados os instrumentos citados no capítulo 3 – Metodologia (p. 68). Entretanto, ressalta-se que as respostas dos questionários, base para a análise dos resultados deste estudo, referem-se ao estudo de caso *Termodinâmica* e foram identificadas como ***A*** para os estudantes da turma A e ***E*** para os estudantes da turma E (alunos do grupo experimental - GE). Todas as respostas foram numeradas sequencialmente,

objetivando a preservação da identidade dos estudantes. As respostas dos estudantes do grupo de controle referente às questões dos questionários foram identificadas como ***R***.

## 4.1. Estudo de caso: *Estudo dos Gases*

Esse estudo de caso constitui-se em um estudo de caso piloto. Sua implementação tinha por objetivo promover modificações e ajustes necessários em relação a tipos de OAs utilizados; navegabilidade, do ambiente e dos conteúdos no eXe Learning; adequação da linguagem, dos aspectos técnicos e metodológicos para o posterior estudo de caso sobre *Termodinâmica*, que será a base desta pesquisa sobre o desenvolvimento do pensamento crítico no ensino de física com o uso de OAs.

A possibilidade de participar do experimento foi oferecida às turmas ***A*** e ***E*** da 2ª série do Ensino Médio, com um total de 45 estudantes. As aulas ocorreram no Laboratório de Informática da escola.

### 4.1.1. O desenvolvimento das aulas: os conhecimentos prévios

O trabalho desenvolvido neste estudo é inovador na escola estadual de ensino médio em que os sujeitos envolvidos estudam. Diante disso, relataremos a seguir algumas considerações acerca das atitudes e comportamentos dos mesmos, no desenvolvimento dessa pesquisa.

Os estudantes, nas aulas no laboratório de informática, demonstraram mudanças de comportamento como: chegavam eufóricos e ávidos pelos computadores; abraçavam a professora, felizes por estar ali. Nem prestavam atenção às instruções da professora para aquela aula. Também não levavam material para fazer anotações, muitos anotavam as informações em um arquivo do tipo word. Sentavam-se diante do computador como que para assistir a um programa de televisão.

Em relação ao uso dos computadores e da Internet, em ambas as turmas, quase todos os estudantes (35 de um total de 45 estudantes) que participaram do estudo de caso piloto,

tinham algum tipo de contato com ambientes informatizados como: tinham e-mail, participavam de redes sociais (ORKUT e Twitter). Quanto ao MOODLE, os sujeitos da pesquisa não tinham nenhum conhecimento anterior sobre ele e, tampouco, sobre aulas com o uso de ambientes virtuais. Entretanto, tinham muitas habilidades com a escrita de mensagens provindas de redes sociais. Diante disso, a ferramenta do MOODLE mais utilizada foi o Fórum. Apesar de não conhecerem o ambiente virtual, navegaram nele com facilidade e fizeram uso da ferramenta fórum sem problemas. Iniciaram as atividades no MOODLE pelo perfil. Demonstraram ter facilidade em alterar o seu perfil, pois estavam habituados a preenchê-lo nas redes sociais que participam. Os estudantes que não tinham habilidade com isso (em torno de 10 estudantes) obtiveram ajuda dos colegas para alterar seu perfil. Após esse primeiro contato, os estudantes iniciaram sua participação em um fórum: o fórum da problematização inicial sobre Estudo dos Gases. Demonstraram ter facilidade em seu manuseio, pois usam ferramentas semelhantes nas redes sociais que participam. Além disso, esse fórum tinha por objetivo realizar um levantamento das concepções prévias dos estudantes acerca do assunto a ser estudado - primeiro momento da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos; verificar a Experiência concreta e Observação reflexiva para Kolb e o Conhecimento/Experiência obtidos anteriormente para Newman.

A metodologia de ensino utilizada nesse estudo: metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (TMP), já era conhecida dos estudantes, pois as aulas de Física já eram desenvolvidas com ela desde o início do ano letivo. Entretanto, a organização das atividades de acordo com o Ciclo de Kolb e com o uso dos OAs foi a novidade, além do ambiente virtual.

O material produzido com o eXe Learning foi adotado pelos estudantes como o livro didático, onde poderiam encontrar os conteúdos conceituais e as atividades de aprendizagem. Assim, ele foi utilizado com facilidade pelos estudantes.

### 4.1.2. O uso dos Objetos de Aprendizagem

Os estudantes tiveram o primeiro contato com os OAs no MOODLE nesse estudo. Apesar disso, a maioria deles não apresentou dificuldade em manuseá-los. Os OAs utilizados foram os do tipo: questionário, chat, vídeo, simulação, texto, exercícios. A seguir relata-se algumas considerações dos estudantes sobre o uso dos mesmos, obtidas a partir das observações realizadas nas aulas e das respostas do Questionário [3].

As aulas com o uso dos OAs foram dinâmicas e participativas e, em todos os casos, os alunos interagiram com eles sem fazer perguntas à professora. Manusearam-los seguindo as instruções prévias disponibilizadas pela professora para cada atividade. Interagiam com os OAs e com os colegas de forma absorta e autônoma, ou seja, seguiam as instruções previamente apresentadas pela professora e realizavam as atividades sem questioná-las. Ocupavam todo o tempo da aula para interagir com os colegas sobre os assuntos apresentados em cada OA. Em alguns casos, como no uso do OA do tipo simulação, discutiam com os colegas sobre as alterações das variáveis e suas consequências como pode-se perceber nas falas seguintes: "*Olha só, se eu alterar o volume a temperatura também muda.", "Colega, muda a quantidade de moléculas que tu vai ver como a pressão e a temperatura mudam."*.

Na aula com o uso do OA do tipo vídeo, a professora apresentou inicialmente alguns questionamentos, como motivação para assistir o mesmo. Chamou a atenção dos estudantes para o que eles poderiam ver no filme e ao que eles deveriam dar maior atenção. Entretanto, muitos alunos mostraram-se dispersos e não deram atenção ao mesmo durante a aula presencial. Ao serem questionados sobre o uso dos vídeos nas aulas eles responderam que *"Adoramos, pois podíamos assisti-lo em casa quando queríamos revisar a matéria."*. Para responder aos questionamentos iniciais da professora, alguns estudantes navegaram em sites em busca de maiores explicações, porém a grande maioria deles (em geral os meninos) procurou responder as perguntas com o que captou de informações do vídeo. Diziam: *"A isso eu sei. Entendi do vídeo."*

O OA do tipo texto era pequeno (continha 02 páginas) e poderia ser manuseado em duplas. Os questionamentos levantados pela professora para essa atividade tinham por objetivo a aplicação do conhecimento e exigiam dos estudantes uma busca de informações além do texto. Diante disso, eles usavam dois computadores: um para pesquisar sobre o assunto do texto e outro para responder aos questionamentos e ler o texto base. Os comentários dos estudantes sobre essa atividade foram: *"Me mantive mais atenta ao conteúdo das aulas a partir desse texto. Antes eu não lembrava qual era o assunto. Agora já sei na ponta da língua qual o assunto de cada aula."*.

Na aula com o uso do chat, os estudantes estavam eufóricos. Comentavam com os colegas em voz alta a forma como cada um entrou no chat e faziam críticas à suas postagens como: *"olha só como o fulano escreve a palavra você. Parece que está no MSN."* A análise dessa fala nos remete à análise de vários aspectos como: a seriedade com que tratavam a aula, o discernimento que os estudantes tem com relação à escrita da língua portuguesa em sites de relacionamentos e em possíveis documentos oficiais, entre outros. Porém, desde o início da aula eles agiram como se estivessem apenas falando em sites de relacionamento, sem um

compromisso maior com o conteúdo conceitual. Isso é perfeitamente compreensível pelo caráter de novidade que essa atividade tinha para eles. A análise que os estudantes fizeram sobre o uso do chat pode ser verificada nas falas expressas a seguir: *"No chat é como um debate em sala de aula; temos que responder sem fazer pesquisa e por isso mostra mais o que cada um sabe."*; *"No chat pode-se ver realmente o que cada um sabe. No fórum muitos leêm o que os outros escrevem e copiam igual para postar."*. Por conta disso, muitos estudantes começaram a ler o conteúdo de aulas anteriores. Isso pode ser verificado na fala *"Com essas aulas eu aprendi a pensar naquilo que eu digo, leio e escrevo. Agora eu não falo e nem escrevo mais sem pensar."*.

O uso do fórum, como ferramenta de comunicação agradou a todos os estudantes. Isso pode ser constatado nas seguintes falas: *"O uso do fórum facilitou a aprendizagem, porque não estávamos apenas respondendo questões, estávamos também discutindo e formando nossas opiniões."; " pude discutir as dúvidas com os colegas e assim aprender."; "pude comparar meus pensamentos com os dos meus colegas, pude pensar de novo e de novo com isso. Pude comparar meus erros e acertos com os dos meus colegas."; "Obtínhamos conhecimentos através das respostas dos colegas."; "Porque eu recebia perguntas e críticas e tinha que responder, então eu pesquisava e aprendia."; "Ver as respostas dos colegas, comentar e refletir se está certo o que ele colocou."; " A facilidade de discussão foi maior e também foi possível em horários diferentes."; "Podemos ver as respostas dos colegas e comentar. Tirar conclusões e aprender mais."; " O fórum facilitou nossa aprendizagem, pois outras pessoas às vezes sabem de coisas das quais não temos conhecimento."; " Consegui me dedicar mais a disciplina de Física e a me concentrar mais com o uso do fórum."; É interessante poder ver o que os outros pensam e poder questionar."*

### 4.1.3. Atitudes dos estudantes frente às atividades de aprendizagem propostas

Desde a primeira aula no laboratório de informática percebeu-se que os estudantes tinham muito prazer em frequentá-las. Não faltavam às aulas e nem chegavam atrasados. Todas as atividades propostas eram executadas sem questionamentos e dificilmente manuseavam outros sites durante o tempo da aula. Nenhum aluno mostrou-se descontente ou desmotivado para realizar as atividades e não se opuseram em manusear com os OAs, apesar da dificuldade encontrada por alguns com as ferramentas do ambiente virtual.

Um comportamento que chamou a atenção foi o de que os alunos não levavam para o laboratório nenhum material didático como lápis ou caneta e papel para fazer anotações. A primeira impressão é de que iam ao laboratório contemplar algo, ou seja, assistir a aula sem um envolvimento maior a não ser ficar olhando e ouvindo a professora. E isso perdurou até o final das aulas no laboratório, apesar da insistência da professora com o uso do material didático.

Percebeu-se também, que nas primeiras aulas os estudantes não iniciavam as atividades até o momento em que a professora solicitava o início delas. Entretanto, com o passar das aulas eles iniciavam as atividades assim que chegavam ao Laboratório, mesmo sem a solicitação da professora. Outra atitude observada e que merece destaque é que os estudantes envolveram-se com atividades extraclasse, ou seja, realizavam atividades no MOODLE em horário diverso da hora da aula presencial. Isso pode ser constatado pelo horário de acesso do MOODLE. Faziam atividades e participavam dos fóruns em suas casas, inclusive nos finais de semana.

A heterogeneidade de conhecimento das ferramentas, do computador e da internet, aos poucos foi se desfazendo, pois a interação entre os estudantes proporcionou àqueles que não tinham conhecimento aprendê-las no decorrer das aulas.

## 4.2. Estudo de caso: *Termodinâmica*

Após a implementação do estudo piloto, realizado com o objetivo de promover modificações e ajustes necessários com relação aos aspectos técnicos e metodológicos do uso dos OAs no ensino de Física, procedeu-se o desenvolvimento do estudo de caso: *Termodinâmica.* Esse foi a base desta pesquisa sobre o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa no ensino de física com o uso de OAs. Nele, aplicou-se as atividades de aprendizagem, com o uso dos OAs e os questionários para a coleta de dados, além das observações mais detalhadas sobre o comportamento dos mesmos.

Participaram desse experimento, aproximadamente, 220 alunos, dispostos em 09 turmas nos anos de 2010 e 2011 conforme descrito na página 90.

O relato a seguir apresenta os dados levantados no desenvolvimento desse estudo de caso, enfatizando as contribuições dos OAs para o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa.

### 4.2.1. Levantamento dos dados e o desenvolvimento do Pensamento Crítico

A teoria de aprendizagem significativa de Ausubel aponta que os estudantes podem desenvolver aprendizagens que incluem desde as mais básicas (que envolvem apenas retenção de conteúdos) até a aprendizagem significativa. Essa última, segundo esse autor, é a aprendizagem que dá sentido ao que está sendo estudado e proporciona mudança de atitudes nos sujeitos. O aprendizado, neste caso, é realizado de forma crítica e ativa pelos estudantes. Para tanto, é estimulado e requer envolvimento ativo dos estudantes com o objeto de estudo.

A hipótese básica desta tese é que os objetos de aprendizagem, inseridos em um conjunto de atividades de aprendizagem planejadas pelo professor, como: disparador/instigador de dúvidas e questões; reforço/aplicação de conhecimentos, interligados em um plano que leve à metacognição, seriam capazes de ensejar a aprendizagem significativa e o pensamento crítico em Física.

Diante disso, na pesquisa realizada foram investigados indícios de desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes com o uso dos OAs, capazes de evidenciar uma aprendizagem mais profunda. Pesquisar esses indícios é diferente de medir o desempenho dos estudantes, pois não se limita apenas a contabilizar as respostas corretas ou não emitidas pelos estudantes no processo de avaliação do conhecimento. A investigação dos indícios implicou em realizar uma análise detalhada com base em respostas obtidas com o uso de instrumentos de avaliação/pesquisa voltado a elicitar a ocorrência ou não de indicadores de pensamento crítico; conforme proposto por Newman et al. (1995, p.56).

Para a análise dos resultados dos questionários, utilizou-se o método de análise de conteúdo que, de acordo com Bardin (2004, p.16), "[...] é uma técnica de investigação que objetiva a descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto na comunicação." Os dados obtidos no questionário foram sistematizados e organizados em tabelas de acordo com cada questão. De acordo com Bardin (2004, p.112) "A categorização tem como objetivo fornecer, por condensação, uma representação simplificada dos dados brutos."

Após a sistematização e organização dos dados, o instrumento de pesquisa fez uso dos indicadores de desenvolvimento do pensamento crítico Conhecimento/Experiência (C/E), Relevância (R), Importância (I), Novidade (N), Análise crítica (A/C), Associação de ideias

(A/I), Extensão da compreensão (EX), Ambiguidade (A), Justificativa (J), Utilidade prática (U/P), proposto por Newman e colaboradores (1996) e descritos na página 44, desse trabalho (Quadro 1). Os dados foram analisados em pares de indicadores positivos (+) e negativos (-) como por exemplo, para a questão 2 (*Quando o ar é comprimido rapidamente, porque sua temperatura aumenta?)*, do questionário [1], uma das respostas e sua análise é apresentada na tabela 1. Outras respostas para essa questão e sua análise podem ser observadas no apêndiceF.

Tabela 1: Exemplo de análise dos indicadores de PC de Newman e colaboradores

| Estudante | Indicadores de Pensamento Crítico de Newman e colaboradores | C/E | N | R | I | A/C | A | A/I | J | U/P | EX |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R10 | Por causa da pressão que causa nas moléculas, fazendo assim elas se agitarem mais rapidamente. | + | - | - | + | - | + | + | + | - | + |

Os indicadores positivos representam a presença de desenvolvimento de pensamento crítico e os indicadores negativos a ausência desse desenvolvimento. Após essa análise, os dados foram calculados de acordo com a forma proposta por Medina (2004): Ind = $(Ind^{+} - Ind^{-})/(Ind^{+} + Ind^{-})$, onde (Ind) é o índice de desenvolvimento de pensamento crítico, $(Ind^{+})$ é o total de indicadores positivos e $(Ind^{-})$ é o total de indicadores negativos.

Esse tipo de análise foi feita com todas as respostas (10 questões) de todos os 45 (quarenta e cinco) estudantes que participaram do experimento (grupo experimental) e com 175 (cento e setenta e cinco) estudantes que não participaram do experimento (grupos de controle). Os indicadores de pensamento crítico, aqui representados pelas iniciais C/E, N, R, etc., estão descritas no Quadro 1(p. 44).

Após a anotação, contabilizou-se o número de respostas positivas e negativas para cada indicador, em cada questão respondida, e índices e gráficos foram elaborados. Assim, por exemplo, para as respostas do questionário [2], no caso do indicador Conhecimento/Experiência (C/E), foram contabilizados 120 pontos positivos evidenciando a presença deste tipo de indicador de pensamento crítico. Entretanto, 54 respostas não continham este indicador, ou seja, eram negativas para a presença desse indicador de pensamento crítico.

Desse modo, o índice de pensamento crítico Conhecimento/Experiência (C/E) no grupo experimental para o questionário [2] foi: $I_{C/E}$= (120 – 54)/(120+54) = 0,3793 (tabela 6 – p.107).

No grupo de controle [2] os resultados obtidos para esse indicador, nesse questionário, foram os seguintes: $C/E^{+}$ = 130 e $C/E^{-}$ = 260. O índice para esse indicador foi de: $I'_{C/E}$= (130-260)/(130+260)= -0,3333 (tabela 6 – p.107).

Procedeu-se com esse cálculo com todos os indicadores de pensamento crítico, em todas as questões dos questionários [1] e [2] e com todos os sujeitos envolvidos neste estudo (grupo experimental e de controle). Após verificou-se o percentual de variação desses índices de pensamento crítico (IPC) a partir da expressão: $\{[(\text{Questionário}_2 - \text{Questionário}_1)/2]x100\}$. Todos os índices obtidos com esses cálculos e suas discussões são apresentados no capítulo 5.

# 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para efeito de comparação do estágio de desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos no escopo da unidade de aprendizagem trabalhada sobre Termodinâmica, foi aplicado um questionário antes das atividades de ensino (questionário [1] – apêndice B). O questionário foi aplicado no grupo experimental e em um grupo de controle [1]. Um segundo questionário (questionário [2] – apêndice C) foi aplicado ao grupo experimental após o desenvolvimento da unidade de aprendizagem e em um grupo de controle [2], com o qual também foi desenvolvida a mesma unidade de aprendizagem, mas sem o uso dos OAs.

Havia a hipótese de que o comportamento de todas as turmas era similar no que diz respeito à ocorrência de indicadores de pensamento crítico relacionados à unidade de aprendizagem sobre Termodinâmica por tratar-se de estudantes que frequentavam a mesma série escolar, possuíam faixa etária semelhante e estudavam no mesmo colégio por um tempo aproximado de dois anos. Esta hipótese foi investigada através da aplicação do questionário [1] em 2011, em um grupo de controle [1], composto por estudantes equivalentes ao grupo de controle [2] e ao grupo experimental, ou seja, alunos do mesmo nível escolar, mesma faixa etária e mesmo colégio que os estudantes do grupo experimental para permitir constatar se os indicadores de pensamento crítico nas duas turmas eram similares no estágio antes de trabalhar a unidade de aprendizagem.

Os resultados, apresentados na tabela 2 mostram que a ocorrência dos indicadores de pensamento crítico no grupo experimental e no grupo de controle [1] diante das questões do questionário [1] pode ser considerada equivalente.

Tabela 2: Comparativo entre a variação dos índices de Pensamento Crítico (IPC) do Grupo experimental e do Grupo de controle [1] para o Questionário [1].

| Indicadores | | Grupo Experimental | Grupo de controle [1] | Variação do IPC (GE – GC[1]) | Percentual de variação do IPC |
|---|---|---|---|---|---|
| Conhecimento/Experiência | C/E | -0,4394 | -0,4393 | 0,0001 | 0,022% |
| Novidade | N | -0,5769 | -0,5767 | 0,0002 | 0,034% |
| Relevância | R | -0,4102 | -0,4161 | 0,0059 | 1,438% |
| Importância | I | -0,5063 | -0,5014 | 0,0049 | 0,967% |
| Avaliação Crítica | A/C | -0,4935 | -0,5000 | 0,0065 | 1,317% |
| Ambiguidades | A | -0,0256 | -0,0204 | 0,0052 | 20,312% |
| Associação de Ideias | A/I | -0,3333 | -0,3375 | 0,0042 | 1,260% |
| Justificativa | J | -0,2948 | -0,2973 | 0,0025 | 0,848% |
| Utilidade Prática | U/P | -0,5384 | -0,5308 | 0,0076 | 1,411% |
| Extensão da Compreensão | EX | -0,4743 | -0,4791 | -0,0048 | 1,012% |
| IGPC | | -0,40927 | -0,40987 | 0,00219 | 2,86% |

O IGPC mostrado na tabela 2 expressa o índice geral de pensamento crítico e foi calculado pela média dos índices de cada coluna. No gráfico 1, as cores representativas a cada grupo se sobrepõem, por isso apenas uma cor é verificada. Isso evidencia que os índices de pensamento crítico (IPC) no grupo experimental e no grupo de controle [1] eram semelhantes.

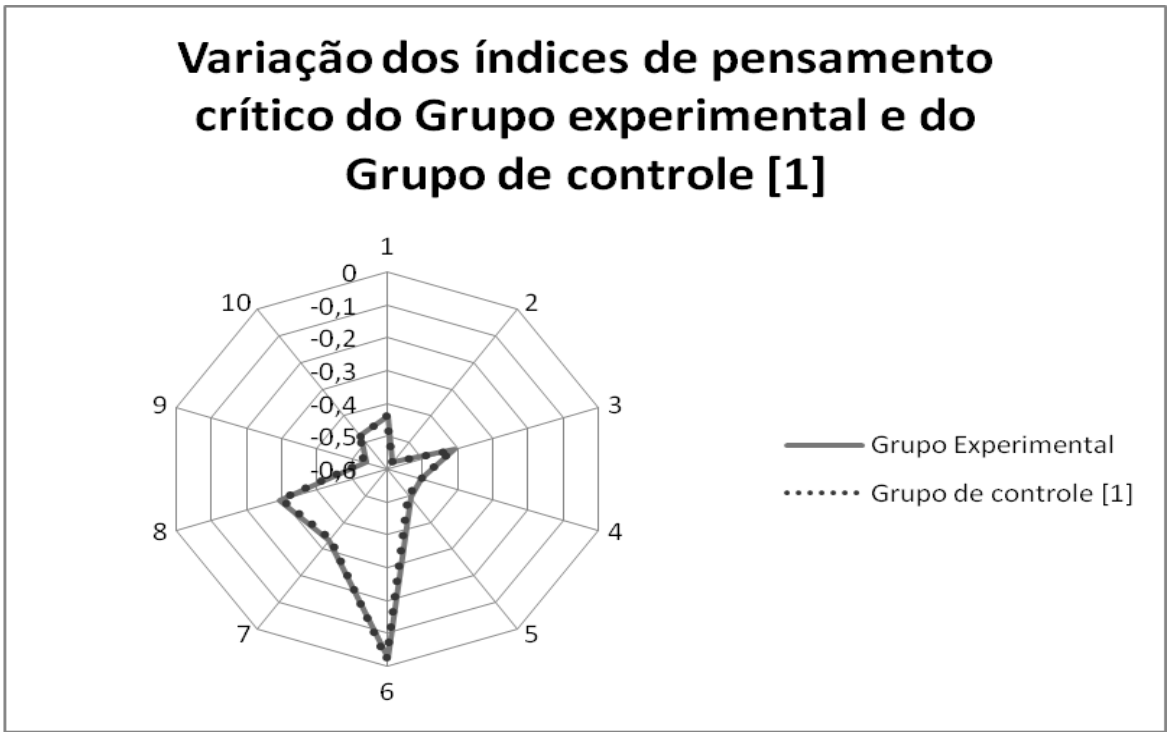



Gráfico 1: Comparativo entre os índices de Pensamento Crítico (IPC) do Grupo experimental e do Grupo de controle [1] para o Questionário [1].

Por conta desse resultado optou-se por não comparar a evolução dos indicadores do questionário [1] no caso do grupo de controle [1] com o grupo experimental. Diante disso,

para análise do desenvolvimento do pensamento crítico, utilizaram-se os resultados dos questionários [1] e [2] do grupo experimental (tabela 3) e do questionário [2] do grupo experimental e do grupo de controle [2], os quais serão descritos mais adiante.

Os resultados da aplicação dos questionários [1] e [2], no grupo experimental, permitiram observar a variação dos indicadores de pensamento crítico tal como mostra a tabela 3.

Tabela 3: Variação dos índices de indicadores de pensamento crítico do Grupo experimental.

| Indicadores | | Questionário [1] | Questionário [2] | Variação de IPC ($Q_2 - Q_1$) | Percentual de variação do IPC |
|---|---|---|---|---|---|
| Conhecimento/Experiência | C/E | -0,4394 | 0,3793 | 0,8187 | 40,95% |
| Novidade | N | -0,5769 | -0,44 | 0,1369 | 6,84% |
| Relevância | R | -0,4102 | -0,2068 | 0,2034 | 10,17% |
| Importância | I | -0,5063 | -0,1494 | 0,3569 | 17,84% |
| Avaliação Crítica | A/C | -0,4935 | -0,0543 | 0,4392 | 21,96% |
| Ambiguidades | A | -0,0256 | 0,5243 | 0,5499 | 27,49% |
| Associação de Ideias | A/I | -0,3333 | -0,1474 | 0,1859 | 9,29% |
| Justificativa | J | -0,2948 | 0,0857 | 0,3805 | 19,02% |
| Utilidade Prática | U/P | -0,5384 | -0,3218 | 0,2166 | 10,83% |
| Extensão da Compreensão | EX | -0,4743 | -0,1162 | 0,3581 | 17,90% |
| IGPC | | -0,40927 | -0,04466 | 0,36461 | 18,23% |

A análise desses dados mostra que houve melhoria em todos os indicadores de pensamento crítico tal como pode ser observado no gráfico 2. Observa-se que o IGPC (índice geral de pensamento crítico) do questionário [1] (-0,40927) é muito menor do que no questionário [2] (-0,04466). Essa informação aponta que, após o estudo com o uso dos OAs, houve um incremento positivo (18,23%) no desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes.

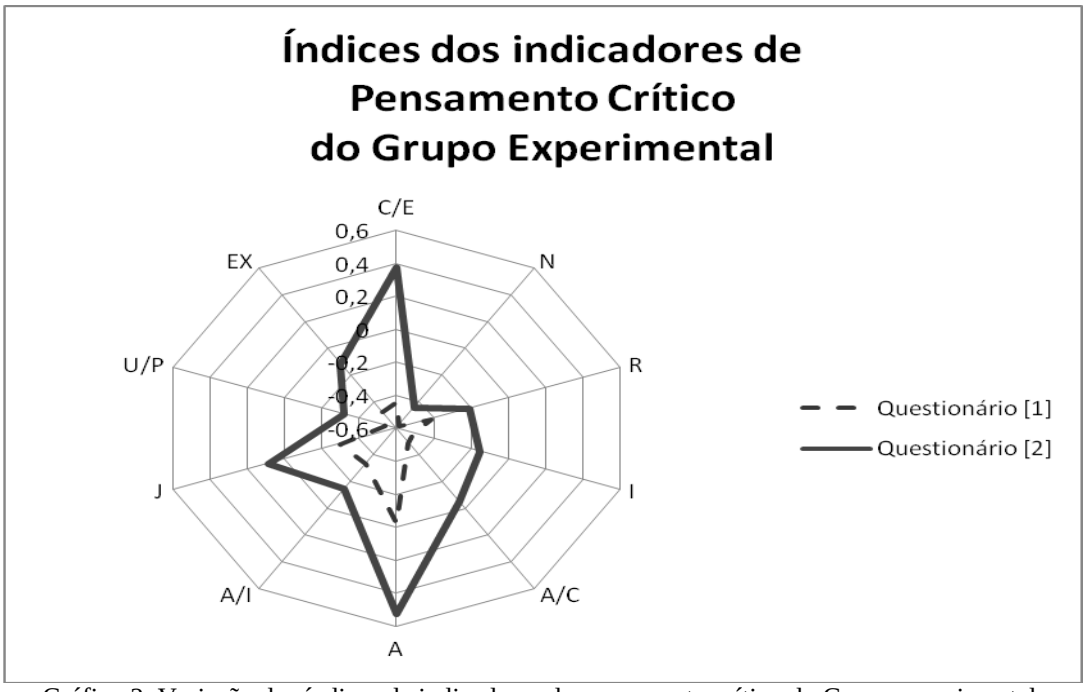



Gráfico 2: Variação dos índices de indicadores de pensamento crítico do Grupo experimental.

A maior variação nos índices de pensamento crítico foi verificada no indicador Conhecimento/Experiência (C/E) ( variação no índice de 0,8187 = 40,95%). A presença acentuada desse indicador demonstra que os estudantes recorrem a experiências pessoais e/ou ao material do curso na busca de soluções dos problemas propostos, ou seja, usam as informações para resolver um problema e fazem uso do conhecimento abstrato para resolver situações do cotidiano. Variações menos expressivas, mas também significativas, são as apresentadas nos indicadores Ambiguidade (A) e Avaliação Crítica (A/C) (variação de seus índices em 0,5499 (27,49%) e 0,4392 (21,96%), respectivamente). O indicador Ambiguidade nos chama a atenção, pois ao compararmos as respostas dos estudantes do questionário [1] para esse indicador, o número de respostas positivas foi semelhante ao número de respostas negativas. Diante disso, a variação para esse indicador evidencia que os estudantes responderam aos questionamentos de forma mais clara, dicutindo-as e procurando esclarecê-las. Isso pode ser comprovado na resposta do aluno $E_{11}$ à questão 1, do questionário [2], descrita no quadro 10. Demais análises podem ser observadas no apêndice F (p.153).

Quadro 10: Análise da resposta de um estudante para o indicador Ambiguidade

| Aluno | *Questão 1.* Será que um gás realiza trabalho? É possível transformar todo o calor em trabalho? Justifique sua resposta. | Ambiguidade |
|---|---|---|
| $E_{11}$ | Sim, o gás realiza trabalho. Não porque uma parte da energia é perdida para o meio. | + |

A variação do índice no indicador Avaliação Crítica (21,96%) demonstra que os estudantes refletem sobre suas próprias contribuições ou de outras pessoas e estão abertos às críticas. As atividades de aprendizagem que proporcionaram aos estudantes essas habilidades fizeram uso de OAs do tipo simulação, texto e vídeo. Em todas essas atividades os estudantes deveriam responder a questões problematizadoras com base nas informações obtidas nos OAs. Esses OAs possibilitaram aos estudantes realizar um resgate de suas concepções prévias, fazer uso adequado de modelos explicativos e compreender as diferenças entre os tipos de variáveis envolvidas, bem como suas relações.

Uma análise mais detalhada desses índices nos remete a construção de outra tabela (tabela 4) e outro grágico (gráfico 3). Ambos demonstram a variação dos indicadores de pensamento crítico nos estudantes do grupo experimental.

Tabela 4 – Variação dos indicadores de Pensamento Crítico nos estudantes do grupo experimental.

| Indicadores | C/E | N | R | I | A/C | A | A/I | J | U/P | EX |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variação | 0,8187 | 0,1369 | 0,2034 | 0,3569 | 0,4392 | 0,5499 | 0,1859 | 0,3805 | 0,2166 | 0,3581 |

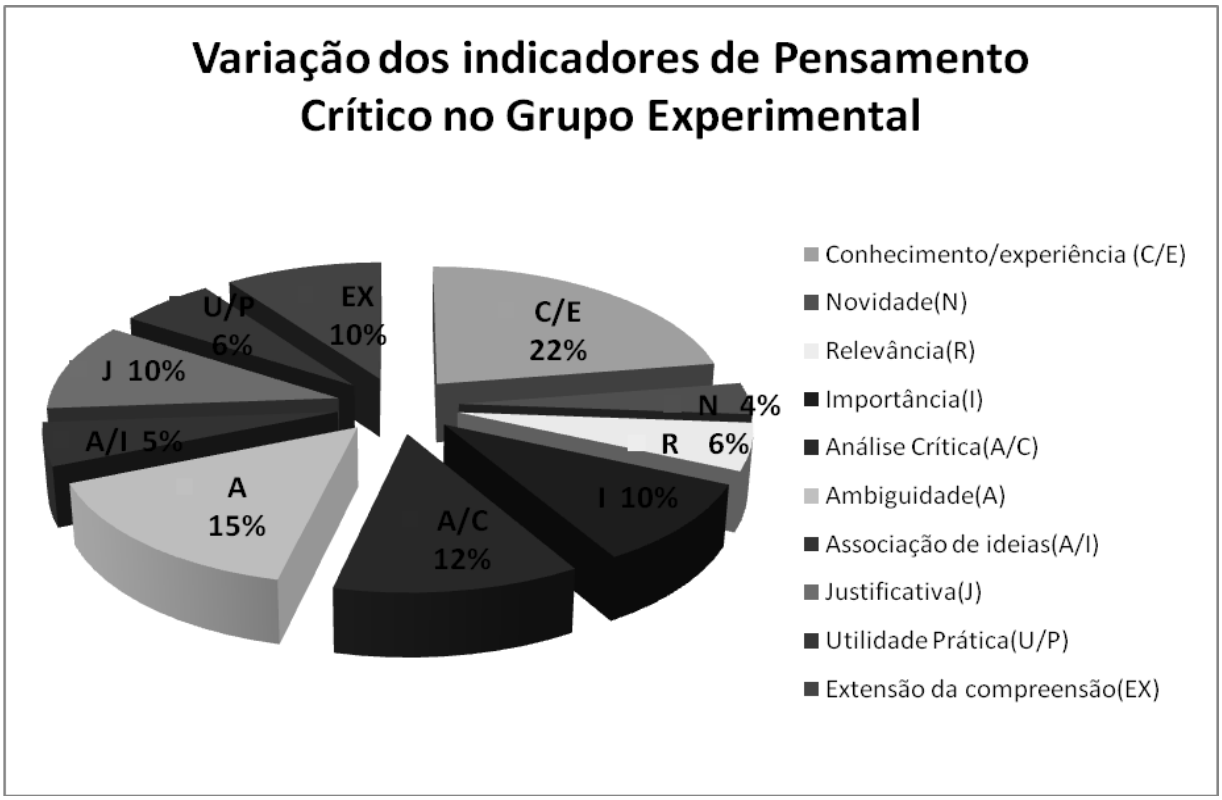



Gráfico 3 – Variação dos indicadores de pensamento crítico nos estudantes do grupo experimental

A análise desse gráfico confirma a maior evolução para os indicadores Conhecimento/Experiência (22%), Ambiguidade (15%) e Avaliação Crítica (12%). Os indicadores Justificativa, Importância e Extensão da Compreensão, obtiveram um percentual de 10%, o que sinaliza o desenvolvimento de importantes habilidades do pensamento crítico. Essas habilidades estão relacionadas à emissão de juízos próprios; ao fornecimento de provas

ou exemplos para justificar suas soluções; à defesa de suas posições com argumentação e embasamento; à identificação de relações importantes entre o conteúdo e o problema, além da interpretação de observações do cotidiano.

As atividades de aprendizagem que proporcionaram o desenvolvimento dessas habilidades foram aquelas que fizeram uso de OAs do tipo texto e exercícios. Na atividade de aprendizagem com o OA do tipo texto, os estudantes deveriam responder a questões problematizadoras com base nas informações contidas nele. Na atividade com o OA do tipo exercícios, os estudantes deveriam responder questões de múltipla escolha, de escolha simples e com questões que necessitavam de uma justificativa.

Os indicadores Relevância (R) e Utilidade Prática(U/P) obtiveram um percentual de 6% e foram seguidos de perto pelo indicador Associação de Ideias(A/I), que obteve um percentual de 5%. Esses indicadores demonstram que os estudantes forneciam depoimentos relevantes nos questionamentos e procuravam relacionar possíveis soluções a situações familiares. Além disso, associavam fatos, relacionavam novos dados a partir das informações coletadas como pode ser percebido na resposta do estudante $R_2$ a *Questão 6: Após tudo o que foi estudado até o momento, qual sua opinião sobre o uso de biocombustíveis como fonte de energia nos veículos?*do questionário [2] (tabela 5). No apêndice F podem ser verificados outras análises das respostas dessa questão para esses indicadores.

Tabela 5: Análise da resposta de um estudante para os indicadores Relevância, Utilidade Prática e Associação de ideias

| Estudante | Indicadores de Pensamento Crítico de Newman e colaboradores | C/E | N | R | I | A/C | A | A/I | J | U/P | EX |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $R_2$ | Acredito que, apesar de ser uma alternativa onde o rendimento é menor, ainda assim é a melhor escolha, pois, além de preservar o petróleo os biocombustíveis ainda são menos poluentes, e certamente com o tempo os cientistas descobrirão uma forma de obter o mesmo rendimento que atualmente temos dos combustíveis fósseis. | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |

A atividade de aprendizagem que pôde proporcionar esse pensamento fez uso de um OA do tipo vídeo. Nela, os estudantes assistiram um vídeo que trazia informações a respeito da produção de Etanol no Brasil. Após assistir o vídeo eles discutiram com seus colegas as informações presentes nele e pesquisaram sobre as consequências que o uso de biocombustíveis traria para a sociedade do séc. XXI. Após essas atividades os estudantes postaram suas conclusões em um fórum. Essa postagem deveria dar conta de demonstrar a

compreensão sobre a produção de Biocombustíveis e suas consequências para a sociedade do séc. XXI.

A menor variação no índice de pensamento crítico, nesta comparação, foi o indicador Novidade (N), com uma variação de 4%. Apesar de que as atividades de aprendizagem com o uso dos OAs eram, em sua maioria, investigativas e foram previamente elaboradas e disponibilizadas aos estudantes, a análise desse índice confirma o comportamento dos estudantes, observado pela professora e anotado no diário da prática pedagógica (instrumento de coleta de dados), que esperavam pelas instruções da professora para iniciar as atividades de aprendizagem. Possivelmente esse comportamento tenha ocorrido devido ao caráter de novidade que o trabalho no MOODLE proporcionou a todos, pois os estudantes não haviam tido aulas nesse modelo e nem com o uso de um ambiente virtual.

Os índices discutidos nas páginas anteriores, quando comparados ao grupo de controle [2], apontam as variações presentes na tabela 6 e no gráfico 4. Estes mostram o resultado geral dos índices de todos os indicadores para o questionário [2] do grupo experimental e de controle [2].

Tabela 6: Comparativo entre a variação dos índices de Pensamento Crítico (IPC) do Grupo experimental e do Grupo de controle [2] após desenvolvimento do conteúdo Termodinâmica.

| Indicadores | | Grupo Experimental | Grupo de controle [2] | Variação de IPC ($GE - GC_2$) | Percentual de variação do IPC |
|---|---|---|---|---|---|
| Conhecimento/Experiência | C/E | 0,3793 | -0,3333 | 0,7126 | 35,63% |
| Novidade | N | -0,4425 | -0,5897 | 0,1472 | 7,36% |
| Relevância | R | -0,2068 | -0,6000 | 0,3932 | 19,66% |
| Importância | I | -0,1498 | -0,6000 | 0,4502 | 22,51% |
| Avaliação Crítica | A/C | -0,0543 | -0,7435 | 0,6892 | 34,46% |
| Ambiguidades | A | 0,5243 | -0,4820 | 1,0063 | 50,31% |
| Associação de Ideias | A/I | -0,1474 | -0,7384 | 0,5910 | 29,55% |
| Justificativa | J | -0,0857 | -0,5128 | 0,4271 | 21,35% |
| Utilidade Prática | U/P | -0,3218 | -0,8102 | 0,4884 | 24,42% |
| Extensão da Compreensão | EX | -0,1162 | -0,8102 | 0,6940 | 34,7% |
| IGPC | | -0,06209 | -0,62201 | 0,55992 | 28,00% |

Os dados da tabela acima (tabela 6) mostram que houve um incremento positivo de 28% no desenvolvimento do pensamento crítico em prol dos estudantes do grupo experimental. Esse dado foi obtido pelo IGPC (índice geral de pensamento crítico). O gráfico 4, permite constatar a variação em todos os indicadores de pensamento crítico nos estudantes dos grupos experimental e de controle [2].

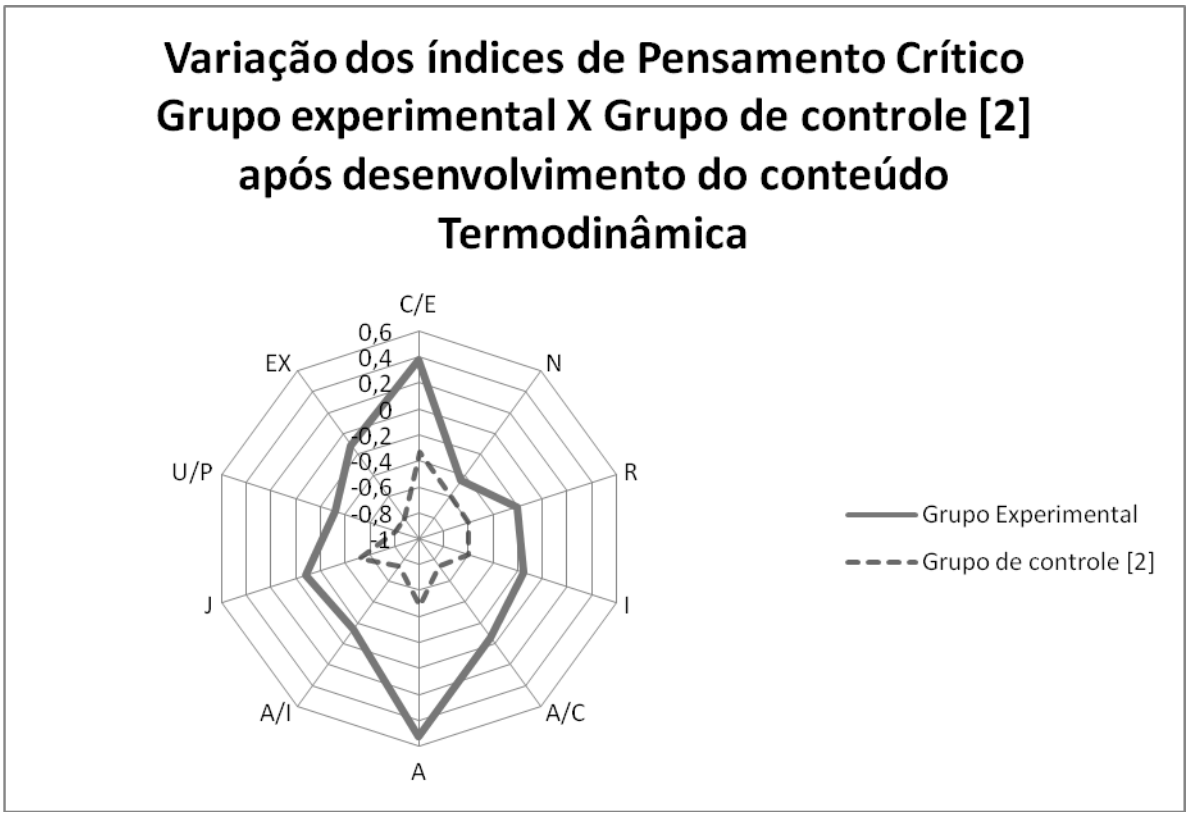



Gráfico 4 : Comparativo entre a variação dos índices de pensamento crítico do Grupo experimental e do Grupo de controle [2] após desenvolvimento do conteúdo Termodinâmica.

Uma análise dessa variação mostra uma diferença acentuada nos índices de pensamento crítico no Grupo experimental em todos os indicadores em relação ao grupo de controle [2]. Houve, de forma significativa, índices altamente positivos como os indicadores *Ambiguidades* com 50,31% do total das respostas positivas (índice 1,006, o que denota clareza nas respostas), *Conhecimento/Experiência* com 35,63% de respostas positivas ( índice 0,7126, o que evidencia o uso de conhecimentos prévios, experiências pessoais ou referência ao material do curso na resolução dos problemas propostos), *Avaliação Crítica* com 34,46% de respostas positivas (índice 0,6892, o que nos mostra que eles avaliam/contribuem de forma crítica e estão abertos à discussões), *Associação de Ideias/Interpretação* com 29,55% de respostas positivas (índice 0,591, o que denota uma relação, comparação e geração de novos dados a partir de informações coletadas), *Extensão da compreensão* com 34,7% de respostas positivas (índice 0,694, indicando que os estudantes emitem juízos próprios e tomam decisões que requeiram compreensão do conhecimento). Todos esses indicadores obtiveram índices acima de 0,59, ou seja, mais do que 30% de suas respostas apresentaram índices positivos de desenvolvimento de pensamento crítico.

Além desses indicadores podemos observar que também houve o desenvolvimento de outros como: Relevância, Justificativa, Importância, Utilidade Prática cujos índices ficaram entre 0,39 e 0,49. São índices menores, mas não menos expressivos, pois 19% a 24% das

respostas apresentaram indicadores positivos o que denota uma presença significativa de desenvolvimento de pensamento crítico.

Esses resultados nos mostram que os estudantes do grupo experimental identificam informações importantes para a solução dos problemas, reconhecem as características de um fenômeno e interpretam as informações do cotidiano de forma a emitir juízos próprios e tomar decisões que requeriam a compreensão do conhecimento que, conforme Bloom (1996), Newman et al.(1995) e os PCN+ (2000) são atitudes que denotam a presença de pensamento crítico. O indicador Novidade, com 7,26% das repostas positivas em prol do grupo experimental, denota que os estudantes de ambos os grupos (grupo experimental e grupo de controle [2]) apresentam comportamentos semelhantes ao referir-se à realização das atividades de sala de aula, ou seja, esperavam receber instruções do professor para iniciar as atividades de aprendizagem. Além disso, demonstravam pequenas buscas de informações em materiais que não fossem os sugeridos pela professora.

A análise dos gráficos e tabelas acima nos mostra que em ambos os grupos (experimental e de controle [2]), há evidências do desenvolvimento do pensamento crítico. Entretanto, observa-se que os índices de pensamento crítico são superiores para o grupo experimental em todos os aspectos avaliados.

## 5.1. O desenvolvimento do Pensamento Complexo e Pensamento Crítico

Conforme anteriormente referido, o Pensamento Complexo, definido por Iowa Departament of Education (1989, p.7) e adotado por Jonassen (1996a, p.29), é um sistema integrado de habilidades cuja relação ocorre entre três componentes básicos: pensamento básico, pensamento crítico e pensamento criativo. O estudante, ao desenvolver essas habilidades consegue atribuir um significado ao conhecimento e a aceitá-lo (JONASSEN, 1996b).

O pensamento básico ou elementar é representado pelas condições necessárias para que ocorra a ancoragem das informações de conteúdo acadêmico, de senso comum e cultura geral e serve para “relembrar o que foi aprendido” (JONASSEN, 1996a, p.29). Segundo Bloom (1956), esse pensamento relaciona-se ao conhecimento e a compreensão em sua taxonomia e indicam os primeiros estágios do processo de aprendizagem. Esses níveis do

pensamento básico relacionam-se principalmente ao indicador Conhecimento/Experiência (C/E) de Newman et al. (1995, p.56).

A pesquisa desenvolvida apresenta valores significativos para esse indicador, pois 22% das respostas demonstraram que os estudantes do grupo experimental tinham conhecimento sobre o assunto questionado. Comparando-se as respostas dos estudantes do grupo exerimental e do grupo de controle, para esse indicador, o percentual de variação aumenta para 35,23% em prol dos estudantes do grupo experimental. A variação desse indicador mostra que o pensamento básico está presente nos estudantes e em constante interação com os pensamentos crítico e criativo.

O pensamento crítico, por sua vez, envolve o desenvolvimento de habilidades gerais como: avaliação, análise e conexão das informações (JONASSEN, 1996a, p.23; BLOOM, 1956). Fazer uma avaliação das informações não é expressar uma atitude pessoal sobre algo, mas envolve fazer julgamentos, reconhecer e usar critérios em diferentes dimensões. Realizar uma análise das informações significa separar o todo em partes e compreender as inter-relações entre elas. Fazer a conexão entre as informações envolve a determinação de relações entre as partes analisadas (JONASSEN, 1996b, p.70). Podemos dizer que um estudante desenvolveu as habilidades de pensamento crítico, segundo Jonassen (1996b, p.70) quando ele é capaz de identificar as informações relevantes de um problema, buscar relações de causalidade, reconhecer padrões e falácias, fazer comparações e interligar ideias. Para avaliar se o estudante desenvolveu estas habilidades foram usados os indicadores de Newman et al. (1995) que relacionam-se com essas habilidades são: Relevância (R), Importância (I), Ambiguidades (A), Justificativa (J), Utilidade Prática-Avaliação do conhecimento (U/P) e Extensão da Compreensão (EX).

De acordo com os resultados obtidos no estudo (ver tabela 3 e gráfico 2 – p. 103 e 104) percebe-se que a variação dos índices nos resultados dos questionários [1] e [2] é significativa e com incremento postivo em todos eles. Destaca-se o indicador A (15%) que apresentou a maior variação seguida pelos indicadores I (10%), J (10%) e EX (10%). Os indicadores R (6%) e U/P (6%) tiveram índices menores de variação, mas também foram positivos. A análise desses percentuais mostra que o uso dos OAs nas atividades de aprendizagem de Física proporcionaram um incremento positivo em todos os indicadores de pensamento crítico propostos por Newman et al. (1995, p.56). Isso evidencia que os OAs utilizados contribuiram para o desenvolvimento desse tipo de pensamento.

O pensamento criativo exige a combinação da informação com a solução do problema e isso requer criatividade e originalidade (JONASSEN, 1996a, p.31 ). Envolve habilidades como síntese, segundo Bloom (1956) e síntese, imaginação e elaboração de informações,

segundo Jonassen (1996a, p.31). É o tipo de pensamento que proporciona a síntese das informações e, estimulado pela imaginação, elabora uma nova informação. Está representado pelos indicadores Avaliação Crítica (A/C), Novidade (N) e Associação de Ideias/Interpretação (A/I) cujos percentuais de desenvolvimento desses indicadores é de 12%, 4% e 5%, respectivamente. Verifica-se, a partir desses percentuais, que o indicador A/C manifesta-se fortemente, enquanto que os demais apresentam desenvolvimentos menos acentuados. A variação nesses índices não implica em ausência de desenvolvimento de pensamento criativo, pois ele não depende apenas de um indicador mas constitui-se nas competências pontadas nos três indicadores.

Foi analisada a contribuição dos OAs no desenvolvimento do pensamento crítico em aspectos relacionados aos indicadores e constatou-se que aqueles aspectos onde a variação foi menor não eram explicitamente destacados nos OAs. Isto permite elicitar duas conclusões importantes:

1º) o uso de OAs contribuem para o desenvolvimento do pensamento crítico de modo geral, embora todos os indicadores não fossem explicitamente objeto de atenção no projeto do AO.

2º) Os OAs devem intencionalmente instigar o desenvolvimento do pensamento crítico em todos os aspectos, tal como elicitado no conjunto de indicadores de Newman ou em qualquer outro conjunto de indicadores de pensamento crítico.

## 5.2. Resultados em termos de Aprendizagem Significativa

O conhecimento é significativo por definição, segundo Ausubel (2003), e para ele os estudantes podem desenvolver aprendizagens que incluem desde as mais básicas (que envolvem apenas retenção de conteúdos) até a aprendizagem significativa. Essa última, segundo esse autor, é a aprendizagem que dá sentido ao que está sendo estudado e proporciona mudança de atitudes nos sujeitos. Ela é o resultado do processo de interação entre o conhecimento novo e o conhecimento anterior. O aprendizado, neste caso, é realizado de forma crítica e ativa pelos estudantes. Para tanto, deve ser estimulado e requer envolvimento ativo dos estudantes com o objeto de estudo. Se o material de ensino contribui para esse envolvimento, Ausubel (2003) indica que ele é potencialmente significativo e contribui para o incremento de seu conhecimento.

Para Jonassen (1996b, p.70), “O conhecimento é estimulado pelo desejo ou uma necessidade de entender alguns fatos/fenômenos.” A dissonância entre o que é entendido pelo aluno (conhecimento anterior) e o que é percebido por ele/ela no meio ambiente é que proporciona o processo de construção do conhecimento. A aprendizagem significativa, para esse autor, é o resultado do processo de interação na construção dos significados. Envolve a participação ativa, construtiva, reflexiva, colaborativa, intencional, complexa, contextual e coloquial dos estudantes no processo de construção do conhecimento novo.

Neste estudo, os indicadores propostos por Newman et al. (1995, p.56) para verificar indícios de pensamento crítico apontam o desenvolvimento de habilidades importantes para desenvolvimento do processo de aprendizagem significativa de acordo com Jonassen (1996b, p.70) e sua relação pode ser verificada no quadro 11.

Quadro 11: Relação entre as qualidades enfatizadas por Jonassen (1996b) para a ocorrência da Aprendizagem Significativa

| Qualidades para a ocorrência da Aprendizagem Significativa (JONASSEN, 1996) | Indicadores de desenvolvimento do Pensamento Crítico (NEWMAN et al, 1995) | |
|---|---|---|
| Ativa | C/E | Conhecimento/Experiência |
| Construtiva | A<br>A/I<br>J | Ambiguidade<br>Associação de Ideias<br>Justificativa |
| Reflexiva | A/I<br>J | Associação de Ideias<br>Justificativa |
| Colaborativa | U/P | Utilidade Prática |
| Intencional | A/I<br>R<br>A/C | Associação de Ideias<br>Relevância<br>Avaliação Crítica |
| Complexa | EX<br>N<br>I<br>U/P | Extensão da compreensão<br>Novidade<br>Importância<br>Utilidade Prática |
| Contextual | C/E<br>U/P<br>EX | Conhecimento/Experiência<br>Utilidade Prática<br>Extensão da compreensão |
| Coloquial | U/P<br>EX<br>N<br>I | Utilidade Prática<br>Extensão da compreensão<br>Novidade<br>Importância |

A análise deste quadro (quadro 11) mostra que os estudantes desenvolveram a aprendizagem significativa tal como definida por Jonassen (1996b, p.70), pois os indicadores de pensamento crítico, que embasaram esse estudo, apresentaram uma variação percentual positiva (de 4% a 22%) em todos os seus índices entre os estudantes do grupo experimental. Esses índices, se comparados com o dos estudantes do grupo de controle apresenta uma

variação percentual da ordem de 7% a 50%. Vale destacar alguns desses indicadores como: o indicador Conhecimento/Experiência (C/E), com variação percentual de 22% entre os estudantes do grupo experimental e de 35,23%, quando comparado aos estudantes do grupo de controle, mostra que a aprendizagem dos estudantes foi contextual e ativa. Outro indicador que apresentou resultado relevante e que denota o desenvolvimento da aprendizagem significativa é o indicador Ambiguidade (A), com 15% de variação percentual nos estudantes do grupo experimental. Esse indicador apresentou uma variação percentual de 50% quando comparado com os estudantes do grupo de controle. Observa-se, com esses dados, que a aprendizagem desenvolvida pelos estudantes foi uma aprendizagem construtiva. Neste sentido, este estudo demonstra que os estudantes desenvolveram habilidades que proporcionaram a eles a aprendizagem sobre o assunto Termodinâmica e que esta foi significativa. Isso pode ser verificado na análise crítica de suas respostas, na medida em que eles demonstraram usar o conhecimento teórico na resolução de problemas, realizaram juízos próprios e relacionaram possíveis soluções à situações do cotidiano. Além disso, demonstraram tomar decisões que requeriam a compreensão do conhecimento.

## 5.3. Considerações sobre os Objetos de Aprendizagem e ferramentas computacionais

Esta pesquisa nos mostrou que fazer uma atividade de aprendizagem com o uso dos OAs do tipo simulação, por mais simples que seja, traz uma renovação, consegue despertar o mais pacato dos estudantes e o faz ver a Física sobre outra ótica. A importância destas atividades de ensino pode ser destacada, entre outros fatores, pela sua capacidade de facilitar a interpretação dos parâmetros que determinam o comportamento dos sistemas físicos estudados e pelo aumento da estabilidade e clareza dos novos significados apreendidos. Os OAs desse tipo geram aspectos e fatores, que vão além da aprendizagem conceitual, como a observação e a atenção, buscam o envolvimento do aprendiz; geram criatividade, pois há hipóteses a serem levantadas e testes a serem verificados; geram confiança e satisfação, resultante da percepção do alcance das metas traçadas, e leva o aprendiz a envolver-se mais em sua aprendizagem. Amplia, dessa forma, o grau de aplicação de seu conhecimento e a criação de novas situações de aprendizagem.

As atividades de aprendizagem com o uso dos OAs do tipo vídeo permitiu que os estudantes pudessem rever a matéria em casa e/ou em outros ambientes que não o da sala de

aula presencial. Com isso, houve a ampliação da carga horária da disciplina de Física e estimulou o estudo para além dos muros escolares. Neste sentido, o OA do tipo vídeo desenvolveu nos estudantes qualidades de aprendizagem apontadas por Jonassen (1996) como: ativa, construtiva, reflexiva, colaborativa e intencional. Além disso, desenvolveu habilidades como: conhecimento/experiência, associação de ideias, analise crítica, relevância, justificativa, importância e utilidade prática. Qualidades e habilidades importantes para o desenvolvimento da aprendizagem significativa e do pensamento crítico.

As atividades de aprendizagem com o uso dos OAs do tipo texto estimularam nos estudantes a atenção, observação, colaboração, entre outros. Isso denota o desenvolvimento de qualidades de aprendizagem importantes para o desenvolvimento da aprendizagem significativa como: aprendizagem ativa, colaborativa, construtiva, reflexiva, intencional e complexa. Essas qualidades proporcionaram o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico como: conhecimento/experiência, ambiguidade, associação de ideias, avaliação crítica, extensão da compreensão, utilidade prática, importância e relevância.

O uso da ferramenta chat proporcionou aos estudantes maior reflexão, concentração, atenção e observação sobre seu conhecimento/experiência, a sobre a forma de escrever suas ideias. A partir de seu uso, muitos estudantes passaram a rever o conteúdo de aulas anteriores antes de vir para a aula.

O uso da ferramenta fórum facilitou o desenvolvimento da aprendizagem significativa e do pensamento crítico, pois estimulou a reflexão e análise dos estudantes sobre seu conhecimento. Com essa ferramenta eles podiam fazer comparações e concentrar-se mais nos objetivos da aula, além de discutir e trocar ideias com os demais colegas sobre os assuntos estudados. A participação e a interação no fórum permitiu a troca de saberes entre os estudantes, o que potencializou a aprendizagem, pois podiam ver as respostas dos colegas, refletir sobre elas, tirar conclusões e comentá-las.

Assim como o chat, o fórum proporcionou o desenvolvimento de importantes habilidades de pensamento crítico como: a realização de uma avaliação crítica sobre seu conhecimento/experiência; a interpretação e associação de fatos/ideias e a discussão de sua utilidade prática; a justificativa de soluções ou julgamentos próprios; a qualidade de suas contribuições, com depoimentos relevantes e escrita de ideias de forma mais clara.

## 5.4. Considerações sobre as opções metodológicas adotadas

A pesquisa mostrou que é inegável a importância da opção metodológica do professor no direcionamento de seu trabalho educativo. A utilização do modelo metodológico dos Três Momentos Pedagógicos, organizados de acordo com o Ciclo de Kolb, também mostrou-se adequado em função de que buscou trabalhar com as ideias prévias dos estudantes para construir o conhecimento novo de forma integrada e permitiu a utilização de recursos didáticos variados em seus três momentos como os OAs propostas nesse trabalho.

Os OAs inseridos na Problematização Inicial (PI) proporcionaram o resgate das ideias prévias dos alunos, a respeito do assunto a ser trabalhado - importante aspecto no processo de ensino-aprendizagem - por meio da estimulação para a elaboração de hipóteses e a escrita das mesmas, importante etapa do processo de aprendizagem significativa e desenvolvimento do pensamento crítico. Nesta etapa metodológica, a interação do estudante com o OA constitui-se no ponto de partida do processo de ensino e de aprendizagem, pois oportunizou trabalhar as contradições entre o conhecimento prévio (saber cotidiano) e o conhecimento novo (saber científico).

Os desdobramentos dessas contradições encaminham o trabalho para a etapa/fase da Organização do Conhecimento (OC). O uso de OAs nesse momento pedagógico permitiu aos estudantes discutir as informações científicas pertinentes ao conteúdo de ensino (conhecimento científico), colaborando para que os estudantes retomassem as questões da PI as articulassem às informações científicas, elaborando novas sínteses, efetivando novos saberes e facilitando o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa. Como terceira etapa/fase do trabalho pedagógico, na Aplicação do Conhecimento (AC) os OAs utilizados permitiram que os estudantes explicassem o conhecimento desenvolvido por meio da realização da síntese escrita e da interação e envolvimento com o OA.

Os OAs inseridos na etapa da Experiência Concreta (primeira etapa do Ciclo de Kolb), proporcionaram aos estudantes a prática reflexiva e o resgate dos conhecimentos prévios, importantes condições para a ancoragem do conhecimento novo. Na Observação Reflexiva, segunda etapa do Ciclo de Kolb, os OAs contribuíram para a socialização dos conhecimentos anteriores e proporcionaram o confronto das experiências concretas de cada estudante com as experiências concretas dos outros estudantes. Isso proporcionou a troca de experiências em algo significativo e útil, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa. Na terceira etapa do Ciclo de Kolb, na Conceitualização Abstrata,

os OAs permitiram sistematizar os conhecimentos novos e levaram os estudantes a estabelecer as ligações possíveis entre os diversos conhecimentos anteriores e os conhecimentos científicos. Os OAs que fizeram parte da Experimentação Ativa (última etapa do Ciclo de Kolb), caracterizaram-se pela formulação e verificação de hipóteses. Eles permitiram a aplicação do conhecimento construído nas outras etapas em novas situações reais e potencializaram o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa.

Assim, as atividades de aprendizagem com o uso dos OAs e inseridas na metodologia dos TMP e organizadas de acordo com o Ciclo de Kolb, proporcionaram um conflito cognitivo e permitiram atingir o maior número de estilos de aprendizagem. Isso facilitou o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa.

# CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho originou-se da necessidade em aproximar a disciplina de Física à realidade cotidiana dos estudantes, como indicam os PCNs. Na atualidade, exercitar o aluno na reflexão de problemáticas reais que possam ajudá-lo a compreender os fenômenos/fatos/situações de seu cotidiano ou a resolver situações-problema e a reconstruir o meio, parece uma questão importante para assentar as bases da educação contemporânea. Essa realidade está fortemente relacionada ao uso de ferramentas computacionais e da Internet. Uma das formas de materializar o uso do computador ou da tecnologia de informação e comunicação (TIC) em geral, na educação, surgiu com a proliferação de materiais educacionais digitais construídos com a orientação a objetos, denominados objetos de aprendizagem (OA).

Dentro dessa perspectiva, este trabalho de pesquisa caracterizou-se pela busca de indicadores de desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa a partir de atividades de aprendizagem com o uso de OAs. A hipótese era de que o uso dos OAs, inseridos em um conjunto de atividades de aprendizagem planejadas pelo professor, como: disparador/instigador de dúvidas e questões; reforço/aplicação de conhecimentos, interligados em um plano que levasse à metacognição, seriam capazes de ensejar o desenvolvimento da aprendizagem significativa e do pensamento crítico em Física.

Neste sentido, ao longo deste trabalho, identificou-se as modalidades de utilização dos OAs no ensino de Física; foram analisadas práticas pedagógicas envolvidas no uso dos OAs, no ensino de Física, que ensejavam o desenvolvimento da aprendizagem significativa e o pensamento crítico. Foram, também, investigadas as percepções dos estudantes com relação ao uso de OAs. A adequação dos indicadores de Newman et al. (1995, p.70) para aferir o desenvolvimento do pensamento crítico no ensino de Física foi objeto de estudo e, posteriormente, foi investigada a ocorrência do desenvolvimento da aprendizagem significativa e do pensamento crítico com o uso dos OAs, usando os indicadores propostos por Newman.

Partiu-se da premissa de que os OAs deveriam estar inseridos em um modelo metodológico e que deveriam ser interativos, contextualizados e colaborativos como características básicas. Entende-se que os OAs não devem visar à transmissão pura e simples de uma determinada informação científica, nem ser usados como mera confirmação e/ou ilustração de conceitos científicos. Eles devem ser usados não apenas como um papel de apoio ou para confirmar uma teoria já ensinada, mas como recursos didáticos interativos, que podem ser desenvolvidos em qualquer etapa/fase da metodologia de trabalho utilizada, que permita um papel de investigação. Diante disso, como estratégia viável, este trabalho priorizou o desenvolvimento de atividades com o uso de OAs, inseridas em um modelo metodológico dos Três Momentos Pedagógicos (TMP) e organizados de acordo com o Ciclo de Kolb. O uso de OAs interativos e contextualizados, permitiu aos estudantes desenvolver uma aprendizagem não apenas para resolver problemas escolares, mas também problemas cotidianos. Além disso, a reflexão, proporcionada pela interação com os OAs, permitiu aos estudantes desenvolver um papel ativo, co-responsabilizando-se pelos rumos, profundidade e significado de seu aprendizado levando-os ao desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa.

O desenvolvimento de atividades de aprendizagem com o uso de OAs, numa perspectiva investigativa, permitiu aos alunos apresentar e justificar suas próprias resoluções, proporcionando a eles um contínuo envolvimento ao longo de todo o processo. Dessa forma, além de proporcionar um melhor entendimento conceitual da Física contribuiu para a formação de uma postura autônoma e crítica de contínua busca de conhecimentos. Diante disso, podemos afirmar que os OAs, trabalhadas nesta perspectiva, proporcionam um ambiente mais adequado para uma aprendizagem significativa e contribuem para o desenvolvimento do pensamento crítico.

Apesar da complexidade inicial de se trabalhar com os OAs, esses podem ser recursos valiosos para promover uma maior participação dos estudantes nas unidades de aprendizagem e tornar o ensino estimulante e melhorar a aprendizagem e a retenção significativa. As dificuldades enfrentadas relativas ao uso da tecnologia e, em especial, no trabalho usando um ambiente virtual de aprendizagem foram superadas na medida em que o processo de uso dos mesmos foi compartilhado entre todos, e fez com que a aprendizagem ocorresse mais rápido e de forma significativa. Eles mostram-se, também, adequados para o ensino e a aprendizagem de vários conteúdos conceituais da Física (conceitos, leis e fórmulas) e, em especial, tópicos de Termodinâmica. Verifica-se, também, que o desenvolvimento dos conteúdos procedimentais (técnicas e estratégias de resolução de problemas adotados; argumentação oral

e escrita) e atitudinais (valores e normas) fica evidenciado, uma vez que ocorre interação dos alunos com os OAs, com o professor e entre eles.

Além disso, o ensino de caráter ativo e participativo, com o uso de OAs, proporcionou aos estudantes verificar as variáveis envolvidas e suas relações na resolução dos problemas. Ao perceber seus sucessos individuais, favorecidos pelo uso dos OAs, o estudante demonstrava satisfação e melhorava sua aprendizagem, o que o incentiva a outras situações de aprendizagem tais como: resolver problemas, executar experimentos de simulação, participar de ações cooperativas e colaborativas, pesquisar, construir representações mentais significativas, tomar decisões para resolução de problemas, interpretar resultados e avaliar soluções. Ao realizar a síntese, o aluno é estimulado a desenvolver não só a concentração e a atenção no objeto de estudo como, também, desenvolver a argumentação e a produção textual, ferramentas importantes no mundo em que vivemos.

A pesquisa mostrou que a questão de pesquisa e a hipótese enunciada foram sendo confirmadas ao longo do desenvolvimento das atividades de aprendizagem com o uso dos OAs e das análises realizadas sobre estas. Os desafios encontrados foram sendo superados e as contribuições deste trabalho encontram-se especialmente na ideia de utilizar os OAs, inseridos no modelo metodológico dos Três Momentos Pedagógicos, organizados de acordo com o Ciclo de Kolb, como recurso didático potencial para a ocorrência do desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa. Essa opção metodológica mostrou-se adequada, pois as atividades de aprendizagem nelas inseridas provocaram uma intensa participação, interação, colaboração, exercício de criatividade e construção do conhecimento por parte dos estudantes envolvidos. Com isso, criou-se situações nas quais os estudantes envolvidos assumiram a postura de colaborador e autor de seu próprio conhecimento, evidenciando o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo.

É interessante ressaltar que as atividades de ensino com o uso de OAs despertam interesse nos estudantes, entretanto, se não forem trabalhadas a partir de roteiros elaborados segundo uma proposta metodológica não promovem o desenvolvimento do pensamento crítico e a aprendizagem significativa.

Assim, para transformar o OA em atividade de ensino, segundo a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (TMP) e o ciclo de Kolb foi necessário um planejamento que integrasse os OAs na proposta metodológica. Para tanto, o uso do eXe Learning mostrou-se importante a fim de organizar as atividades de aprendizagem com o uso dos OAs. Colaborou, também, no desenvolvimento de competências como organização e planejamento, importantes ações na construção de conhecimentos procedimentais e atitudinais.

As análises efetuadas nesta pesquisa permitiram constatar, ainda, que o trabalho com o uso dos OAs estimulou os estudos extraclasse aumentando o tempo dedicado ao processo de aprendizagem. Com os OAs os estudantes puderam rever os conceitos estudados em aula em espaços extraclasse e realizar tarefas tidas como enfadonhas e cansativas. Diante dessas constatações, o uso dos OAs, incorporados à metodologias de ensino adequados, deve ser explorado cada vez mais pelos professores em suas atividades de ensino.

Este trabalho investigativo atingiu seus objetivos, mas não encerra-se com a escrita desta tese. Percebe-se diversificadas oportunidades para dar continuidade à pesquisa até aqui realizada e alguns desdobramentos tais como: desenvolver atividades de aprendizagem, com o uso dos OAs, que levem os estudantes a assumir uma postura colaborativa e de troca de experiências, de forma presencial ou não; incentivar os estudantes na escrita coletiva e colaborativa de textos com o uso de ferramentas computacionais, em espaços extraclasse, referentes a problemas reais; incentivar o uso de um ambiente virtual de aprendizagem como espaço importante de troca de saberes entre professor e estudantes e entre estudantes; incentivar os estudantes na construção de OAs interativos e colaborativos com o uso de *softwares* de autoria; divulgar junto aos professores, de diversas áreas do conhecimento, o uso os OAs, em atividades de aprendizagem, como potenciais recursos didáticos e mostrar aos professores, dos diversos níveis de ensino, as possibilidades de trabalhar com o MOODLE no Ensino Médio.

Estes desdobramentos são relevantes em tempo de globalização, pois a sociedade atual impõe desafios que deverão ser enfrentados com estratégias que permitem a todos os seres humanos serem individuais e únicos em sua essência. Para isso, é necessário que as pessoas que nela encontram-se inseridas tenham desenvolvido algumas competências não só de aprender, mas também de aprender a conhecer e a fazer de um modo autônomo. Nesta sociedade, o saber não é só o acúmulo de informações, mas um conjunto de capacidades adquiridas e desenvolvidas na escola que tornam o jovem um ser crítico e autônomo, apto a enfrentar desafios da vida profissional. Os conteúdos conceituais são importantes, mas desenvolver atividades de ensino e de aprendizagem que não se preocupam apenas com eles permite promover e desenvolver diferentes formas de aprender e não só de conhecer. Desenvolve o pensamento básico, crítico e criativo e a aprendizagem torna-se significativa, ítens fundamentais nesta sociedade em que vivemos, pois mesmo que alguns conceitos percam a atualidade, as estratégias e os processos de aprendizagem se mantêm, aceitam modificações e evoluem.

Temos consciência que toda a mudança de paradigma não é um processo rápido e linear. Mexe com a estrutura, com a cultura, com os hábitos das pessoas. O comprometimento

com o novo depende, em primeiro lugar, do convencimento de que a nova situação vai nos trazer resultados mais significativos que os obtidos em situações anteriores.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ANDRÉ, M. E. D. A.; LUDKE, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.** Belo Horizonte: UFMG, vol. 4, n. 3, p. 5-18, set./dez. 2007. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V4N3/v4n3a1.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2007.

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Modelagem computacional no ensino de Física. **Educação: Revista de Estudos da Educação,** Maceió, n. 21, p. 51-70, dez. 2004.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física,** Porto Alegre, v. 25, no.2, p.176-194, Jun, 2003.

ARAÚJO, L. LUCENA, G. **Comunidades virtuais de aprendizagem: novas dinâmicas de aprendizagem exigem novas formas de avaliação.** XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. SBC/UFJF. Juiz de Fora – MG, 2005. Disponível em http://penta3.ufrgs.br/PEAD/Semana01/CVAsbie2005.pdf acessado em 02.03.10.

ASSIS, L. P. Ensino de Física em escolas do município de Niterói: concepções de professores e procedimentos didáticos. In: 24ª reunião anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, ANPED, p.1-8, 2001. Caxambu. **Anais...** Caxambu:UFMG:ANPED. Disponível em www.anped.org.br/reunioes/24/p0472470957102.doc acesso em 20.07.10.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H. **Educational Psychology: A Cognitive View.** New York: Warbel & Peck, 1978. 733p.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Platano Edições Técnicas, 2003.

BECK, R.J. **Learning Objects: What?.** Center for Internation Education. University of Winsconsin: Milwaukee, 2001.

**BIOE** – Banco Internacional de Objetos Educacionais. Brasília: Ministério da Educação. http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/ acesso em 30.04.10.

BLOOM, B. S. **Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain.** New York: Longman, 1956.

BLOOM, B. et al., **Taxonomia de Objetivos Educacionais.** Domínio Cognitivo. Editora Globo: Porto Alegre, 1974.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO/SECRETADIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução.** Brasília: MEC/SEF, 2000.

BRIZZI, M. L. S. **A educação em Física mediada pelo computador.** Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2000.

BULEGON, A. M. Potencialidades dos experimentos na aprendizagem significativa dos conceitos físicos de hidrostática. **Dissertação** (Mestrado Profissionalizante no ensino de Física e de Matemática), 97f, UNIFRA: Santa Maria/RS, 2006. Disponível em: http://tede.unifra.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=14 acessado em 05.05.10.

**CAREO -** Campus Alberta Repository of Educational Objects. Disponível em: http://www.ucalgary.ca/commons/careo/ acesso em 16.05.10.

**CESTA** – Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem. Porto Alegre: UFRGS. www.cinted.ufrgs.br/CESTA/ acesso em 30.04.10.

CHAUI, M. **Convite à Filosofia.** São Paulo:Ed Ática, 2000. Disponível em: http://www.cefetgo.br/pensar/pages/convite/index.htm Acesso em 22.04.10.

CHEAL, C.; RAJAGOPALAN, B. A Taxonomy Showing Relationships between Digital Learning Objects and Instructional Design. In: Koohang, A. & Harman, K. (Eds) **Learning Objects and Instructional Design**. Santa Rosa, Califórnia: Informing Science Press. Cap.3, p. 59-88, 2007.

CHIZZOTTI, A. **A pesquisa em ciências humanas e sociais.** 6. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

COLL, C.; POZO, J. I.; SARABIA, B.; VALLS, E. **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes.** Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

CROSSETTI M. G. O., BITTENCOURT G.K.G.D, SCHAURICH D., TANCCINI T., ANTUNES M. Estratégias de ensino das habilidades do pensamento crítico na enfermagem. **Revista Gaúcha de Enfermagem.** Porto Alegre/ RS, 2009 dez;30(4):732-41.

DAMASIO, F.; STEFFANI, M. H. A física nas séries iniciais (2ª a 5ª) do ensino Fundamental: desenvolvimento e aplicação de um programa visando a qualificação de professores. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física,** Porto Alegre, v. 30, n. 4, p.4503.1-4503.9, 2008. Disponível em http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/304503.pdf acesso em 20.07.10.

DAVIS, C.; NUNES, M. M. R.; NUNES, C. A. A. **Metacognição e sucesso escolar: articulando teoria e prática.** Cadernos de Pesquisa, São Paulo, v. 35, n. 125, p. 205-230, maio/ago. 2005.

DAVIES, C.; LOWE, T. **Kolb Learning Cycle Tutorial – Static Version.** Reino Unido: University of Leeds. Disponível em: http://www.ldu.leeds.ac.uk/ldu/sddu_multimedia/kolb/static_version.php acesso em 15.04.10.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. Coleção magistério. 2º grau. Série geral. São Paulo: Cortez, 1991.

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

**Dicionário Verbo Oxford**. Inglês-Português. London Lisboa: Oxford University Press, 1997.

ENNIS, R. A logical basis for measuring critical thinking skills. In.: **Revista Educational Leadership**, Champaign/Illinois/EUA, v.43, p.44-48, 1985. Disponível em http://www.ascd.org/ASCD/pdf/journals/ed_lead/el_198510_ennis.pdf acessado em 10.08.10.

eXe Learning. http://exelearning.org/wiki

FAGAN, S.; BULEGON, A. M.; SILVEIRA, A. M.; TREVISAN, M. C. B.; ANTONIAZZI, R. Desenvolvimento de conteúdo pedagógico digital pela metodologia RIVED: O eletricista virtual. In.: **Atas do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, São Luiz:Maranhão. p.544-635, 2007.
Disponível em: http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0544-2.pdf acessado em 05.04.10.

**FEB** – Federação de Repositórios Educa Brasil. Brasília: Ministério da Educação. http://feb.ufrgs.br/ acesso em 30.04.10.

FILATRO, A. ***Design*** **Instrucional contextualizado: educação e tecnologia.** 2ª Ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v.25, n.3, p. 259-272, 2003.

GAGNÉ, R. M. **Princípios essenciais da aprendizagem para o ensino**. Tradução de Rute V. Ângelo. Porto Alegre: Globo, 1980.

GARRISON, D. R. Critical thinking and self-directed learning in adult education: an analysis of responsibility and control issues. **Adult Education Quarterly**, v. 42, n.3, p. 136-148. Spring 1992.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 5.ed. São Paulo: Atlas, 1995.

**GILT** – Graphics, Interaction and Learning Technologies. Porto: Portugal/PT. Disponível em http://gilt.isep.ipp.pt/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1 acesso em 15.05.10.

HALPERN, D. F. Teaching for critical thinking: Helping college students develop the skills and dispositions of a critical thinker. **New Directions for Teaching and Learning**, 80, 69-74, 1999.

HENRI, F. Computer conferencing and content analysis. In: KAYE, A. R. (Ed.) **Collaborative learning through computer conferencing**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1991.

HOFFMANN, J. **Mito e Desafio: Uma perspectiva construtivista.** Porto Alegre: Mediação, 2000.

HOLTON, D. L. How People Learn with Computer Simulations**.** In.: **Handbook of Research on Human Performance and Instructional Technology,** Texas, p.485-504, 2010.

IEEE Learning Technology Standards Committee (**LTSC**) Draft Standard for Learning Object Metadata Version 6.1. http://ieeeltsc.org/ acesso em 17.03.10

JONASSEN, D. **Computers in the classroom: mindtools for critical thinking.** A Simon & Schuster Company. Englewood Cliffs: New Jersey, 291 p., 1996a.

JONASSEN, D. O uso das novas tecnologias na educação a distância e a aprendizagem construtivista. **Revista: Em Aberto**, Brasília, ano 16, n.70, p.80-88, abr/jun. 1996b.

KAYA, N. **Critical Thinking skills of the students of university. Unpublished Phd dissertation.** Istanbul: Istanbul University Graduate Scool of Health Sciences. 1997.

KOLB, D. A. **Experiential Learning experience as a source of learning and development.** New Jersey: Prentice Hall, 1984.

KOLB, D.; FRY, R. Toward an Applied Theory of Experiential Learning. In: **COOPER**, Cary Lynn: Theories of Group Processes. London-Toronto: John Wiley and Sons. 1975

KOLB, D. A., BOYATZIS, R. E. Experiential Learning Theory: Previous Research and New Directions.In: **Perspectives on cognitive, learning, and thinking styles.** NJ: Lawrence Erlbaum, 2000.

**LabVirt** – Laboratório didático Virtual. São Paulo: USP www.labvirt.fe.usp.br acesso em 30.04.10.

LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, adeus professora?** Novas exigências educacionais e profissão docente. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 1999. p.13-50.

**LIVEPHOTO** – Live Photo Physics. http://livephoto.rit.edu/ acesso em 04.06.10.

LTSC - Learning Technology Standards Committee. **LOM - Learning Object Metadata**. Institute of Eletrical and Electronics Engineers: IEEE. Disponível em: <http://ltsc.ieee.org/wg12/>. Acesso em: 07 ago. 2010.

MAGALHÃES; J. **A Formação da Consciência Crítica e o Ensino de Ciências.** Ano I - Nº 04 - Maio de 2002 - Quadrimestral - Maringá-PR-Brasil-ISSN1519.6178. <http://www.uem.br/~urutagua/04edu_mg.htm.> Acesso em 17 de Agosto de 2008.

MANDERNACH, B. J.; FORREST, K. D.; BABUTZKE, J. L.; MANKER, L. R. The role of Instructor Interactivity in Promoting Critical Thinking in Online and Face-to-Face Clastooms. MERLOT, **JOLT: Journal of Online Learning and Teaching.** Long Beach, v. 5, no. 1, p. 49-62, march. 2009. Disponível em: < http://jolt.merlot.org/vol5no1/mandernach_0309.pdf> acesso em 11.04.10.

**MAP** – Modular Approach to Physics. Disponível em: http://www.ucalgary.ca/MAP/ acesso em 16.05.10.

MARTINS, G. de A. **Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2006.

**MELOR** – Medical Learning Objects Repository. Disponível em http://gilt.isep.ipp.pt:8080/melor/ acesso em 20.04.10.

**MLX** – Maricopa Learning Exchange. Disponível em: http://www.mcli.dist.maricopa.edu/mlx/ acesso em 16.05.10.

MEC – **Ministério da Educação.** Online: http://portal.mec.gov.br Acesso em: 27/11/2007.

MEDINA, N. O.; FILHO, P. J. F. Análise da Aprendizagem Significativa em Ambientes de Escrita Colaborativa Apoiada por Computador. **Revista Brasileira de Informática na Educação.** Porto Alegre, v. 15, Nr. 02, p.57-66, mai-ago, 2007.

MEDINA, N. O. **Avaliação do pensamento crítico em um cenário de escrita colaborativa**. 2004. 100 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. Disponível em http://www6.ufrgs.br/limc/escritacoletiva/pdf/avaliacao_do_pensamento.pdf acesso em 01.06.10.

**MERLOT -** Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching. Long Beach: Califórnia: Estados Unidos Disponível em http://www.merlot.org/merlot/index.htm acesso em 15.05.10.

MINAYO, M. C. **Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade?** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 9(3): p. 239-262, jul/set. 1993.

**MIT -** Massachusetts Institute of Technology. Disponível em: http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Physics/ acesso em 16.05.10.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 22, n. 1, p. 94-9, mar. 2000.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo:EPU, 1999.

MORENO, R e MAYER, R. **Interactive Multimodal Learning Environments Special Issue on Interactive Learning Environments: Contemporary Issues and Trends.** Disponível em: http://www.springerlink.com/content/v5414u250220511r/fulltext.html Acessado em 29/05/2008.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? In: **Escola de verão**, Serra Negra/SP. **Caderno de textos.** São Paulo: FEUSP, v.3, 1994. P.56-74.

MUSSOI, E. M.; FLORES, M. L.P; BULEGON, A. M.; TAROUCO, L. M. R. GeoGebra and eXe Learning: Applicability in the Teaching of Physics and Mathematics. In: **International Conference on Society and Information Technologies - ICSIT.** Orlando:Flórida, USA. 2010.

NEWMAN, D. R.; WEBB, B.; COCHRANE, C. A content analysis method to measure critical thinking in face-to-face and computer supported group learning. **Interpersonal Computing and Technology - IPCT-J**, Bloomington, v.3, n.2, p. 56-77, abr. 1995. Disponível em http://www.helsinki.fi/science/optek/1995/n2/newman.txt acesso em 30.04.10.

**OED** – Oxford English Dictionary. Disponível em: http://www.oed.com/ acesso em 16.05.10.

**PHET**– Interactive Simulations. http://phet.colorado.edu/index.php acesso em 03.06.10.

PORLAN, R.; MARTIN, J. **El diario del profesor: un recurso para la investigación em el aula.** 4ª ed, Sevilha/ESP: Díada Editora S.L, 1997.

REID, I. C. **Embedding Instructional Design with Learning Objects.** In: Koohang, A. & Harman, K. (Eds) Learning Objects and Instructional Design. Santa Rosa, Califórnia: Informing Science Press. Cap.2, p. 39-57, 2007.

REZENDE, F.; BARROS, S. S.; LOPES, A. M. A.; ARAÚJO, R. S. INTERAGE: Um ambiente virtual construtivista para formação continuada de professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.20, n.3: p. 372-390, dez. 2003.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F.; FERRAZ, G. Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI. In: **RBEF – Revista Brasileira de Ensino de Física,** Porto Alegre, v. 31, n. 1, 2009. Disponível em http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/311402.pdf acesso em 20.07.10.

**RIVED – Rede Interativa Virtual de Educação.** Brasília: Ministério da Educação. http://rived.mec.gov.br/ acesso em 30.04.10.

ROSA, P. R. S. O uso de computadores no Ensino de Física. Parte I: Potencialidade e Uso Real. **Revista Brasileira de Ensino de Física,** Porto Alegre, v.17, n.02, p. 182-195, 1995.

ROSA, C. W.; ALVES FILHO, J. P. A dimensão metacognitiva na aprendizagem em física: relato das pesquisas brasileiras. **Revista Electrónica de Enseñanza de lãs Ciencias**. Vol. 8, nº 3, p. 1117-1139, 2009. Disponível em http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/art19_vol8_n3.pdf acessado em 02.02.10.

RUDIO, F. V. **Introdução ao Projeto de Pesquisa Científica.** São Paulo: Vozes, 1978.

SALIÉS, T. G. Produzindo textos acadêmicos em língua estrangeira: o que está em jogo? **Caderno de Letras.** Rio de Janeiro, n.24, p. 13-27. mai 2008.

SAUL, A. M. **Avaliação emancipatória.** São Paulo: Cortez /Autores Associados, 1991.

SCHON, D. A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem.** Roberto Cataldo Costa (trad) – Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

SENDAG, S.; ODABASI, H. F. Effects of an online problem based learning course on content knowledge acquisition and critical thinking skills. **Computer & Education**. nr 53 p. 132-141, 2009.

SOUZA, C. H. M.; GOMES, M. L. M. **Educação e Ciberespaço.** 1ª. ed. Brasilia: Editora Usina de Letras, 2008.158p

SUMNER, W. **Folkways: Um estudo da importância sociológica de usos, Manners, Customs, Mores e Moral.** Nova York: Ginn and Co.1940.

TAROUCO, L. M. R.; FABRE, M. C. J. M.;GRANDO, A. R. S.; KONRATH, M. L. P. Objetos de Aprendizagem para M-Learning. Florianópolis: **SUCESU** - Congresso Nacional de Tecnologia da Informação e Comunicação. 2004. Disponível em http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/objetosdeaprendizagem_sucesu.pdf acessado em 12.01.2010.

TAROUCO, L.M.R.; MEZZARI, A.; ÁVILA, B.; BORGES, R.C.M.; BULEGON, A.M.; FÁVERO, R. V. Fatores que afetam a performance da comunicação mediada por computador. In.: **RENOTE-Revista Novas Tecnologias aplicadas na Educação,** Porto Alegre, v.6, nº 2, dez/2008. Disponível em http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14694 acesso em 11.02.11.

TAVARES Jr, A. D.; SOSMAN, L. P.; FONSECA, R. J. M. da; PAPA, A. R. A docência em física: a gestão da transmissão de conhecimentos e a formação das competências. In: **Anais**... do II SEGeT – II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende/Rio de Janeiro, p. 193-198, 2005. Disponivel em: http://www.aedb.br/seget/artigos05/279_Docencia%20e%20Gestao%20de%20Competencias_Final.pdf acesso em 20.07.10.

TAVARES Jr, A. D.; SOSMAN, L. P.; TAVARES, M. D. O ensino da Óptica e seu laboratório: Formação ou Informação? **XVI SNEF** - Simpósio Nacional de Ensino de Física, CEFET-RJ: Rio de Janeiro/RJ, 2005. Disponível em http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0017-1.pdf acesso em 20.07.10.

TRIVINÕS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais.** São Paulo: Atlas, 1995.

TRIVINÕS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 1987.

THURLOW, C. LENGEL, L. TOMIC, A. **Computer Mediated Communication – Social Interaction and the Internet.** SAGE. London, 2004.

Ustra, S. R. V. Condicionantes para a formação permanente de professores de física no âmbito de um curso de atualização e aperfeiçoamento. **Dissertação de mestrado.** Santa Maria: UFSM, Centro de Educação, 1997.

VELLA, J. **Learning to listen learning to teach: The Power of dialogue in educating adults.** San Francisco: Jossey-Bass, 1994.

VIEIRA, R. M.; VIEIRA, C. T. **A formação inicial de professores e a Didactica das Ciências como contexto de utilização do questionamento orientado para a promoção de capacidades de pensamento crítico.** Revista Portuguesa de Educação. v.16, nr. 001, Universidade do Minho: Braga/ Portugal, p. 231-252, 2003. Disponível em: http://redalyc.uaemex.mx/pdf/374/37416110.pdf acessado em 10.08.11.

WELLER, M., PEGLER, C., MASON, R. Putting the pieces together: What working with learning objects means for the educator. **Elearn International,** Edinburg, 2003. Disponível em: http://iet.open.ac.uk/pp/m.j.weller/pub/elearn.doc acesso em 17.05.10.

WILEY, D. A. **Learning object design and sequencing theory.** Unpublished doctoral dissertation. Brigham Young University. 2000. Disponível em: http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc> acesso em: 22/05/2008.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

# APÊNDICE A

## PLANO DE ENSINO DESENVOLVIDO EM AULA

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**Doutorado em Informática na Educação**

**PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES DE APRENDIZAGEM**
**segundo o Modelo Metodológico dos**
**TMP (Três Momentos Pedagógicos) e do Ciclo de Kolb**

### Módulo Didático (MD)

| **1) Identificação** | |
|---|---|
| Disciplina | Física |
| Carga horária total | 108 horas/aula |
| Ano letivo | 2010 |
| Carga horária do MD | 10 horas/aula |
| Professora | Ana Marli Bulegon |
| E-mail | anabulegon@gmail.com |

**2) Objetivo(s) da disciplina**

**Geral**: Propiciar aos estudantes uma sólida base conceitual sobre a Termodinâmica

**Específicos**: Ao final desta disciplina, o estudante deverá ser capaz de:
1. Identificar máquinas térmicas;
2. Compreender a importância da Revolução Industrial;
3. Relacionar pressão, volume e temperatura de um gás à energia mecânica;
4. Relacionar calor e trabalho;
5. Discutir a conservação de energia nos sistemas termodinâmicos;
6. Definir a Primeira Lei da Termodinâmica;
7. Compreender e aplicar a Primeira Lei da Termodinâmica;
8. Compreender a Segunda Lei da Termodinâmica;
9. Discutir sobre o rendimento de máquinas térmicas;
10. Avaliar o uso dos Biocombustíveis como fonte alternativa para a geração de calor;
11. Compreender o uso dos Biocombustíveis como fonte de calor alternativa nos veículos.

As aulas sobre Termodinâmica também visam promover a troca de experiências entre professores e estudantes, por meio de estudos de casos práticos e/ou do cotidiano dos alunos.

**3) Conteúdo programático**

**CONTEÚDOS CONCEITUAIS:**

- Revolução Industrial e Máquinas Térmicas
- Trabalho termodinâmico
- Primeira Lei da Termodinâmica
- Segunda Lei da Termodinâmica
- Rendimento de uma Máquina Térmica

**CONTEÚDOS PROCEDIMENTAIS:**

- Ler os enunciados com atenção e registrar os dados fornecidos,
- Reconhecer o motivo do problema apresentado,
- Identificar as variáveis que se quer discutir,
- Classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário,
- Definir uma estratégia para a resolução do problema,
- Emitir hipóteses,
- Argumentar consistentemente sobre os conteúdos conceituais da Física,
- Interpretar observações de situações do cotidiano,
- Representar e interpretar graficamente os dados,
- Analisar criticamente os resultados, tanto teóricos quanto experimentais,
- Explicitar suas ideias quando for solicitada sua opinião em questionamentos,
- Buscar informações em fontes diferenciadas, organizando as ideias comuns e complementares.

**CONTEÚDOS ATITUDINAIS:**

- Cooperar na elaboração dos trabalhos em equipe,
- Respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas,
- Assumir as responsabilidades inerentes ao momento,
- Opinar e agir em situações sociais que envolvam temas relevantes e polêmicos (como desperdício de energia, poluição do meio ambiente, uso de novas tecnologias),
- Resgatar a importância da escola na formação do cidadão, quanto à aprendizagem da leitura, escrita e criticidade da linguagem científica.

**4) Modalidades e critérios de avaliação da aprendizagem**

A avaliação na disciplina de Física será uma atividade educativa necessária para averiguar o rendimento do processo de ensino e de aprendizagem dos estudantes. Essa ocorrerá durante o processo, de forma continua e sistemática, valorizando as diferentes formas de expressão do conhecimento dos estudantes sobre os conceitos estudados/pesquisados, saiba fazer uso da linguagem matemática e aplicar os princípios teóricos estudados na resolução de exercícios.

Desta forma, a avaliação realizar-se-á por meio dos seguintes instrumentos avaliativos:
- Relatórios das atividades com o uso de Objetos de Aprendizagem;
- Postagens nos fóruns de discussão;
- Questionários;
- Testes;
- Diário da prática pedagógica (registro sobre a participação efetiva dos estudantes em sala de aula);
- Trabalhos individuais e em equipe.

O peso dos instrumentos de avaliação será de:
- trabalhos (peso 2,0) realizados em aula e/ou casa;
- participação efetiva em aula (peso 1,0);
- testes (peso 2,0);
- relatórios e postagens nos fóruns (peso 2,0);
- questionários (peso 3,0).

Os critérios de avaliação a serem observados no que tange a forma qualitativa (participação efetiva em aula e

trabalhos individuais e em grupos) serão:

a) capacidade de sintetizar e extrair considerações e/ou conclusões dos assuntos abordados.
b) desenvolvimento lógico do conteúdo: clareza no raciocínio, nas explicações e nas discussões
c) redação e apresentação de trabalhos: linguagem correta, clara e uso de terminologias adequadas à formação escolar.

Os estudantes serão aprovados se obtiverem média aritmética igual ou superior a 6,0 (sete) pontos conforme expresso no regimento escolar.

**5) Caracterização geral da metodologia de ensino**

**TÉCNICAS:**
Aulas no laboratório de Informática, com o uso do Ambiente virtual MOODLE e suas ferramentas, Objetos de Aprendizagem e multimídia; atividades de trabalho individuais e em grupo; pesquisa e estudo de casos; debate; resolução de problemas em aula e fora dela.

**RECURSOS:**
Objetos de Aprendizagem do tipo simulação, texto, vídeo, questionário, testes; Ambiente Virtual MOODLE e suas ferramentas como fórum, chat e wiki; datashow, slides, internet, livros, revistas, jornais, apresentações, pasta de materiais, multimídia, quadro de demonstração.

**6) Bibliografia**

GASPAR, Alberto. **Física.** São Paulo: Ática, 2000.

GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Menezes, L. C.; Hosoume, Y. (Coord.) **Física 2 / Física Térmica / Óptica.** São Paulo: EDUSP, 1998. Disponível em: http://www.if.usp.br/profis/arquivos/termo3.pdf http://www.if.usp.br/profis/leituras_termo.html acesso em 10.10.10

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física.** São Paulo: Scipione, 2005.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. **Universo da Física.** 2. Ed. São Paulo: Atual, 2005.

**Telecurso 2000 2º Grau - Física - Aula 26 (1 e 2)** Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=A2aug2v0EAs&feature=related> e <http://www.youtube.com/watch?v=qLlXXNqKlK4&feature=related>. Acesso em 05.10.10.

**Sites acessados:**

http://www.cienciamao.if.usp.br/tudo/exibir.php?midia=tex&cod=_eureka

http://feb.ufrgs.br/

http://www.labvirt.fe.usp.br

http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/

http://rived.proinfo.mec.gov.br

http://www.physics-software.com/software.html

http://pion.sbfisica.org.br/pdc/index.php/por/Multimidia/Simulacoes/Fluidos/Propriedades-dos-gases

http://www.qmc.ufsc.br/quimica/pages/aulas/images/gases_estados_fisicos.png

http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/

http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/

http://www.merlot.org/merlot/index.htm

http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html

http://www.if.usp.br/profis/leituras_termo.html

| **6) Cronograma de desenvolvimento** | |
|---|---|
| Data | Conteúdo/Atividade docente e/ou discente |
| Aula [1]<br>01.11.10 | **Conteúdo:** Apresentação e discussão sobre o planejamento das aulas sobre Termodinâmica. Definição da metodologia usada e das avaliações. Apresentação de algumas normas para que o estudo se torne mais eficiente. Apresentação do Ambiente virtual MOODLE e cadastramento dos estudantes.<br><br>Levantamento das concepções prévias dos estudantes acerca do assunto Termodinâmica.<br><br>**Fonte de referência:**<br>Bibliografia citada no Plano de Ensino.<br><br>**Atividade de aprendizagem:** Resolução de questões problematizadoras.<br><br>**Recursos:** OA do tipo questionário, ferramenta fórum do MOODLE. |
| Aula [2]<br>03.11.10 | **Conteúdo:** Máquinas Térmicas e a Revolução Industrial.<br><br>**Fonte de referência:**<br>Bibliografia citada no Plano de Ensino<br><br>**Atividade de aprendizagem:** Implementação de um Objeto de Aprendizagem do tipo texto e vídeo.<br><br>**Recursos:** eXe Learning, OA do tipo texto, AO do tipo vídeo, ferramenta fórum do MOODLE. |
| Aula [3]<br>08.11.10 | **Conteúdo:** Trabalho termodinâmico.<br><br>**Fonte de referência:**<br>Bibliografia citada no Plano de Ensino<br><br>**Atividade de aprendizagem:** Implementação de um Objeto de Aprendizagem do tipo texto.<br><br>**Recursos:** eXe Learning, OA do tipo texto, ferramenta fórum do MOODLE. |
| Aula [4]<br>09.11.10 | **Conteúdo:** Primeira lei da Termodinâmica.<br><br>**Fonte de referência:**<br>Bibliografia citada no Plano de Ensino<br><br>**Atividade de aprendizagem:** Implementação de um Objeto de Aprendizagem do tipo texto.<br><br>**Recursos:** eXe Learning, OA do tipo texto, ferramenta fórum do MOODLE. |

| | |
|---|---|
| Aula [5]<br>10.11.10 | **Conteúdo:** Rendimento de uma Máquina Térmicas.<br><br>**Fonte de referência:**<br>Bibliografia citada no Plano de Ensino<br><br>**Atividade de aprendizagem:** Implementação de um Objeto de Aprendizagem do tipo texto.<br><br>**Recursos:** eXe Learning, OA do tipo texto, ferramenta fórum do MOODLE. |
| Aula [6]<br>12.11.10 | **Conteúdo:** Primeira Lei da Termodinâmica.<br><br>**Fonte de referência:**<br>Bibliografia citada no Plano de Ensino<br><br>**Atividade de aprendizagem:** Debate.<br><br>**Recursos:** Ferramenta chat do MOODLE. |
| Aula [7]<br>16.11.10 | **Conteúdo:** Segunda Lei da Termodinâmica.<br><br>**Fonte de referência:**<br>Bibliografia citada no Plano de Ensino<br><br>**Atividade de aprendizagem:** Implementação de um Objeto de Aprendizagem do tipo texto e simulação.<br><br>**Recursos:** eXe Learning, OA do tipo texto, OA do tipo simulação, ferramenta fórum do MOODLE. |
| Aula [8]<br>17.11.10 | **Conteúdo:** Biocombustíveis.<br><br>**Fonte de referência:**<br>Bibliografia citada no Plano de Ensino<br><br>**Atividade de aprendizagem:** Implementação de um Objeto de Aprendizagem do tipo texto.<br><br>**Recursos:** eXe Learning, OA do tipo texto, ferramenta fórum do MOODLE. |
| Aula [9]<br>22.11.10 | **Conteúdo:** Biocombustíveis.<br><br>**Fonte de referência:**<br>Bibliografia citada no Plano de Ensino<br><br>**Atividade de aprendizagem:** Implementação de um Objeto de Aprendizagem do tipo vídeo.<br><br>**Recursos:** eXe Learning, OA do tipo vídeo, ferramenta fórum do MOODLE. |
| Aula [10]<br>23.11.10 | **Conteúdo:** Exercícios sobre Termodinâmcia.<br><br>**Fonte de referência:**<br>Bibliografia citada no Plano de Ensino<br><br>**Atividade de aprendizagem:** Implementação de um Objeto de Aprendizagem do tipo testes e questionário.<br><br>**Recursos:** eXe Learning, OA do tipo teste, OA do tipo questionário, ferramenta fórum do MOODLE. |

# PLANO DE TRABALHO IMPLEMENTADO EM AULA

## PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

**1ª AULA [01.11.10] – Problematização Inicial – Experiência concreta e Observação reflexiva (1ªe 2ª etapa do Ciclo de Kolb)**

Título: *Questões problematizadoras*

Atividade de aprendizagem:

Apresentação e discussão das seguintes questões problematizadoras:

1) Quando acontece uma transformação isovolumétrica, um sistema mantém constante o seu volume ao longo de todo o processo. Explique como o seu volume pode manter-se constante, se esse sistema estiver absorvendo calor de sua vizinhança.

2) Automóveis, ônibus e caminhões são exemplos de máquinas térmicas. Nelas a produção de movimento ocorre a partir da queima do combustível. Como isso é possível? Pode-se usar qualquer tipo de combustível nesses veículos?

Objetivo:

1)Verificar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito da Termodinâmica, a partir de situações de seu cotidiano. (subsunçores de Ausubel);

2)Promover as observações e reflexões posteriores acerca de seus conhecimentos prévios (1ª e 2ª etapa do Ciclo de Kolb);

3)Explicitar suas ideias quando for solicitada sua opinião em questionamentos (indicador de Newman: Justificativa, relevância);

4)Interpretar observações de situações do cotidiano. (PCNs e indicadores de Newman: Justificativa, relevância, importância);

5)Respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas (conteúdo atitudinal para Cesar Coll e Juan Ignácio Pozo).

Recursos:

Atividade no Laboratório de Informática com o uso da ferramenta fórum no Moodle.

Orientações para o professor:

O professor deve solicitar aos estudantes que respondam as questões acima e postem suas respostas no fórum de discussão “Problematização Inicial”. Em seguida os estudantes devem ler as respostas dos colegas e fazer comentários sobre elas, iniciando-se dessa forma um diálogo sobre o assunto. Esse diálogo deve ocorrer por meio do fórum.

Avaliação

Será considerada uma participação satisfatória se os estudantes postarem suas respostas no fórum e interagirem com seus colegas (via fórum).

**ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO**

| **2ª AULA [03.11.10] – Organização do conhecimento – Conceitualizações abstratas (3ª etapa do Ciclo de Kolb)** |
|---|
| Título: *Máquinas Térmicas e a Revolução Industrial*<br><br>Atividade de aprendizagem:<br><br>Implementação de um Objeto de Aprendizagem conforme orientações abaixo.<br>OA sobre Máquinas Térmicas e a Revolução Industrial<br><br>Objetivo:<br>1)Realizar as conceituações abstratas sobre Máquinas Térmicas e Revolução Industrial. (Corresponde a 3ª etapa do ciclo de Kolb);<br>2)Identificar as variáveis que se quer discutir (PCNs e indicadores de Newman: Justificativa, relevância, importância);<br>3)Interpretar e fazer uso adequado de modelos explicativos (PCN e indicador de Newman: conhecimento/experiência);<br>4)Classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário (PCN, Síntese de Bloom e indicador de Newman: avaliação crítica);<br><br>Recursos: Atividade no Laboratório de Informática com o uso de um Objeto de Aprendizagem do tipo texto e vídeo e do fórum no Moodle.<br><br>Orientações para o professor:<br><br>Dividir a turma em duplas e solicitar que eles interajam com o item Máquinas Térmicas e Revolução Industrial do Objeto de Aprendizagem "Termodinâmica" que consta no seguinte endereço: "http://moodle.cinted.ufrgs.br/moodle/mod/scorm/view.php?id=19469".<br><br>Os estudantes devem seguir as instruções que são apresentadas no OA que são: ler o texto, ver o vídeo e responder a duas perguntas, sobre o que foi estudado neste item, no fórum Máquinas Térmicas, procurando justificar algumas questões sobre como ocorre o movimento nos motores dos automóveis e nas máquinas a vapor além de relacionar a máquina a vapor com os motores dos automóveis.<br><br>O professor deverá orientar os alunos na realização das atividades, intervindo quando necessário.<br><br>Avaliação<br>Será considerada uma participação satisfatória se:<br>- os estudantes manipularem com o OA no Moodle;<br>- identificarem as diferenças entre motores automotivos e máquinas a vapor;<br>- compreenderem a realização do movimento por meio do calor;<br>- identificarem máquinas térmicas; |

- postarem suas respostas no fórum de maneira que elas apresentem indicativos do desenvolvimento do Pensamento Crítico e Aprendizagem Significativa (analisados de acordo com os indicadores de Newman).

**3ª AULA [08.11.10] – Organização do conhecimento – Conceitualizações abstratas (3ª etapa do Ciclo de Kolb)**

Título: *Trabalho Termodinâmico*

Atividade de aprendizagem

Implementação de um Objeto de Aprendizagem conforme orientações abaixo.

OA do tipo texto

Objetivo:

1)Realizar as conceituações abstratas sobre Trabalho termodinâmico (Corresponde a 3ª etapa do ciclo de Kolb; PCN);

2)Interpretar e fazer uso adequado de modelos explicativos (PCN e indicador de Newman: conhecimento/experiência; Análise para Bloom);

3)Classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário (PCN, Síntese de Bloom e indicador de Newman: avaliação crítica);

4)Assumir as responsabilidades inerentes a atividade proposta (conteúdo atitudinal para Cesar Coll e Juan Ignácio Pozo).

Recursos:

Atividade no Laboratório de Informática com o uso de um Objeto de Aprendizagem do tipo texto e do fórum no Moodle.

Orientações para o professor:

Dividir a turma em duplas e solicitar que eles leiam o texto sobre *Trabalho Termodinâmico* que consta no seguinte endereço:

http://moodle.cinted.ufrgs.br/moodle/mod/scorm/player.php?a=1241&currentorg=eXeamica1111e4823c6301e06273e262&scoid=6006

Após ler o texto, os estudantes devem fazer um resumo do que foi estudado em seu caderno. Esse resumo deve dar conta de responder algumas questões como: *O que é Trabalho termodinâmico? Do que depende a realização do trabalho termodinâmico? Se há expansão do gás, o trabalho será positivo ou negativo?E se houver compressão do gás, o trabalho será positivo ou negativo?*

O professor deverá orientar os alunos na realização das atividades, intervindo quando necessário.

Avaliação

Será considerada uma participação satisfatória se:

- os estudantes lerem o texto e fizerem um resumo em seu caderno;
- responderem às questões propostas de forma a apresentarem indicativos do desenvolvimento do Pensamento Crítico e Aprendizagem Significativa (analisados de acordo com os indicadores de Newman).

**4ª AULA [09.11.10] – Organização do conhecimento – Conceitualizações abstratas (3ª etapa do Ciclo de Kolb)**

Título: *Primeira Lei da Termodinâmcica*

Atividade de aprendizagem

Implementação de um Objeto de Aprendizagem conforme orientações abaixo.

OA do tipo texto

Objetivo:
1)Realizar as conceituações abstratas sobre Trabalho termodinâmico (Corresponde a 3ª etapa do ciclo de Kolb; PCN);
2)Interpretar e fazer uso adequado de modelos explicativos (PCN e indicador de Newman: conhecimento/experiência; Análise para Bloom);
3)Classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário (PCN, Síntese de Bloom e indicador de Newman: avaliação crítica);
4)Assumir as responsabilidades inerentes a atividade proposta (conteúdo atitudinal para Cesar Coll e Juan Ignácio Pozo).

Recursos:
Atividade no Laboratório de Informática com o uso de um Objeto de Aprendizagem do tipo texto e do fórum no Moodle.

Orientações para o professor:

Dividir a turma em duplas e solicitar que eles leiam o texto sobre *Primeira Lei da Termodinâmica* que consta no seguinte endereço:

http://moodle.cinted.ufrgs.br/moodle/mod/scorm/player.php?a=1242&currentorg=eXeamica1111e4823c6301e06273e262&scoid=5974

Após ler o texto, os estudantes devem fazer um resumo do que foi estudado em seu caderno. Esse resumo deve dar conta de responder algumas questões como: *Em que consiste a Primeira Lei da Termodinâmica?Todo o calor pode ser transformado em trabalho?*

O professor deverá orientar os alunos na realização das atividades, intervindo quando necessário.

Avaliação
Será considerada uma participação satisfatória se:
- os estudantes lerem o texto e fizerem um resumo em seu caderno;
- identificarem a conservação de energia;
- compreenderem a Primeira Lei da Termodinâmica como uma conservação de energia;
- responderem às questões propostas de forma a apresentarem indicativos do desenvolvimento do Pensamento Crítico e Aprendizagem Significativa (analisados de acordo com os indicadores de Newman).

**5ª AULA [10.11.10] – Organização do conhecimento – Conceitualizações abstratas (3ª etapa do Ciclo de Kolb)**

Título: *Rendimento de uma Máquina Térmica*

Atividade de aprendizagem

Implementação de um Objeto de Aprendizagem conforme orientações abaixo.

OA do tipo texto

Objetivo:

1)Realizar as conceituações abstratas sobre Rendimento de uma Máquina Térmica (Corresponde a 3ª etapa do ciclo de Kolb; PCN);

2)Interpretar e fazer uso adequado de modelos explicativos (PCN e indicador de Newman: conhecimento/experiência; Análise para Bloom);

3)Classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário (PCN, Síntese de Bloom e indicador de Newman: avaliação crítica);

4)Assumir as responsabilidades inerentes a atividade proposta (conteúdo atitudinal para Cesar Coll e Juan Ignácio Pozo).

Recursos:

Atividade no Laboratório de Informática com o uso de um Objeto de Aprendizagem do tipo texto e do fórum no Moodle.

Orientações para o professor:

Dividir a turma em duplas e solicitar que eles leiam o texto sobre *Rendimento de uma Máquina Térmica* que consta no seguinte endereço:

http://moodle.cinted.ufrgs.br/moodle/mod/scorm/player.php?a=1242&currentorg=eXeamica1111e4823c6301e06273e262&scoid=5976

Após ler o texto, os estudantes devem fazer um resumo do que foi estudado em seu caderno. Esse resumo deve dar conta de responder a seguinte questão: *Todo o calor pode ser transformado em trabalho?*

O professor deverá orientar os alunos na realização das atividades, intervindo quando necessário.

Avaliação

Será considerada uma participação satisfatória se:

- os estudantes lerem o texto e fizerem um resumo em seu caderno;
- compreenderem o que é rendimento de máquinas térmicas;
- verificarem que nem todo o calor pode ser transformado em trabalho;

**6ª AULA [12.11.10] – Organização do Conhecimento – Experimentação ativa (4ª etapa do Ciclo de Kolb)**

Título: *Primeira Lei da Termodinâmcica*

Atividade de aprendizagem

Chat – "Primeira Lei da Termodinâmica".

Objetivo:

1)Realizar a experimentação ativa (espera-se que os estudantes consigam relacionar os conhecimentos sobre trabalho termodinâmico, Primeira Lei da Termodinâmica (conservação de energia) e rendimento de uma máquina térmica (4ª etapa do ciclo de Kolb; PCN; indicadores de Newman: avaliação crítica, conhecimento/experiência; Aplicar e sintetizar de Bloom);

2)Elaborar sínteses com o uso de linguagem adequada (PCN; indicador de Newman: avaliação crítica; Síntese de Bloom);

3)Classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário (PCN, Síntese de Bloom e indicador de Newman: avaliação crítica);

4)Respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas (conteúdo atitudinal para Cesar Coll e Juan Ignácio Pozo);

5)Assumir as responsabilidades inerentes a atividade proposta (conteúdo atitudinal para Cesar Coll e Juan Ignácio Pozo).

Recursos:

Atividade no Laboratório de Informática com o uso de um Chat no Moodle.

Orientações para o professor:

Distribuir um estudante por computador e solicitar que eles entrem no chat "1ª Lei da Termodinâmica – Conservação de energia" que consta no seguinte endereço:

http://moodle.cinted.ufrgs.br/moodle/mod/chat/view.php?id=19518

O professor deverá orientar os estudantes na realização da atividade e interagir com eles no chat.

Avaliação

Será considerada uma participação satisfatória se:

- os estudantes participarem do chat com contribuições pertinentes ao assunto do mesmo;
- expressarem compreensão dos assuntos estudados até o momento;
- responderem às questões propostas de forma a apresentarem indicativos do desenvolvimento do Pensamento Crítico e Aprendizagem Significativa (analisados de acordo com os indicadores de Newman).

**7ª AULA [16.11.10] – Organização do conhecimento – 1ª, 2ª e 3ª etapa do Ciclo de Kolb**

Título: *Segunda Lei da Termodinâmica*

Atividade de aprendizagem

Implementação de um Objeto de Aprendizagem conforme orientações abaixo.

OA do tipo texto e simulação.

Objetivo:

1)Realizar o resgate das concepções prévias e reflexões sobre Entropia – Segunda Lei da Termodinâmica (Corresponde a 1ª e 2ª etapa do ciclo de Kolb);

2)Realizar as conceituações abstratas sobre Entropia – Segunda Lei da Termodinâmica (Corresponde a 3ª etapa do ciclo de Kolb; PCN);

3)Realizar a verificação da aprendizagem sobre entropia (Corresponde a 4ª etapa do ciclo de Kolb; PCN);

4)Interpretar e fazer uso adequado de modelos explicativos (PCN e indicador de Newman: conhecimento/experiência; Análise para Bloom);

5)Classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário (PCN, Síntese de Bloom e indicador de Newman: avaliação crítica);

5)Assumir as responsabilidades inerentes a atividade proposta (conteúdo atitudinal para Cesar Coll e Juan Ignácio Pozo).

Recursos:

Atividade no Laboratório de Informática com o uso de um Objeto de Aprendizagem do tipo texto e simulação, além do uso do fórum, no Moodle.

Orientações para o professor:

Dividir a turma em duplas e solicitar que eles leiam o texto sobre *Entropia e Segunda Lei da Termodinâmica* que consta no seguinte endereço:

http://moodle.cinted.ufrgs.br/moodle/mod/scorm/player.php?a=1243&currentorg=eXeamica1111e4823c6301e06273e262&scoid=6019

Após ler o texto e manipular com a simulação, os estudantes devem responder a seguinte pergunta no fórum: "Se é possível transformar carvão em cinza, por que não é possível transformar cinza em carvão?"

O professor deverá orientar os alunos na realização das atividades, intervindo quando necessário.

Avaliação

Será considerada uma participação satisfatória se:

- os estudantes lerem o texto, manipularem a simulação e postarem suas contribuições no fórum;
- demonstrarem, por meio das postagens no fórum, compreensão do assunto da aula.

## APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

**8ª AULA [17.11.10] – Aplicação do conhecimento – Experimentação ativa (4ª etapa do Ciclo de Kolb)**

Título: *Biocombustíveis*

Atividade de aprendizagem

Implementação de um Objeto de Aprendizagem conforme orientações abaixo.

OA do tipo texto.

Objetivo:

1)Realizar a verificação da aprendizagem sobre entropia (Corresponde a 4ª etapa do ciclo de Kolb; PCN);

2)Compreender as diferenças entre os tipos de combustíveis (fontes de calor) PCN e indicador de Newman: conhecimento/experiência; Análise e síntese, para Bloom);

3)Interpretar e fazer uso adequado de modelos explicativos (PCN e indicador de Newman: conhecimento/experiência; Análise para Bloom);

4)Classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário (PCN, Síntese de Bloom e indicador de Newman: avaliação crítica);

5)Assumir as responsabilidades inerentes a atividade proposta (conteúdo atitudinal para Cesar Coll e Juan Ignácio Pozo).

Recursos:

Atividade no Laboratório de Informática com o uso de um Objeto de Aprendizagem do tipo texto, além do uso do fórum, no Moodle.

Orientações para o professor:

Dividir a turma em duplas e solicitar que eles leiam o texto sobre *Gasolina ou Álcool? Tanto faz?* que consta no seguinte endereço:

http://moodle.cinted.ufrgs.br/moodle/mod/scorm/player.php?a=1243&currentorg=eXeamica1111e4823c6301e06273e262&scoid=6021

Após ler o texto, os estudantes devem postar no fórum suas reflexões acerca de algumas questões como: - *comente sobre as diferenças na coloração das chamas produzidas na combustão da gasolina e do álcool apresentadas; - observando a equação química de combustão da gasolina e também sua combustão na cápsula de porcelana, o que se pode dizer sobre os gases provenientes da queima?*

Além disso, os estudantes devem pesquisar sobre:

- a ação dos gases poluentes no organismo humano;

- quais as diferenças entre a gasolina comum e a gasolina aditivada (calor de combustão, reação química, etc.)?

- o preço de um quilograma de álcool e de um quilograma de gasolina. Após, estabeleça a relação entre custo e energia liberada para cada um deles. O que se pode dizer sobre essas relações?

Os estudantes ainda devem interagir com os demais colegas lendo suas postagens no fórum e fazendo comentários sobre as mesmas.

O professor deverá orientar os alunos na realização das atividades, intervindo quando necessário.

Avaliação
Será considerada uma participação satisfatória se:
- os estudantes lerem o texto e realizarem as atividades propostas no AO como: responder às questões problemas, pesquisarem sobre a ação dos gases poluentes no organismo humano e sobre as diferenças na composição química de alguns combustíveis;
- demonstrarem, por meio das postagens no fórum, compreensão do assunto da aula;

**9ª AULA[22.11.10] – Aplicação do conhecimento – Experimentação ativa (4ª etapa do Ciclo de Kolb)**

Título: *Biocombustíveis*

Atividade de aprendizagem

Implementação de um Objeto de Aprendizagem conforme orientações abaixo.

OA do tipo vídeo.

Objetivo:
1)Realizar a experimentação ativa (espera-se que os estudantes consigam relacionar os conhecimentos sobre o comportamento dos gases, trabalhados até este momento, com a atividade prática (4ª etapa do ciclo de Kolb; PCN; indicadores de Newman: avaliação crítica, conhecimento/experiência; Aplicar e sintetizar de Bloom);
2)Demonstrar a utilidade prática e a extensão da compreensão (indicadores de Newman) do conhecimento sobre Gases, a partir de citações de situações de seu cotidiano. (Corresponde a 4ª etapa do ciclo de Kolb; PCN; indicadores de Newman: relevância, importância, associação de ideias, Avaliar e analisar de Bloom);
3)Elabora relatórios modelos, etc. com o uso de linguagem adequada (PCN; indicador de Newman: avaliação crítica; Síntese de Bloom);
4)Verificar a variação do volume de um gás a partir da variação da temperatura do gás (PCN; indicador de Newman: conhecimento/experiência; Análise para Bloom);
5)Classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando for necessário (PCN, Síntese de Bloom e indicador de Newman: avaliação crítica);
6)Cooperar na elaboração dos trabalhos em equipe (conteúdo atitudinal para Cesar Coll e Juan Ignácio Pozo);
7)Respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas (conteúdo atitudinal para Cesar Coll e Juan Ignácio Pozo);
8)Assumir as responsabilidades inerentes a atividade proposta (conteúdo atitudinal para Cesar Coll e Juan Ignácio Pozo).

Recursos:
Atividade no Laboratório de Informática com o uso de um Objeto de Aprendizagem do tipo vídeo, sites de busca, ferramenta fórum do Moodle.

Orientações para o professor:

Dividir a turma em grupo de até 04 estudantes.

Solicitar que eles vejam o vídeo "Programa Pró-Álcool Brasileiro".

Após a realização da atividade com o uso do vídeo, os estudantes devem:

- comentar com seus colegas de grupo sobre a produção de Etanol no Brasil e em outros países;

- pesquisar sobre as consequências que os Biocombustíveis trarão à sociedade do séc XXI;

- postar suas conclusões no fórum (em forma de slides ou texto).

Essa postagem deve dar conta de *demonstrar a compreensão sobre a produção de Biocombustíveis e suas consequências para a sociedade do séc. XXI.*

O professor deverá orientar os alunos na realização das atividades, intervindo quando necessário.

Avaliação
Será considerada uma participação satisfatória se:
- os estudantes realizarem a atividade proposta e postarem suas conclusões acerca do assunto estudado em aula;
- os estudantes participarem do fórum com contribuições pertinentes ao assunto do mesmo;
- expressarem compreensão sobre o assunto Biocombustíveis;
- responderem às questões propostas de forma a apresentarem indicativos do desenvolvimento do Pensamento Crítico e Aprendizagem Significativa (analisados de acordo com os indicadores de Newman).

**10ª AULA[23.11.10] – Aplicação do conhecimento – Experimentação ativa (4ª etapa do Ciclo de Kolb)**

Título: *Exercícios*

Atividade de aprendizagem

Implementação de um Objeto de Aprendizagem.

OA do tipo testes, com questões de Verdadeiro ou Falso, escolha simples, Resolução de problemas (abertos, fechados ou semi-abertos) contextualizados com temas do cotidiano dos alunos ou não.

Os estudantes devem responder ao Teste [2] como complementação do trabalho deste módulo didático.

Objetivo:

1)Verificar a aprendizagem dos estudantes sobre Termodinâmica (Máquinas térmicas, trabalho termodinâmico, Primeira e segunda lei da termodinâmica, Biocombustíveis). É a etapa da experimentação ativa para Kolb (4ª etapa do ciclo de Kolb);

2)Verificar a utilização adequada dos conceitos estudados na resolução dos problemas propostos (PCN, indicador de Newman: conhecimento/experiência, avaliação crítica, utilidade prática, associação de ideias, justificativa, extensão da compreensão).

Recursos:

Atividade no Laboratório de Informática com o uso de um Objeto de Aprendizagem contendo exercícios dos seguintes tipos: questões de verdadeiro ou falso; questões de escolha simples e perguntas e respostas.

Orientações para o professor:

Solicitar que os alunos resolvam os exercícios individualmente e, ao término desta atividade, corrigi-los. As questões escolhidas para essa verificação procuram retomar as questões levantadas na Problematização inicial desse MD.

Avaliação

Será considerada uma participação satisfatória se:

- os estudantes fizerem corretamente os exercícios propostos;
- os estudantes argumentarem e defenderem suas posições com embasamento;
- os estudantes elaborarem respostas com o uso de uma linguagem adequada;
- responderem às questões propostas de forma a apresentarem indicativos do desenvolvimento do Pensamento Crítico e Aprendizagem Significativa (analisados de acordo com os indicadores de Newman).

# APÊNDICE B

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul**

**Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação**
**Pós-Graduação em Informática na Educação**

**PPGIE**

## Questionário [1]

Profª Ms. Ana Marli Bulegon

**Identificação:** Nome: .....Série:..... Turma:..... Data: .....

**Assunto:** Termodinâmica

**Aula [1]:** Problematização inicial

**Teste inicial** - Refletindo sobre os conceitos que envolvem o assunto Termodinâmica.

**Atividade:** Com base em seus conhecimentos, responda as questões abaixo. Escreva suas respostas em um arquivo do tipo word e poste-o no link indicado.

Questão [1] - É possível transformar todo o calor em trabalho? Justifique sua resposta.

Questão [2] - Quando o ar é comprimido rapidamente, porque sua temperatura aumenta?

Questão [3] - As usinas geradoras de eletricidade transformam energia mecânica de rotação do eixo da turbina em energia elétrica. Como é produzido o movimento de rotação de uma turbina a vapor?

Questão [4] - Automóveis, ônibus e caminhões são exemplos de máquinas térmicas. Nelas a produção de movimento ocorre a partir da queima do combustível. Como isso é possível? Pode-se usar qualquer tipo de combustível nesses veículos?

# APÊNDICE C

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul**

**Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação**
**Pós-Graduação em Informática na Educação**

**PPGIE**

## Questionário [2]

Profª Ms. Ana Marli Bulegon

**Identificação:** Nome: .....Série:..... Turma:..... Data: .....

**Assunto:** Termodinâmica

**Aula [10]:** Aplicação do conhecimento

**Teste final** - Refletindo sobre os conceitos que envolvem o assunto Termodinâmica.

**Atividade:** Com base em seus conhecimentos, responda as questões abaixo. Escreva suas respostas em um arquivo do tipo word e poste-o no link indicado.

Questão [1] - Será que um gás realiza trabalho? É possível transformar todo o calor em trabalho? Justifique sua resposta.

Questão [2] - Qual é a relação entre o calor cedido a um sistema, a variação ocorrida em sua energia interna e o trabalho externo por ele realizado?

Questão [3] - Se um trabalho é realizado sobre um sistema, sua energia interna aumenta ou diminui? Se o trabalho é realizado pelo sistema, a energia interna aumenta ou diminui?

Questão [4] - Um gás, contido em um cilindro provido de um pistão, expande-se ao ser colocado em contato com uma fonte de calor. Verifica-se que a energia interna do gás não varia. O trabalho que o gás realizou é maior, menor ou igual ao calor que ele absorveu?

Questão [5] - Por que dizemos que a energia dos biocombustíveis é renovável enquanto a da gasolina é considerada não-renovável?

Questão [6] -Após tudo o que foi estudado até o momento, qual sua opinião sobre o uso de biocombustíveis como fonte de energia nos veículos?

# APÊNDICE D

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul**

**Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação**
**Pós-Graduação em Informática na Educação**

**PPGIE**

MANECO – 2010 - FÍSICA – 2ª Série

## Questionário [3]

AVALIAÇÃO DAS AULAS NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA

Prezados estudantes

Como vocês sabem, o formato das aulas no Laboratório de Informática difere das demais aulas presenciais. Ao encerrar essa etapa das aulas de Física, uma parte importante de nossa análise está baseada em suas percepções acerca da utilização do computador e da Internet nas aulas do Laboratório de Informática. Nós estamos interessados, também, em avaliar de vários modos o grau em que estas aulas lhes proporcionaram aprendizagem e se esta foi significativa.

Para tanto, nós elaboramos perguntas e solicitamos que vocês as respondam. Suas respostas serão muito importantes para nós e para a melhoria das aulas no Laboratório de Informática.

Agradecemos antecipadamente o esforço e a atenção que dedicaram a essa pesquisa.

Profª Ana Marli Bulegon
Pesquisadora

---

**Questionário para Avaliação das aulas no Laboratório de Informática**

Este questionário destina-se a verificar as percepções dos estudantes da 2ª série do Ensino Médio no uso da Internet e do computador ao participarem de aulas presenciais no Laboratório de Informática da 2ª série do Ensino Médio, na disciplina de Física.

**A) Aulas de Física no Laboratório de Informática:**
1) Qual sua percepção sobre as aulas de Física no Laboratório de Informática?

2) Em sua opinião, como foi sua aprendizagem dos conteúdos de Física, nas aulas no Laboratório de Informática?

3) A metodologia de ensino, utilizada pela professora, nas aulas de laboratório, favoreceram a aprendizagem dos conteúdos de Física? Por quê?

4) Em sua opinião, qual foi a aula que você teve maior aprendizagem? Por quê?

**B) Uso do computador e da Internet nas aulas de Física:**
1) De que forma o computador favoreceu a compreensão dos conteúdos de Física? E a Internet?

2) Em sua opinião, qual a ferramenta da Internet (fórum, chat) foi mais adequada para a compreensão dos assuntos de Física nas aulas do Laboratório de Informática? Por quê?

**C) Estratégias de ensino e de aprendizagem:**
1) Quão importante é o uso da tecnologia para a sua aprendizagem?
( ) Não importante ( ) Razoavelmente importante ( ) Muito importante

2) Quão importante é o uso do computador para sua aprendizagem?
( ) Não importante ( ) Razoavelmente importante ( ) Muito importante

3) Quão importante é o uso da Internet para sua aprendizagem?
( ) Não importante ( ) Razoavelmente importante ( ) Muito importante

4) A oportunidade para discussão neste curso era:
( ) Insuficiente ( ) A quantia certa ( ) Demasiado

5) Comparado a aulas fora do Laboratório de Informática, a oportunidade para discussão nestas aulas foi:
( ) Muito menos ( ) Praticamente a mesma ( ) Muito mais

6) Quão importante a discussão é na sua aprendizagem?
( ) Não importante ( ) Razoavelmente importante ( ) Muito importante

7) A oportunidade de integrar conteúdos nessas aulas foi:
( ) Insuficiente ( ) Na dose certa ( ) Demasiado

8) Até que pondo o pensamento crítico foi requerido nestas aulas?
( ) Muito pouco ( ) A quantia certa ( ) Demasiado

9) Comparado às aulas em sala de aula, até que ponto o pensamento crítico foi requerido nessas aulas?
( ) Muito menos ( ) Praticamente o mesmo ( )Muito mais

10) Quão importante é o pensamento crítico na sua aprendizagem?
( ) Pouco importante ( ) Razoavelmente importante ( ) Muito importante

11) Quanto você aprendeu nessas aulas?
( ) Não muito ( ) Razoavelmente ( ) Muito

12) Comparado às aulas em sala de aula, quanto você aprendeu nas aulas do Laboratório de Informática?
( ) Muito menos ( ) Praticamente o mesmo ( ) Muito mais

13) Quão importante está sendo aprender novos conteúdos para você?
( ) Não importante ( ) Razoavelmente importante ( ) Muito importante

14) O uso do vídeo facilitou sua aprendizagem? Por quê?
( ) Não ( ) Não muito ( ) Sim
_____
_____
_____

15) O uso da simulação facilitou sua aprendizagem? Por quê?
( ) Não ( ) Não muito ( ) Sim

_____
_____
_____

16) O uso do texto facilitou sua aprendizagem? Por quê?
( ) Não ( ) Não muito ( ) Sim
_____
_____
_____

17) O uso do fórum facilitou sua aprendizagem? Por quê?
( ) Não ( ) Não muito ( ) Sim
_____
_____
_____

18) O uso do fórum facilitou sua aprendizagem? Por quê?
( ) Não ( ) Não muito ( ) Sim
_____
_____
_____

19) O uso do chat facilitou sua aprendizagem? Por quê?
( ) Não ( ) Não muito ( ) Sim
_____
_____
_____

20) Quanto esforço você investiu neste curso?
( ) Não muito ( ) Uma quantia adequada ( ) Uma grande quantia
_____
_____
_____

21) Comparado a aulas em sala de aula, quanto esforço você investiu neste curso?
_____
_____
_____

22) Você recomendaria que outros professores fizessem aulas como essas? Por quê?
( ) Não ( ) Talvez ( ) Sim
_____
_____
_____

As perguntas a seguir, provavelmente são a parte mais importante desta avaliação. Por favor, tome alguns minutos para refletir sobre sua aprendizagem e, então, responda:

23) Do que você mais gostou, ou o que foi mais benéfico em fazer as aulas no Laboratório de Informática?

24) Do que você gostou menos?

25) Existe algo mais que você pensa ser útil para nós a fim de aprimorar nossas aulas?

# APÊNDICE E

# DIÁRIO DA PRÁTICA PEDAGÓGICA

Apresenta-se a seguir algumas anotações realizadas no diário da prática pedagógica sobre as observações realizadas em aula na implementação do MD Termodinâmica.

Quadro 12: Diário da prática pedagógica

| | **Fato observado** | **Descrição da observação** |
|---|---|---|
| Aula dia 03.11.10 | - Os estudantes chegaram ao laboratório ávidos pelo computador.<br><br>- Ficam fissurados pelo computador que nem prestam atenção às explicações da professora. | Eles agem com o computador do laboratório de informática da escola como se fosse o seu próprio computador. Sentam-se cada um diante de um computador e logo começam a manuseá-lo. Demonstram intimidade com esse equipamento. Provavelmente esse fato é devido às suas interações em redes sociais. Em torno de 90% dos estudantes, participantes da pesquisa, participam de redes sociais e tem computador e acesso à Internet em suas casas. Entretanto, nesta aula, não verifiquei "fugidas" do ambiente Moodle para as redes sociais.<br><br>Outro motivo seria o número reduzido de visitas e aulas no laboratório de informática da escola, palco deste trabalho. |
| | - Eles fazem menos ruídos com conversas entre eles no Laboratório de informática do que em sala de aula. | Eles ficam absolutamente concentrados e envolvidos nas atividades com o uso do computador. Se conversam com os colegas é em tom baixo. |
| Aula dia 08.11.10 | - Para acessar o MOODLE fazem o seguinte caminho: abrem seus e-mails e buscam o endereço na mensagem que receberam no cadastramento.<br><br>- Eles não fazem anotações em papel. Ao sentar-se diante do computador eles navegam sem a preocupação de realizar anotações. Dizem que tudo fica anotado no computador. | Acredito que os estudantes estão de tal forma familiarizados com o computador que já têm suas próprias estratégias para fazer anotações, sem a necessidade de lápis/caneta ou papel. |
| | - Continuam sem ouvir as instruções iniciais da aula. | Ao entrar no laboratório os estudantes dirigem-se rapidamente ao computador e não aguardam as instruções da professora. Logo acessam a página da disciplina e passam a realizar as atividades propostas. Novamente não percebi que os estudantes tenham navegado em redes sociais neste dia. |

| | | |
|---|---|---|
| Aula dia 12.11.10 | - Estavam eufóricos.<br><br>- Agiram, desde o início da aula, de forma infantil, ou seja, agiam como se estivessem apenas falando no MSN, sem um compromisso maior em responder o conteúdo corretamente. | Foi a aula mais rica em participações e a mais agitada em termos de diálogo entre os estudantes. Nos primeiros minutos da aula entraram no chat como fazem para acessar o MSN, ou seja, para dialogar com os colegas sem o compromisso de responder corretamente sobre algum assunto. |
| | - Comentavam com os colegas em voz alta a forma como cada um entrou no chat. Faziam críticas às suas postagens em voz alta. | Penso que faziam a diferença entre o ambiente interno do externo da escola, pois refletiam e criticavam a forma como cada um escrevia no chat. Com isso, alguns alunos tinham um cuidado maior na forma de postar suas respostas. |
| | - Muito estudantes não conseguiam acompanhar o chat. Só liam as postagens dos colegas. | Em muitos casos os estudantes não conseguiam acompanhar o chat, pois lhes faltava conhecimento conceitual sobre a "Primeira Lei da Termodinâmica" para postar as respostas. Por outro lado, eram muitos participantes de uma vez só e eles estavam acostumados a dialogar via MSN com uma ou duas pessoas, no máximo. |
| | - Buscaram nos textos de aulas anteriores o embasamento teórico para participar das discussões do fórum. | A dificuldade encontrada por muitos estudantes em acompanhar as discussões no chat levou-os a estudar os materiais disponibilizados nas aulas anteriores e à busca de novas informações.<br><br>Chamei a atenção dos estudantes para a importância da concentração e estudo dos assuntos abordados em aula. |

# APÊNDICE F

## Exemplos de análises dos indicadores de Pensamento Crítico realizadas nas questões dos questionários [1] e [2]

A título de exemplo, apresenta-se a seguir alguns exemplos da análise realizada nas questões dos questionários. A tabela 7 apresenta a análise de algumas respostas para a questão 2 do Questionário [1]: (*Quando o ar é comprimido rapidamente, porque sua temperatura aumenta?)*

Tabela 7: Análise de algumas respostas da questão 2 do Questionário [1] para os indicadores de Pensamento Crítico

| Estudante | Indicadores de Pensamento Crítico de Newman e colaboradores | C/E | N | R | I | A/C | A | A/I | J | U/P | EX |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E1 | Porque quando o ar é comprimido a pressão é grande, se a pressão é grande a temperatura também aumenta. | + | - | - | - | + | + | + | + | - | + |
| E2 | Por causa do choque das moléculas. | - | - | - | + | - | + | - | - | - | - |
| E3 | Não sei. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| E4 | Por causa da agitação das moléculas (choque entre as moléculas). | - | - | - | + | - | + | - | - | - | - |
| E5 | Porque seu volume diminui, assim as moléculas se chocam mais vezes e acabam por aumentar a pressão e a temperatura. | + | + | + | + | + | + | + | + | - | + |
| E6 | A quantidade de energia em excesso faz que as moléculas se aditam fazendo que a temperatura aumente. | + | + | + | - | + | - | - | + | - | - |
| E10 | Por causa da pressão que causa nas moléculas, fazendo assim elas se agitarem mais rapidamente. | + | - | - | + | - | + | + | + | - | + |
| E12 | Porque quando o ar é comprimido aumenta a pressão e consequentemente aumenta a temperatura. | + | - | - | - | - | + | + | + | - | + |
| E13 | As moléculas se juntam mais, e isso faz com que a aproximação delas forme calor. | - | - | - | - | - | _ | + | - | - | - |
| E14 | Porque o ar comprimido tão rapidamente que não dá tempo de perder temperatura para o ambiente. | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

O quadro 13 apresenta algumas análises realizadas nas respostas dos estudantes das questões dos Questionários [1] e [2] em relação ao indicador Ambiguidade. A questão analisada (questão 1) refere-se ao Questionário [2].

Quadro 13: Análise de algumas respostas dos estudantes para o indicador Ambiguidade referente a questão 1 do Questionário [2]

| Aluno | *Questão 1.* Será que um gás realiza trabalho? É possível transformar todo o calor em trabalho? Justifique sua resposta. | Ambiguidade |
|---|---|---|
| $E_2$ | Sim, é possível transformar gás em trabalho. Não, pois uma parte do calor é perdida. O rendimento nunca é de 100%. | + |
| $E_5$ | Sim, um gás realiza trabalho, e não, não é possível transformar todo calor em trabalho, pois há o Q1. | - |
| $E_{11}$ | Sim, o gás realiza trabalho. Não porque uma parte da energia é perdida para o meio. | + |
| $A_7$ | O gás realiza trabalho sim. Não é possível transformar sempre calor em trabalho, porque sempre haverá perdas de energia. | + |
| $R_8$ | Sim. Não é possível transformar todo o calor em trabalho sem haver perdas para uma fonte fria. | + |
| $R_9$ | Sim. Se libera calor ele faz realiza trabalho não só é possível em máquinas. | - |
| $R_{14}$ | Sim. Um gás realiza trabalho sobre o meio. É impossível transformar todo calor em trabalho, porque para completar um ciclo, o dispositivo deverá rejeitar parte do calor absorvido para uma fonte fria. | + |

A tabela 8 apresenta a análise de algumas respostas da *Questão 6: Após tudo o que foi estudado até o momento, qual sua opinião sobre o uso de biocombustíveis como fonte de energia nos veículos?*do questionário [2] emrelação aos indicadores Relevência, Utilidade Prática e Associação de ideias.

Tabela 8: Análise de algumas respostas dos estudantes à questão 6 do Questionário [2] para os indicadores Relevância, Utilidade Prática e Associação de ideias

| Estudante | Indicadores de Pensamento Crítico de Newman e colaboradores | C/E | N | R | I | A/C | A | A/I | J | U/P | EX |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_2$ | Acredito que, apesar de ser uma alternativa onde o rendimento é menor, ainda assim é a melhor escolha, pois, além de preservar o petróleo os biocombustíveis ainda são menos poluentes, e certamente com o tempo os cientistas descobrirão uma forma de obter o mesmo rendimento que atualmente temos dos combustíveis fósseis. | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_7$ | Biocombustíveis são fontes renováveis, derivados de matérias agrícolas, não causando mal ao meio ambiente. | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| $E_3$ | Em minha opinião, os biocombustíveis trazem grandes benefícios para o meio ambiente e para a economia. Sendo assim, é viável que se adote essa forma de obter energia. | + | + | - | - | + | + | + | + | + | + |
| $R_{14}$ | O uso de biocombustível foi uma forma de diminuir a emissão de poluentes na atmosfera, além de ser uma fonte renovável. | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| $E_{17}$ | Sou a favor. Além de terem um custo mais barato, tanto na compra quanto na produção, poluem bem menos que a gasolina e o diesel. | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |