UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA

Mário Jose Van Thienen da Silva

AULAS DE FÍSICA APOIADAS POR RECURSOS VIRTUAIS: mapeando um projeto de alfabetização em Ciências no Ensino Médio

BAURU/SP
2012

MÁRIO JOSÉ VAN THIENEN DA SILVA

AULAS DE FÍSICA APOIADAS POR RECURSOS VIRTUAIS: mapeando um projeto de alfabetização em Ciências no Ensino Médio

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da área de concentração de Ensino de Ciências e Matemática, da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", *campus* de Bauru, como requisito para a obtenção de título de doutor.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Gaspar

BAURU/SP

2012

Silva, Mário José Van Thienen da

Aulas de Física apoiadas por recursos virtuais: mapeando um projeto de alfabetização em ciências no ensino médio / Mário José Van Thienen da silva, 2012

183 f. : il.

Orientador: Alberto Gaspar

Tese (Doutorado)–Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2012

1. Interatividade 2. Interação 3. Recursos Virtuais. 4. Alfabetização em Ciências. 5. Mapeamento das Mudanças Alcançadas. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE BAURU
FACULDADE DE CIENCIAS DE BAURU

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE MARIO JOSE VAN THIENEN DA SILVA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DO(A) FACULDADE DE CIENCIAS DE BAURU.

Aos 24 dias do mês de maio do ano de 2012, às 09:00 horas, no(a) Anfiteatro da Pós-graduação, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. ALBERTO GASPAR do(a) Departamento de Física e Química / Faculdade de Engenharia de Guaratingueta, Prof. Dr. PAULO CEZAR SANTOS VENTURA do(a) Unidade de Formação e Capacitação de Docentes / Centro Federal de Educaçao Tecnológica de Minas Gerais, Prof. Dr. WILSON MASSASHIRO YONEZAWA do(a) Departamento de Computação / Faculdade de Ciencias de Bauru, Prof. Dr. GUSTAVO ISAAC KILLNER do(a) Departamento de Educação / Universidade Virtual do Estado de São Paulo, Prof. Dr. AGUINALDO ROBINSON DE SOUZA do(a) Departamento de Química / Faculdade de Ciencias de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a argüição pública da TESE DE DOUTORADO de MARIO JOSE VAN THIENEN DA SILVA, intitulado "Aula de Física Apoiadas por Recursos Virtuais: mapeando um projeto de alfabetização em ciencias no Ensino Médio". Após a exposição, o discente foi argüido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. ALBERTO GASPAR

Prof. Dr. PAULO CEZAR SANTOS VENTURA

Prof. Dr. WILSON MASSASHIRO YONEZAWA

Prof. Dr. GUSTAVO ISAAC KILLNER

Prof. Dr. AGUINALDO ROBINSON DE SOUZA

AGRADECIMENTOS

O trabalho só foi possível com a colaboração de várias pessoas. Por isso agradeço o Professor Alberto Gaspar, por suas indagações e desafios durante o processo, os professores do Programa que sempre atenderam de forma integra e consciente, ao pessoal da secretaria do Programa, pela prestatividade, aos professores da UTFPR, com quem interagi nesses anos, aos alunos, e aos demais pertencentes a esse processo.

Faço um agradecimento especial à minha esposa e filhos por entenderem esse momento de dedicação e pelo apoio irrestrito nesses anos.

RESUMO

O trabalho de doutorado trata do conceito de interatividade dos recursos virtuais fundamentada na interação/mediação de Lev Vygotski, em sua teoria Sócio-HiStórica. Na busca por indícios que apontem para um incremento no nível de Alfabetização em Ciências dos alunos, utilizou-se o apoio de recursos virtuais em aulas de física no ensino médio. A influência da escolha de um recurso virtual desenvolvido para a Educação à Distância, o AVEA – MOODLE, demonstrou-se eficiente nesta linha de trabalho, pois possibilita momentos de interação entre os envolvidos, tanto em momentos síncronos (chats) e assíncronos (fóruns). Utilizou-se uma pesquisa qualitativa procedimental, que versava sobre os planejamentos, a ação e a análise dos encaminhamentos em sala de aula. A análise do processo baseia-se no mapeamento das mudanças alcançadas quanto ao nível de Alfabetização em Ciências dos alunos.

Palavras chave: Interatividade; Interação; Recursos virtuais; Alfabetização em Ciências; Mapeamento mudanças alcançadas.

ABSTRACT

DOCTORAL WORK OF THIS CONCEPT INTERACTIVE VIRTUAL RESOURCE BASED ON INTERACTION/MEDIATION LEV VYGOTSKY IN YOUR SOCIAL/HISTORICAL THEORY. THE SEARCH FOR SIGNS THAT POINT TO A LEVEL INCREASE IN SIENTIFIC LITERACY STUDENTS USED UP SUPPORT FOR VIRTUAL RESOURCES IN PHYSICS CLASSES IN HIGH SCHOOL. THE INFLUENCE OF THE CHOICE OF A VIRTUAL RESOURCE DESIGNED FOR DISTANCE EDUCATION, THE AVEA - MOODLE, BE FRUITFUL DEMONSTRATED IN THIS LINE OF WORK AS POSSIBLE MOMENTS OF INTERACTION BETWEEN INVOLVED, WHETHER IN MOMENTS SYNCHRONOUS (CHATS) AND ASYNCHRONOUS (FORUMS). USED IS A QUALITATIVE RESEARCH PROCEDURAL, WHICH WAS ABOUT THE PLANNING, ACTION AND ANALYSIS OF CLASSROOM REFERRALS. ANALYSIS OF THE PROCESS IS BASED ON THE MAPPING OF CHANGES ACHIEVED ON THE LEVEL OF SIENTIFIC LITERACY STUDENTS.

keywords: Interactivities, Interaction, Virtual Resources, Scientific Literacy**.** Mapping changes achieved.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Os três estágios do Mapeamento das Mudanças Alcançadas..... 24
Figura 2: Esquema figurativo do método Sakharov..... 56
Figura 3: Esquema do cérebro..... 66
Figura 4: Binômios da interatividade..... 85
Figura 5: Proposta de organização das atividades educacionais..... 92
Figura 6: Tela de Abertura do *Software Kerbal Space Program* 99
Figura 7: Utilizando o *Software* de simulação de montanha russa..... 102
Figura 8: Tela com valores de simulação de colisões..... 103
Figura 9: Rede conceitual elaborado para o mapeamento das mudanças ocorridas no processo..... 107
Figura 10: Tela de entrada do portal I – Banco Internacional de Objetos Educacionais..... 109
Figura 11: Tela de entrada do portal II: Portal do Professor..... 110
Figura 12: Tela de busca no portal do professor de materiais disponíveis para a Física..... 111
Figura 13: Tela de busca no portal do professor de materiais disponíveis para Mecânica..... 112
Figura 14: Tela de busca no portal do professor de materiais disponíveis para Termodinâmica..... 113
Figura 15: Tela de busca no portal do professor de materiais disponíveis para Óptica..... 114
Figura 16: Tela de busca no portal do professor de materiais disponíveis para Ondulatória..... 115
Figura 17: Tela de busca no portal do professor de materiais disponíveis para Eletromagnetismo 116
Figura 18: Tela de busca no portal do professor de materiais disponíveis para Física Moderna..... 117
Figura 19: Tela de busca no Portal I 122
Figura 20: Diagrama representativo do Mapeamento das Mudanças Alcançadas..... 160
Figura 21: Página inicial no *MOODLE*..... 180
Figura 22: Página de simulações – *hyperlink* portal do professor 181
Figura 23: Atividade off-line..... 182
Figura 24: Fórum de dúvidas..... 182
Figura 25: Atividade – Força Gravitacional..... 183

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição dos materiais no Portal do Professor referentes à Mecânica 113
Gráfico 2: Distribuição dos materiais no Portal do Professor referentes à Termodinâmica 114
Gráfico 3: Distribuição dos materiais no Portal do Professor referentes à Óptica 115
Gráfico 4: Distribuição dos materiais no Portal do Professor referentes à Ondulatória 116
Gráfico 5: Distribuição dos materiais no Portal do Professor referentes ao Eletromagnetismo 117
Gráfico 6: Distribuição dos materiais no Portal do Professor referentes à Física Moderna 118
Gráfico 7: Distribuição dos materiais no Portal I quanto a interatividade 124
Gráfico 8: Diário de desempenho 144

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Quadro comparado da Solução de Testes Espontâneos e Científicos (em%) 61
Quadro 2: Critérios para os diários de apontamentos das mudanças 125

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Escores de alfabetização em ciências dos alunos dos grupos A e B em comparação com os resultados mínimos propostos por Laugksch e Spargo (1996a.) 95

Tabela 2: Transcrição dos depoimentos dos alunos em sala de aula do vídeo de gravação das aulas 126

Tabela 3: Posição dos alunos quanto ciência - Transcrição do vídeo de gravação da aula 128

Tabela 4: Debate 03 - Material retirado do *Chat* disponível no bloco da disciplina no *MOODLE* 130

Tabela 5: Debate 04 - Material retirado do *Chat* disponível no bloco da disciplina no *MOODLE* 130

Tabela 6: Material retirado do *Chat* que ocorreu durante a atividade educacional que tratou do assunto energia 132

Tabela 7: Transcrição do registro da aula do professor 133

Tabela 8: Material retirado do Fórum: O que mudou nas aulas? 135

Tabela 9: Transcrição de parte da filmagem do debate sobre a partida da Apollo 137

Tabela 10: Transcrição de parte dos registros de aula do professor – aula no laboratório didático de Física I 139

Tabela 11: Transcrição de parte do *Chat* referente à aula: Medida da aceleração da gravidade na Lua 139

Tabela 12: Transcrição de parte da filmagem da aula: Medida da aceleração da gravidade na Lua 141

Tabela 13: Transcrição de parte da filmagem da aula: Medida da aceleração da gravidade na Lua 141

Tabela 14: Transcrição de parte da filmagem da aula: Medida da aceleração da gravidade na Lua 142

Tabela 15: Transcrição de parte da filmagem da aula: Medida da aceleração da gravidade na Lua 142

SUMÁRIO

1 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA 12
1.1 OBJETIVO GERAL 18
1.1.1 Objetivos Específicos 18
1.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 19
2 ENSINO DE CIÊNCIAS 25
2.1 ALFABETIZAÇÃO EM CIÊNCIAS 27
2.2 COMO CONFIRMAR A AC? 37
3 A APRENDIZAGEM NA VISÃO DE VIGOTSKI E DA NEUROCIÊNCIA 45
3.1 TEORIA DE VIGOTSKI: UMA BREVE BIOGRAFIA E IDEIAS PRINCIPAIS LEV SEMYONOVITCH VIGOTSKI 45
3.2 O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO E DA LINGUAGEM 47
3.3 A FORMAÇÃO DE CONCEITOS PARA VIGOTSKI 52
3.4 UMA ABORDAGEM VIGOTSKIANA PARA A FORMAÇÃO DOS CONCEITOS CIENTÍFICOS 60
3.5 PLASTICIDADE DO CÉREBRO – DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO COMPROVANDO AS IDEIAS DE VIGOTSKI 65
3.6 A COLABORAÇÃO E A INTERAÇÃO SOCIAL VIGOTSKIANA 69
3.7 OS CONSTRUTOS DE WERTSCH 72
3.7.1 Definição da situação 73
3.7.2 Intersubjetividade 75
3.7.3 Mediação semiótica 76
4 RECURSOS VIRTUAIS 78
4.1 FERRAMENTAS E USOS LOCALIZADOS DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO 80
4.2 INTERATIVIDADE 82
4.3 PLATAFORMA *MOODLE* 87
4.3.1 Usuários do *Moodle* 88
4.3.2 Ferramentas Utilizadas para o Desenvolvimento da Atividade 89
4.4 DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO EDUCACIONAL 91
4.5 NÍVEIS DE ALFABETIZAÇÃO EM CIÊNCIAS APRESENTADOS PELOS ALUNOS 95
4.6 ATIVIDADES DOCENTES APOIADAS PELOS RECURSOS VIRTUAIS 96
4.6.1 Atividade 1: Vídeo da Viagem da Apollo 11 (02 Aulas) 97
4.6.2 Atividade 2: Debate em Torno do Vídeo 97
4.6.3 Atividade 03: Quais Formas de Energia Existem Durante o Lançamento de um Foguete? – 12 Aulas 99
4.6.4 Atividade 04: Conservação de Energia na Viagem À Lua– 09 Aulas 100

4.6.5 Atividade 05: Impulso e Quantidade de Movimento – 09 Aulas 102
4.6.6 Atividade 06: Gravitação – 06 Aulas 104
5 ANÁLISE DOS DADOS – MAPEANDO AS MUDANÇAS ALCANÇADAS..... 106
5.1 INTERAÇÕES OCORRIDAS EM SALA DE AULA E AS MUDANÇAS ALCANÇADAS 124
6 PLANEJAMENTO DA AVALIAÇÃO 145
6.1 LIMITES E AVANÇOS 145
6.2 LIÇÕES TIRADAS 149
REFERÊNCIAS..... 164
APÊNDICES 179

1 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

Nesses dezenove anos em que venho atuando como professor de Física em instituições públicas ou privadas, tanto no nível médio como no superior, os problemas observados e vividos por mim têm sido inúmeros, mas dois deles me parecem os mais relevantes. Em primeiro lugar, refiro-me àqueles oriundos do núcleo formador dos alunos: a família. Acredito que seus problemas e necessidades podem acarretar dificuldades de aprendizagem e desajustes de comportamento nos alunos. Em segundo lugar, estão os valores e exigências da sociedade em que vivem, que podem levar os jovens ou até mesmo impor a eles concepções e atitudes que resultem em comportamentos prejudiciais ao seu desempenho escolar, desde o desinteresse pelos estudos até a violência explícita.

Não me parecem suficientes, também, as ações resultantes de políticas públicas educacionais que pretendem mudar esse quadro por meio de propostas pedagógicas nem sempre eficientes ou viáveis, nem focar essa mudança apenas na formação dos profissionais da educação, seja em nível de graduação ou de extensão, que têm se mantido atreladas a currículos ou práticas educacionais da educação formal do século passado, ignorando as radicais transformações tecnológicas observadas nas últimas décadas e seu extraordinário impacto na sociedade e, principalmente, nos adolescentes.

É preciso analisar e avaliar as relações escolares e as estruturas de gestão escolar para que sejam desenvolvidas ações destinadas a criar ou a construir ambientes que favoreçam e estimulem o processo de ensino e aprendizagem, isto é, que aprimorem o funcionamento administrativo-

pedagógico da escola. Essas ações são fundamentais porque interferem diretamente no interesse dos alunos pelos estudos, pois como afirma Vigotski:

> [...] toda aprendizagem só é possível na medida em que se baseia no próprio interesse da criança. Outra aprendizagem não existe. Toda questão consiste no quanto o interesse está orientado na linha do próprio objeto de estudo e não relacionado a influências externas a ele como prêmios, castigos, medos, desejo de agradar, etc. mas reconhecer a prepotência do interesse infantil não condena de maneira nenhuma o pedagogo a segui-lo de modo impotente. Ao organizar o meio e a vida da criança nesse meio, o pedagogo interfere ativamente nos processos de desenvolvimento dos interesses infantis e age sobre eles da mesma forma que influencia todo o comportamento das crianças. Entretanto sua regra será sempre uma: antes de explicar, interessar; antes de obrigar a agir, preparar para a ação; antes de apelar para reações, preparar para a atitude; antes de comunicar alguma coisa nova, suscitar a expectativa do novo (VIGOTSKI, 2001b, p. 163).

Pesquisas em ensino de ciências têm sugerido estratégias destinadas a promover ou resgatar o interesse do educando para o conhecimento a ser trabalhado em sala de aula. Para Thomaz (2000) é consenso entre os professores de física que a atividade experimental atrai os alunos. Monteiro (2002) verificou um incremento na atenção dos alunos quando se apresentam atividades experimentais demonstrativas nas aulas de física do ensino médio. Silva (2004) buscou os aspectos motivacionais nas atividades desenvolvidas nessas aulas. Knüppe *et al* (2006) pesquisaram como as professoras do Ensino Fundamental motivam seus alunos e que recursos utilizam para isso.

Segundo Paula (2006), os aspectos motivacionais podem ser alcançados por meio de relatos históricos das descobertas científicas enquanto Gehlen (2006) procurou estudar as condições dialógicas adequadas para se promover um processo de ensino e aprendizagem mais interessante e assim educandos mais motivados. Oliveira (2008) relata um estudo desenvolvido em um museu de ciências no qual esse ambiente é usado como elemento motivador para o ensino e aprendizagem; Paz (2007) encontrou nas atividades experimentais informatizadas indícios de melhoria na aprendizagem dos estudantes atribuída por ele ao aumento de interesse desses estudantes nas aulas de física.

Além de ter dado à motivação uma sólida fundamentação teórica como condição essencial ao ensino e à aprendizagem, a teoria de Vigotski fundamenta e valoriza igualmente as estratégias colaborativas e, por extensão, as interações sociais que tornam essas estratégias possíveis:

> Afirmamos que em colaboração a criança sempre pode fazer mais do que sozinha. No entanto, cabe acrescentar: não infinitamente mais, porém só em determinados limites, rigorosamente determinados pelo estado do seu desenvolvimento e pelas suas potencialidades intelectuais. Em colaboração, a criança se revela mais forte e mais inteligente que trabalhando sozinha, projeta-se ao nível das dificuldades intelectuais que ela resolve, mas sempre existe uma distância rigorosamente determinada por lei, que condiciona a divergência entre a sua inteligência ocupada no trabalho que ela realiza sozinha e a sua inteligência em colaboração. (VIGOTSKI, 2001, p. 329).

Nesse contexto, tenho procurado caminhos para responder a questões deixadas em aberto no meu trabalho de mestrado (SILVA, 2003), principalmente no que tange aos níveis de alfabetização em Ciências (AC) dos alunos do ensino médio. Entre essas questões destacam-se:

- Uma prática pedagógica baseada em atividades educacionais auxiliadas por recursos virtuais que originem interações sociais entre os alunos e o professor ou entre os próprios alunos são efetivas no ensino médio?
- Em que medida os déficits apresentados nos níveis de AC do aluno reduzem seu interesse pelos estudos e como esses déficits poderão ser diminuídos com tais atividades?
- Em que medida a superação desses déficits motiva os alunos para os seus estudos, em particular de disciplinas científicas?

Acredito ser um desafio promover de fato a alfabetização em ciências nas nossas aulas de Física. Já há algum tempo esse desafio vem fazendo parte do cenário das pesquisas acadêmicas não só no Brasil, mas em outros países, como Estados Unidos, Inglaterra e Portugal. Um dos fatores para a emergência

desse tema é a própria globalização que acelera de forma assustadora o acesso às informações.

Desde o século XX e neste princípio de século XXI, vêm ocorrendo transformações extraordinárias no domínio da ciência e da tecnologia que têm tido repercussões econômicas, sociais, ambientais e educacionais.

Em consequência dessas transformações, a informação, mas não somente esta, como também o conhecimento necessário para extrair dela conhecimento, é um produto cada vez mais importante, senão fundamental, da sociedade contemporânea, muitas vezes designada como a Sociedade da Informação e do Conhecimento (CASTELLS, 2001).

Nesse contexto, a escola deve estimular o acesso à informação e ao conhecimento científico, fatores que, nos nossos dias, são essenciais ao exercício consciente e eficaz dos direitos dos cidadãos (Póvoas et al. 1995).

Vários aspectos da sociedade contemporânea, como a economia, a saúde, o meio ambiente e a educação, entre outros, são afetados diretamente pelo atual estágio da ciência e da tecnologia. Daí a grande importância em promover a cultura científica com o intuito de levar os cidadãos a adquirir maior compreensão da ciência.

O desvelamento dos avanços científico-tecnológicos junto ao cidadão, colocados ao seu nível de compreensão, deve constituir uma faceta prioritária em todas as instituições ou iniciativas de um país para o enriquecimento da cultura e o desenvolvimento de seu povo.

Nessa perspectiva, parece-nos fundamental desenvolver estratégias que permitam a aproximação entre o cidadão comum e a informação científica produzida pelos cientistas. Uma dessas estratégias é fomentar a alfabetização

em ciências, não só ao nível formal, em instituições escolares oficiais, como também ao nível informal ou não–formal[1] (museus, oficinas experimentais, passeios científicos, ...).

Biologia, Física, Matemática e Química, são essas as disciplinas que costumamos associar à ideia de ciência. Não raro, tais matérias se enquadram também entre as que, do ponto de vista cognitivo, mais exigem do aluno e por meio das quais ele costuma receber informações extraescolares durante toda sua vida.

Fora da sala de aula, pode-se afirmar que os alunos têm acessado informação, cada vez mais, por meio de recursos virtuais, seja para se informarem do que ocorre no dia a dia da sociedade contemporânea, seja para entretenimento pessoal.

Os recursos virtuais estão ligados à informática. Segundo Lèvy (1993), a difusão da informática nos mais diversos campos do conhecimento tem seu grande crescimento a partir de meados dos anos setenta do século passado e com suas novas e intrigantes bases de processamento de informações vem alterando a sociedade. Com o computador, interage-se, simula-se, decidem-se percursos, personaliza-se a comunicação.

A informática e a utilização das redes de computadores levam a um complexo meio de interfaces (produção, seleção, transmissão, armazenamento, som, imagem, programas, textos, interatividade) reorganizando o tempo de quem a utiliza (LÈVY, 1993).

---

[1] Utilizamos as denominações informal e não-formal, pois não há consenso sobre essas definições.

A informática possibilitou o surgimento de um novo meio de comunicação capaz de modificar a mente dos homens, pois, segundo Vigotski e a neurociência, a mente se modifica em função de estímulos externos. Assim, a utilização cada vez maior dos recursos virtuais da informática vem contribuindo para o nascimento de uma nova linguagem, pela qual as pessoas podem exprimir-se não apenas por meio de textos, mas também por imagens e sons.

A inserção de recursos virtuais na modalidade presencial e na modalidade a distância vem aumentando consideravelmente na última década devido ao desenvolvimento tecnológico e, principalmente, ao barateamento dos recursos, tanto no que tange ao *hardware* como ao *software*.

Com essas novas tecnologias, a Educação a Distância, denominada *Ead on-line, e-learning, on-line learning*, virtual *learning, networked learning* ou *web-ased learning*, vem tendo um aumento considerável de investimento, alterando o panorama atual do processo de ensino e aprendizagem, pois com valores reduzidos atingem um maior contingente da população. Neste sentido, esta pesquisa pode ser delimitada pela questão:

Qual o nível de influência da interatividade de um recurso virtual – MOODLE – desenvolvido para a modalidade de educação a distância no processo AC de alunos do EM presencial?

Desta questão geradora, outras podem emergir:

(*1) Quais características interativas apresentam esse recurso virtual?*

(2) Quais são os momentos privilegiados durante atividades educacionais com o apoio do recurso virtual?

(3) A utilização de sistemas baseados na hipermídia resgata o interesse dos alunos durante o processo de ensino e aprendizagem em aulas colaborativas de Física?

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a contribuição do uso do recurso virtual no desenvolvimento e melhoria das atividades colaborativas de Física no Ensino Médio para o incremento no nível de alfabetização em ciências dos alunos.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Como fazer a medida do incremento da AC;
- Classificar os recursos virtuais, quanto à interatividade, disponíveis nos dois principais bancos de dados oficiais;
- Analisar as potencialidades de propostas de atividades educacionais colaborativas que contemplem os conhecimentos da Física, utilizando esses recursos virtuais;
- Validar atividades que possam ser apoiadas por recursos virtuais na busca de minorar deficiências em relação à alfabetização em ciências dos alunos;
- Avaliar a validade do trabalho colaborativo na eficiência do processo de ensino e aprendizagem mediado pelo no uso de recursos virtuais, principalmente no que concerne aos *chats* e fóruns de discussão.
- Apreciar a validade do emprego de recursos virtuais como elemento capaz de potencializar o interesse do aluno pela aquisição de conhecimentos.

1.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Metodologicamente recorremos a uma investigação qualitativa procedimental seguindo três fases: a exploratória, a coleta de dados e a análise dos dados.

Na pesquisa, a etapa exploratória se deu a partir do contato inicial com os recursos virtuais da plataforma *MOODLE*[2]. Nessa etapa, privilegiamos ainda o planejamento, a elaboração e o desenvolvimento de atividades educacionais em Física que foram desenvolvidas na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, em uma turma do Curso Técnico Integrado de Nível Médio em Agroindústria e uma turma do Curso Técnico Integrado de Nível Médio em Mecânica, utilizando como tema “A chegada do homem à Lua”, utilizando vídeos, reportagens audiovisuais de TV e artigos disponíveis em sites especializados em ciências ou de jornais e, também, revistas de divulgação científicas.

As atividades educacionais (MION, 2002) serão estruturadas em torno dos momentos pedagógicos (DELIZOICOV & ANGOTTI, 1992). As atividades deverão possibilitar a navegação e participação nas atividades propostas por meio de simulações que estarão disponíveis e, principalmente, com canais que possibilitem aos envolvidos interagir com o processo educativo, nos *chats* e fóruns de discussão que a plataforma *MOODLE* apresenta).

---

[2] Os conceitos e definições do MOODLE serão explicados no item específicos mais adiante.

Aplicamos ainda questionários para a avaliação inicial do nível de AC apresentado pelos alunos, assim como uma busca dos recursos virtuais interativos disponíveis para a utilização.

Na fase de coleta de dados, eles foram obtidos por meio de registros escritos e em diários de acompanhamento que seguiram um procedimento criterioso e crítico (SILVA, 2003). Foram apresentados, também, sob as formas de vídeos, áudios, para assim, ampliar o poder de registro e captação de elementos da comunicação, pausas de reflexão do processo de interação, dúvidas e entonação das vozes dos envolvidos, aprimorando assim a compreensão da narrativa (SCHRAIBER, 1995).

Essa escolha é alicerçada em autores como Patton (1990) e Rojas (1999), que indicam essa atitude, onde a gravação preserva o conteúdo original e aumenta o leque de possibilidades de análise dos dados, haja vista que registram as palavras, os momentos de silêncio, as indecisões, mudanças de tom de voz, e permite maior atenção do pesquisador aos procedimentos de interação com os escolhidos.

Para complementar as coletas de dados, foram usadas informações derivadas das interações sociais entre os alunos e o professor ou entre alunos e alunos durante os *chats* e os fóruns que o *MOODLE* possibilita e ficam armazenadas no bloco da disciplina. Utilizamos ainda os questionários estruturados da plataforma, com perguntas abertas e fechadas, que também dispõem de espaço para depoimentos sobre o processo educativo, isto é, declarações de como é esse processo quando se tem o apoio dos recursos virtuais e quando não se possui.

Na fase da reflexão, realizamos as interpretações em uma única etapa e se referiram ao andamento das atividades e ao planejamento das ações.

E assim, na busca por indícios para a resolução do problema de pesquisa proposto, tomamos como base de análise dos acontecimentos vividos no processo o Mapeamento das mudanças alcançadas (PATTON, 2001).

As mudanças alcançadas têm relação com as mudanças de comportamento, relacionamento, atividades ou ações de pessoas, grupos e organizações com os quais o programa trabalha diretamente (PATTON, 2001).

Tais mudanças alcançadas são ligadas às atividades desenvolvidas no processo, porém não tem a necessidade de serem causadas diretamente por ele. As mudanças, segundo Patton (2001, p. 5), “visam a contribuir com aspectos específicos do bem-estar humano e ecológico, por meio do fornecimento de ferramentas, técnicas e recursos aos parceiros, a fim de contribuir com o processo de desenvolvimento”. Aspecto que procuramos em um programa que busque a melhoria dos níveis de AC dos envolvidos.

Durante o desenvolvimento de atividades educacionais múltiplas mudanças alcançadas são envolvidas: alteração do processo de negociação do conhecimento; mudança de atitude; modificação dos níveis de AC; aquisição de atitudes colaborativa etc., pois se trata de um sistema formado por múltiplos parceiros.

O mapeamento das mudanças alcançadas não enfoca o impacto, mesmo tendo o reconhecimento da importância deste no objetivo final do programa que esta sendo desenvolvido, mas baliza suas análises nas mudanças alcançadas.

Este mapeamento pressupõe que os parceiros envolvidos diretamente no processo, os parceiros próximos, é que “controlam a mudança e que, como agentes externos, os programas de desenvolvimento apenas facilitam o processo fornecendo acesso a novos recursos, ideias ou oportunidades, por certo período de tempo” (PATTON, 2001, p. 5).

Já que o desenvolvimento está intrinsecamente ligado às pessoas relacionando-se entre si e com seus meio ambientes, o enfoque do Mapeamento das mudanças alcançadas está nas pessoas.

O objetivo da metodologia de Mapeamento das mudanças alcançadas busca estabelecer uma visão da melhoria humana, social e ambiental no qual o projeto em questão espera produzir contribuições, e depois estabelece o enfoque no monitoramento e na avaliação do fatores e envolvidos dentro da esfera de influência direta no projeto.

Estas contribuições buscadas no projeto são planejadas e passam pelo crivo dos organizadores, tomando como base sua influência sobre os parceiros envolvidos para se tornar efetiva as mudanças. A sua essência está alicerçada em projetos desenvolvidos de pessoas para pessoas, que é o caso de um projeto de alfabetização em ciências em sala de aula, justificando assim sua escolha como metodologia de análise.

Segundo Patton (2001), muitos projetos podem, com o auxilio desta metodologia, planejar e avaliar melhor suas contribuições para o desenvolvimento, enfocando o comportamento. Isto é particularmente verdadeiro em relação a projetos enfocados em capacitação, como o caso de programas educacionais. Assim, as mudanças alcançadas pelo programa são

avaliadas para saber como usar ferramentas apropriadas, habilidades e conhecimento sempre que necessário.

O Mapeamento das mudanças alcançadas traz uma nova visão quanto às formas mais tradicionais de avaliação enfocadas em mudanças nas condições. O Mapeamento das mudanças alcançadas suplementa outras formas de avaliação, com um enfoque específico em mudanças comportamentais relacionadas a eles.

A metodologia de Mapeamento das mudanças alcançadas ocorre em três estágios: 1º - Projeto de intenções; 2º Monitoramento das mudanças alcançadas e desempenho; 3º Planejamento da avaliação.

Projeto de intenções ajuda o programa a estabelecer um consenso sobre as mudanças em nível macro que ajudará a fazer acontecer e planejar as estratégias que serão usadas. Ajuda a responder quatro perguntas: Por quê? (Qual é a visão para a qual o programa deseja contribuir?); Quem (Quem são os parceiros próximos do programa?); O quê? (Quais são as mudanças que estão sendo buscadas?); e Como? (Como o programa irá contribuir para mudar o processo?). O segundo estágio, Monitoramento das mudanças alcançadas e desempenho, fornece uma estrutura para o monitoramento contínuo das ações do programa e o progresso dos parceiros próximos em direção à realização das mudanças. É, em grande parte, baseado em autoavaliação sistematizada. Fornece as seguintes ferramentas de coleta de dados para os elementos identificados no estágio de Planejamento Intencional: um Diário de Mudanças alcançadas (marcadores de progresso); um Diário de Estratégias (mapas de estratégias); e um Diário de Desempenho (práticas organizacionais). O terceiro estágio, Planejamento da Avaliação, ajuda o programa a identificar prioridades

de avaliação e a desenvolver um plano de avaliação. A Figura 1 ilustra os três estágios do Mapeamento das mudanças alcançadas.

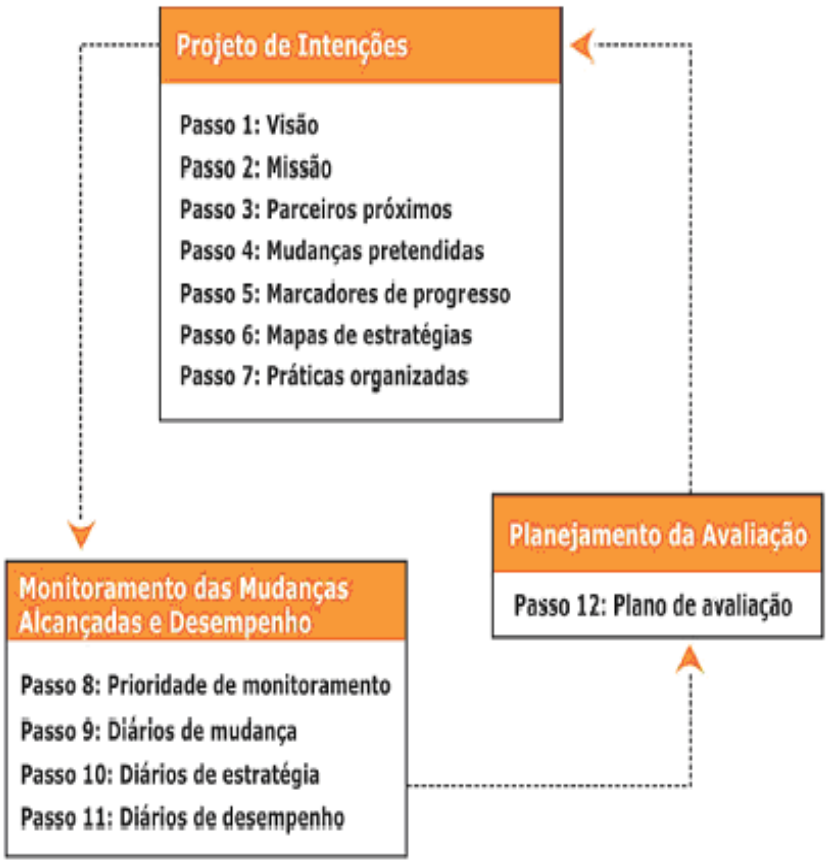


Figura 1: Os três estágios do Mapeamento das Mudanças Alcançadas
Fonte: PATTON (2001)

2 ENSINO DE CIÊNCIAS

As alterações que vêm ocorrendo desde o século XX e neste início de século XXI não têm precedentes no campo da ciência e da tecnologia e acarretam transformações econômicas, sociais, ambientais e educacionais.

Muitas dessas transformações afetam diretamente a forma de produção e disseminação da informação na sociedade contemporânea. Nesse sentido, o produto sóciocultural informação é considerado o produto mais importante e decisivo nas negociações de nossa sociedade (CASTELLS, 2001).

A meu ver, a escola, às vezes, pode ser o único meio em que grande parte da população tem acesso às informações e, mais importante ainda, a única forma de problematização das mesmas. Sendo assim, esta continua a ter aspecto primordial na sociedade, disponibilizando instrumentos necessários ao exercício pleno dos direitos dos cidadãos. O que é preconizado na Declaração de Salamanca e pela Conferência Mundial da Mulher, Beijing, 1995.

A abertura e explicação aos cidadãos dos avanços científico-tecnológicos constituem uma faceta essencial no enriquecimento cultural de um povo e no desenvolvimento de um país.

A sociedade vem exigindo um ensino cada vez mais adequado para os desafios contemporâneos, um ensino de Ciências que busque formar cidadãos que sejam capazes de apresentar níveis de conhecimentos aceitáveis em torno das ciências. Isto é, apresentem níveis satisfatórios de Alfabetização em Ciências (AC).

O termo Alfabetização em ciências não é consenso entre pesquisadores. No Brasil, observamos na literatura específica à utilização do termo “Letramento Científico” (SANTOS E MORTIMER, 2001; ELER e VENTURA, 2007; MAMEDE & ZIMMERMAN, 2007), assim como a adoção do termo “Alfabetização Científica” (CHASSOT, 2000; AULER & DELIZOICOV, 2001; LORENZETI & DELIZOICOV, 2001).

Apesar da utilização de diferentes termos em relação à Alfabetização em Ciências, pode-se perceber que a fundamentação da discussão está baseada no mesmo princípio: a preocupação com o ensino de Ciências, que gira em torno de projetos e planejamentos que buscam construir situações de aprendizagem que levem as pessoas a desenvolver habilidades específicas em ciências para a vida em sociedade.

Na literatura estrangeira, a variação em relação ao termo também existe, mas a preocupação com a formação do cidadão em torno da relação da ciência e a vida em sociedade é a mesma. Nas publicações em língua francesa, o termo utilizado é “Alphabéthisation Scientifique” com Astolfi, 1995 e Foruez, 1994 e 2000. A utilização do termo “Alfabetización Científica” aparece na literatura espanhola, representado principalmente por Cajás, 2001, Gil-Pérez & Vilches-Peña, 2001 e Díaz, Alonso & Mas, 2003. Já na literatura inglesa, a opção mais usual é o termo “Sientific Literacy”, tendo como representantes Shen, 1975, Hurd, 1998, Bybee e Deboer, 1994, Bingle e Gaskell, 1994, Bybee, 1995, Laugksch, 2000 e Norris e Phillips, 2003.

A opção do termo “letramento científico” por parte de alguns pesquisadores está baseado no estudo da linguística, realizado por Kleiman (1995) e Soares (1998). Para Kleiman (1995, p.19) o termo letramento é o

“conjunto de práticas sociais que usam a escrita enquanto sistema simbólico e enquanto tecnologia, em contextos específicos para objetivos específicos”. Já Soares (1998, p.18) propõe o conceito como sendo “resultado da ação de ensinar ou aprender a ler e escrever: estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita”.

Nossa opção por utilizar o termo Alfabetização em Ciências (AC) está baseada na compreensão que possuímos em torno do ato de alfabetizar, que está em consonância com a ideia de Paulo Freire (1980, p. 111), em que alfabetizar é “mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e ler”, é que ao dominar de forma consciente estas técnicas estará implicando “numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto”. Por isso, optamos pelo termo Alfabetização em Ciências, tendo em vista que a alfabetização deve possibilitar ao sujeito analfabeto condições para organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliá-lo na busca da consciência em relação ao mundo circundante.

2.1 ALFABETIZAÇÃO EM CIÊNCIAS

Nas últimas décadas, têm ocorrido debates entre professores e pesquisadores e intelectuais em torno da alfabetização em ciências. Pode-se dizer que nos dias de hoje é unânime o consenso acerca da necessidade de promover a alfabetização em ciências da população.

Destacamos a seguir, como exemplo, algumas recomendações apresentadas na Conferência Mundial sobre a Ciência para o século XXI ocorrida em Budapeste, em 1999.

> Para que um país esteja em condições de atender às necessidades fundamentais da sua população, o ensino das ciências e da tecnologia é um imperativo estratégico […] Hoje, mais do que nunca, é necessário fomentar e difundir a alfabetização científica em todas as culturas e em todos os setores da sociedade, [...] a fim de melhorar a participação dos cidadãos na adoção de decisões relativas à aplicação de novos conhecimentos. (DECLARAÇÃO DE BUDAPESTE, 1999).

O termo alfabetização em ciências, aparentemente, foi utilizado primeiro por Hurd (1958), ao publicar “Science Literacy: Its Meaning for American Schools”, destacando a observação da ciência, a natureza da ciência, a ciência do conhecimento e como todos esses itens se integram na busca de resolução de problemas cotidianos.

Para Laugksch (2000), o período de 1950 a 1970, em virtude da preocupação do governo dos EUA com o sucesso da Sputinic busca atuar fortemente na formação básica dos estudantes desse país e, assim, contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico. Para Roberts (1983), o período de 1957 a 1963 é o chamado “Período de Legitimação” do termo.

Durante o desenvolvimento do conceito de AC, variações da definição e das propostas surgiram. Algumas interpretações com bases em pesquisas e outras em percepções individuais sobre as condições do indivíduo perante a ciência e como age em situações que necessitem de conhecimentos das ciências, outras que propõe condições em que o cidadão se aproprie dos códigos da ciência para análise dos conceitos do cotidiano.

Para alguns autores, a pessoa está alfabetizada em ciências quando detém conceitos ou princípios dessa área (DEMASTES & WANDERSE, 1992;

HIRSH, 1987), enquanto para outros, o que importa é a atitude perante as situações cotidianas.

Para Snow (1962), na alfabetização em ciências deve ocorrer a divisão entre intelectuais alfabetizados e cientistas e o cidadão só será considerado instruído quando apresentar suficientes fundamentos em ambas as culturas.

Utilizando uma base empírica de 100 trabalhos entre 1943 e 1964, que utilizam alguma forma do termo AC, Pella *et all* (1966), definem como bases para um indivíduo alfabetizado em ciências aquele que, ao utilizar a ciência, compreenda e siga as seguintes características:

- relação entre ciência e sociedade;
- valores éticos que permeiam o cientista;
- natureza da ciência;
- diferença entre ciência e tecnologia;
- conceitos básicos de ciências;
- relação entre ciência e filosofia.

Showalter (1974), após 15 anos de pesquisa, traça 07 dimensões para a AC e, sendo assim, uma pessoa é cientificamente alfabetizada quando :

I. entende a natureza do conhecimento científico;

II. aplica conceitos de ciência apropriados com precisão, princípios, leis e teorias interagindo com seu universo;

III. utiliza os processos da ciência para a resolução de problemas, para a tomada de decisões e, assim, avançando no próprio entendimento do universo;

IV. possui condições de interagir com vários aspectos do seu universo oriundos dos valores da ciência;

V. entende e aprecia os empreendimentos em comum da ciência e tecnologia e a relação destes com os vários setores da sociedade;

VI. desenvolve uma visão mais rica e sofisticada do universo como resultado da sua educação em ciência num processo contínuo e evolutivo durante sua vida;

VII. desenvolve numerosas habilidades associadas com ciência e tecnologia.

Para Shen (1975), a alfabetização em ciências “pode abranger muitas coisas, desde saber como preparar uma refeição nutritiva, até saber apreciar as leis da física”, e propõe a sua classificação para AC em três espécies:

I. Alfabetização Científica Prática ➔ refere-se a um conhecimento técnico ou científico básico que pode ser utilizado para ajudar a resolução de problemas práticos, isto é, conhecimento que é utilizado nos momentos das necessidades humanas mais básicas como a alimentação, saúde e moradia;

II. Alfabetização Científica Cívica➔ refere-se ao conhecimento que serve de base para o entendimento das situações políticas

públicas; habilita os cidadãos para atuar de forma consciente em assuntos públicos da ciência relacionados saúde, energia, recursos naturais, alimentação, o ambiente, e assim adiante;

III. Alfabetização Científica Cultural➔ refere-se ao conhecimento cuja motivação é incentivada por um desejo em saber assuntos sobre a ciência, vista como uma construção cultural da humanidade.

Branscomb (1981) pautou sua análise na raiz latina de *science* and *literacy*, definindo então a alfabetização em ciências como uma habilidade de ler, escrever e entender o conhecimento como uma construção humana sistematizada. Para este pesquisador, a AC possui 08 dimensões;

I. Alfabetização metodológica em ciências– no contexto de como é o procedimento metodológico das ciências;

II. Alfabetização profissional em ciências – no contexto de como é o trabalho do profissional em ciências;

III. Alfabetização universal em ciências – no contexto de como o cidadão compreende os fenômenos naturais do cotidiano;

IV. Alfabetização tecnológica em ciências – no contexto de como é a relação da ciência e a tecnologia;

V. Alfabetização amadora em ciências – no contexto de como é a ciência no desenvolvimento de um artífice por exemplo;

VI. Alfabetização jornalística em ciências – no contexto de como ocorre a divulgação da ciência em revistas, jornais específicos ou não;

VII. Alfabetização política em ciências – no contexto de como ocorre o encaminhamento da ciência por interesse político;

VIII. Alfabetização de políticas públicas em ciências – no contexto de como entender os financiamentos da ciência.

Miller (1983) chama atenção para a necessidade, em uma sociedade democrática, que os níveis de alfabetização em ciências da população sejam aceitáveis, tendo em vista que estes têm grande influência nas decisões políticas da ciência. Ao revisar várias tentativas em medir componentes individuais de AC, desde a década de 30 do século passado, propôs em três dimensões a situação contemporânea da sociedade científica:

I. compreensão das normas e métodos de ciência (natureza de ciência);

II. compreensão das condições científicas fundamentais e conceitos (conteúdo do conhecimento cientifico);

III. Compreensão e consciência do impacto da ciência e tecnologia na sociedade.

Utilizando as três dimensões de Miller, Arons (1983) enumerou alguns atributos para que um indivíduo seja considerado cientificamente alfabetizado, enfatizando principalmente as habilidades intelectuais requeridas para isso.

Alguns atributos;

a) Reconhecer que conceitos científicos são produzidos ou criados por atos de inteligência humana e imaginação;

b) Compreender a distinção entre observação e conclusão;

c) Compreender a estratégia deliberada de formar e testar hipóteses;

d) Saber questionar “Como nós conhecemos...? Por que nós acreditamos...? Para que é a evidência...?”

Já a Associação de Professores dos Estados Unidos, NSTA (National Science Teachers Association - 1989), elaborou uma declaração relativa à educação científica para os anos 80, na qual são propostos critérios para a promoção da alfabetização em ciências. Uma pessoa pode ser considerada alfabetizada em ciências se, entre outras competências, for capaz de:

1- Utilizar conceitos científicos e integrar valores e conhecimentos para tomar decisões responsáveis na vida cotidiana;

2- Saber reconhecer a diferença entre resultados científicos e opiniões pessoais;

3- Conhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e ser capaz de aplicá-los;

4- Compreender as aplicações das novas tecnologias e as implicações ocasionadas pela sua utilização;

O relatório Ciências para todos os Americanos, publicado pela Associação Americana para o Progresso da Ciência – AAAS – em 1989, afirma

que são condições para que uma pessoa seja considerada alfabetizada em ciências:

> - estar familiarizada com a natureza e reconhecer tanto sua diversidade como unidade;
> - compreender conceitos chaves e princípios da ciência;
> - estar consciente de algumas das formas importantes pelas quais a ciência, a matemática e a tecnologia interagem;
> - saber que ciência, matemática e tecnologia são criações do homem, do que decorrem sua força e suas limitações;
> - ser capaz de desenvolver uma forma científica de pensamento e de usar o conhecimento científico e hábitos mentais para propósitos sociais e individuais" (SCHMIDT, 1990, apud GASPAR, 2006, p. 62).

Ter acesso ao conhecimento científico torna-se uma necessidade na sociedade contemporânea, para assim, o cidadão poder exercer de forma consciente e eficaz os direitos do cidadão (Póvoas et al. 1995).

Os baixos níveis de aprendizagem e interesse por conhecimentos científicos propiciados por uma maneira de ensinar ciências priorizando os conteúdos e os métodos das ciências foram evidenciados por diversas pesquisas (DRIVER et al., 1998; JENKINS, 1990).

Para Millar (1989), a educação científica deveria ser parte integrante dos currículos da educação básica da população, tendo em vista que é neste nível de ensino que a maior parte da população tem sua única formação em relação ao ensino de ciências e, assim, alcançar um patamar para o ensino de ciências que busque a formação integral do cidadão. Já para Gil Pérez e Vilches (2006) a AC é importante e indispensável para:

1 – tornar a Ciência aceita e difundida;

2 – reorientar o Ensino de Ciências para futuros cientistas;

3 – buscar derrubar tabus em torno das Ciências;

4 – alcançar uma aprendizagem significativa de conceitos científicos.

Enquanto Chassot (2003a, p. 30) defende que “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza”, pois ciência é uma interpretação de mundo construída pelos humanos na busca pela explicação da natureza.

O alfabetizado cientificamente seria aquele que entende a urgência e necessidade de alterações socioeconômicas, ambientais e de saúde pública no mundo e busque fazê-las da melhor forma possível. Para Chassot (2000), a alfabetização científica deve ter uma dimensão na promoção da inclusão social, não basta apenas promover a compreensão da ciência, mas sim fazer com que ela se torne “facilitadora do estar fazendo parte do mundo” (CHASSOT, 2000, p. 93).

Desse modo, o cidadão cientificamente alfabetizado possuirá a capacidade de ter acesso à informação sobre Ciências, lê-la, refletir sobre ela e criticá-la segundo seus conceitos e fundamentos; poderá investigar e questionar o senso comum; distinguirá, dentre meras opiniões e evidências científicas, informações confiáveis e não confiáveis; utilizará o conhecimento construído quando lhe for de interesse; tomará decisões políticas e pessoais e trabalhará pelo desenvolvimento sustentável da sociedade contemporânea.

O movimento de AC busca também a democratização da informação científica, postula que toda informação produzida nos centros de desenvolvimento científico não se restrinja à comunidade de especialistas, mas principalmente que sejam repassadas para a sociedade em geral. Sendo a ciência uma construção social, seus membros devem dar a ela sua universalidade social.

Essa é uma característica da sociedade contemporânea que privilegia a participação conjunta, da comunicação coletiva e, por isso, quem não participa de suas decisões e ações não existe.

Sendo assim, a busca na direção de aumentar a participação da sociedade em geral, através de projetos de divulgação e de apropriação de conceitos nas áreas das ciências tornam-se cada vez mais necessários, e a educação pela ciência é o meio mais adequado para garantir níveis de alfabetização em ciências aceitáveis para a sociedade do Século XXI.

As competências promovidas num processo de alfabetização em ciências, segundo Jenkins (1990, p. 56), devem buscar:

- a apreciação da natureza, dos objetivos e das limitações da tecnologia e de suas diferenças em relação aos objetivos e limitações das ciências;
- o conhecimento de como a ciência e a tecnologia trabalham nos dias atuais, incluindo o papel dos fundos de pesquisa, das convenções de práticas científicas e a relação entre pesquisa e desenvolvimento;
- a apreciação das interrelações entre ciência, tecnologia e sociedade, incluindo-se o rol de cientistas e técnicos como especialistas no processo de tomada de decisão relativos a estes segmentos;
- a apropriação da linguagem e de alguns aspectos chave da ciência;
- o desenvolvimento de habilidades básicas para interpretação numérica de dados estatísticos e probabilísticos;
- o desenvolvimento da habilidade para assimilar informações técnicas e produtos tecnológicos;
- saber onde e de quem buscar informações em relação à ciência e tecnologia.

O que se percebe é uma variação do conceito para um mesmo termo, o termo de alfabetização em ciências, mas o fundamento é sempre o mesmo: a apropriação de competências e conhecimentos científicos básicos junto à população. Nesse sentido, optamos por basear nosso estudo nos fundamentos de Shen (1975) e das orientações da AAAS (1989).

2.2 COMO CONFIRMAR A AC?

Devido às diferentes interpretações da AC em relação ao conceito, a definição, a natureza e o propósito em promovê-la há também diferentes formas na quais podem ser efetuadas as medidas dos índices de AC do indivíduo. Segundo Laugksch (2000), as várias linhas de pensamento defendem seus raciocínios, assim podendo estabelecer três grandes linhas para as medidas da AC, segundo:

1. os sociólogos da ciência ou educadores da ciência → utilizando uma aproximação sociológica para AC;
2. os cientistas sociais e investigadores de opinião pública;
3. os educadores de ciências.

Buscando identificar e descrever a escala das possíveis interações entre os conhecimentos existentes dos indivíduos das situações que envolvem a ciência daqueles que promovem a ciência, pode-se utilizar o que Laugksch (2000) define como aproximação sociológica.

Nessa aproximação utilizam-se necessariamente os estudos contextuais de pequena escala e interpretativos para tentar descrever a AC dos indivíduos, tendo como principais métodos de coleta dos dados para a aproximação qualitativa os estudos de caso, observação participante, painel longitudinal de entrevistas, entrevistas detalhadas e estruturadas e questionários locais em assuntos específicos.

Já os cientistas Sociais se interessam pela descrição e comparação de tendências em relação à aquisição de conhecimentos específicos em ciências

em uma amostra representativa da população. Os investigadores dessa linha utilizam amostras amplas, perguntas unificadas e técnicas de pesquisa para obtenção de seus dados. São influenciados basicamente pelas três dimensões para AC de Miller (1983).

Para Ziman (1991), as três dimensões de Miller não formam uma estrutura analítica adequada para muitos resultados das pesquisas em AC, pois analisa exatamente aquilo que o indivíduo não sabe sobre ciência e não é o que se procura, mas exatamente o contrário.

Já Durant, Evans e Thomas (1992) identificam três objeções:

1- falseia a ciência, retratando-a como um corpo de conhecimentos sem problemas;
2- negligencia o fato de que muito dos conhecimentos científicos são remotos e irrelevantes à vida cotidiana;
3- é explicitamente ou implicitamente normativo, isto é, o modelo incorpora o julgamento específico do valor que a compreensão científica é inerentemente boa.

Para os educadores em ciências, a busca, segundo Laugskch, baseia-se principalmente nos aspectos particulares dos estudantes sobre o entendimento da natureza da ciência.

Pesquisadores como Cooley e Klopfer (1961) no seu trabalho “Test of Understanding Science”, Kimball (1967) em “Nature of Science Scale” e Rubba e Anderson (1978) em “Nature of Scientific Knowledge Scale”, utilizam testes que empregam um grande número de artigos e testes baseados em pesquisas

da literatura. Já Lord e Rauscher (1991) buscaram informações contidas em livros de ensino de ciências em níveis fundamental, médio e superior.

Alguns pesquisadores, na busca de medir e entender os níveis de alfabetismo científico do cidadão, isto é, identificar como os indivíduos compreendem situações que envolvem a ciência e a tecnologia na sociedade contemporânea, criam categorias para tais níveis.

Uma categorização desses níveis de alfabetização em ciências é apresentada por Bybee (1997):

- Analfabetismo científico – o cidadão não apresenta qualquer compreensão de problemas científicos e suas soluções;
- Alfabetização científica nominal – a pessoa passa por um processo de alfabetização em relação a uma questão ou tópico científico, percebe o sentido do termo ciência, a questão ou tópico como científico, mas o nível e a atuação da resposta dada apresentam falta de compreensão. Quando se comparado com o nível de entendimento científico aceitável para o estagio de desenvolvimento sua condição é muito inferiorizada;
- Alfabetização científica funcional – a pessoa utiliza vocabulário científico apenas em situações particulares;
- Alfabetização científica conceitual e procedimental - o cidadão compreende corretamente os termos científicos;
- Alfabetização científica multifuncional – nesse processo o cidadão torna-se capaz de ir além do domínio do vocabulário, dos esquemas conceituais e dos métodos procedimentais,

incluindo outras dimensões da ciência: história e filosofia da ciência, sua natureza e o papel da ciência na vida pessoal e na sociedade.

Já Miller (1983) traz a seguinte proposta:

- Indivíduos cientificamente letrados – são aqueles que dominam o vocabulário científico e compreendem a natureza da atividade científica;
- Indivíduos com alfabetização moderada ou parcial – são aqueles que apresentam resultados positivos em apenas uma das dimensões;
- Indivíduos cientificamente não-letrados – são aqueles que apresentam deficiências em ambas as dimensões.

Para as pesquisadoras Sasseron & Carvalho (2008), a busca por definir indicadores para a determinação dos níveis de AC alcançados pelos alunos no processo educacional deve se basear na argumentação em sala de aula.

A argumentação é entendida como “todo e qualquer discurso em que o aluno e o professor apresentam suas opiniões em sala de aula, descrevendo idéias, apresentando hipóteses e evidências, justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, explicando resultados alcançados” (SASSERON & CARVALHO, 2008, p. 336).

As autoras apontam a importância do entendimento da argumentação como o meio pelo qual se apresentarão evidências do posicionamento dos alunos em relação aos conceitos de ciências em sua vivencias na sociedade.

Os indicadores de que o processo de AC está em construção entre os alunos são algumas competências especificas do que é fazer ciências.

Competências comuns entre os vários ramos das Ciências, ao resolver, discutir e divulgar problemas do dia a dia ou estão na busca por relações entre o que se observa na investigação do problema e as construções simbólicas mentais que levam à compreensão do fato.

Os grupos de indicadores são organizados conforme o trabalho do aluno esteja ocorrendo. Quando os alunos trabalham com os dados obtidos em uma tarefa específica de investigação, estarão desempenhando ações de organizar, classificar e seriar dados. Neste grupo apresentam o indicador **seriação de informações** é “um indicador que não necessariamente prevê uma ordem a ser estabelecida...” (SASSERON & CARVALHO, 2008, p. 338), podendo relacionar-se a uma lista, ou um rol de dados trabalhados.

Quando os alunos se reúnem para discutir como o trabalho foi realizado, ou então, buscam mostrar uma ordem de novas informações, ou mesmo, um novo arranjo de informações já organizadas, estará se tratando do indicador **organização de informações** (SASSERRON & CARVALHO, 2008).

Tendo essas informações elencadas, quando há a busca de hierarquização destas, trata-se do indicador **classificação de informações.** Constituindo-se “em um momento de ordenação dos elementos com os quais se está trabalhando” (supra citado, p. 338), na busca da existência de relações entre as informações.

Para as autoras, a opção por esses três indicadores é de extrema importância ao se trabalhar com problemas a serem investigados, tendo em vistas que, por meios destes, é possível reconhecer as diversas variáveis existentes em um fenômeno, mesmo não sendo o foco no momento do trabalho.

Quando se engloba as dimensões relacionadas à estruturação do pensamento em torno das afirmações e falas pronunciadas durante os processos educativos das aulas de Ciências, ou mesmo, ao demonstrar a organização do pensamento na busca da construção de formas lógicas e objetivas de ideias no entendimento das relações que formam a ordem do comportamento dos fenômenos naturais, trata-se de outro grupo de indicadores: o **raciocínio lógico** e o **raciocínio proporcional**.

Como indicador do raciocínio lógico, as autoras apresentam que seria aquele que abrange a maneira como as ideias são elaboradas e expostas, isto é, o indicador de raciocínio lógico relaciona-se diretamente ao modo como o pensamento é apresentado.

O indicador de raciocínio proporcional, também relacionado à estruturação do pensamento, mas busca demonstrar a existência das relações das variáveis entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.

No último grupo apresentado por Sasseron & Carvalho (2008), encontram-se os indicadores ligados diretamente à busca da compreensão da situação em estudo. Surgem nas etapas finais do trabalho, pois são caracterizados no trabalho direto com as variáveis envolvidas no fenômeno e, principalmente, na investigação das relações adequadas para a descrição das situações daquele contexto, ou mesmo, outro semelhante. São os indicadores: **levantamento de hipóteses, teste de hipóteses, justificativa, previsão e explicação.**

O levantamento de hipóteses ocorre quando os alunos alçam mão de suposições em torno de algum tema. Podendo surgir “tanto da forma de uma

afirmação como sendo uma pergunta (atitude muito usada por cientistas quando se defrontram com um problema)" (Ibidem, p. 339).

Quando se trata do momento em que se coloca as hipóteses à prova de testes em situações de estudos, considera-se o indicador teste de hipóteses. Podendo ocorrer tanto de forma direta na manipulação de objetos, como ao nível das ideias, quando o teste é realizado por meio das atividades dos pensamentos com base nos conhecimentos anteriormente desenvolvidos.

A justificativa aparece quando o aluno faz uma "afirmação qualquer proferida" (Ibidem, p. 339) lançando mão de garantias para o que se está propondo, fazendo com que "a afirmação ganhe aval, tornando mais segura" (SASSERON & CARVALHO, 2008: p. 339).

O indicador da previsão está relacionado ao afirmar um fenômeno, ou a ação ante um fenômeno que pode suceder certos acontecimentos. Já o indicador explicação surge ao "se buscar relacionar informações e hipóteses já levantadas" (ibidem, p. 339). Os indicadores não precisam necessariamente ocorrer de forma isolada, o contrário durante os processos de argumentação em sala de aula vários indicadores ocorrem simultaneamente ou, sucessivamente.

Baseados nos critérios apresentados até o momento, buscaremos fundamentar o processo de ensino que propusemos para um processo de AC no ensino médio. Porém, o que observamos, mesmo nas mais variadas definições para o objetivo do ensino de ciências, é a busca pelo desenvolvimento de competências perante aos fenômenos do dia a dia e a relação com o conhecimento em ciências desenvolvido pelos alunos.

Mas um processo de ensino de ciências deve levar em conta, além dos indicadores, como os alunos aprendem, isto é, como ocorre o processo de ensino aprendizagem. Para isto, baseamos nosso estudo nas teorias de Vigotski, pois para nós ela nos traz os fundamentos necessários para entender como ocorre a aprendizagem no cérebro humano.

3 A APRENDIZAGEM NA VISÃO DE VIGOTSKI E DA NEUROCIÊNCIA

3.1 TEORIA DE VIGOTSKI: UMA BREVE BIOGRAFIA E IDEIAS PRINCIPAIS LEV SEMYONOVITCH VIGOTSKI

Vigotski nasceu em 1896 em Orsha, em Belarus, antiga Bielorrússia, na época pertencente ao Império Russo. Antes de Vigotski completar um ano, sua família mudou-se para Gomel, que como Orsha, onde nasceu, localiza-se atualmente em Belarus, antiga Bielorrússia.

Vigotski estudou sozinho, acompanhado por um tutor, até seu ingresso na Universidade de Moscou, em 1913, no curso de medicina, curso que permitia aos judeus saírem da *Pale* (nome dado às poucas províncias da Rússia czarista onde eles podiam morar). Depois de apenas um mês de curso transferiu-se para o curso de direito, que também lhe garantia essa permissão. Em 1914, passou a estudar também história e filosofia na Universidade Shanavsky, na época uma instituição progressista, independente, de alto nível e sem discriminações, mas também sem reconhecimento oficial.

Em 1917, depois de completar seus estudos em ambas as universidades, Vigotski voltou a Gomel, então ocupada pelos alemães. A partir de 1919, com a retirada dos alemães, pôde desenvolver notável atividade pedagógica, o que o levou a participar do II Congresso de Psiconeurologia de Leningrado (São Petersburgo) em 1924.

Essa participação impressionou vivamente os pesquisadores presentes e resultou em um convite para voltar a Moscou e integrar o *staff* do Instituto de

Psicologia Experimental; em 1929 tornou-se chefe do seu laboratório de pesquisa, elevado à categoria de Instituto Experimental de Defectologia [estudo de deficiências ou “especialidades” humanas, mentais ou físicas], onde permaneceu até sua morte por tuberculose em 1934. (YASNITSKY, 2009, p. 6/7)

Vigotski propõe uma teoria que compreendesse os aspectos cognitivos oriundos da descrição e explicações psicológicas superiores, derivadas de seu contexto histórico, social e cultural, incluindo uma identificação dos mecanismos cerebrais subjacentes à formação e desenvolvimento das funções psicológicas (VIGOTSKI, 2001).

A motivação de sua principal obra era a busca por identificar o mecanismo de desenvolvimento de processos psicológicos no indivíduo (a formação da consciência) por meio da aquisição da experiência social e cultural.

De acordo com a teoria de Vigotski (2001, p. 17), o desenvolvimento cognitivo do ser humano se estabelece a partir de uma base biológica, inata ao indivíduo, e na qual se incorporam estruturas originárias de duas raízes:

Filogenética – ligada à história da evolução de qualquer espécie;

Através de estudos em relação à fala dos chimpanzés, Vigotski chegou a algumas conclusões em torno da função filogenética do pensamento:

> “1) O pensamento e [a] linguagem possuem diferentes raízes genéticas.
> 2) O desenvolvimento do pensamento e da linguagem transcorre por linhas diferentes e independentes umas das outras.
> 3) A relação entre pensamento e linguagem não é uma grandeza minimamente constante ao longo de todo o desenvolvimento filogenético.
> 4) Os antropóides apresentam um intelecto parecido ao do homem *em alguns sentidos* (rudimentos de emprego de instrumentos) e uma linguagem parecida à do homem – *em aspectos totalmente diferentes* (a fonética da fala, a função emocional e os rudimentos de função social da linguagem).

> 5) Na filogênese do pensamento e da linguagem podemos constatar, sem dúvida, uma fase pré-fala no desenvolvimento do intelecto e uma fase pré-intelectual no desenvolvimento da fala." (VIGOTSKI, 2001, p. 128).

Com esta constatação afirmou que apenas a espécie humana tem a capacidade de desenvolver ou criar representações simbólicas que dão origem ao pensamento, ou seja, de acrescentar à natureza genética que a natureza disponibiliza a todas as espécies uma construção singular e única de nossa espécie.

Ontogenética – ligada à história de desenvolvimento do indivíduo desde a concepção até a idade adulta.

No desenvolvimento da pesquisa, Vigotski (2001) chega às seguintes conclusões sobre a função ontogenética:

> "1) No seu desenvolvimento ontogenético, o pensamento e a fala têm raízes diferentes;
>
> 2) Podemos, com certeza, constatar no desenvolvimento da fala da criança um 'estágio pré-intelectual' e, no desenvolvimento do pensamento, um estágio 'pré-verbal';
>
> 3) Até certa altura, as duas modalidades de desenvolvimento seguem diferentes linhas, independentes uma da outra;
>
> 4) Em um determinado ponto, ambas as linhas se cruzam, após o que o pensamento *se torna* verbal e a fala *se torna* intelectual". (p. 133)

Para Vigotski, o desenvolvimento cognitivo processa-se apoiado nas estruturas biológicas através da interiorização da fala, e as estruturas de pensamento têm origem nas interações sociais internalizando-se através da linguagem.

3.2 O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO E DA LINGUAGEM

Na busca pelo entendimento do desenvolvimento do pensamento e da linguagem no ser humano, Vigotski parte de uma análise de duas linhas da

psicologia dominante da época, o associacionismo e os adeptos da escola de Würzburg.

De acordo com Monteiro (2006), os associacionistas decompunham o pensamento em seus elementos principais: as ideias. Buscavam demonstrar que o pensamento estava reduzido a associação ou conexão entre as ideias. Por isso, Vigotski apontou que a descrição do pensamento como um processo integral não era possível para os associacionistas, desperdiçando as peculiaridades próprias do intelecto humano.

Já os seguidores da escola de Würzburg apontavam para o pensamento como um processo especial que tem diferença das ideias, das associações ou imagens. Trata-se de um ato completamente isolado da palavra, é um acontecimento espiritual. A palavra nada mais é que um adereço, não tendo influência sobre a vida interior do sujeito, ela é o vinculo externo do pensamento.

As duas linhas da psicologia na época apontavam para o estudo do pensamento através de esquemas abstratos, tornando inviável a investigação da real função do pensamento e de sua história. Vigotski (2001) propõe que o elemento unificado da estrutura do processo do pensamento seja o significado da palavra.

O desenvolvimento do pensamento de uma pessoa tem início na mais tenra idade, ao entrar em contato com a vida social. O processo está baseado no desenvolvimento de condições para que a fala possua significado. Este, importante momento quando a linguagem interior, passa a ter significado para a criança, apoiando assim o desenvolvimento do pensamento.

Nos estudos, Vigotski aponta para a característica social da criança. Vivendo em sociedade, desde muito pequena, a criança busca orientar suas atividades para se comunicar com os adultos. Esse processo ocorre no desenvolvimento da capacidade em transpor o que exprime em sociedade, a chamada linguagem exterior e o que vem a ser a linguagem interior. Para ocorrer essa formação simbólica capaz de representar o que a criança pensa, deveria haver um elo, o que Vigotski se apropriou do termo de Piaget da linguagem egocêntrica, que é a transição da fala para os outros à fala para si mesmo.

Piaget, por meio da análise de frases de crianças, classificou as funções da linguagem infantil em *egocêntrica* e *socializada*:

> "Se a criança se coloca no ponto de vista do interlocutor, se esse interlocutor não pode ser indiferentemente substituído pelo primeiro que aparecer, há informação adaptada [linguagem socializada]; se, pelo contrário, a criança somente fala de si, sem se preocupar com o ponto de vista do interlocutor, sem nem mesmo se certificar de que este último a escuta e compreende, há monólogo coletivo [linguagem egocêntrica]." (PIAGET & INHELDER, 1989, p. 7)

Vigotski opta por utilizar o termo linguagem comunicativa em vez do que Piaget chamou linguagem socializada, pois aponta que o termo socializado "se associa a algo não social, que só se tornaria social no processo de sua mudança e desenvolvimento" (VIGOTSKI, 2001, p. 63). O que aponta como não adequado, pois a criança desde seu nascimento é um ser social.

Para o termo de linguagem egocêntrica, Vigotski rejeita a função dada por Piaget, pois para ele:

> "A função intelectual da linguagem egocêntrica, que parece imediatamente vinculada ao desenvolvimento da linguagem interior e das suas peculiaridades funcionais não é, de modo algum, reflexo direto do egocentrismo do pensamento infantil; ao contrário, mostra que, em condições adequadas, a linguagem egocêntrica se converte muito cedo em instrumento do pensamento realista da criança." (Ibidem, p. 59).

A linguagem interior, sendo uma operação psicológica baseada no emprego de signos, assim como a memorização e os procedimentos de medida, passa por quatro estágios básicos de desenvolvimento:

I. Estágio primitivo: linguagem pré-intelectual;
II. Utilização das estruturas sem entendimento da lógica: a criança utiliza palavras e locução, em especial ‘porque’, ‘mas’, ‘quando’, ‘apesar de’, ‘em vez de’, etc., mesmo sem assimilar as relações lógicas por elas expressas;
III. Pensando em voz alta (fala egocêntrica);
IV. Interiorização da linguagem: o pensamento da criança cresce para dentro.

Vigotski (2001, p. 136) acredita que a linguagem interior para a criança, nas idades iniciais, “se torna pensamento na verdadeira acepção do termo”, isto é, assume as funções do raciocínio: planejamento, operação e solução de tarefas. Para ele, a linguagem “se torna psicologicamente interior antes de tornar-se fisiologicamente interior” (VIGOTSKI, 2001, p. 136).

A linguagem se interioriza, pois muda de função. Seguindo três etapas: linguagem exterior, linguagem egocêntrica e linguagem interior.

No entanto, a criança assimila a sintaxe da linguagem antes de possuir as condições necessárias para assimilar a sintaxe do pensamento, Porém, há uma relação entre pensamento e linguagem na forma de dois círculos que se cruzam, onde em um determinado momento desse processo de desenvolvimento os dois fenômenos se coincidem, formando o que Vigotski (2001, p. 139) chamou “pensamento verbalizado”.

No entanto, Vigotski (2001, p. 140) lembra, que

> "...a fusão de pensamento e linguagem é uma manifestação parcial que só vigora e se aplica no campo do pensamento verbal, ao passo que outros campos do pensamento não-verbalizado ou da linguagem não-intelectual sofrem influência distante e indireta dessa fusão e não mantêm com ela nenhuma relação causal".

Para Vigotski não havia a possibilidade em definir um intelecto semelhante aos humanos por parte dos antropóides, porém "uma coisa já é clara: os caminhos em direção ao intelecto humano e uma linguagem humana não coincidem no mundo animal, as raízes genéticas do pensamento e da linguagem são diferentes" (VIGOTSKI, 2001, p. 141).

O que se pode observar é o tipo superior de comportamento do chimpanzé como sendo a raiz do comportamento humano, que se caracteriza pelo emprego de instrumentos. Vigotski não nega a existência no reino animal de raízes genéticas do pensamento e da linguagem, e essas raízes, "como mostram os dados disponíveis, são diferentes para o pensamento e a linguagem" (Ibidem, p. 143).

Está claro para Vigotski que no desenvolvimento da criança as raízes genéticas e as vias do intelecto e da linguagem são diferentes. Mas, fica claro para ele que as vias de desenvolvimento do pensamento e da linguagem são diferentes até certo momento, mas ocorrem o cruzamento dessas duas vias durante o processo.

Ele estabelece uma conclusão básica

> "... a linguagem interior se desenvolve mediante o acúmulo de mudanças estruturais e funcionais: que ela se separa da linguagem exterior das crianças ao mesmo tempo que ocorre a diferenciação das funções social e egocêntrica da linguagem; por último, que as estruturas da linguagem dominada pela criança tornam-se estruturas básicas de seu pensamento" (VIGOTSKI, 2001, p. 148).

E assim, um fato decisivo e indiscutível passa ser considerado. Que

> "...o desenvolvimento do pensamento e da linguagem depende dos instrumentos de pensamento e da experiência sociocultural da criança. Basicamente, o desenvolvimento da linguagem interior depende de fatores

> externos: o desenvolvimento da lógica da criança, como demonstraram os estudos de Piaget, é uma função direta de sua linguagem socializada. O desenvolvimento do pensamento da criança depende de seu domínio dos meios sociais do pensamento, isto é, da linguagem" (Ibidem, p. 148/149).

Nesse sentido, Vigotski conclui, a partir da linguagem interior, que o desenvolvimento verbal não é a "simples continuação direta do outro, mas ocorre uma mudança do próprio tipo de desenvolvimento – do biológico para o histórico-social" (p. 149).

E, que

> "o pensamento verbal não é uma forma natural e inata de comportamento mas uma forma histórico-social, e por isso se distingue basicamente por uma série de *propriedades e leis específicas*, que não podem ser descobertas nas formas naturais do pensamento e da linguagem. Mas a conclusão principal é a de que, ao reconhecermos o caráter histórico do pensamento verbal, devemos estender a essa forma de comportamento toas as teses metodológicas que o materialismo histórico estabelece para todos os fenômenos históricos na sociedade humana" (VIGOTSKI, 2001, p. 149).

3.3 A FORMAÇÃO DE CONCEITOS PARA VIGOTSKI

O desenvolvimento cognitivo de formação de conceitos no ser humano, para Vigotski, começa no início da fase da infância, mas só se estabelece na adolescência. Durante esse intervalo, ocorre um longo processo de desenvolvimento em que "aparecem determinadas formações intelectuais que equivalem ou exercem, provisoriamente, o papel dos conceitos verdadeiros" (GASPAR, 2006, p. 71).

Para desenvolver sua pesquisa em busca do desenvolvimento dos conceitos, Vigotski tece uma crítica inicial aos métodos utilizados na época. Para ele, o problema a ser enfrentado deve-se à "ausência de uma metodologia experimental elaborada que permitisse penetrar fundo no

processo de formação dos conceitos e estudar sua natureza psicológica" (VIGOTSKI, 2001, p. 151).

No seu entendimento, os métodos tradicionais pautavam-se em:

1. método da definição: no qual se investiga os conceitos já formados pela definição verbal de seus conteúdos inconvenientes;
2. estuda o conceito acabado, não o processo de sua formação;
3. opera quase que exclusivamente com a palavra. (p. 151/152).

O que importava para o conceito, isto é, sua relação com a realidade, segundo Vigotski (2001, p. 152), "fica sem aí sem ser estudado; procuramos chegar ao significado de uma palavra por meio de outra palavra...".

Já o grupo de pesquisadores que pautavam seus estudos nos métodos de estudo da abstração buscavam estudar as funções e processos psicológicos que fundamentam a formação dos conceitos. Eles solicitam à "criança que descubra um traço comum em uma série de impressões concretas, abstraindo-o de todos os outros traços que com ele estão fundidos no processo de percepção, e generaliza esse traço comum a toda uma série de impressões" (Ibidem, p. 152). O problema para esse método é deixar de lado o papel da palavra.

Resumindo, a deficiência dos métodos tradicionais de estudo da formação de conceitos pautava-se no "divórcio da palavra com a matéria objetiva; operam ou com palavras sem matéria objetiva, ou com matéria objetiva sem palavras" (Ibidem, p. 153).

Para poder desenvolver de forma adequada em torno da formação dos conceitos, Ach e Rimat postulam um método que "tentou representar

adequadamente o processo de formação de conceitos, incluindo as duas partes: o material que serve de base à elaboração do conceito e a palavra através da qual ele surge" (VIGOTSKI, 2001, p. 153).

Esse método recebeu o nome de método sintético-genético. Com esse novo método, para Vigotski, poderia haver a possibilidade de introduzir, em uma situação experimental

> palavras artificiais sem sentido, que a princípio não significam nada para a criança nem estão vinculadas à sua experiência anterior. Também introduz conceitos artificiais, criados especialmente com fins experimentais, ligando cada palavra sem sentido a uma determinada combinação de atributos que nessa combinação não se encontram no mundo dos nossos conceitos comuns definidos por palavras" (VIGOTSKI, 2001, p. 153).

A fragilidade de trabalhar com o método sintético-genético está vinculada na análise do processo de formação do conceito e, qual processo de atividade está voltado para um certo fim. Está relacionado com os meios através dos quais se realiza essa ou aquela operação psicológica, essa ou aquela interferência no entendimento de uma situação, o que não é contemplado por esse método.

Não dava conta de abranger as funções psíquicas superiores serem concebidas como processos mediatos, isto é, estas incorporam à sua estrutura, como parte central do processo, a utilização de signos como forma específica de orientação e domínio nos processos psíquicos.

Mesmo que esse método superasse de forma definitiva o mecanicismo das concepções predominantes da época para explicação da formação de conceitos, "ainda assim não revelaram a efetiva natureza genética, funcional e estruturas desse processo e se perderam na explicação puramente teleológica das funções superiores" (VIGOTSKI, 2001, p. 163). E, assim não é possível entender de que formas o pensamento se desenvolvem.

Com essa constatação, Vigotski apresenta então o método que lhe permitiu estudar de forma concreta a formação de conceitos. O método funcional de dupla estimulação. Com esse método foi possível

> "... observar como o sujeito experimental aplica os signos como meio de orientação das suas operações intelectuais e como, dependendo do meio e do emprego da palavra e da sua explicação funcional, transcorre o processo de formação do conceito" (Ibidem, p. 165)

Ao considerar o significado da palavra como unidade elementar do pensamento, Vigotski confere à palavra duas funções: ser atribuída ao objeto, ou seja, dar-lhe nome, função que tende a ser idêntica e invariável para a criança e para o adulto, e a de ser significativa em um determinado contexto temporal, ou seja, exercer a função de introduzir o objeto em um sistema de conexões e relações que possibilita a sua análise e generalização.

Ao estudar a palavra tinteiro, pode indicar um objeto que possui relação com a cor ou a tinta (tint) mas, indica também a finalidade desse objeto, expressa pelo seu sufixo (eiro), isto é, esse objeto pode ser visto como recipiente, assim como cinzeiro, paliteiro ou açucareiro. Observa-se que a palavra, além de dominar o objeto, realiza uma complexa análise desse objeto, tendo sua estrutura nos símbolos do idioma durante o processo da sua formação histórico-social.

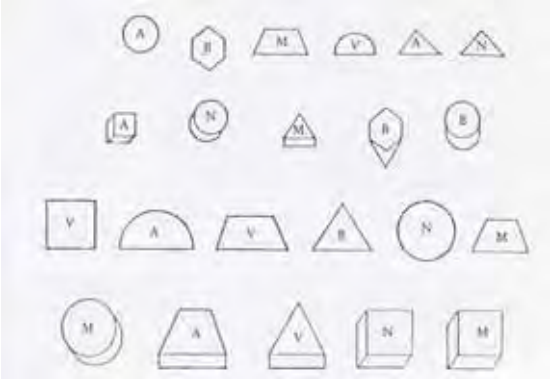
Para Vigotski e seus colaboradores, a função de atribuição de uma palavra a um objeto pode se manter invariável nos diferentes momentos do desenvolvimento psíquico, mas a função significativa da palavra evolui. Eles apoiam essa afirmação em seus estudos.

Ao utilizar método experimental da dupla estimulação ou método de Sakharov, onde o sujeito experimental (crianças de idades diferentes,

adolescentes e adultos) busca descobrir o significado de palavras sem sentido, escritas sob a base de objetos de formas e cores diferentes.

O método da dupla estimulação (L. S. Sákharov)**:**

- uma série de estímulos simula a função do objeto da atividade;
- a outra, a função dos signos por meio da qual essa atividade se organiza.



⇦ blocos *baixos* e *pequenos*: **CEV**

⇦ blocos *altos* e *pequenos*: **MUR**

⇦ blocos *baixos* e *grandes*: **BIK**

⇦ blocos *altos* e *grandes*: **LAG**

A (amarelo), B (branco), M (marrom),
V (verde) e N (preto);
na base dos blocos estão escritas as palavras
sem sentido: LAG, BIK, MUR e CEV

Figura 2: Esquema figurativo do método Sakharov

Esse processo, em síntese, é constituído pelos seguintes passos:

- é dado um conjunto de objetos compostos de subconjuntos aos quais foram atribuídos conceitos expressos por palavras (LAG, BIK, MUR, CEV) sem significado para os sujeitos da pesquisa;
- mostra-se um dos objetos e a palavra correspondente a ele, escrita na sua base a cada um dos sujeitos;

- pede-se ao sujeito que escolha, dentre os 22 objetos colocados a sua frente, todos os que, para ele, devem se denominar com essa mesma palavra;
- quando o sujeito comete um ou mais erros ele é avisado pelo pesquisador de um desses erros e o experimento continua.

Essa pesquisa mostrou que a evolução da formação de conceitos é dependente da palavra. Pois

> "O conceito é impossível sem palavras, o pensamentos em conceitos é impossível fora do pensamento verbal; em todo esse processo, o momento central, que tem todos os fundamentos para ser considerado causa decorrente do amadurecimento de conceitos, é o emprego específico da palavra, o emprego funcional do signo como meio de formação de conceitos" (VIGOTSKI, 2001, p. 170).

Mas não é só a presença de um problema que leva ao desenvolvimento de um pensamento conceitual, ela é importante, mas não única e suficiente. O meio em que se encontra precisa desafiá-lo, interpondo novos desafios, novas exigências a seu intelecto, pois caso isso não ocorra, o seu pensamento não alcançará os níveis cognitivos mais elevados ou ocorrerá com atraso.

Não é a ação cultural que explica a formação de conceitos no adolescente, mas sim as relações intrínsecas entre os desafios externos e os processos interiorização de conceitos que apoiam a formação de conceitos, pois é uma

> "função sociocultural do desenvolvimento do adolescente, que abrange tanto o conteúdo quanto os modos do seu pensamento. O novo emprego significativo da palavra, ou seja, o seu emprego como meio de formação de conceitos é a causa psicológica imediata da transformação intelectual que se realiza no limiar entre a infância e a adolescência" (VIGOTSKI, 2001, p. 172).

As pesquisas de Vigotski permitiram concluir que a evolução da formação de conceitos se constitui de três estágios básicos e que se dividem em várias fases:

O primeiro estágio, apresentado pelas crianças,Vigotski chamou estágio "cognitivo de agregação desorganizada ou amontoado" (GASPAR, 2006,p. 72).

> "O primeiro estágio de formação de conceitos, que se manifesta com mais frequência no comportamento de crianças de tenra idade, é a formação da pluralidade não enformada* e não ordenada, a discriminação de um amontoado de objetos vários no momento em que essa criança se vê diante de um problema que nós adultos, resolvemos com a inserção de um novo conceito. [...]
>
> Nesse estágio do desenvolvimento, o significado das palavras é um encadeamento sincrético não enformado de objetos particulares que, nas representações e na percepção da criança estão mais ou menos concatenados em uma imagem mista" (p. 175). (grifos nossos).

Em seguida, a criança evolui para o estágio do pensamento por complexos, onde ela considera relações que já existem entre os objetos. Sendo essas as ações factuais, concretas e lógicas que envolvem em várias fases sucessivas. Nessa fase

> "[...] a criança começa a unificar objetos homogêneos em um grupo comum, a complexificá-los já segundo as leis dos vínculos objetivos que ela descobre em tais objetos. Quando a criança passa a essa variedade de pensamento já superou até certo ponto o seu egocentrismo. Já não confunde as relações entre as suas próprias impressões com as relações entre os objetos – um passo decisivo para se afastar do sincretismo em direção à conquista do pensamento objetivo" (VIGOTSKI, 2001, p. 179)

O desenvolvimento cognitivo da criança passa para a etapa onde começa a estabelecer elementos lógicos que levam a um conceito. Parece que a capacidade mental da criança evolui a ponto do reconhecimento da palavra como elemento definidor de um grupo de objetos, porém as relações lógicas e abstratas apresentadas ainda não se completam. Não há a coerência lógica do pensamento verdadeiro. A criança ainda pensa por complexos, embora com estrutura aparentemente igual à da formação de um conceito. Por essa razão, esse é chamado estágio dos *pseudoconceitos.*

> "a criança não pode assimilar de imediato o modo de pensamento dos adultos, e recebe um produto que é semelhante ao produto dos adultos porém obtido por intermédio de operações intelectuais inteiramente diversas e elaborado por um método de pensamento também muito diferente. É isto que chamamos *pseudoconceito*. Obtém-se algo que pela aparência, praticamente coincide com os significados das palavras para os adultos mas o seu interior difere profundamente delas" (VIGOTSKI, 2001, p. 193).

Devido ao pseudoconceito ser a forma predominante do pensamento infantil é que se torna possível a comunicação mútua com o auxílio das palavras e a comunicação verbal entre adulto e criança. A denominação de pseudoconceito também se deve ao fato da semelhança entre pensamento e o pensamento verdadeiramente lógico e "está diretamente vinculada à relação entre o pensamento pré-conceitual característico do adolescente e o conceito lógico, conceitual, do adulto" (GASPAR, 2006, p. 76).

Essa semelhança é que permite às crianças e adolescentes operar com conceitos mesmo antes do desenvolvimento do pensamento conceitual. Enfim, do seu experimento, Vigotski (2001) conclui: "só na adolescência a criança chega ao pensamento por conceitos e conclui o terceiro estágio da evolução do seu intelecto" (p. 228). Pois,

> "[...] com o avanço da adolescência, as formas primitivas de pensamento – sincréticas e por complexos – vão sendo gradualmente relegadas a um segundo plano, o emprego dos conceitos potenciais vai sendo cada vez mais raro e se torna cada vez mais freqüente o uso dos verdadeiros conceitos, que no início apareciam esporadicamente." (p. 228).

Em outras palavras, só na adolescência a criança se torna capaz de usar a palavra como símbolo. "A palavra é um signo" (Ibidem, p. 227). É também a partir da adolescência que os sujeitos conseguem completar o jogo até o fim, isto é, descobrir corretamente o significado das palavras sem sentido. A adolescência não é um período de acomodação, onde o processo evolutivo está concluído, mas sim um período de "crise e amadurecimento do pensamento" (Ibidem, p. 229).

A pesquisa mostra, portanto, que só a partir dessa fase as pessoas se tornam capazes de entender e definir o significado das palavras. Esse estágio final é o *estágio dos conceitos,* que marca a formação do verdadeiro pensamento linguístico. Os conceitos passam a ter lugar efetivo nos processo

que envolve tomada de “juízos e conclusões, agindo como partes componentes destes” (Ibidem, p. 235).

O conceito irá surgir no processo de operações intelectuais da pessoa. A sua formação sempre surge durante um processo que busca a solução de um problema no qual o pensamento do adolescente está inserido. Com as experiências, Vigotski demonstra como

> “... das imagens e vínculos sincréticos, do pensamento por complexos, dos conceitos potenciais e com base no uso da palavra como meio da formação de conceito surge a estrutura significativa original que podemos denominar de conceito na verdadeira acepção desta palavra” (VIGOTSKI, 2001, p. 239).

3.4 UMA ABORDAGEM VIGOTSKIANA PARA A FORMAÇÃO DOS CONCEITOS CIENTÍFICOS

Na busca de entender como ocorre a formação dos conceitos científicos na infância, Vigotski desenvolve outro estudo experimental. Entender o desenvolvimento dos conceitos científicos na idade escolar é, Para Vigotski (2001, p. 240), “... antes de tudo, uma questão prática de imensa importância – talvez até primordial – do ponto de vista das tarefas que a escola tem diante de si quando inicia a criança no sistema de conceitos científicos”.

Vigotski utiliza o termo conceito científico, segundo Howe (1996), de forma ampla. Para ele, este conceito engloba questões das ciências sociais, línguas, matemática e ciências naturais, isto é, não se dirige exclusivamente aos conceitos trabalhados nas ciências. Aponta para aqueles que a criança adquire no aprendizado formal em sala de aula. Está associado a

conhecimentos sistematizados em hierarquias, que são apresentados e aprendidos em um sistema de relações.

E adota o termo de conceitos espontâneos, utilizado por Piaget na época, como sendo aqueles não-sistematizados, sem organização, tendo como base as experiências particulares de cada um. O que diferencia as duas categorias de conceitos é existência ou não de um sistema.

A metodologia experimental utilizada para poder iniciar o entendimento dos conceitos consistia em

> "...contar histórias seguindo uma série de quadros, concluir orações interrompidas pelas palavras 'porque', 'embora', desenvolver palestras clínicas com a finalidade de revelar níveis de assimilação das relações de causa e efeito e de seqüência com base em matéria espontânea e cientifica." (VIGOTSKI, 2001, p. 242).

Os dados alcançados foram agrupados em um quadro, chegando aos seguintes resultados

Quadro 1: Quadro comparado da Solução de Testes Espontâneos e Científicos (em%)
Fonte: VIGOTSKI (2001, p. 243)

	Turma II	Turma IV
Teste em "Porque"		
Científico	79,7	81,8
Espontâneo	59,0	81,3
Teste em "Embora"		
Científico	21,3	79,5
Espontâneo	16,2	65,5

Com o quadro, o resultado da experiência aponta que, no campo dos conceitos científicos, ocorrem níveis mais elevados de tomada de consciência do que nos conceitos espontâneos. O que se observa é

> "... o acúmulo de conhecimento leva invariavelmente ao aumento dos tipos de pensamento científico, o que, por sua vez, se manifesta no

> desenvolvimento do pensamento espontâneo e redunda na tese do papel prevalente da aprendizagem no desenvolvimento do aluno escolar" (Ibidem, p. 243).

No desenvolvimento dos estudos, Vigotski tece sérias críticas ao entendimento do processo de aprendizagem pelas crianças junto à psicologia contemporânea da época, quando se acreditava que a aprendizagem teria início e fim no momento em que a criança era exposta a uma nova significação. O que para Vigotski (2001), não é o correto, pois

> "Quando uma palavra nova, ligada a um determinado significado, é aprendida pela criança, o seu desenvolvimento está apenas começando; no início ela é uma generalização do tipo mais elementar que, à medida que a criança se desenvolve, é substituída por generalizações de um tipo cada vez mais elevado, culminando o processo na formação de verdadeiros conceitos" (p. 246).

O que preconiza é que a aprendizagem não ocorre de forma direta. Ao adotar essa forma de pensamento, o professor estará buscando nada mais que a assimilação de palavras vazias, um verbalismo puro e simples. O que ocorre não é a assimilação do conceito pela criança, mas sim a palavra. Buscando mais pela memória do que pelo pensamento, tornando-se assim, uma tentativa não inócua de ensino e aprendizagem.

Vigotski aponta que sua pesquisa

> "[...] mostra, ainda, que o ensino_consciente de novos conceitos e formas da palavra ao aluno não só é possível como pode ser a fonte de um desenvolvimento superior dos conceitos propriamente ditos e já constituídos na criança, que é possível_o trabalho direto com o conceito no processo de ensino escolar. Mas, como mostra a pesquisa, este trabalho não é o fim mas o início do desenvolvimento do conceito científico, e não só não exclui os processos propriamente ditos de desenvolvimento como lhes dá nova orientação e coloca os processos da aprendizagem e desenvolvimento em novas relações maximamente favoráveis do ponto de vista dos objetivos finais da escola" (p. 250/1).

Os conceitos científicos não se desenvolvem de igual maneira aos espontâneos. Por isso, Vigotski aponta como errônea a tese de Piaget do antagonismo entre o ensino e o desenvolvimento. Onde aponta que as diretrizes espontâneas do conhecimento são importantes, pois são exatamente essas que devem ser deslocadas no processo de aprendizagem. E, nesse

sentido os conhecimentos espontâneos e os conhecimentos científicos são vistos como inimigos.

Vigotski, independentemente de estar tratando dos conceitos científicos ou espontâneos, aponta que

> ... são processos intimamente interligados, que exercem influências um sobre o outro. [...] independentemente de falarmos do desenvolvimento dos conceitos espontâneos ou científicos, trata-se do desenvolvimento de um processo único de formação de conceitos, que se realiza sob diferentes condições internas e externas, mas continua indiviso por sua natureza e não se constitui da luta, do conflito e do antagonismo entre duas formas de pensamente que desde o início se excluem" (VIGOTSKI, 2001, p. 260).

Os estudos, como a solução de teste de conhecimento espontâneo e científico, permitiram a Vigotski confirmar sua hipótese que a criança utiliza conceitos espontâneos antes de sua compreensão, isto é, anteriormente a desenvolver a capacidade em defini-los e operar com eles. A criança utiliza o conceito, tem conhecimento do objeto ao qual se refere o conceito, mas não tem a consciência em seu próprio ato de pensar.

Por outro lado, o desenvolvimento dos conceitos científicos tem um caminho oposto. Inicia-se com sua definição verbal, formal, aplicado a operações não-espontâneas. Operando como esses conceitos a um patamar de complexidade lógica que, para os conceitos espontâneos só seria atingido na etapa final de seu desenvolvimento. Porém, o domínio de familiaridade que possui junto aos conceitos espontâneos, a criança só conseguirá atingir muito tardiamente em relação aos conceitos científicos.

Demonstrando que não há a concorrência entre as formas de conhecimento, Vigotski também defende que sua diferença no ponto de vista cognitivo baseia-se na maneira como a mente os adquire.

> A relação dos conceitos científicos com a experiência pessoal da criança é diferente da relação dos conceitos espontâneos. Eles surgem e se constituem no processo de aprendizagem escolar por via inteiramente diferente que no processo de experiência pessoal da criança. As motivações internas, que levam a criança a formar conceitos científicos, também são inteiramente distintas daquelas que levam o pensamento infantil à formação dos conceitos espontâneos. Outras tarefas surgem diante do pensamento da criança no processo de assimilação dos conceitos na escola, mesmo quando o pensamento está entregue a si mesmo. [...] considerações igualmente empíricas nos levam a reconhecer que a força e a fraqueza dos conceitos espontâneos e científicos no aluno escolar são inteiramente diversas: naquilo em que os conceitos científicos são fortes os espontâneos são fracos e viceversa, a força dos conceitos espontâneos acaba sendo a fraqueza dos conceitos científicos. (VIGOTSKI, 2001, p. 263).

Como exemplo, podemos citar o aprendizado da criança em relação à língua materna e o significado das palavras sem a necessidade de que alguém a ensine. Palavras como mãe, não, sim, porque e outras que, ao passar do tempo e com sua convivência sociocultural se incorporam ao seu vocabulário, são conceitos aprendidos por processos “mentais próprios, diferentes de tantas outras como substantivo, adjetivo, fotossíntese, função, equação, capitalismo, socialismo, aprendidas por meio da educação formal” (GASPAR, 2006, p. 75).

Outro exemplo utilizado por Vigotski buscando a ilustrar sua hipótese é a facilidade apresentada por uma criança em relação à lei de Arquimedes e a dificuldade em definir o conceito de irmão. A facilidade maior apresentada no entendimento de empuxo se deve à forma estruturada que lhe foi apresentada de maneira formal na escola, enquanto a dificuldade apresentada em torno da palavra irmão se deve a não estruturação recebida por esta. Pois o desenvolvimento

> ... do conceito irmão não começou pela explicação do professor nem pela formulação científica do conceito. Em compensação, esse conceito é saturado de uma rica experiência pessoal da criança. Ele já transcorreu uma parcela considerável do seu caminho de desenvolvimento e, em certo sentido, já esgotou o conteúdo fatual e empírico nele contido. Mas é precisamente estas últimas palavras que não podem ser ditas sobro o conceito da lei de Arquimedes. (VIGOTSKI, 2001, p. 264)

Mesmo com o conceito espontâneo e os científicos se desenvolverem em sentidos opostos, pois o desenvolvimento dos espontâneos na criança é

ascendente, enquanto os científicos é descendente, estes estão intimamente relacionados e são interdependentes no seu desenvolvimento cognitivo.

Para Vigotski, quando se apresenta pela primeira vez um determinado conceito científico na escola, a sua aprendizagem ou aquisição pelo aprendiz apenas se inicia. O ensino não é o fim, mas o começo do desenvolvimento da aquisição de um conceito. A aplicação dos conceitos científicos em situações reais, bem como a incorporação da experiência real junto a uma estrutura científica conceitual, são tarefas igualmente complexas e existe sempre o risco de que o conceito aprendido na escola permaneça em um nível puramente verbal, a menos que seja aplicado a situações ou fenômenos encontrados pelo estudante na sua vida diária, quando poderá se tornar um conceito verdadeiro.

O que se percebe na obra de Vigotski é que o processo de formação de conceitos é contínuo e altera a forma como funciona a mente de uma criança. Por isso, buscamos aporte, ainda, na neurociência para tentar desvendar algo mais.

3.5 PLASTICIDADE DO CÉREBRO – DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO COMPROVANDO AS IDEIAS DE VIGOTSKI

Plasticidade cerebral é a capacidade do cérebro humano de modificar-se durante toda a sua vida em decorrência de estímulos externos. Há alguns anos, o postulado dominante tratava o tecido cerebral como incapaz de regenerar-se e, assim, o cérebro era definido geneticamente, possuindo um programa genético fixo.

Com o aumento do conhecimento sobre o cérebro percebeu-se que este é muito mais maleável do que até então se imaginava, modificando-se sob o efeito da experiência, das percepções, das ações e dos comportamentos. Para entender como se processa a plasticidade cerebral, ou seja, como as nossas estruturas se constroem ou se modificam em função de estímulos externos, apresentamos a seguir um breve relato sobre o sistema nervoso central.

O sistema nervoso central humano é formado basicamente pela medula, a ponte, o cerebelo, o mesencéfalo, o diencéfalo e os hemisférios cerebrais. O cérebro é formado por dois lados: o hemisfério direito e esquerdo, ligados pelo caloso, mais cerebelo e o tronco cerebral. O cérebro, que é a parte principal do encéfalo, também é à base do nosso sistema nervoso.

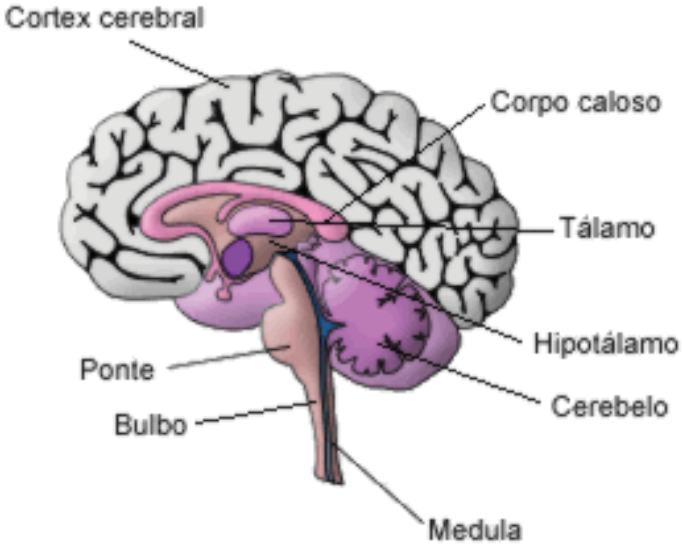


Figura 3: Esquema do cérebro
FONTE: Pereira, Joana. Disponível em:
http://joanapsicologia12.blogspot.com/2009/11/funcionamento-global-do-cerebro.html

A capacidade mental do sujeito é a expressão de um conjunto de funções cerebrais e de suas respectivas reações bioquímicas, derivada do processo entre várias conexões sistêmicas.

A plasticidade cerebral é uma denominação usada para a capacidade adaptativa do sistema nervoso central e/ou a habilidade para modificar sua organização estrutural e funcional. Para Kolb & Whishaw (2002) e Kandel & Schawartz (2003), é a propriedade do sistema nervoso que permite o desenvolvimento de alterações estruturais em resposta à experiência e como adaptação a certas condições e a estímulos repetidos.

Para Oda, Santana e Carvalho (2002, p. 171), a plasticidade neural ou cerebral pode ser definida “como a capacidade das conexões sinápticas de um neurônio serem substituídas, aumentadas ou diminuídas em quantidade e de modificarem a atividade funcional...”. Podendo ser definida também como uma capacidade de formar novos canais de conexão.

Nesse sentido, a relação que a pessoa estabelece com o meio pode produzir modificações no seu cérebro, permitindo constantes adaptações e aprendizagem ao longo da vida. O processo de plasticidade cerebral pode ser encarado como o reorganizador de pensamento no ser humano. Essa característica de plasticidade do cérebro explica como certas regiões afetadas por alguma forma de lesão podem ser substituídas por outras.

Contudo, a recuperação de certas funções depende de alguns fatores, como a idade do indivíduo, a área da lesão, o tempo de exposição aos danos, a natureza da lesão, a quantidade de tecidos afetados, os mecanismos de reorganização cerebral envolvidos, assim como outros fatores ambientais e psicossociais.

Porém, a plasticidade cerebral não é apenas relevante em caso de lesões cerebrais, uma vez que ela está continuamente ativa, modificando o cérebro a cada momento. Os mecanismos através dos quais ocorrem os

fenômenos de plasticidade cerebral podem incluir modificações neuroquímicas, sinápticas, do receptor neural, da membrana e ainda modificações de outras estruturas neurais.

> A plasticidade cerebral é máxima durante o desenvolvimento, podendo também ocorrer no Sistema Nervoso Centro na fase adulta. Manifestando-se "... como uma resposta a alterações de níveis hormonais, aprendizado de novas habilidades, respostas a alterações do meio e lesões" (ODA, SANTANA e CARVALHO, 2002, p. 172, grifos nossos).

Para Pascual-Leone et all (1995), a plasticidade não é um estado ocasional do sistema nervoso; ao invés, é o estado contínuo normal do sistema por toda a duração da vida. Uma descrição completa e coerente de qualquer teoria sensorial ou cognitiva tem que inserir em sua estrutura o fato de que o sistema nervoso, e particularmente o cérebro, passa por contínuas mudanças em resposta a modificações em seus aferentes de input e metas de output.

Implícito na noção comumente aceita de plasticidade está o conceito de que há um ponto de partida definível após o qual se pode ser capaz de registrar e avaliar a mudança. De fato, não há tal ponto de início porque qualquer evento atinge um alvo móvel, isto é, um cérebro passando por constantes mudanças acionadas por eventos anteriores ou resultando de uma atividade de remodelagem intrínseca (PASCUAL-LEONE *et all*, 1995).

Portanto, não deveríamos conceber o cérebro como um objeto estacionário capaz de ativar uma torrente de mudanças que chamamos de plasticidade, nem como um fluxo ordenado de eventos guiados pela plasticidade. Ao invés, devemos pensar o sistema nervoso como uma estrutura continuamente em mudança, da qual a plasticidade é uma propriedade integral e consequência obrigatória de cada entrada sensorial, ato motor, associação, sinal de recompensa, plano de ação, ou percepção.

Nesta estrutura, noções como processos psicológicos enquanto distintos das funções ou disfunções de base orgânica cessam de ser informativas. O comportamento levará à modificação no sistema de circuitos do cérebro, assim como mudanças no sistema de circuitos do cérebro levarão a modificações do comportamento (PASCUAL-LEONE *et all*, 1995).

A existência dessa capacidade, comprovada por inúmeras pesquisas nestas últimas décadas[3], é essencial para a validade da teoria de Vigotski: se o cérebro humano fosse imutável, como até há cerca de trinta anos a neurobiologia postulava, seria impossível a aprendizagem interferir ou promover o desenvolvimento cognitivo, uma das ideias fundamentais para a teoria vigotskiana.

3.6 A COLABORAÇÃO E A INTERAÇÃO SOCIAL VIGOTSKIANA

Para Vigotski o desenvolvimento cognitivo depende da aprendizagem. E que para isso ocorra de forma efetiva serão necessária interações sociais entre crianças ou aprendizes com adultos ou parceiros mais capazes (GASPAR, 2006).

As interações sociais deverão ocorrer dentro de um limite no nível de conhecimento a ser trabalhado, a chamada zona de desenvolvimento imediato ou proximal – uma espécie de desnível cognitivo máximo do aprendiz, no qual certa instrução poderá ter inicio.

Para Vigotski (2001, p. 327/8), “a zona de desenvolvimento imediato tem, para a dinâmica do desenvolvimento intelectual e do aproveitamento, mais

[3] Piovesana, Ana Maria Sedrez Gonzaga, 1999; Brasil Neto, Joaquim., 2004; Silva, M. F. M. & Kleinhans, A. C. S, 2006.

importância que o nível atual de desenvolvimento dessas crianças.” O processo de interação entre o adulto mais capaz e a criança é uma colaboração na qual a zona de desenvolvimento imediato do aprendiz é o limite superior que deve ser respeitado pelo parceiro mais capaz.

Esse respeito ao nível do aprendiz pode possibilitá-lo imitar as atitudes do parceiro mais capaz e, nesse processo, desenvolver capacidade para resolver problemas futuros com os conceitos formados durante o processo. Não tendo em vista a imitação como um processo puramente mecânico, mas uma reestruturação cerebral que possibilita a formação de novos conceitos para o aprendiz. Num processo onde uma criança ajudada pode fazer sempre mais do que sozinha. Divergindo da ideia que a imitação não propicia condições para a aprendizagem da criança, Vigotski (2001) defende que

> “[...] a criança só pode imitar o que se encontra na zona de suas próprias potencialidades intelectuais. [...] se eu não sei jogar xadrez [...] se até o melhor enxadrista do mundo me mostrar como ganhar uma partida, eu não vou conseguir fazê-lo. [...] se eu não sei matemática superior a mostra da solução de uma equação diferencial não fará meu próprio pensamento dar um passo nesta direção. Para imitar é preciso ter alguma possibilidade de passar do que eu sei fazer para o que eu não sei.” (p. 328).

Esta claro que a imitação, desenvolvida no processo de colaboração, tem sua função importante no processo de aprendizagem.

> “Afirmamos que em colaboração a criança sempre pode fazer mais do que sozinha. No entanto, cabe acrescentar: não infinitamente mais, porém só em determinados limites, rigorosamente determinados pelo estado do seu desenvolvimento e pelas suas potencialidades intelectuais. Em colaboração, a criança se revela mais forte e mais inteligente que trabalhando sozinha, projeta-se ao nível das dificuldades intelectuais que ela resolve, mas sempre existe uma distância rigorosamente determinada por lei, que condiciona a divergência entre a sua inteligência ocupada no trabalho que ela realiza sozinha e a sua inteligência em colaboração. As nossa investigações mostraram que pela imitação a criança não resolve todos os testes até então não resolvidos. Ela chega a um certo limite que é diferente para crianças diferentes.” (VIGOTSKI, 2001, p. 329)

A relevância do processo de colaboração respeitando a zona de desenvolvimento imediato da criança atesta sua eficiência, nas interações sociais ocorridas durante uma atividade.

O conceito de interação social é alvo de exaustivos trabalhos, buscando sua melhor definição, como também a procura pelo entendimento de seu papel na aprendizagem. Segundo Ivic (1989), o entendimento do que é interação social é frequentemente reduzido ao conceito de relação interpessoal. Isso, para ele, é um processo de enfraquecimento do trabalho de Vigotski pois, sendo a aquisição da linguagem um sistema semiótico social básico, o desenvolvimento do sistema de conceitos científicos e, genericamente, a cultura, são fenômenos supraindividuais.

O que Ivic (1989) postula é que a interação social só existirá concretamente em relação ao desenvolvimento de uma tarefa, onde deverá existir um parceiro mais capaz colaborando com aprendizes menos capazes. É clara a importância das interações sociais, ou colaborações, durante um processo. Pois, para uma criança,

> ... o desenvolvimento decorrente da colaboração via imitação, que é a fonte do surgimento de todas as propriedades especificamente humanas da consciência,o desenvolvimento decorrente da aprendizagem é o fato fundamental. Assim, o momento central para toda a psicologia da aprendizagem é a possibilidade de que a colaboração se eleve a um grau superior de possibilidades intelectuais, a possibilidade de passar daquilo que a criança consegue fazer para aquilo que ela não consegue por meio da imitação. Nisto se baseia toda da importância da aprendizagem para o desenvolvimento, e é isto o que constitui o conteúdo do conceito de zona de desenvolvimento imediato. A imitação, se concebida em sentido amplo, é a forma principal em que se realiza a influência da aprendizagem sobre o desenvolvimento. A aprendizagem da fala, a aprendizagem na escola se organiza amplamente com base na imitação. Porque na escola a criança não aprende o que sabe fazer sozinha mas o que ainda não sabe e lhe vem a ser acessível em colaboração com o professor e sob a sua orientação. O fundamental na aprendizagem é justamente o fato de que a criança aprende o novo. (VIGOTSKI, 2001, p. 331, grifos nossos).

A importância da colaboração, via interação social para o desenvolvimento da criança é um tema relevante nas pesquisas com base vigotskiana, pois “o que a criança é capaz de fazer hoje em colaboração conseguira fazer amanhã sozinha” (VIGOTSKI, 2001, p. 331). Tendo em vista que a “aprendizagem é possível onde é possível a imitação” (Ibdem, p. 332).

Para Gaspar (2006), o processo de colaboração ou interação social tem duas implicações básicas em relação ao processo de ensino e aprendizagem:

> (i) ele é fundamental para a sua ocorrência, não há aprendizagem sem interação social;
> (ii) a eficiência do ensino para promover a aprendizagem é função da eficiência da interação social, pois ela pode atingir integralmente a zona de desenvolvimento imediato do aprendiz. (GASPAR, 2006, p. 78)

Buscando estratégias para um aproveitamento integral da zona de desenvolvimento imediato, Wertsch (1984) propôs três construtos teóricos para a melhor compreensão dos mecanismos da colaboração: a definição de situação, a intersubjetividade e a mediação semiótica.

3.7 OS CONSTRUTOS DE WERTSCH

Wertsch, com seus construtos, busca apresentar as condições necessárias para a promoção da interação em sala de aula, questão que Vigotski não apresenta de forma clara em seu trabalho. Outro ponto é que os construtos de Wertsch contêm apontamentos quanto às condições possíveis para que a interação seja eficiente na promoção do ensino e da aprendizagem em referência às limitações decorrentes das diferentes zonas de desenvolvimento imediatos dos alunos.

Wertsch descreve como ocorrem as soluções de problemas nos processos colaborativos que ocorrem entre o adulto – parceiro mais capaz – e o aprendiz, denominando esses processos como interação instrucional. Essa interação, que se refere Wertsch, trata-se da conduzida por um professor e sua forma de produzir sua atividade instrutiva em sala de aula.

A contribuição de Wertsch, ao propor os momentos da interação instrucional – definição da situação; intersubjetividade e mediação semiótica – são nesse trabalho os meios para analisar como o processo de colaboração se deu, assim como para definir a qualidade e a efetivada da interação social.

3.7.1 Definição da situação

A definição da situação é a forma como o contexto da interação é percebido por cada uma das partes. A utilização do termo definição tem um propósito: deixar claro que, ao iniciar uma interação, as pessoas criam uma expectativa da mesma, isto é, buscam representar essa situação que lhes apresenta. As partes envolvidas em uma interação não podem ser receptores passivos de uma representação de outra pessoa, pois, caso isso aconteça, não haverá uma interação. WERTSCH (1984, p.8) justifica essa escolha quando escreve: “eu uso o termo definição porque eu quero enfatizar que as pessoas criam a representação da situação, eles não são receptores, passivos desta representação”.

No momento da interação de sala de aula, isto é, o momento da apresentação de um conteúdo instrucional, estará envolvida a representação do professor, em especial relacionada ao seu planejamento de ensino e, a representação dos alunos, que poderá ser a forma como eles recebem e compreendem a proposta do professor. Mesmo estando atuando no mesmo contexto espaço-temporal, o professor e os alunos envolvidos em uma atividade educacional podem ter um entendimento diferenciado da atividade e,

assim, os alunos podem enveredar por caminhos não esperados pelo planejamento do professor.

Isso pode significar em sala de aula uma ideia diferente do objetivo da atividade, como lembra Gaspar (2006, p. 79), “quando um adulto e uma criança interagem em um mesmo contexto [...] cada um pode entender a situação de forma diferente e, por isso, cada um tende a resolver um problema ou realizar a tarefa também de forma diferente.” O que pode ocorrer em sala de aula, havendo uma definição do professor e diversas definições dos alunos.

Wertsch descreve uma colaboração entre um parceiro mais capaz – um adulto – e um aprendiz – uma criança –, na busca de exemplificar sua proposta, na qual constroem uma montagem baseada em um modelo pré-estabelecido de um brinquedo de encaixe. Aponta, através de suas observações, que a criança inicia seu trabalho escolhendo peças sem se ater ao modelo, não verificando a necessidade ou a possibilidade de utilização da peça. Ao contrário o adulto sempre segue o modelo.

Não significa que a criança errou a atividade e o adulto acertou, apenas que a criança entendeu a tarefa de forma diferente do adulto. Eles adotaram formas diferentes de definição de situação. Caso o adulto não interfira no processo, a criança sempre irá fazer a montagem do seu jeito, acreditando que cumpre assim a missão, pois para ela não há a necessidade de se seguir o modelo, mas montar o objeto de qualquer forma. “Essa foi a sua definição de situação, ela não errou, apenas entendeu a tarefa de forma diferente do adulto” (GASPAR, 2006, p. 79).

Para que a criança passe a ter a mesma definição do adulto, deverá ocorrer um processo de intervenção do adulto, através de uma interação social.

Caso a criança atinja a definição da situação do adulto, ocorreu, o que Wertsch chamou de redefinição da situação. Essa alteração ocorre devido a uma atitude intersubjetiva (entre sujeitos), que é o segundo construto de Wertshc, a intersubjetividade.

3.7.2 Intersubjetividade

A intersubjetividade é alcançada quando os membros de uma interação adquirem a mesma definição de situação de uma tarefa e possuem consciência dessa situação. Existem vários e diferentes níveis para a intersubjetividade:

> ela pode ser precária quando por exemplo, só há acordo quanto ao local onde se realiza a tarefa, ou completa, quando o entendimento da tarefa e das formas de realizá-la são os mesmos e a ação do adulto torna-se dispensável. (GASPAR, 2006, p. 79/80)

Para que a definição da situação, no caso de uma interação em sala de aula, por exemplo, pelo aprendiz – aluno – seja adotada a mesma definição da situação do parceiro mais capaz – o professor, ocorre uma negociação. Aquela que o professor busca a redefinição da situação dos alunos, onde poderá ser aceito um nível de intersubjetividade parcial, uma definição da situação provisória ou intermediária, com várias etapas para promover a completa redefinição da situação.

O processo que permite essa negociação entre o parceiro mais capaz e o aprendiz é a intersubjetividade que se viabiliza pelo que Wertsch chamou mediação semiótica, seu terceiro construto.

3.7.3 Mediação semiótica

Ocorre quando o parceiro mais capaz, ou um adulto, abre mão de formas adequadas para a comunicação com o aprendiz, as quais possibilitem a intersubjetividade do processo. Nesse sentido, a mediação semiótica pode ser considerada qualquer simbologia que o parceiro mais capaz e o menos capaz dispõem durante a intersubjetividade em uma colaboração, levando a uma definição da situação única da atividade. Para Wertsch, na mediação semiótica os processos envolvidos

> ... são às vezes conceituados operacionalmente como operações independentes da fala, uma visão que, erradamente, supõe que a fala simplesmente dá nome ou reflete uma definição previamente existente. Tal visão subestima o fato de que a intersubjetividade é freqüentemente criada através do uso da linguagem.(WERTSCH, 1984, p. 13)

Assim, para Gaspar (2006. p. 80),

> ... não basta ao adulto apresentar o problema ou a tarefa, é preciso acompanhar a criança enquanto a desenvolve e utilizar todos os recursos de linguagem para que ela tenha a mesma definição da situação do adulto, ou seja, para que a criança construa a montagem de acordo com o modelo proposto, não o que ele própria inventou.

Segundo Oliveira (1997), a relação homem-mundo não é direta, mas sempre fundamentada numa relação mediada. Seja ela por instrumentos ou por signos.

Ainda, segundo essa autora, ao lado de sua constante preocupação com a questão do desenvolvimento humano, Vygotsky enfatiza a importância dos processos de aprendizado, sendo este adquirido a partir de informações, habilidades, atitudes, valores por meio do contato do indivíduo com a realidade, meio e outras pessoas.

A mediação simbólica tem sua gênese no encontro das formas de relação homem-mundo, por um lado, e, por outro, na crença explicita no papel da educação no processo de desenvolvimento humano. O desenvolvimento do pensamento depende da presença de estímulos e signos, o que faz com que o homem modifique as suas atividades psíquicas.

> Enquanto sujeito do conhecimento o homem não tem acesso direto aos objetos, mas um acesso mediado, isto é, feito através dos recortes do real operados pelos sistemas simbólicos que dispõe. O conceito de mediação inclui dois aspectos complementares. Por um lado refere-se ao processo de representação mental: a própria idéia de que o homem é capaz de operar mentalmente sobre o mundo supõe, necessariamente, a existência de algum tipo de conteúdo mental de natureza simbólica, isto é, que representa os objetos, situações e eventos do mundo real no universo psicológico do indivíduo. Essa capacidade de lidar com representações que substituem o real é que possibilita que o se humano faça relações mentais na ausência dos referenciais concretos, imagine coisas jamais vivenciadas, faça planos para um tempo futuro, enfim, transcenda o espaço e o tempo presentes, libertando-se dos limites dados pelo mundo fisicamente perceptível e pelas ações motoras abertas. A operação com sistemas simbólicos – e o conseqüente desenvolvimento da abstração e da generalização – permite a realização de formas de pensamento que não seriam possíveis sem esse processo de representação e define os saltos para os chamados processos psicológicos superiores, tipicamente humanos. O desenvolvimento da linguagem – sistema simbólico básico de todos os grupos humanos – representa, pois, um salto qualitativo na evolução da espécie e do indivíduo (OLIVEIRA, 1993, p.26).

As condições para o desenvolvimento da colaboração ou interações sociais entre o parceiro mais capaz e o menos capaz serão disponibilizadas em um ambiente que também se propicia o desenvolvimento cognitivo dos envolvidos no processo. Essas condições, em nossa pesquisa, serão disponibilizadas no ambiente de aprendizagem, *MOODLE*, que é uma tecnologia de informação baseada nos recursos virtuais contemporâneos. E a análise das colaborações que esse ambiente disponibiliza as aulas serão analisadas nos pressupostos de Wertsch.

4 RECURSOS VIRTUAIS

Nos últimos 30 anos, a informática está sendo cada vez mais incorporada à sociedade humana, especialmente nas formas de comunicação e organização de dados, em sistemas empresariais ou em instrumentos de uso pessoal (BERNHEIM, 2008).

Da mesma forma, no campo da educação, muitas ferramentas e propostas vêm sendo desenvolvidas, utilizando tecnologias da informação voltadas para a escola ou em busca de novos espaços educacionais. Ao mesmo tempo, a investigação sobre a integração da tecnologia da informação e comunicação no contexto educacional tem sido o foco de diversos estudos, nos diferentes níveis de escolaridade e em diferentes partes do mundo.

No que diz respeito ao ensino de física, vários trabalhos têm procurado investigar as formas de inserção e, assim, buscam desenvolver propostas concretas, em um conjunto ainda pouco articulado e não bem demarcado, como resultado de experiências locais e propostas pontuais.

Diante desse quadro com contornos pouco definidos, tornou-se particularmente difícil situar uma proposta pontual como a que foi objeto da pesquisa aqui apresentada. Mesmo assim, buscamos uma localização temporal de trabalhos com propostas semelhantes identificando suas abordagens e pressupostos.

Para Fiolhais e Trindade (2003), os principais modos de utilização do computador no ensino são: aquisição de dados, modelização e simulação, multimídia, realidade virtual e internet.

Veit et al. (2002) classificam os trabalhos publicados em ensino de Física em três grandes categorias:

i) princípios e ideias gerais sobre a possibilidade de uso de novas tecnologias no Ensino de Física;

ii) o uso de um determinado software e seu entorno docente;

iii) aquisição automática de dados em laboratórios didáticos de Física.

Gobara *et al.* (2002) agrupam as diversas formas de utilização de programas educacionais apresentadas na literatura em seis categorias: administração, simulação, instrução assistida por computador, controle de experimentos, análise de dados e outras aplicações.

Para Medeiros e Medeiros (2002), na atualidade, a informática tem tido uma aplicação muito diversificada no ensino da Física, utilizada em medições, gráficos, avaliações, apresentações, modelagens, animações e simulações.

Diante dessa diversidade de formas de classificação, opto por estabelecer como delimitador o universo próximo do Ensino de Física, deixando de incluir assim quaisquer usos voltados para aspectos mais administrativos ou utilizados para gerenciamento.

Nesse recorte, em uma primeira análise, ficou clara a existência de dois grandes conjuntos de discussões, intervenções ou investigações, demarcados, sobretudo por suas abrangências. Há trabalhos que têm um foco bem delimitado, dirigido para uma determinada ferramenta, instrumento, software ou programa, seja como descrição de uma proposta, seja como investigação de seus usos e significados, buscando suas potencialidades ou mesmo suas

fragilidades, apontando para suas características técnicas ou então por sua necessidade de mercado.

Existe outro conjunto de trabalhos mais abrangentes, voltados na direção do desenvolvimento de espaços de intervenção ou da criação de ambientes de ensino e aprendizagem, nos quais podem estar presentes muitas ferramentas descritas anteriormente, mas cujo foco principal é o estabelecimento de espaços de interlocução e articulação, em geral com especial atenção para o estabelecimento de meios de diálogo, tais como fóruns, chats etc. Esse é o caso das várias propostas de ensino a distância assim como do desenvolvimento de outros ambientes de aprendizagem para cursos presenciais.

Em relação a esses dois conjuntos, a proposta objeto desta pesquisa é um claro exemplo de desenvolvimento e utilização de uma ferramenta e, portanto, se inscreve no segundo conjunto.

4.1 FERRAMENTAS E USOS LOCALIZADOS DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO

Analisando os conjuntos acima citados foram identificadas ferramentas e propostas para serem utilizadas em ambientes de aprendizagem. Assim, optamos por uma possível forma de sistematização para as ferramentas observadas nos mais diversos trabalhos da área. A classificação adotada a seguir não é única nem composta por elementos completamente independentes, já que ocorrem frequentes sobreposições:

1 – *Hipertextos:* o computador propicia a localização e a apresentação em rede de um amplo conjunto de informações.

2 – *Experimentos ou aquisição de dados por computador:* o computador propicia a realização de medições de grandezas físicas em tempo real a partir de sensores e softwares apropriados.

3 – *Simulações:* o computador propicia representações de uma situação física, baseadas num modelo que muitas vezes não é explícito, permitindo visualizar características de fenômenos. Em algumas situações isso inclui a possibilidade de observar as alterações nos resultados a partir da alteração de determinados valores de variáveis ou parâmetros de entrada.

4 – *Modelagem:* a ênfase é dada à construção ou proposição de modelos explicativos para determinada situação física. Os ambientes de modelagem permitem aos alunos construir possíveis modelos e analisar o quanto esses modelos são ou não aproximados e suas respectivas validades.

Um dos recursos virtuais que vem sendo utilizado em grande escala é o AVEA (ambiente virtual de ensino e aprendizagem), em especial a plataforma *Moodle*. Esta plataforma contempla, na maioria de seus pressupostos, o que se define como recursos virtuais, conforme apresentado acima, tendo como base a tecnologia.

Tecnologia, para nós, está em conformidade com a definição dada por Vicente (2005)

> [...] usarei “tecnologia” com um sentido mais amplo, que inclui não só a coisa física, mas também a não-física, que podemos encontrar nos sistemas tecnológicos complexos (usinas nucleares, sistemas de distribuição de água e assim por diante) – elementos “mais *soft*”, tais como horários de trabalho,

> informação, responsabilidades coletivas, organização de funcionários de uma empresa e até mesmo regulamentações jurídicas. [...] essa perspectiva mais ampla é adequada a uma das definições de tecnologia que o dicionário Webster relaciona: “sistema pelo qual uma sociedade provê seus membros com coisas necessárias ou desejadas”. Sob essa visão tipo guarda-chuva, qualquer ferramenta – física, virtual, conceitual ou cultural – que ajude as pessoas a tomar decisões, a agir e a atingir suas metas é uma tecnologia. (VICENTE, 2005, p.31-32)

Uma das características mais importantes destacadas por pesquisadores quanto aos recursos virtuais é a interatividade.

Mas o que entendemos por interatividade?

4.2 INTERATIVIDADE

É uma modalidade comunicacional na questão tecnológica, em que convergem a emissão e a recepção da informação. Trata de maneira complexa o relacionamento do sujeito com o conhecimento. A interatividade é a disponibilização consciente de um mais comunicacional de modo expressivamente complexo, ao mesmo tempo atentando para as interações existentes e promovendo mais e melhores interações – seja entre usuários e tecnologias digitais ou analógicas, seja nas relações ‘presenciais’ ou ‘virtuais’ entres seres humanos (SILVA, 2001, p. 20).

Ao pensar complexo nas múltiplas interferências, proporcionadas pelas tecnologias de comunicação e informação com suas múltiplas causalidades, e não de forma linearizada de comunicação e recepção, caminhamos para um pensar interativo.

A interatividade é um processo contínuo de recaracterização das comunicações e, por isso, não é produto da tecnicidade informática. Com essa

modalidade comunicacional – interatividade – a natureza da mensagem tem significativa transformação, pois o emissor e o receptor encontram-se em um novo patamar. Não são vistos isoladamente, mas compartilhando, produzindo, criando conhecimentos.

O emissor possui novas características. O receptor tem maior importância no processo, pois a mensagem torna-se modificável na medida em que responde às solicitações daquele que a consulta, que a explora, que a manipula. Quanto ao emissor, este se assemelha ao próprio *designer de software* interativo: ele constrói uma rede (não uma rota) e define um conjunto de territórios a explorar; ele não oferece uma história a ouvir, mas um conjunto de territórios abertos a navegações e dispostos a interferência e modificações, vindas da parte do receptor. Este, por sua vez, torna-se 'utilizador', 'usuário' que manipula a mensagem como coautor, cocriador, verdadeiro conceptor (SILVA, 2001, p. 11).

As tecnologias de comunicação e informação permitem a interatividade, pois possibilitam a participação, a intervenção, a bidirecionalidade e a multiplicidade de conexões. Elas melhoram, incrementam, filtram e ampliam a sensorialidade, rompendo, assim, com a linearidade e a separação do emissor/receptor da comunicação e informação.

Segundo Silva (2001), a luta pela interatividade acontece, simultaneamente, em três esferas: tecnológica, social e mercadológica. Na tecnológica, com as características hipertextuais interativas em redes telemáticas, com tecnologias cada vez mais voltadas para a busca de momentos de interlocução direta entre os pares. Na social, devido à exigência pelo "faça você mesmo", próprio das novas tribos, a sociedade em rede,

buscando propiciar aos elementos que fazem uso das ferramentas interativas sua participação, isto é, a possibilidade de interferir no processo. Na mercadológica, à procura dos produtores em contatar com o cliente, com sua participação, intervenção e coautoria no produto, levando, às vezes, à falsa sensação de colaborador direto com o produto que está utilizando, e assim, tornando-se parte do processo.

Interação e interatividade não são a mesma coisa. “O termo interatividade foi posto em destaque com o fim de especificar um tipo singular de interação...” (SILVA, 2001, p. 93), isto é, a interatividade é uma especificidade da interação.

O termo interatividade, que ganha espaço no campo da informática, destaca-se por apresentar novos aspectos que estão ausentes em todas as concepções de interação, desde sua origem na Física, mesmo quando incorporado pela Sociologia e pela Psicologia Social. Tem-se como princípio para estes novos aspectos, que: um produto, uma comunicação, um equipamento, uma obra de arte, são de fato interativos quando estão imbuídos de uma concepção que contemple complexidade, multiplicidade, não-linearidade, bidirecionalidade, potencialidade, permutabilidade (combinatória), imprevisibilidade etc., permitindo ao usuário-interlocutor-fruidor a liberdade de participação, de intervenção, de criação (SILVA, 2001, p. 100).

Para este autor, os fundamentos da interatividade têm como pilares três binômios – participação-intervenção, bidirecionalidade-hibridação e potencialidade-permutabilidade.

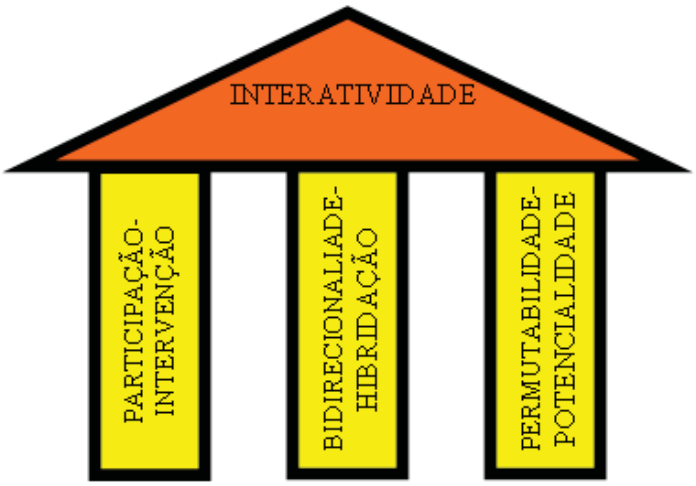


Figura 4: Binômios da interatividade
FONTE: SILVA, 2001, p. 101.

A tecnologia não produz participação-intervenção, mas sim, propicia a veiculação da autoria do sujeito mobilizado. As tecnologias de comunicação e informação podem remediar a situação desequilibrada do processo de comunicação, já que permitem a intervenção dos receptores. Apertar botões ou responder a programas pré-determinados não mobiliza a autonomia, a criatividade do sujeito, mas poder interferir, escolher o porquê apertar certo botão. Problematizar as condições que o fazem apertar ou escolher um programa pode levar o cidadão a desenvolver habilidades e competências necessárias para a utilização consciente da tecnologia contemporânea.

Na interatividade, deve haver uma intervenção permanente sobre os dados da comunicação, pois este modo comunicacional deve reconhecer o caráter múltiplo, complexo, sensorial e participativo do receptor.

O binômio bidirecionalidade-hibridação trata da complexidade comunicacional entre o emissor e o receptor. A bidirecionalidade traz a comunicação em duas vias, o emissor com suas contribuições e o receptor também. Já a hibridação completa a bidirecionalidade ao fazer a fusão entre os termos.

O terceiro binômio, a permutabilidade-potencialidade é contemplada ao analisarmos o hipertexto, principal ferramenta da interatividade na informática. O hipertexto com sua estrutura arquitetônica privilegiando características rizomáticas, isto é, como espaço complexo de múltiplas entradas, percursos e saídas interligados em movimento, tem em seu manuseio a condição de permutação do usuário. Conforme vão aumentando essas permutações, o usuário aumenta seu leque de probabilidades de caminhos possíveis, tendo aí a potencialidade de comunicação, intervenção, acrescidas de maneira substantiva.

Um exemplo é a escrita permutatória, em que o autor (proponente) lança a obra que expõe sua ‘opção crítica’, e esta inclui a disposição para a entrada do leitor-operador e cocriador; milhões de permutas estão embutidas na obra em estado de probabilidade, de virtualidade; a obra só se realiza no ato da leitura e cada leitura parece ser a primeira e a última (SILVA, 2001, p. 132).

O fator de permutabilidade proporcionado pelo hipertexto, ligado às redes de computadores, exige do usuário, leitor, coautor, capacidade de negociação da informação. Esta característica da interatividade ocorre durante a atividade colaborativa entre os alunos na plataforma de aprendizagem escolhida no processo, o *MOODLE*.

4.3 PLATAFORMA *MOODLE*

No mercado existem vários ambiente de aprendizagem *on-line*, como o Teleduc, e-Proinfo e outros, mas optamos pela utilização do ***MOODLE***, que vem ganhando espaço nos ambientes universitários. Sua concepção, com espaço destinado ao desenvolvimento de atividade *on-line* permite uma gama de possibilidade para a pesquisa, envolvendo diversos aspectos tecnológicos, financeiros, administrativos e pedagógicos.

Trata-se de um *software* livre, distribuído sob a licença GPL[4]. Essa licença, de forma resumida, dá aos usuários liberdade para:

- executar o programa, para qualquer fim, da forma que se desejar;
- modificar o programa e adaptá-lo às suas necessidades;
- ajudar outro usuário, distribuindo cópias do programa;
- auxiliar usuários a criarem suas próprias comunidades publicando novas versões de forma a permitir que outros se beneficiem de seu trabalho;

Nos últimos anos, tem-se observado grande interesse por parte da comunidade científica pelos *softwares* livres, o que vem trazendo retornos expressivos em termos de conhecimento desenvolvido na área da informática.

O *MOODLE* é um sistema de administração de atividades educacionais destinado à criação de comunidades *on-line*, em ambientes virtuais voltados para a aprendizagem. Foi criado em 1999, pelo educador e cientista

---

[4] **General Public License** (Licença Pública Geral). O **GNU GPL** ou simplesmente **GPL**, é a designação da licença para *software* livre idealizada por Richard Matthew Stallman em 1989, no âmbito do projeto GNU da Free Software Foundation (FSF). A GPL é a licença com maior utilização por parte de projetos de *software* livre, em grande parte devido à sua adoção para o projeto GNU e o sistema operacional GNU/Linux.

computacional Martin Dougiamas[5], na Curtin University of Technology, em Perth, na Austrália.

A palavra *Moodle* se origina das iniciais da expressão *Modular Object - Oriented Dynamic Learning Environment* (Objeto-orientado modular para ambiente de aprendizagem dinâmico), que é especialmente significativo para os programadores e acadêmicos da educação.

Descreve o processo de navegar despretensiosamente por algo, enquanto se faz outras coisas ao mesmo tempo, num desenvolvimento agradável e conduzido frequentemente pela perspicácia e pela criatividade.

Segundo o site oficial www.moodle.org, hoje o ***MOODLE*** é utilizado em todo o mundo por mais de 2000 instituições educacionais. Em 12/02/2009 segundo esse *site*, havia 26.808.653 usuários registrados em 202 países e 78 idiomas.

4.3.1 Usuários do *Moodle*

Os usuários da plataforma que desenvolvem o trabalho podem ter as seguintes funções:

- **Administrador:** realiza todos os tipos de operações relacionadas à configuração do ambiente e das ferramentas, bem como o

[5] Martin Dougiamas e seus colaboradores publicaram seus primeiros resultados com o *Moodle*, assim como suas condições para utilização em dois artigos em 2000 e 2002.
DOUGIAMAS, M. & TAYLOR, P. Improving the effectiveness of tools for Internet-based education, Teaching and Learning Forum 2000, Curtin University of Technology Disponível em http://lsn.curtin.edu.au/tlf/tlf2000/dougiamas.html. Acesso em 12 fev 2009.
DOUGIAMAS, M. & TAYLOR, P. Interpretive analysis of an internet-based course constructed using a new courseware tool called Moodle. Proceedings of the Higher Education Research and Development Society of Australia (HERDSA) 2002 Conference, Perth, Western Australia. Disponível em http://dougiamas.com/writing/herdsa2002/. Acesso 12 fev 2009.

cadastramento de usuários, a criação de cursos e tem acesso a todas as áreas e arquivos do ambiente.

- **Autor de cursos**: além de criar cursos pode conduzir as atividades.
- **Tutor/professor:** conduz as atividades dos cursos.
- **Estudante:** acessa e interage com as atividades e conteúdos implementados pelo tutor/professor.

4.3.2 Ferramentas Utilizadas para o Desenvolvimento da Atividade

Para desenvolver uma atividade pedagógica com o auxílio dessa plataforma, o professor pode dispor dos seguintes recursos:

- **Página de texto simples:** Permite criar uma página com texto sem formatação. É útil para informações que requerem nada mais que um simples texto para serem transmitidas.
- **Página *Web*:** Permite criar uma página *web* com todos os recursos HTML, inclusive com inserção de imagens e *scripts*.
- ***Link* para um arquivo:** Permite carregar, armazenar e disponibilizar no ambiente *MOODLE* os seus arquivos de conteúdo, em qualquer formato:

  documentos do *word* (.doc)

  documentos (.pdf)

  imagens (.gif ou .jpeg)

  vídeos (.mpeg ou .avi)

animações *flash* (.swf)

apresentações *PowerPoint* (.ppt)

- ***Link* para um site:** Permite criar *links* para *sites* externos e disponibilizá-los aos estudantes.
- **Visualizar diretório:** Permite criar um *link* para abrir um diretório dentro do *Moodle* de modo que, ao invés de criar *links* individuais, todos os arquivos ali armazenados serão disponibilizados aos estudantes.
- **Rótulo:** Permite inserir conteúdo HTML em qualquer lugar na exibição da página principal do curso, incluindo gráficos, animações, figuras, tabelas etc.
- ***Chat*:** Permite a criação de salas de bate-papo para a realização de discussões *on-line* síncronas em tempo real entre os participantes.
- **Fórum:** É uma das ferramentas mais importantes do ambiente para promover a interação *on-line* assíncrona. Diferentes tipos de fórum podem ser criados: apenas para professores, notícias do curso, aberto a todos os participantes, um comentário por participante. Também podem ser incluídas avaliações das mensagens postadas pelos estudantes.
- **Glossário:** Permite a geração de uma lista de definições em diversos formatos. Os estudantes podem participar da criação dessa lista.
- ***HotPotatoes*:** Permite integrar questões criadas com o programa *Hot Potatoes* ao ambiente *MOODLE*.
- **Livro:** Permite a criação de conteúdo no formato de uma sequência de páginas com navegação interna.
- **Lição:** Permite a inclusão de páginas de conteúdo com uma questão no final, cuja resposta determina a navegação.

- **Pesquisa de opinião:** Permite a realização de enquetes, com visualização das respostas em uma tabela bastante intuitiva ou um gráfico dos resultados.
- **Questionário:** Permite que o professor crie e configure questionários com vários tipos de questões.
- **Tarefa:** Permite que o professor especifique uma tarefa que pode exigir a preparação e submissão de conteúdo digital.
- **Trabalho com Revisão:** Permite a criação de tarefas colaborativas com avaliação pelos pares.
- ***Wiki*:** Permite a implementação de atividades colaborativas que envolvem a criação de páginas *WIKI*.

4.4 DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO EDUCACIONAL

O planejamento das aulas baseou-se nos três momentos pedagógicos (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1992), que são: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Segundo Silva (2003, p. 65), a problematização inicial é “o momento em que se apresentam as questões iniciais ou situações desafiadoras aos alunos em torno do tema escolhido”. Nesse momento, os alunos são instigados a expor seus pensamentos em torno das situações para o professor poder conhecer o que eles pensam e qual o nível de conhecimento apresentam.

Podemos apontar como o momento em que o professor está buscando a zona de desenvolvimento em que os alunos estão. Já a organização do conhecimento é o momento, sob a tutela do professor, em que “os

conhecimentos necessários em relação ao tema trabalhado e levantados no momento da problematização inicial são estudados e estruturados" (SILVA, 2003, p. 66). Nesse momento ocorrem as interações sociais entre o professor e os alunos e/ou, alunos com alunos, na busca da formação de conceitos científicos. A aplicação do conhecimento é o momento "destinado a abordagem sistemática do conhecimento que se incorporou pelo aluno, utilizado na análise e interpretação de situações relacionadas ao tema" (SILVA, 2003, p. 66-67).

As atividades foram planejadas como a figura abaixo:

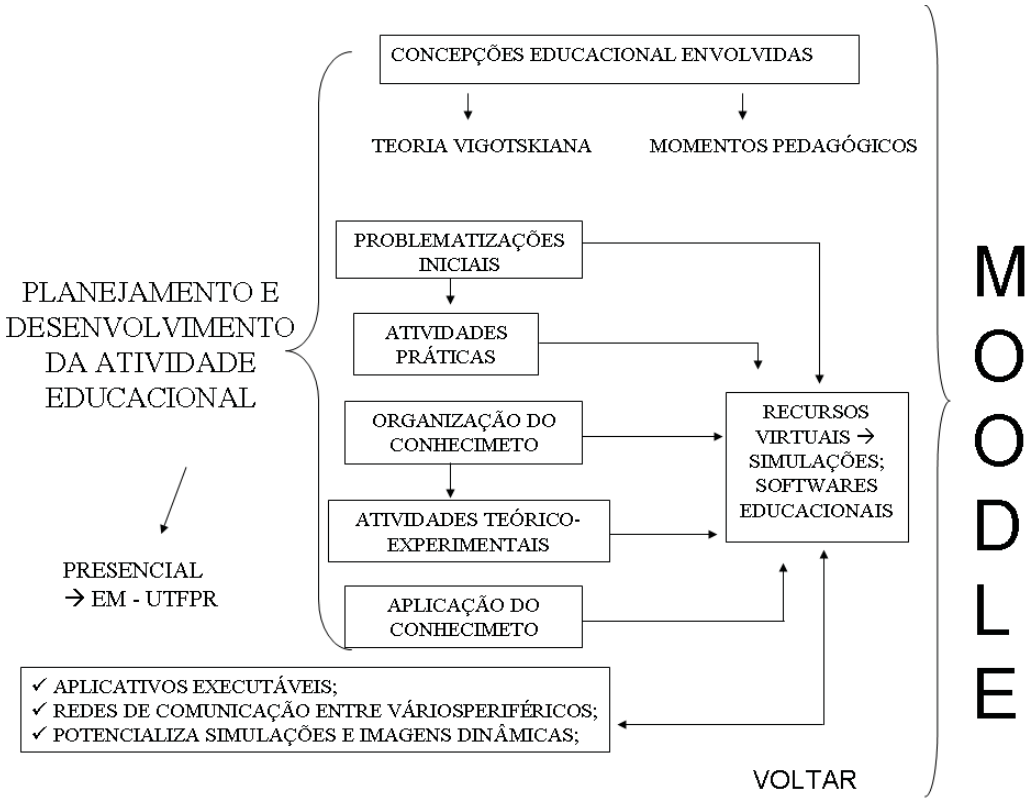


Figura 5: Proposta de organização das atividades educacionais

Nesse trabalho, o tema escolhido pelos alunos: viagem do homem à Lua. Tal escolha deveu-se à data de comemoração da chegada da primeira tripulação humana na Lua, em 1969.

As atividades educacionais planejadas, executadas e analisadas pautaram-se em um contexto interativo com conhecimento e permissão de investigação da direção da escola. Foram utilizados para o desenvolvimento das práticas educativas alguns *recursos virtuais: simulações, vídeos e, principalmente o MOODLE*. O critério para a escolha desses recursos foi à possibilidade dos mesmos propiciassem atividades educacionais interativas que pudessem, a nosso ver, contribuir de modo efetivo à promoção da alfabetização em ciências dos alunos participantes.

O primeiro passo para o pleno desenvolvimento desta proposta foi a escolha do universo da pesquisa e o tempo de sua realização. Optamos por escolher duas turmas das quais sou o professor de física: a primeira formada por 22 alunos do Curso Técnico Integrado de Nível Médio em Agroindústria e a segunda por 22 alunos do Curso Técnico Integrado de Nível Médio em Mecânica, ambas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no Câmpus de Ponta Grossa. A sua realização ocorreu durante cinco semestres: Iniciando no segundo semestre de 2008 e encerrando-se no segundo semestre de 2010.

Essa escolha me deu a possibilidade de acompanhar um grupo que estudava com um currículo pré-definodo e regras disciplinares de avaliação pré-estabelecidas.

Escolhidas as turmas, iniciou-se a primeira atividade por um levantamento do nível de alfabetização em ciências de seus alunos. Para tal,

utilizamos o TBSL[6], traduzido do inglês em um trabalho conjunto com a professora de línguas estrangeiras modernas. A tradução ocorreu nas aulas de língua inglesa sob a supervisão da professora titular da disciplina e com meu auxílio para os termos técnicos disponíveis no questionário.

Traduzido e selecionadas as questões de interesse para o momento, transferiu-se para o bloco de questionário disponível na disciplina de física 1 no *MOODLE* da UTFPR/PG. A seleção das questões destinadas aos alunos buscou respeitar a zona de desenvolvimento imediata dos alunos, das quais optamos por 45 questões. Os itens do teste são formados por afirmações que possuem como opções de resposta:

- *True* (verdadeiro);
- *False* (falso);
- *I don't know* (não sei).

Após os alunos responderem às questões do TBSL, foi realizada uma avaliação dos níveis de alfabetização em ciências, em relação aos pressupostos propostos no TBSL para, com isso, planejar novas frentes de trabalho. Com o resultado[7], em relação ao TBSL, buscamos um tema de interesse dos alunos para desenvolver um projeto em alfabetização em ciências que possibilitasse aos alunos a melhoria dos níveis apresentados em ciências.

---

[6] O TBSL é um questionário que foi empregado em uma amostra de 4.223 estudantes sul-africanos, de modo a determinar os níveis de alfabetização científica geral e de segmentos específicos da população (Laugksch e Spargo, 1999).

[7] Apresentados na Tabela I – Escores de alfabetização em ciências dos alunos dos grupos A e B em comparação com os resultados mínimos propostos por Laugksch e Spargo (1996.)

4.5 NÍVEIS DE ALFABETIZAÇÃO EM CIÊNCIAS APRESENTADOS PELOS ALUNOS

A Tabela I apresenta os resultados do nível de alfabetização científica e tecnológica dos alunos das Turmas A – Técnico em Agroindústria e B – Técnico em Fabricação Mecânica, os quais se aproximam dos escores mínimos propostos por Laugksch e Spargo (1996a).

Tabela 1: Escores de alfabetização em ciências dos alunos dos grupos A e B em comparação com os resultados mínimos propostos por Laugksch e Spargo (1996a.)

Resultados	Escores mínimos para o nível de AC	Nível de alfabetização científica do Turma A	Nível de alfabetização científica do Turma B
Natureza da Ciência	13	11	12
Conteúdo da Ciência	45	46	50
Impacto da Ciência e Tecnologia na Sociedade	10	10	10
Alfabetização em Ciências	68	60	59

Podemos observar na tabela acima que os níveis de alfabetização científica dos alunos escolhidos, tanto do grupo A como do grupo B, estão muito próximos do que Laugksch e Spargo (1996) propõem como valores mínimos aceitáveis para a alfabetização em ciências.

Os índices alcançados nos itens referentes à *Natureza da Ciência* e *Impacto da Ciência e Tecnologia na Sociedade* não são animadores, pois apontam para um distanciamento do processo educativo que valoriza as reflexões em torno dos aspectos sociais da ciência.

Interpretando os valores referentes ao *conteúdo da ciência*, observamos que tanto a Turma A como a Turma apresentam um resultado parecido com os valores mínimos propostos, porém um pouco aquém do que se esperava. Para

nós, isso ocorre em virtude da deficiência que os currículos vêm apresentando quanto aos conhecimentos da física necessários para promoção da cidadania engessando os professores de física no desenvolvimento do processo pedagógico.

4.6 ATIVIDADES DOCENTES APOIADAS PELOS RECURSOS VIRTUAIS

Como a missão da pesquisa era analisar o processo educativo apoiado pelos recursos virtuais e observar a influência da interatividade deste no desenvolvimento pedagógico, além de observar o aumento do interesse dos alunos nas aulas, deu-se inícios às atividades discentes com a utilização destes recursos.

No começo da terceira semana de agosto de 2008, planejamos uma aula para o levantamento do tema que interessaria aos alunos. Como na época se iniciava a preparação para a comemoração dos quarenta anos de chegada do homem à Lua, noticiadas com destaque pela mídia, esse evento científico e tecnológico despertou o interesse de muitos alunos e, depois de um debate em sala de aula, os alunos optaram por estudar alguns dos fundamentos científicos que proporcionaram o homem chegar à Lua.

Com a escolha feita, passamos para a primeira atividade educativa.

4.6.1 Atividade 1: Vídeo da Viagem da Apollo 11 (02 Aulas)

Optamos pela disponibilização do vídeo da partida da tripulação da Apollo 11 com destino à Lua, produzido pela NASA, disponível em <history.-nasa.gov/alsj/a11/video11.html>, para os alunos assistirem como trabalho para casa.

Para isso, durante sete dias os alunos puderam acessar a plataforma e assistir o vídeo diretamente utilizando o *MOODLE* ou realizar o *download* e assistir sem a necessidade de permanecerem conectados a internet.

Quando permaneciam conectados, assistindo ao vídeo diretamente na plataforma, puderam, por meio do *chat* criado na disciplina para os debates em torno dos assuntos que vinham sendo tratados, trocar ideias com os outros que assistiam no mesmo instante. Os alunos poderiam assistir ao vídeo quantas vezes achassem necessário.

4.6.2 Atividade 2: Debate em Torno do Vídeo

Problematização Inicial: 2 aulas

Qual a impressão que ficou quanto ao vídeo que foi assistido?

Como foi possível essa viagem?

O que é necessário para uma nave viajar pelo espaço?

Organização do conhecimento: 9 aulas

Durante as atividades em sala de aula, trabalhamos com conceitos como aceleração escalar e vetorial. Foi necessário trabalhar a ideia de conservação

da quantidade de movimento e energia com os alunos, pois perceberam a necessidade de algo para impulsionar o foguete para cima. Com isso passamos a tratar de temas como trabalho e outros.

Na continuidade dos trabalhos em sala de aula, solicitamos aos alunos que trabalhassem na simulação – Gasto de energia por arraste de corpo – indagando:

O que significa o gasto de energia quando arrastamos um corpo de uma posição à outra?

Em Física, o trabalho está relacionado com a energia gasta para realizar certa operação de translação, isto é, para se retirar um corpo de uma posição A e levá-lo a uma posição B.

“Em Física, se não houver força e deslocamento não há trabalho” (GASPAR, 2007, p. 135). A estruturação dos conhecimentos, suas definições e aplicações puderam ser trabalhadas no *MOODLE*, onde as aulas ficavam disponíveis para todos os alunos assistirem, após o trabalho em sala, quantas vezes achassem necessário.

Aplicação do conhecimento: 02 aulas

Solicitamos aos alunos que realizassem uma seleção dos conceitos físicos estudados e realizassem a análise dimensional desses;

Optamos, neste momento, a retornar ao vídeo de lançamento da Apolo 11, desafiando-os a:

01) determinarem o trabalho realizado para que a Espaçonave ultrapasse a estratosfera terrestre;

02) utilizando a potência dos motores da espaçonave, determinar o gasto de combustível necessário para que isso ocorra.

4.6.3 Atividade 03: Quais Formas de Energia Existem Durante o Lançamento de um Foguete? – 12 Aulas

Problematização Inicial: 02 aulas

Trabalhar no programa ***Kerbal Space Program*** –

Figura 6: Tela de Abertura do *Software Kerbal Space Program*

Gasto de energia por arraste de corpo – indagando:

O que significa o gasto de energia quando arrastamos um corpo de uma posição à outra aumentando sua velocidade, ou então alterando sua altura?

Organização do Conhecimento: 07 aulas

Não há possibilidade de se definir o que é energia. Porém, podemos estudar algumas de suas formas. As formas de energia e suas definição, assim como as relações que existem entre elas, trabalhamos em sala de aula com o auxílio das estruturas de módulos do *MOODLE*, onde criamos um tópico para cada conceito que gostaríamos que os alunos entrassem em contato.

Aplicação do conhecimento: 03 aulas

Solicitar aos alunos que realizassem uma atividade composta por exercícios em torno dos conceitos: energia cinética, energia potencial elástica, energia potencial gravitacional e trabalho mecânico, disponível no *MOODLE*. As resoluções dos exercícios foram disponibilizadas aos alunos no dia seguinte na plataforma *MOODLE*, onde discutimos suas resoluções em grupo e todos os alunos puderam expor onde tiveram maior dificuldade.

4.6.4 Atividade 04: Conservação de Energia na Viagem À Lua– 09 Aulas

Problematização Inicial: 02 aulas

Trabalhar com o Trilho de Ar com sensores sonar e *software* de saída de dados.

Como explicar a conservação de algo nessa atividade?

Organização do Conhecimento: 05 aulas

Na natureza nada se cria, nada de destrói, ocorre à transformação de formas umas nas outras. Os processos de transformação das formas de energia no dia a dia foram discutidos em debates e passamos para a estruturação dessas transformações. No *MOODLE*, ficavam disponíveis as aulas, onde os alunos, em grupos, puderam assistir e discutir como o conceito está definido.

Aplicação do conhecimento: 02 aulas

Solicitamos aos alunos que realizassem uma seleção dos conceitos físicos estudados e realizassem a análise dimensional desses;

Utilizamos o experimento virtual da montanha russa, disponível em <http://fisicanimada.blogspot.com.br/2010/04/montanha-russa.html>.

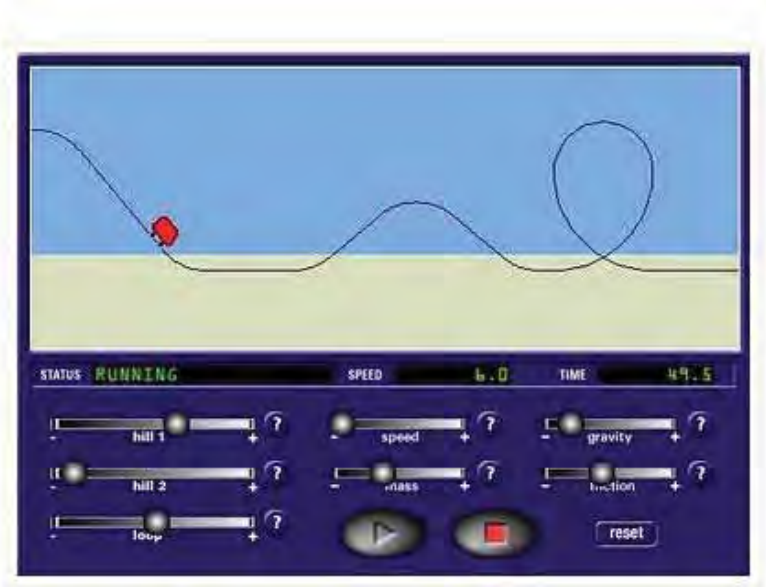


Figura 7: Utilizando o *Software* de simulação de montanha russa

Indagamos aos alunos: Quais energias estão envolvidas?

Voltando ao vídeo, solicitamos que os alunos apontassem as possíveis formas de conservação de energia existentes.

4.6.5 Atividade 05: Impulso e Quantidade de Movimento – 09 Aulas

Problematização Inicial: 02 aulas

Trabalhamos com a simulação – colisões elásticas e inelásticas, disponível em <http://www.fsc.ufsc.br/~canzian/simlab/colisoes/colisoes_sim.html>.

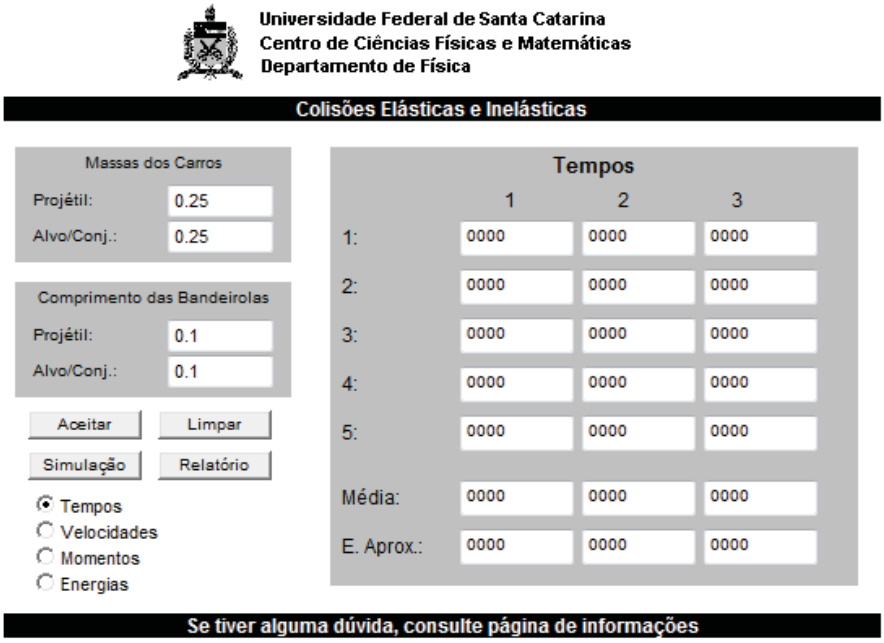


Figura 8: Tela com valores de simulação de colisões

– e ao final realizamos a seguinte indagação:

O que acontece para um corpo começar a se movimentar?

Organização do Conhecimento: 05 aulas

Empurrar um corpo não se trata apenas de aplicar uma força sobre este, mas sim exercer a força em um determinado intervalo de tempo.

"... o impulso de uma força é uma grandeza vetorial, que tem sempre a mesma direção e o sentido da força" (GASPAR, 2007, p. 169).

O assunto foi tratado diretamente no *MOODLE*, através de uma atividade no *wiki*, onde eu, enquanto professor, montava a sequência dos conhecimentos e os alunos podiam colaborar, pois estavam estudando nos seus livros e com acesso livre para pesquisar sobre o assunto.

Aplicação do conhecimento: 02 aulas

Utilizamos o experimento com o trilho de ar e indagamos: Como a força se transforma em velocidade?

4.6.6 Atividade 06: Gravitação – 06 Aulas

Problematização Inicial: 01 aula

Utilizando o vídeo de chegada da Apolo 11 à órbita da Lua, indagamos:

Como a espaçonave permanece ao redor da Lua? O que facilita ou dificulta tal situação?

Organização do Conhecimento: 03 aulas

Os modelos de sistemas planetários foram desenvolvidos durante séculos por cientistas nos mais diversos lugares da Terra. Passamos pelo sistema geocêntrico e sistema heliocêntrico. Observamos o desenvolvimento de teorias sobre as órbitas: circulares e elípticas.

Muitos dos mais famosos cientistas da física se destacam nessa área: Galileo Galilei, Nicolau Copérnico, Tycho Brache, Johannes Kepler, Isaac Newton e outros. Esse trabalho, estruturado em sala de aula com o auxílio de aulas expositivas, foram gravadas e posteriormente disponibilizadas no *MOODLE* para que os alunos possam assistir quando houver necessidade.

Aplicação do conhecimento: 02 aulas

Atividade experimental virtual: Utilizando as Leis de Kepler;

Atividade experimental virtual: Queda do Martelo – determinou-se a aceleração da gravidade lunar através do mapeamento do vídeo que apresenta a queda de um martelo na lua.

Esse foi o encaminhamento didático apresentado no segundo semestre de 2008. Optamos por apresentá-lo, pois em nossas análises, que passaremos a apresentar no próximo capítulo, observamos as maiores mudanças de atitudes dos alunos frente ao trabalho desenvolvido, em relação aos demais semestres trabalhados.

5 ANÁLISE DOS DADOS – MAPEANDO AS MUDANÇAS ALCANÇADAS

Mapear as mudanças em um processo de ensino aprendizagem que procura diminuir os baixos índices apresentados em relação à alfabetização em ciências de um grupo de estudantes não é algo trivial. Os momentos buscados nessa pesquisa permitiram um planejamento estratégico fundamentado em critérios definidos e aceitos na comunidade científica.

O mapeamento dessa pesquisa esta baseado na rede abaixo:

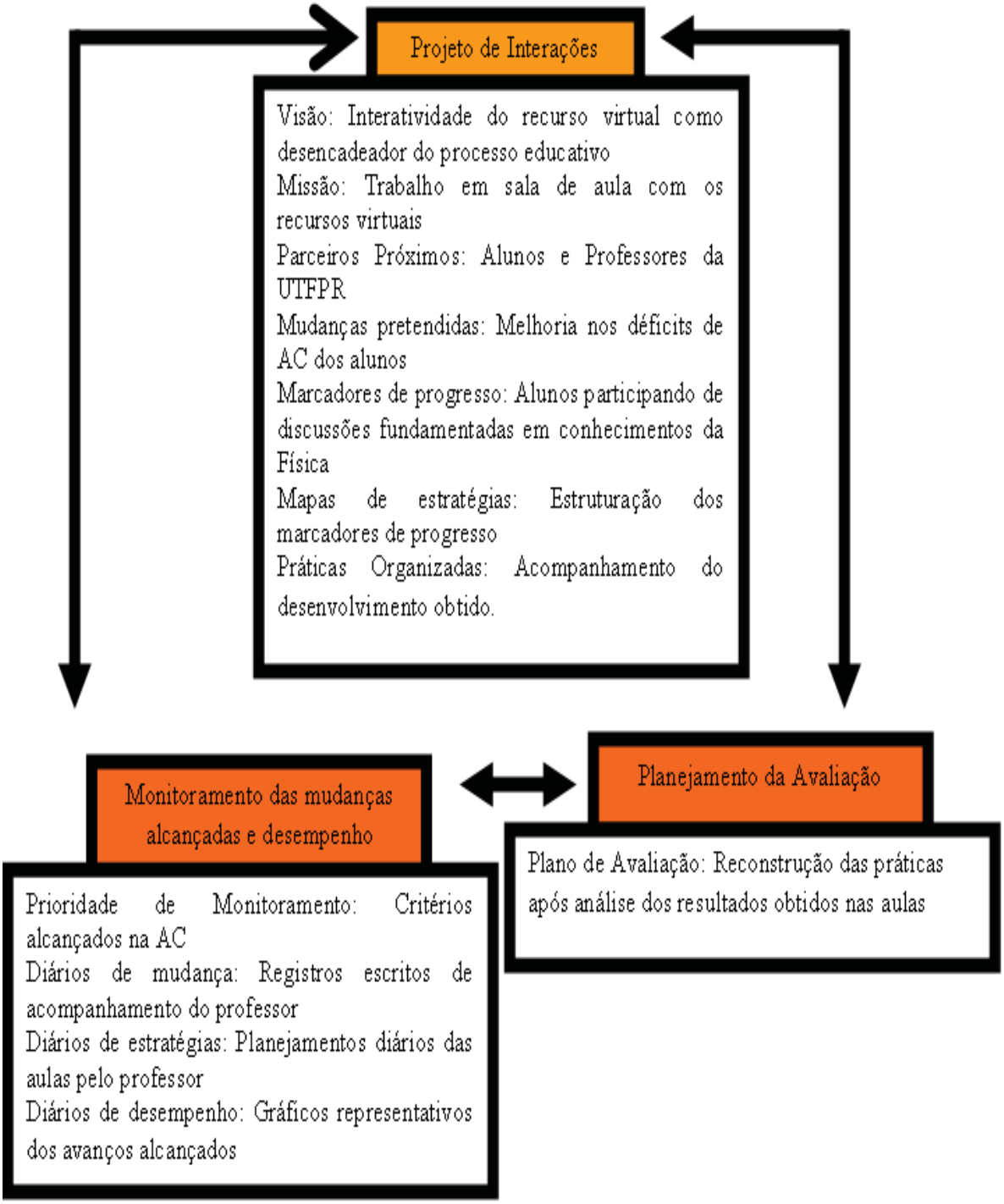


Figura 9: Rede conceitual elaborado para o mapeamento das mudanças ocorridas no processo

Tendo como visão do projeto de interação a interatividade dos recursos virtuais, o primeiro momento de análise da pesquisa foi dos objetos educacionais virtuais que pretendíamos utilizar no procedimento das aulas. O critério para a sua escolha foi a possibilidade de esses objetos propiciarem momentos interativos entre os alunos.

Adotamos os critérios de interatividade propostos por SILVA (2001) segundo os quais, para ser interativo o objeto educacional deve apoiar-se em três pilares: participação-intervenção, bidirecionalidade-hibridação e potencialidade-permutabilidade.

Os objetos educacionais analisados estão disponíveis nos seguintes portais:

I) Banco Internacional de Objetos Educacionais, acesso por meio do site: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/> e,

II) Portal do Professor, acesso por meio do site: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>.

Ver figuras abaixo:

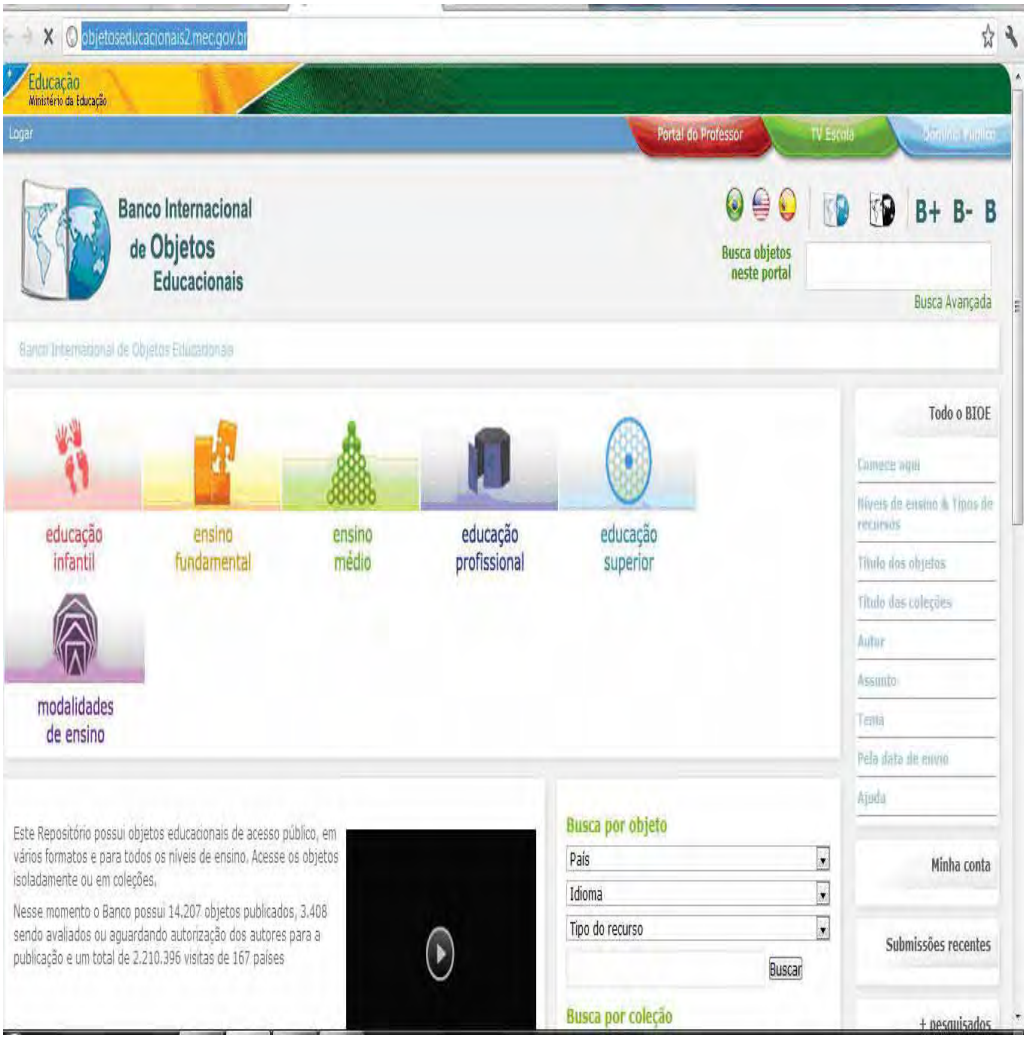


Figura 10: Tela de entrada do portal I – Banco Internacional de Objetos Educacionais

Figura 11: Tela de entrada do portal II: Portal do Professor

Para analisar objetos educacionais disponíveis nesses portais para o ensino de física, iniciamos por uma busca do que disponibilizavam.

Figura 12: Tela de busca no portal do professor de materiais disponíveis para a Física

Nessa primeira busca foram encontrados 4280 itens para física. Em relação ao ensino de Física, seleção que realizamos no segundo passo, encontramos os seguintes materiais:

1) 377 itens específicos para o ensino de Mecânica. Veja a figura:

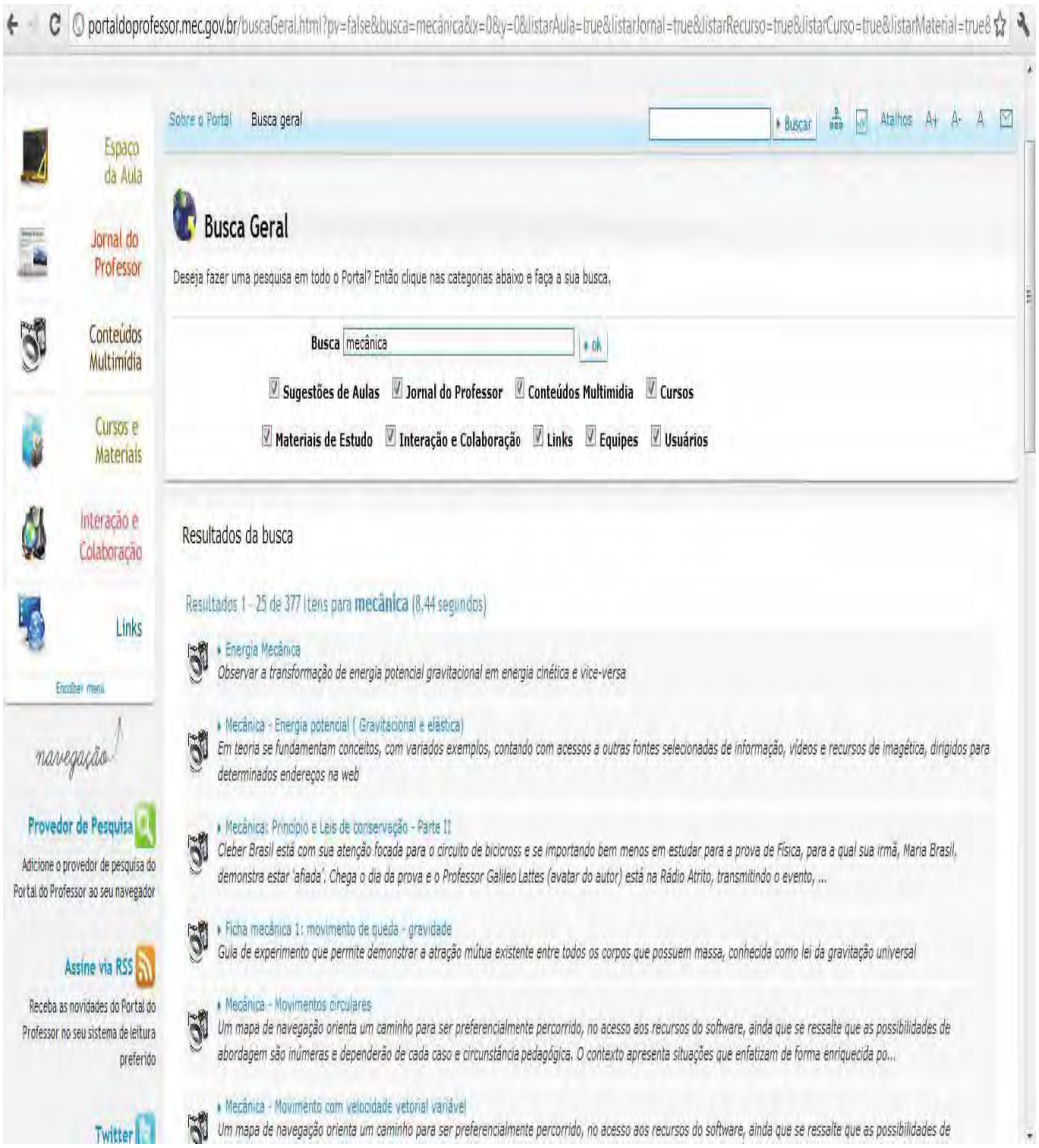


Figura 13: Tela de busca no portal do professor de materiais disponíveis para Mecânica

Distribuição dos materiais:

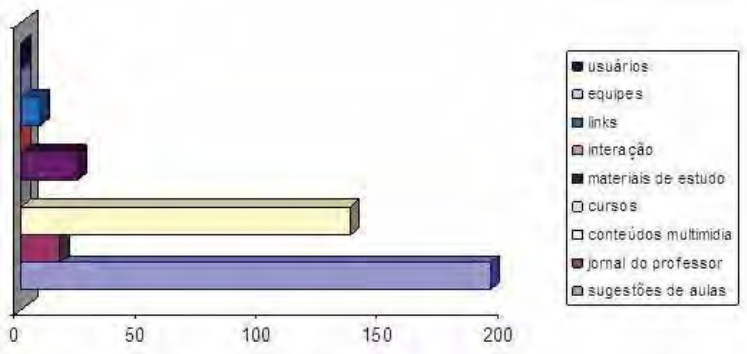


Gráfico 1: Distribuição dos materiais no Portal do Professor referentes à Mecânica

2) 78 itens específicos para o ensino de Termodinâmica. Veja a figura:

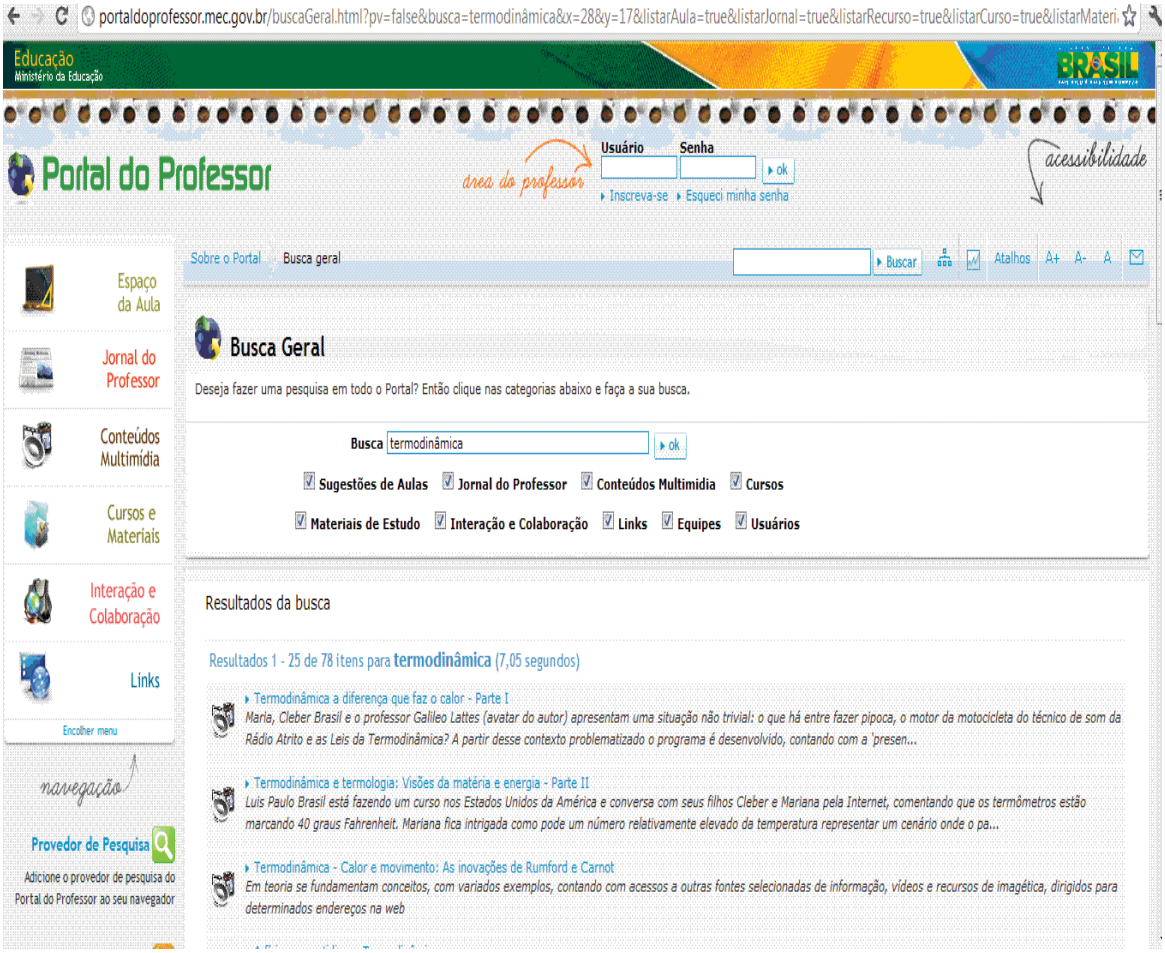


Figura 14: Tela de busca no portal do professor de materiais disponíveis para Termodinâmica

Distribuição dos materiais:

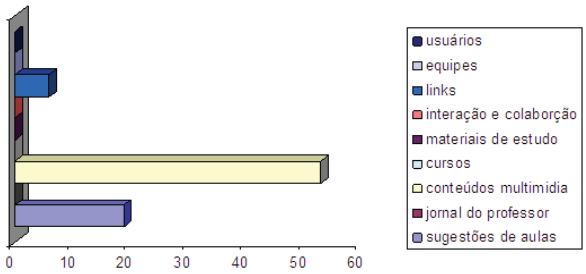


Gráfico 2: Distribuição dos materiais no Portal do Professor referentes à Termodinâmica

3) 151 itens específicos para o ensino de Óptica. Veja a figura:

Figura 15: Tela de busca no portal do professor de materiais disponíveis para Óptica

Distribuição dos materiais:

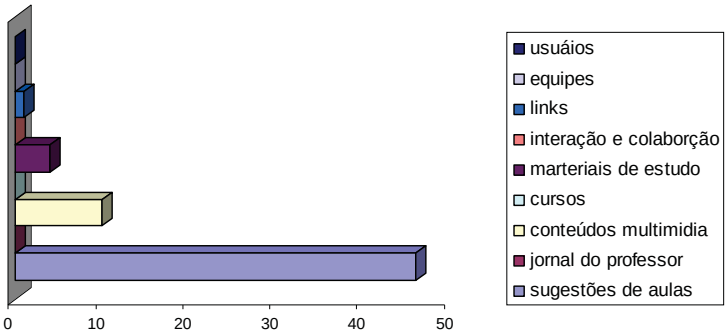


Gráfico 3: Distribuição dos materiais no Portal do Professor referentes à Óptica

4) 14 itens específicos para o ensino de Física ondulatória. Veja a figura:

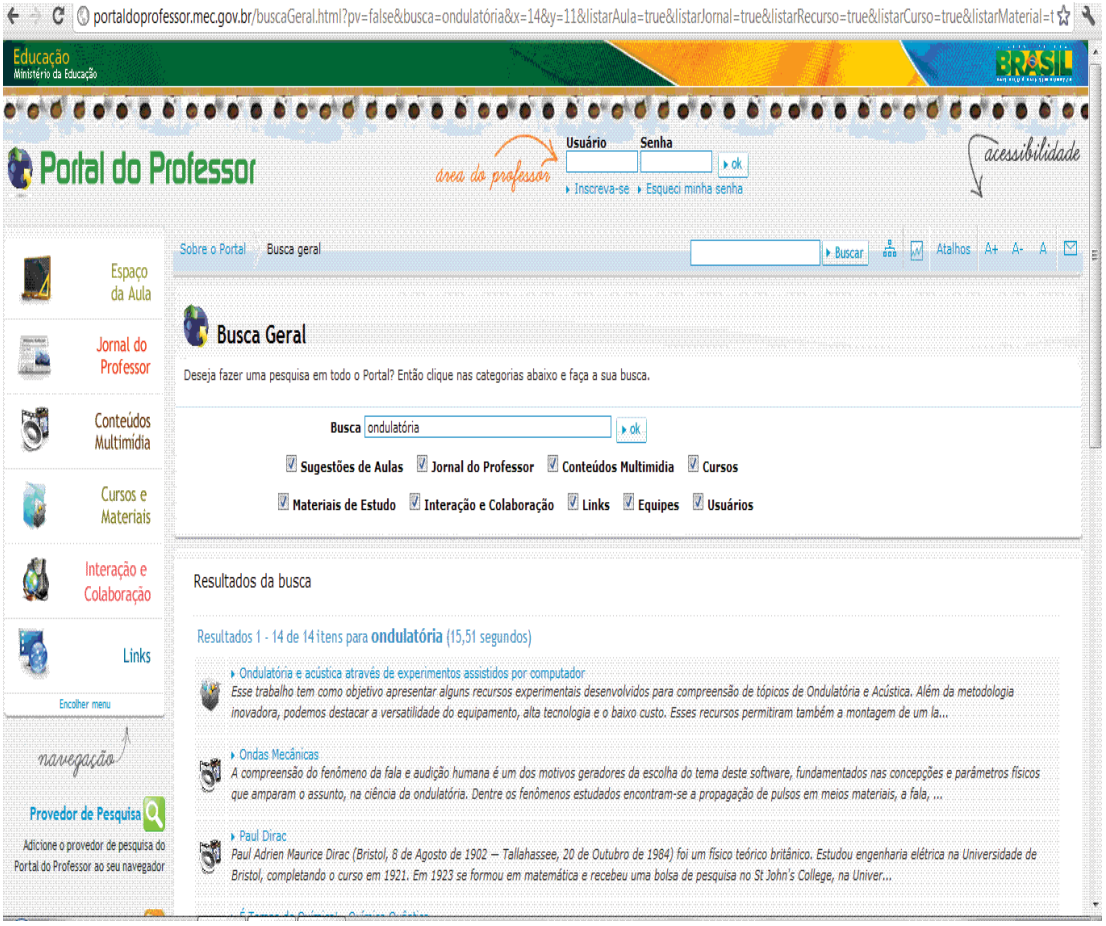


Figura 16: Tela de busca no portal do professor de materiais disponíveis para Ondulatória

Distribuição dos materiais:

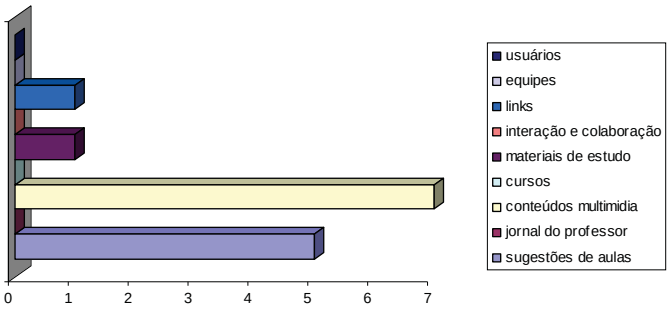


Gráfico 4: Distribuição dos materiais no Portal do Professor referentes à Ondulatória

5) 91 itens específicos para o ensino de Eletromagnetismo. Veja a figura:

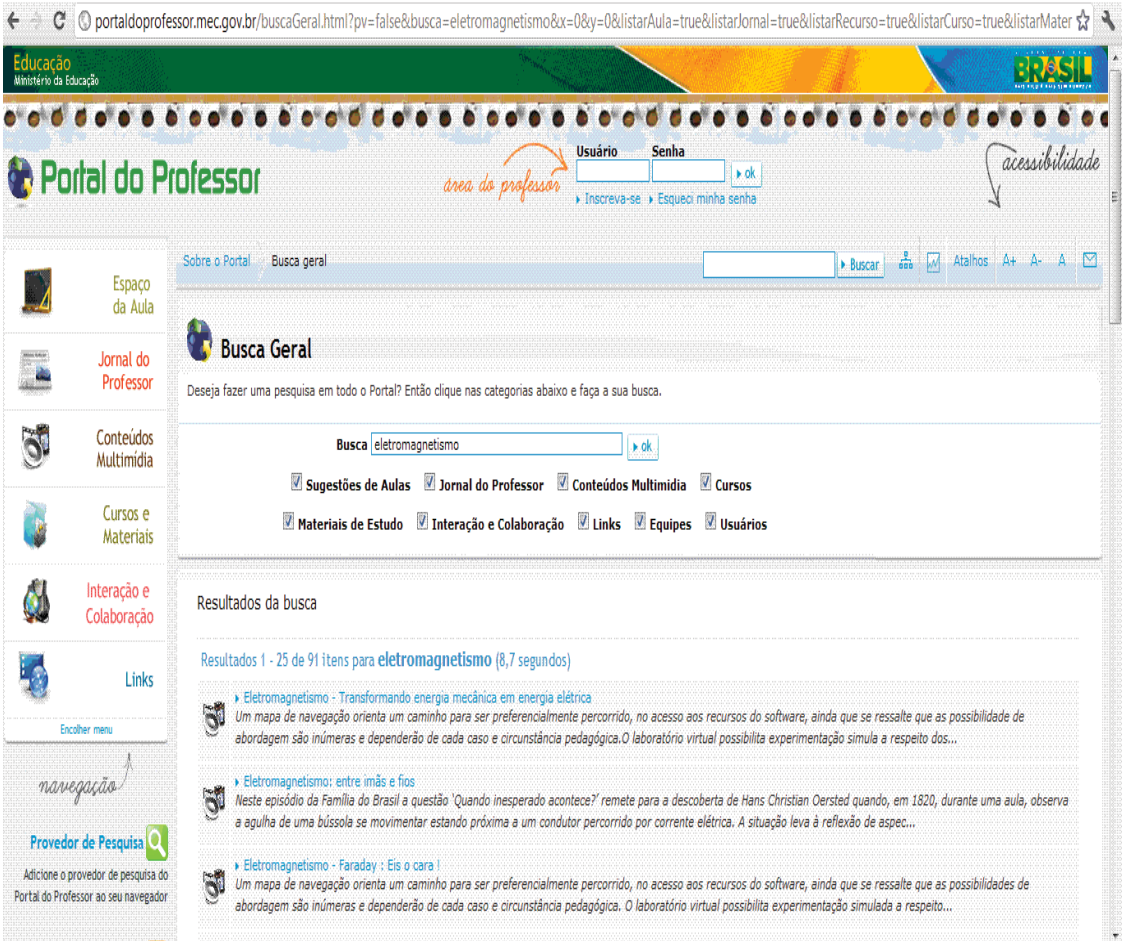


Figura 17: Tela de busca no portal do professor de materiais disponíveis para Eletromagnetismo

Distribuição dos materiais:

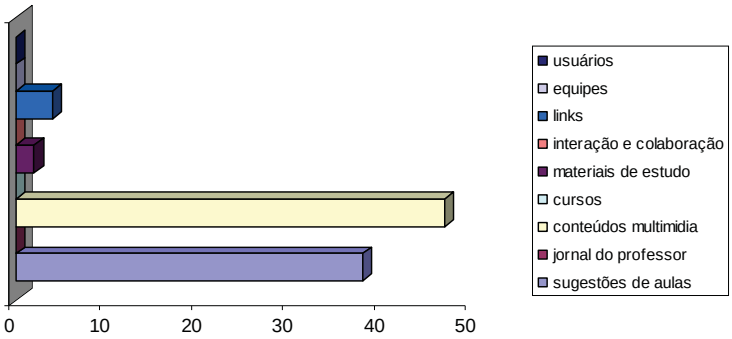


Gráfico 5: Distribuição dos materiais no Portal do Professor referentes ao Eletromagnetismo

6) 2964 itens específicos para o ensino de Física moderna. Veja a figura:

Figura 18: Tela de busca no portal do professor de materiais disponíveis para Física Moderna

Distribuição dos materiais:

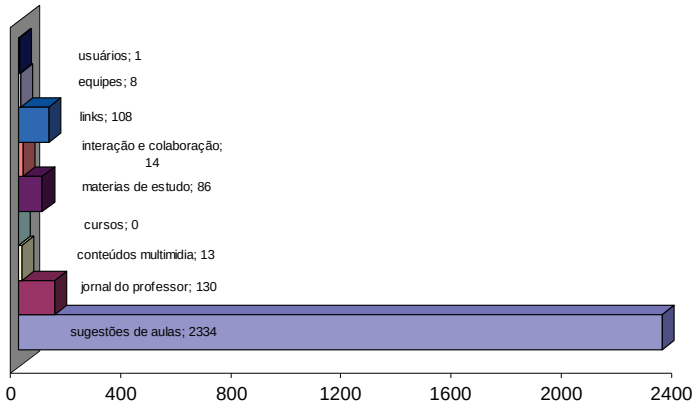


Gráfico 6: Distribuição dos materiais no Portal do Professor referentes à Física Moderna

Tendo como base a proposição de nossa pesquisa – a busca de recursos virtuais que possibilitassem situações interativas aos estudantes –, passamos a analisar os objetos educacionais do portal do professor, tendo como base o tripé da interatividade: I) participação-intervenção; II) bidirecionalidade-hibridação e III) potencialidade-permutabilidade.

Sugestões de aulas - Em relação às sugestões de aulas, verificamos se o objeto apresenta apenas a possibilidade de participação-intervenção e não dispõe das demais características. Só o simples ato de utilizar a tecnologia não leva à interatividade, mas apenas disponibiliza a veiculação da autoria do sujeito mobilizado.

As tecnologias de comunicação e informação, no caso os recursos virtuais, podem contribuir junto à situação desequilibrada do processo de comunicação, pois permitem a intervenção dos receptores. Esta intervenção, no caso das sugestões de aulas, ocorre ao selecionar quais botões apertar ou

responder a questões pré-programas, interferindo assim no andamento do processo.

Porém, se o binômio participação-intervenção ocorre apenas por parte do professor no processo educativo e os alunos não participam dessa etapa, ficam alheios à escolha e seleção dos assuntos tratados em sala de aula, esse item não pode ser considerado interativo.

Jornal do professor – Na mesma linha das sugestões de aula, o jornal do professor se enquadra apenas no primeiro binômio, porém, se a intervenção não ocorre em todos os momentos, pois o professor não pode alterar os dados conforme ocorre nas sugestões de aulas, esse item torna-se apenas um repositório de informações. Não respeita, portanto, a principal condição para um objeto educacional ser interativo: possibilitar alterações para aprimoramento.

Conteúdos multimídia – Como na interatividade é primordial que ocorra a intervenção permanente do usuário sobre os dados disponíveis, obedecendo ao caráter múltiplo, complexo, sensorial e participativo do receptor, os materiais disponíveis nesse item se aproximam do tripé da interatividade, pois permitem a participação-intervenção, a bidirecionalidade-hibridação e, alguns deles, dispõe fortemente da potencialidade-permutabilidade.

Estes itens permitem a interatividade, pois possibilitam a participação, a intervenção, a bidirecionalidade e a multiplicidade de conexões. Melhoram, incrementam, filtram e ampliam a percepção, rompendo, assim, com a linearidade e a separação do emissor/receptor da comunicação e informação.

Ao selecionar quais multimídias serão utilizadas em seus planejamentos, o professor participa da comunidade que disponibilizou tais itens na rede mundial de computadores. A participação ocorre em dois momentos: quando o professor testa o produto e quando os alunos o utilizam em sala de aula.

Multiplicidade das conexões – quanto à multiplicidade das conexões, ela é observada em programas mais modernos, viabilizada por suas bases tecnológicas e, assim, apontam para a necessidade da bidirecionalidade.

Permutabilidade – Neste item, devido às novas tecnologias digitais apoiadas na inteligência artificial, com suas estruturas arquitetônicas privilegiando características rizomáticas (espaço complexo de múltiplas entradas, percursos e saídas interligados em movimento) o objeto educacional permite, no seu manuseio, a permutação do usuário. Conforme aumentam essas permutações, o usuário tem seu leque de probabilidades de caminhos possíveis aumentado, tendo aí a potencialidade de comunicação, intervenção, acrescidas de maneira substantiva.

Cursos – Nenhuma característica pôde ser detectada, tendo em vista que não houve disponibilidade de cursos.

Materiais de estudo – Apenas uma disponibilização de informações foi possível; assim sendo, não pudemos considerar esse item como interativo.

Interação e colaboração – Pelo título do item, acreditávamos que ele seria totalmente caracterizado pela interatividade, mas ao analisarmos todos os objetos educacionais que o apresentavam, percebemos que eles não se enquadram totalmente nos três pilares da interatividade. Não observamos a possibilidade integral de permutabilidade, isto é, apenas algumas situações

dentro da utilização do item permitem a troca de informações, não encontramos nos mesmos a possibilidade de colaboração do usuário com o autor do material, para o seu aperfeiçoamento ou então para alguma alteração necessária. Por isso, não o consideramos interativo.

***Links* –** No que diz respeito à liberdade de navegação, este item enquadra-se totalmente em todos os objetos educacionais analisados.

Equipes – Quanto às equipes, sempre que entramos em contato com elas para a resolução de nossas dúvidas, houve boa receptividade. Neste caso, o primeiro pilar da interatividade foi cumprido. Conseguimos nos comunicar durante certo tempo; algumas equipes também buscaram informações sobre o trabalho que estávamos desenvolvendo. Desse modo, a bidirecionalidade e a hibridação foram cumpridas, porém as características rizomáticas do terceiro pilar não se cumpriram, pois os contatos se tornaram cada vez mais fechados – conforme o trabalho em conjunto com certa equipe avançava, as possibilidades de procurar outras para ajudar não foram mais possíveis, ficamos quase reféns daqueles com os quais estávamos interagindo sem poder buscar outras colaborações.

Logo, não houve permutabilidade em relação a este item; como não observamos todos os três pilares da interatividade, consideramo-lo não interativo.

Usuários – os usuários, sendo apenas as pessoas que utilizam as informações disponíveis, não participam integralmente do processo de interatividade. Não colaboram, não permitem a bidirecionalidade, não optam pela potencialidade dos recursos virtuais nem participam da permutabilidade de ações. Assim, esse item não se caracteriza como interativo.

Como não tivemos muito sucesso quanto à interatividade oferecida nos materiais no portal do professor, procuramos outras possibilidades, por isso passamos a analisar outros materiais disponíveis em relação à interatividade, no repositório internacional de objetos educacionais.

Efetuando a busca inicial para o ensino médio no Banco Internacional de Objetos educacionais (Portal I), encontramos 1329 itens disponíveis para a área da Física. Veja a figura:

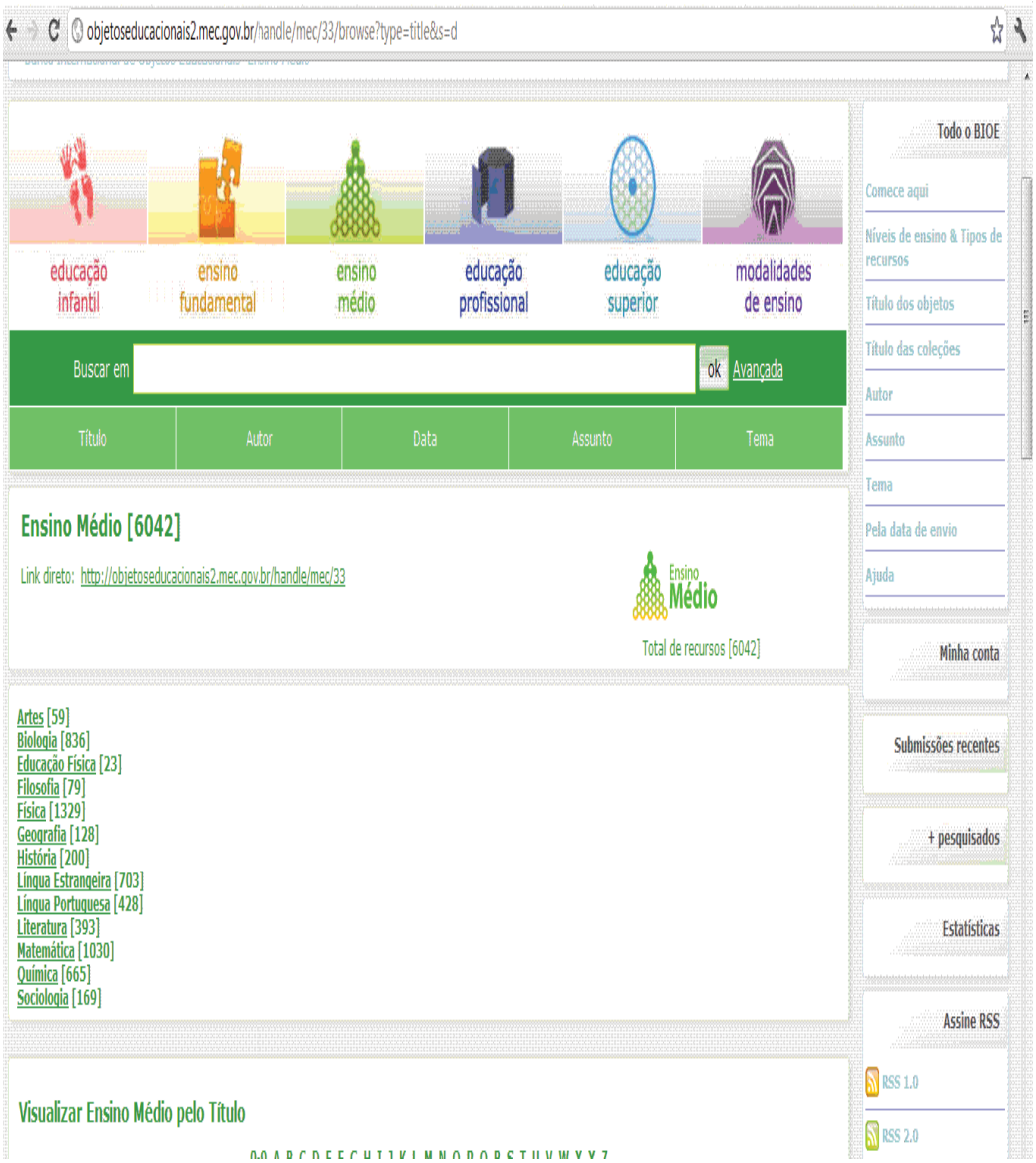


Figura 19: Tela de busca no Portal I

Os objetos educacionais na área da Física estão divididos assim:

- Ensino Médio: Física: 700 Animações/Simulações
- Ensino Médio: Física: 66 Áudios
- Ensino Médio: Física: 261 Experimentos Práticos
- Ensino Médio: Física: 8 Hipertextos
- Ensino Médio: Física: 22 Imagens
- Ensino Médio: Física: 3 Softwares Educacionais
- Ensino Médio: Física: 269 Vídeos

Procuramos verificar quais desses itens apenas se enquadram nos binômios participação-intervenção, bidirecionalidade-hibridação e potencialidade-permutabilidade e, principalmente, quais são enquadrados nos três binômios. Os resultados obtidos são sintetizados a seguir:

Áudios, hipertextos e imagens: Não se enquadram como produtos de interatividade.

Vídeos: Apresentam apenas as características do primeiro binômio da Interatividade.

Animações/simulações, experimentos práticos e softwares educacionais, ficam assim distribuídos:

Gráfico 7: Distribuição dos materiais no Portal I quanto a interatividade

5.1 INTERAÇÕES OCORRIDAS EM SALA DE AULA E AS MUDANÇAS ALCANÇADAS

Tendo como missão o trabalho com os recursos virtuais, partimos para a análise das interações ocorridas entre os parceiros mais próximos em sala de aula durante os debates ou mesmo no decorrer das atividades educacionais, o que não é tarefa corriqueira, sendo um processo trabalhoso e criterioso.

A análise das interações ocorridas entre alunos/alunos, alunos-professor, alunos/rede mundial de computadores, basearam nos três construtos teóricos propostos por Wertsch (1984):

1º - Definição da situação;

2º - Intersubjetividade;

3º - Mediação Semiótica.

Fizemos a opção por analisar as atividades do primeiro semestre, pois foi neste que percebemos grandes mudanças nos alunos, tanto no relacionamento interpessoal, como nas atitudes em relação às atividades educacionais.

ANÁLISE DAS ATIVIDADES EDUCACIONAIS DO 2º SEMESTRE DE 2008

No desenvolvimento das atividades educacionais em Física, procuramos romper com a passividade característica no processo de ensino-aprendizagem, tanto minha, como professor, como dos alunos dos cursos técnicos de nível médio da UTFPR/PG. Para isso, as metas traçadas buscavam a mudança das atitudes dos alunos por meio de atividades dinâmicas e interativas.

Esta estratégia educacional foi concebida no ato educativo, durante o planejamento, a ação, a observação e a análise das aulas (Diários de Estratégias). As apreciações dos dados de campo (registros) foram realizadas, por mim enquanto professor e pesquisador, seguindo os encaminhamentos que propiciassem os diários de mudanças.

Quadro 2: Critérios para os diários de apontamentos das mudanças

1. Estudar os registros – caderno de anotação, fóruns, *chats* e *wikis*;
2. Verificar frequências;

3.	Buscar essas frequências de acordo com as concepções teóricas adotadas;
4.	Escrever o texto, resultado dessa análise da prática vivida.

Atividade 01: Viagem do homem à Lua – Projeto Apollo

De início, apresentamos aos alunos as condições que o projeto Apollo dispunha para a realização da viagem à Lua. Nosso objetivo com essa atividade foi, por meio do aprofundamento dos estudos em torno do projeto Apollo 11, evidenciar aos estudantes o desenvolvimento da ciência como construção humana.

Como professor e planejador da atividade, procurei fazer com que os alunos adotassem a mesma definição de situação inicial que traçamos para o desenvolvimento da atividade: a importância do contexto político, social e econômico no desenvolvimento desse projeto científico e tecnológico.

Essa orientação foi apresentada desde a problematização inicial da atividade, porém, nossa expectativa não foi concretizada, tendo em vista que a definição da situação por parte dos alunos mostrou-se diferente da nossa, o que pudemos comprovar pela leitura do diário de anotações (Diários das Mudanças) , utilizado durante todo o processo.

Apresentamos um desses relatos ocorridos antes de os alunos assistirem o vídeo:

Tabela 2: Transcrição dos depoimentos dos alunos em sala de aula do vídeo de gravação das aulas

Professor: Todos acreditam que o projeto de viagem à Lua aconteceu por que os norte-americanos não queriam ficar para trás dos Soviéticos?

Aluno 01: Eu não acredito professor.
Professor: Por quê?
Aluno 01: Ora, professor, a ciência se desenvolve devido ao sonho de alguns loucos. Que depois se torna algo de útil para a humanidade.
Professor: Alguém mais pensa como o Aluno 01.
Aluno 02: Eu acredito que além de neutra a ciência é a única coisa verdadeira que temos, nem a religião é verdadeira como a ciência.
Aluno 03: A ciência é verdade, pois os cientistas não têm outro interesse a não ser descobrir a verdade sobre a vida.
Aluno 04: É professor, pois sempre que um produto novo sai no mercado aparece cientificamente comprovado. Isso que dizer que já é uma verdade.
Professor: Vamos fazer uma votação: quem acredita que a ciência é desenvolvida apenas para comprovar as condições de existência da humanidade ergue a mão; e quem acredita que a ciência é depende de algo[8] mantêm a mão abaixada.
95% dos alunos votaram na ciência neutra e verdade absoluta[9].

Com essa atividade, por meio de interações alunos-alunos e alunos-professor, se iniciaram as contribuições para a melhoria dos índices de AC dos estudantes. Por meio dos relatos apresentados nos *chats* e fóruns, pudemos verificar que os alunos se queixavam por não dominar os conceitos com os quais trabalhávamos. No decorrer das atividades em sala de aula, verificamos o aumento do interesse deles pela aquisição de conhecimentos de ciências para entender melhor o projeto.

Durante a organização do conhecimento dessa atividade, estudamos alguns documentos do projeto Apollo disponíveis no portal do professor – Portal II, para conhecer as condições que levaram ao desenvolvimento do projeto. Por meio desses estudos encontramos subsídios que tornaram nossa definição de situação inicial mais clara para os alunos.

[8] Situações sócioeconômicas, políticas, e educacionais.
[9] Apontamos um erro no desencadeamento da atividade; O erro foi do professor (no caso o pesquisador), que não soube perguntar. Se optasse pela pergunta: Vocês acham que a ciência é neutra ou está a serviço de interesses econômicos de grandes empresas? Acreditamos não alcançaria um índice de 95%, como o ocorrido.

Isso ocorreu quando os alunos entenderam que a aceleração do projeto, antecipado praticamente em meio século, deveu-se à necessidade de tranquilizar o povo norte-americano, assustado e inseguro por causa dos recentes avanços da ciência soviética, evidenciados com o lançamento do Sputnik. Na leitura desses documentos ficou clara a exigência dos governantes dos EUA de que seus militares e cientistas conseguissem realizar uma viagem tripulada para a Lua antes da URSS (União das Repúblicas Socialistas Soviéticas).

O investimento total realizado foi da ordem de 25 bilhões de dólares, sendo cerca de 18 bilhões para o desenvolvimento científico e o restante no desenvolvimento estrutural e na forma de material de divulgação à sociedade. O aprofundamento das discussões em torno do projeto Apollo, assim como as interações que ocorreram no processo, possibilitou a reformulação da definição da situação dos alunos aproximando-se de nossa definição da situação inicial.

Tabela 3: Posição dos alunos quanto ciência - Transcrição do vídeo de gravação da aula

Professor: Houve ou não uma pressão da sociedade para que o projeto dos EUA acontecesse antes que os soviéticos atingissem a Lua? E, como que eles conseguiram?
Aluno 01: Eu ainda não acredito professor, para mim, é tudo armação.
Professor: Mas, e os documentos que estamos estudando?
Aluno 01: Os documentos podem ser falsificados, depende de que os faz! Os cientistas fazem ciência porque gostam.
Professor: Cientista é um trabalhador e não apenas um sonhador! Sem investimento não há como trabalhar! No projeto Apollo, além do investimento financeiro, houve a pressão social, por isso, ocorreu o desenvolvimento necessário para a viagem ocorrer.
Aluno 02: Professor, eu acreditava que a ciência ocorria apenas para melhorar a vida do homem, como no desenvolvimento de medicamentos, ou mesmo na tecnologia. Mas, percebemos que não é bem assim. O chefe mandou e os militares fizeram. Por isso, a ciência é uma conseqüência do que a sociedade quer!
Aluno 03: É, professor, a ciência é a verdade, mas a verdade que alguém quer. Os cientistas são humanos, não podemos esquecer.
Aluno 04: Então não podemos acreditar nos comerciais né professor? E, como vamos acreditar que esses documentos não são inventados para

enganar o resto do mundo? Agora fiquei com os dois pés para trás.
Aluno 05: Nossa agora fica claro, que a ciência é sim uma coisa que depende da sociedade. Mas é lógico, não vemos macacos fazendo ciência. Professor, mas também há uma imposição dos países ricos para nós não sabermos tanto de ciência?
Professor: Como assim?
Aluno 05: Ora, com o desenvolvimento dos estudos percebemos que não sabemos nada. Assim, como acontece quando vamos fazer uma prova. Isso ocorre por quê? Os professores não ensinam porque não podem? Ou, nós não temos capacidade em entender?
Professor: Não, os professores não são obrigados a não ensinar. Só que depende do que ensinamos. E, também quanto vocês estão dispostos a aprender. É que a aprendizagem está ligada intimamente com o processo de ensino e, também com a vontade do aluno em aprender, senão não tem como.

O que nos preocupou nesse trabalho, não foi a não efetivação da definição da situação inicial, mas sim que, mesmo depois da longa mediação semiótica ocorrida no processo, ainda observarmos a resistência por parte de alguns alunos em adotá-la. Isso pode ter ocorrido também por causa da fragilidade da argumentação do professor. Como a leitura dos documentos foi realizada em colaboração com os alunos, as negociações deveriam ser apoiadas nos textos, o que não ocorreu. Mas, a tentativa do convencimento baseou-se em convicções pessoais. Mesmo assim, como se observa, há quem duvide até dos documentos, o que é da natureza humana. As convicções dos professores são tratadas como verdades, o que não as são. Muitas vezes os alunos é que têm razão sobre um argumento em sala de aula.

Durante os estudos e debates sobre o projeto Apollo, pudemos avaliar a participação de cerca de 85% dos alunos, nas duas turmas; os 15% que não demonstraram interesse nas aulas são os mesmos que apresentaram os piores índices de alfabetização em ciências, comparando os resultados da tabela 01 e o índice de participações em sala de aula, que pode ser observado nos registros escritos e gravados das aulas.

Dando continuidade as atividades de estudo, passamos para o vídeo de viagem do homem à Lua, que pôde ser assistido pelos os alunos em casa, quantas vezes quisessem, pois ele estava disponível na plataforma *MOODLE*. O ponto que despertou maior interesse nos alunos e originou o maior número de interações foi à veracidade do vídeo.

Tabela 4: Debate 03 - Material retirado do *Chat* disponível no bloco da disciplina no *MOODLE*

Aluno 01: Professor esse vídeo é falso, não é?
Aluno 02: É, professor isso não era possível.
Professor: Mas por que vocês acreditam que não era possível? Alguém mais duvida do vídeo?
Aluno 03: Ora, professor, é claro que não era possível, pois caso eles tivessem conseguido estaríamos viajando para Lua a qualquer hora.
Aluno 04: Mas, como teremos certeza se isso é verdade? Podemos fazer algumas buscas na internet e discutirmos a veracidade professor?
Professor: Acredito que é um bom momento para isso. Nesse momento então formem grupos e procurem informações sobre a viagem do homem à Lua. Na próxima aula deverão apresentar seminários em torno de que informações conseguiram.

Nos seminários dos alunos, sobre o vídeo, buscamos intervir nas questões relacionadas aos eixos estruturantes da AC. No primeiro seminário os alunos procuraram desacreditar os vídeos por deficiências tecnológicas da época, em especial no que tange à qualidade de gravação e som, ou mesmo as deficiências técnicas que permitissem a realização da viagem a Lua.

Como o vídeo é instigante, nos pareceu que houve por parte dos alunos maior interesse em participar da atividade.

Tabela 5: Debate 04 - Material retirado do *Chat* disponível no bloco da disciplina no *MOODLE*

Grupo 01: Professor preparar esse seminário foi um grande desafio para nós, pois acreditamos que o vídeo é falso.
Grupo 02: Nós achamos interessante, pois, quando preparávamos o seminário, buscamos informações na *internet*, e até conseguimos uma comunidade que discute esse assunto que os ajudou muito.
Grupo 03: É professor, eles passaram o endereço para nós e daí também pudemos entrar em contato; eles são bem prestativos.
Professor: Aluno 22, tem como disponibilizar para todos os endereços da

comunidade. Melhor, que tal criarmos uma comunidade de discussão sobre o assunto aqui na universidade?
Grupo 12: Já fizemos isso professor. E tá bombando. Até os alunos das engenharias tão participando.
Professor: Então, como vocês vêem a viagem agora?
Silêncio...

Na primeira interação ocorrida, a definição da situação é a mesma para os alunos envolvidos e o professor, tendo em vista que a escolha do acontecimento ocorreu com a participação coletiva e, principalmente como defende Vigotski (2001b, p. 163) "[...] toda aprendizagem só é possível na medida em que se baseia no próprio interesse da criança.", respeitando o interesse do educando. A nosso ver, se o professor consegue conciliar o interesse do aluno com o planejamento da atividade a desenvolver em sala de aula, a formação simbólica dos alunos em torno dos conceitos físicos de trajetória, posição, velocidade, aceleração e outros é possível.

Durante os seminários os alunos puderam observar a ocorrência da intersubjetividade, pois nesses momentos as interações entre os alunos se caracterizaram pela busca da delimitação ou da redefinição da situação inicial, por meio da construção de respostas de forma colaborativa, como podemos observar nas atividades de *wiki* do trabalho. Já a mediação semiótica ocorreu em vários momentos e das mais diversas formas.

Destacamos as formações simbólicas orais, desenvolvidas nos debates e seminários de apresentação; formações simbólicas escritas, aprimoradas nos textos a serem entregues pré e pós seminários, nos *chats* de debates, nos *wikis* de compartilhamento de tarefas, nas solicitações realizadas nas redes sociais para arrecadar informações das atividades desenvolvidas etc.; formações simbólicas gestuais próprias de cada grupo, e que posteriormente,

através do trabalho compartilhado, tornam-se, aquelas que escolhidas por imposição social do grupo ou, ainda, que melhor demonstra a efetividade do processo, aquelas que conquistam o grupo. Como na transcrição abaixo

Tabela 6: Material retirado do *Chat* que ocorreu durante a atividade educacional que tratou do assunto energia

Grupo 03: O que o grupo de vocês achou sobre energia?
Grupo 08: Nada!
Aluno 11: Nosso grupo encontrou no *site* da Física Fácil, procurem lá.
Aluno 19: É mesmo, vamos utilizar essa então?
Grupo 08: Estamos de acordo, e os demais?
Grupo 03: Ta boa para nós.
Grupo 04: Para nós também.
Grupo 03: Então ficamos com essa professor!

O que nos pareceu importante nessas passagens foi a colaboração entre os alunos durante as atividades, o que foi favorável ao seu desenvolvimento. Isso ocorreu, a nosso ver, devido à facilidade e ao fascínio que os recursos virtuais despertam nos jovens, mas também, ao respeito pelo parceiro de atividade, adquirido durante o processo, o que favoreceu a ocorrência de interações sociais produtivas, pois quando a aula desperta nos alunos vontade em entender e participar, ocorrem as condições ideais para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores.

O processo de trabalho com o *MOODLE* trouxe condições para esse desenvolvimento, tendo em vista que suas características de interatividade favorecem a ocorrência dos binômios participação-intervenção, bidirecionalidade-hibridação e potencialidade-permutabilidade. E, por meio deles, o *MOODLE* possibilita que os alunos, por meio das interações entre alunos-alunos, alunos-professor, alunos-comunidades virtuais, formem os conceitos científicos.

Atividade 02: Utilizando recursos virtuais no estudo da viagem do homem à Lua.

Essa atividade foi proposta para dar continuidade ao processo de incremento ao nível de AC dos alunos. Por meio dela pudemos trabalhar com os seguintes conceitos da física: grandezas vetoriais e escalares; gravitação universal e energia mecânica. Para a definição da situação inicial, o professor, após analisar os resultados dos níveis de AC apresentados pelos alunos na atividade anterior, levou em conta duas deficiências importantes apresentadas por eles: I) não eram capazes de diferenciar com clareza grandezas vetoriais de escalares, e II) não entendiam fenômenos físicos relacionados com a gravitação universal, como por exemplo: órbitas; velocidade de arraste; aceleração centrípeta; força de atração gravitacional.

Iniciamos a atividade propondo a eles que usassem uma atividade em um *software* interativo de viagem espacial que apresenta a simulação da partida da Apollo (por meio do *MOODLE* e, em seguida, respondessem à seguinte questão: Como foi possível a Apollo sair do solo?)

Com esse *software*, os alunos puderam interagir várias vezes com seus pares e pudemos confirmar a análise inicial, pois a simulação pede a indicação de quais eram as grandezas vetoriais para descrever o movimento do foguete. Cerca de 75% dos alunos afirmaram que não lembravam ou nunca tinham estudado tal conceito.

Tabela 7: Transcrição do registro da aula do professor

Professor: Vocês devem representar as grandezas físicas envolvidas na partida da nave!

Alunos 08: O que são essas flechinhas aqui professor?
Professor: Vetores.
Aluno 01: Ta, mas o que são vetores?

Confirmamos mais uma vez que os alunos envolvidos na pesquisa não apresentavam um nível aceitável de um dos eixos estruturantes em AC, a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceito científicos fundamentais. Tendo em vista que os conceitos envolvidos nessa parte da atividade são básicos para a compreensão da Física, a resposta à questão proposta, Como foi possível a Apollo sair do solo?, foi estabelecida como a definição inicial de situação dessa atividade.

Nos debates, momento da intersubjetividade, que ocorriam em sala observava-se a argumentação como sendo o discurso usado pelos alunos em sala de aula (SASSERON, 2008), o que poderia apontar para a alteração nos níveis de AC dos mesmos. O que buscamos no processo também.

Quanto aos indicadores de melhoria em relação aos níveis de AC, podemos apontar que as características apresentadas no ato de fazer ciências são encontradas durante o processo, sendo ele utilizando os recursos virtuais ou não.

Ao utilizar a simulação para obterem dados quanto à força de atração ou então a quantidade movimento, os alunos estão de acordo com a seriação de dados (SASSERON, 2008), tendo em vista que levantavam certo rol de dados, ou mesmo uma lista de conhecimentos que estavam envolvidos durante o processo. Um ponto relevante na atividade está relacionado com a procura pelo parceiro mais capaz de cada grupo, onde o mesmo era consultado pelos demais para proceder ao levantamento.

Nesse momento, surge a figura do professor, reconhecido e valorizado como parceiro mais capaz por parte dos alunos, como podemos perceber nas seguintes passagens, presentes nos fóruns das aulas:

Tabela 8: Material retirado do Fórum: O que mudou nas aulas?

Grupo 05: Professor a gente só ta tendo a oportunidade de aprender um pouco mais porque você nos trouxe este desafio. É por isso que é legal perceber quando um professor pode nos ajudar, quando sabe o conceito e tem a capacidade de passar para nós.
Grupo 06: Não só isso, podemos confiar em você professor, pois sempre que nos referimos a algo, você sabe o que esta acontecendo e, mais sempre solta um desafio novo, com algo sempre a mais do que estudamos, como se estivesse sempre prevendo onde iríamos chegar, isso é legal, é desafiador.
Grupo 11: Nós estamos felizes, pois agora podemos estudar algo que vínhamos estudando de forma chata e passamos para algo melhor, pois o computador nos dá a possibilidade de ir mais longe. Claro tudo isso, pois o senhor professor já tinha planejado para nós, e sempre que precisamos tirar dúvidas podemos recorrer ao senhor. E, quando não está presente para nos ajudar procuramos pensar como o senhor resolveria. Isso é que estamos achando legal, passamos a pensar como um professor, sempre preocupados com o próximo passo.

É importante deixar claro que, pelo que pudemos notar, os alunos começaram a perceber que estudar não é apenas ficar esperando o apoio do professor, mas também buscar a compreensão com seu próprio esforço e o apoio do trabalho em equipe. Quando procuram imitar o pensar do professor, é porque os níveis psicológicos superiores atingem um patamar de desenvolvimento ideal para a idade.

A capacidade de procurar estudar os conceitos físicos presentes na simulação, assim como a busca por novas informações quando necessárias, revelam a presença de um indicador de melhoria de um dos níveis de AC, a organização da informação. Esse indicador é observado quando há discussões em torno do trabalho, seja da forma como será realizado, ou então, do que é necessário para se trabalhar. Para Sasseron e Carvalho (2008), esse indicador pode surgir na busca por um novo arranjo de informações.

Como resultado dessas buscas ou investigações, há a aquisição de conceitos científicos, que é a função principal do ensino escolar. O conceito científico constitui um instrumento cultural portador, por sua vez, de mensagens profundas e, ao assimilá-lo, a pessoa altera sobremaneira sua forma de ver o mundo.

Toda aquisição de conceitos científicos se dá por meio da educação sistemática, como a que foi desenvolvida com os alunos nessas atividades. Neste caso, a contribuição da educação organizada e sistemática é fundamental em comparação com a aquisição da linguagem oral, na qual a aprendizagem desempenha um papel construtor, mas que somente requer a presença de adultos que possuam a língua na qualidade de participantes das atividades comuns, enquanto a aquisição de conceitos científicos necessita de uma educação formal para atingir seus objetivos.

A organização estabelecida em uma educação formal dita o ritmo necessário para a formação desses conceitos através de uma mudança na forma de percepção dos alunos de diversos conceitos. O desenvolvimento do cérebro do aluno no processo educacional organizado passa pelo que Vigotski chama de desenvolvimento artificial da criança

> [...] a educação não se limita somente ao fato de exercer uma influência nos processos de desenvolvimento, já que reestrutura de modo fundamental todas as funções do comportamento. (VIGOTSKI, 1982, vol.I, p. 107).

Nesse sentido, na aquisição de conhecimentos baseados em tal grau de generalização, ocorre uma interdependência dos conceitos dentro de uma rede de conceitos que permite passar facilmente de um a outro. As operações intelectuais que podem ser executadas com facilidade e a existência de modelos exteriores da aplicação destas operações facilitam a tomada de

consciência e o controle do indivíduo no que alude a seus próprios processos cognitivos. É isso que nos pareceu ocorrer no desenvolvimento das atividades.

Analisando os registros escritos, os fóruns, os *wikis* e os *chats* do trabalho, o que se destacou foi a frequência em que ocorreu a diferenciação entre a definição da situação inicial dos alunos e a do professor. Durante o processo de intersubjetividade, isto é, da negociação para a definição única, outra regularidade fica clara: a alteração da definição da situação dos alunos em favor da definição do professor, mas não de forma impositiva, mas sim de forma natural, pois os alunos reconheceram suas deficiências e procuraram saná-las por meio de interações sociais entre os pares ou com o professor.

Neste ponto do trabalho, a atenção especial volta-se para a crença dos alunos de que a ciência só pode ser realizada graças à tecnologia, mas não leva em conta a implicação inversa, da dependência da tecnologia em relação à ciência. A frequência com que essa concepção aparece é grande, como se pode perceber da transcrição da filmagem do debate sobre a partida da Apollo, como pode se ver na passagem abaixo:

Tabela 9: Transcrição de parte da filmagem do debate sobre a partida da Apollo

Aluno 01 - Ora amigos, tá na cara que só tem como conseguir isso se houver muita tecnologia por trás. Alias só conseguimos fazer as coisas do dia-dia por causa da tecnologia, somos escravos dela!
Aluno 02 - É mesmo, não conseguimos viver sem a tecnologia. Todo o mundo utiliza de tecnologia e, ela é que desenvolve a humanidade.
Aluna 03 - Mas e alguém que mora no sítio, sem luz ou água encanada, este não vive com a tecnologia.
Professor – Mas e as suas ferramentas, não uma forma de tecnologia?
Aluno 01 – Claro que não professor, tecnologia é uma coisa e ferramenta é outra. A tecnologia é algo como Matrix. Um quase Deus!
Aluno 05 – Mas, o que faz a ferramenta não é a tecnologia, professor? Então é tudo a mesma coisa.
Professor – Mas de onde surge a tecnologia? Que necessidade é essa?
Aluno 06 – Ora, a ferramenta surgiu desde que o homem sentiu sua necessidade, na pré-história. Quando utilizou pedaços de madeira e pedra para melhorar sua vida. E não existia a tecnologia. Acredito que essa tal

Deusa tecnologia surgiu mesmo com Ford. Quando tentou impor seu modelo. Não é pessoal?
Aluno 07 – Minha vida sem a tecnologia simplesmente não existe. Imagina me tirarem o celular e a internet. To morto.
Aluna 09 – Professor, tudo gira em torno da tecnologia nos dias de hoje, sem ela nem aula o senhor pode dar! Imagina uma aula sem luz, ou então sem o laboratório. Seria simplesmente ridículo, não aproveitaríamos nada.
Aluna 10 – Mesmo com a tecnologia, alguns professores não sabem como nos cativar para prestarmos atenção na aula.
Aluno 11 – É professor, suas aulas só são interessantes pois nos mostra que é possível aprender física utilizando o que nos conhecemos, como o computador por exemplo.

Está claro que esses alunos cultuam a tecnologia como o alicerce primordial da sociedade moderna. O que aponta para a vivência em uma era da tecnologia, o que Postman (1994) chamou de tecnocracia, isto é, o domínio da tecnologia na sociedade contemporânea.

A nosso ver, essa é uma construção social do conceito de tecnologia dominante, resultado da imersão diária dos alunos em informações sobre as tecnologias, sem sequer entender como funcionam ou para que sirvam.

Atividade 03: Utilizando recursos virtuais para procedimentos experimentais

A crença dos alunos de que a tecnologia resolve todos os problemas atuais estava clara em todos os momentos das atividades educacionais que trabalhamos. Na busca de desmitificar essa convicção, propusemos algumas atividades experimentais tradicionais realizadas com equipamentos de laboratórios didáticos e algumas atividades experimentais realizadas com o auxílio de recursos virtuais.

No primeiro contato com os equipamentos disponíveis no laboratório didático, percebe-se que o interesse dos alunos se altera:

Tabela 10: Transcrição de parte dos registros de aula do professor – aula no laboratório didático de Física I

Aluno 05: Professor nós estamos tendo uma oportunidade que eu jamais pensei que teria, de ser um cientista.
Professor: Como assim?
Aluno 23: Ah, professor, agora a aula ficou mais interessante ainda, pois podemos trabalhar como os cientistas. Utilizando equipamentos, medindo e, fazendo bombas.
Todos: Risos.
Professor: Alguém mais pensa assim?
Alunos 14: Professor, eu estou mais interessado e feliz, pois pode mudar minha visão das aulas de ciências.
Professor: Mas, por quê?
Aluno 14: Ah professor, as aulas de ciências são muito chatas. Nós sempre somos informados pelos professores que em ciências se estuda a natureza, e seus fenômenos, mas nunca passamos a estudá-la de verdade. Ficamos só na teoria. Agora não. Vamos testá-la. Isso sim é interessante.

Essa declaração do aluno nos leva a acreditar que, desse modo, o processo de alfabetização em ciências pôde ser contemplado em um de seus indicadores sugeridos por Sasseron (2006): seriação da informação; organização da informação; classificação da informação; levantamento de hipóteses; teste de hipóteses; justificativa; previsão e explicação.

Outro momento em que percebemos a alteração no interesse dos alunos pela atividade educacional está relacionado com a atividade em que propusemos a utilização de recursos virtuais para a resolução de um problema real. Ao perceberem que não utilizariam os recursos tradicionais de laboratório ficaram meio arredios, como observamos na seguinte passagem do *chat* de discussão da atividade:

Tabela 11: Transcrição de parte do *Chat* referente à aula: Medida da aceleração da gravidade na Lua

Aluno 18: Pessoal!! Acredito que não vai dar certo, pois não temos nada para medir, nenhum equipamento para colocarmos a mão, o que vocês acham?
Aluno 02: O professor ta ficando maluco, como podemos fazer isso sem nada na mão, é claro que isso é uma pegadinha!!!

Aluno 15: vamos tentar fazer o que ele pede, vai que dá certo!!!
Aluno 19: Mas o que temos que fazer?
Aluno 02: Professor, o que temos que fazer? É o que a maioria quer saber!!
Professor: Com o auxílio do vídeo, planejar uma atividade experimental que seja possível calcular a aceleração da gravidade na superfície Lunar.
Grupo 02: Pessoal, vamos assistir ao vídeo de novo. Vão para o *pod* que disponibiliza o vídeo. Quando terminarem manda um *scrap* avisando!!

Diante da necessidade de retornar a uma atividade para reforçar, ou apropriar-se de um conceito não entendido, ou mesmo, utilizar um momento de reflexão sobre um desafio, os aluno percebem a validade das aulas gravadas e disponibilizadas para os alunos. Caso elas não existissem os alunos apenas poderiam buscar apoio na memória ou em anotações, nem sempre fidedignas.

As declarações transcritas acima demonstram esta faceta positiva dos recursos virtuais: a possibilidade em retornar ao já assistido. Desse modo, os eventos realizados por meio de recursos virtuais podem ser vistos como um apoio a mais para o aluno, pois ao assistir as aulas e poder depois expor suas dúvidas em fóruns e *chats*, o aluno estará em contato com o professor e com os demais estudantes, reproduzindo e renovado as interações sociais presenciais em sala de aula.

Em relação às atividades anteriores, o que percebemos nesta foi uma maior participação dos alunos, fator primordial para o aparecimento de processos de interação social. Provavelmente, o desafio de trabalhar com um equipamento ainda distante da sala de aula, mas presente quase diariamente no cotidiano dos alunos – a tecnologia virtual –, tenha despertado o interesse deles para o estudo e a necessidade ou desejo de partilhar e expor suas opiniões e anseios. Desse modo, podem-se atingir as condições desejáveis para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores.

Quanto aos indicadores de AC observados durante essa atividade pudemos notar avanços em relação à atividade de determinação da aceleração da gravidade na superfície lunar.

Foi o que observamos quando o professor pergunta como os alunos planejam determinar a aceleração com as condições e equipamentos que disponibilizavam:

Tabela 12: Transcrição de parte da filmagem da aula: Medida da aceleração da gravidade na Lua

Professor: Agora que vocês assistiram ao vídeo e se reuniram com os grupos como pretendem explorar a atividade?
Grupo 04: Ora professor, nós vamos calcular a aceleração pela aplicação da queda livre.
Grupo 07: Mas como vocês lembraram-se disso?
Grupo 09: Eles perguntaram para nós e, nós dissemos para eles que o objeto cai direto para o chão, sem nada para atrapalhar. Daí lembramos-nos da aula de queda livre e fomos assistir de novo.
Professor: Mas a aula ajudou em algo?
Grupo 11: Ora professor, claro, porque o corpo ta caindo e sem nada para atrapalhar. Só pode ser queda livre. Como o nome diz, livre de tudo.

Observamos a construção de uma **explicação**. E essa começa com uma **hipótese**, de que não há nada atrapalhando a queda. Com o apoio de uma **justificativa**, que é o assunto que lembra as aulas de queda livre, que para os alunos fornece uma veracidade ao imaginado.

Tabela 13: Transcrição de parte da filmagem da aula: Medida da aceleração da gravidade na Lua

Grupo 09: Lógico, professor, que é queda livre, pois aparece neste assunto a aceleração da gravidade que você quer que a gente calcule.

Utilizando essa ideia de queda livre, os alunos passam a planejar a atividade por um processo que, segundo eles, torna-se científico e nesse processo alguns outros indicadores de AC aparecem:

Organização das ideias:

Tabela 14: Transcrição de parte da filmagem da aula: Medida da aceleração da gravidade na Lua

Grupo 01: Se é queda livre, precisamos determinar a altura da queda e o tempo gasto. Mas como fazer isso no computador?
Grupo 02: Vamos descobrir qual a altura que o braço do Astronauta esta do chão.
Grupo 08: Ta isso nós já havíamos pensado, mas como fazer isso?
Grupo 14: Já sei. Vamos procurar na web qual a altura do homem. Daí buscamos alguém parecido e fazemos uma comparação.
Grupo 05: E depois de compararmos como vamos conferir no computador?
Grupo 07: Fazemos igual em geografia. Escalonamos como um mapa, o que acham?

Aplicam-se nessas passagens, além da organização da ideias, o que Sasseron e Carvalho (2008), definem como raciocínio lógico para estruturar ideias; a explicação; condições de contorno; situações de existência.

Segundo Driver e Newton (2002), podemos afirmar que a argumentação utilizada pelos alunos pode ainda ser apontada como de nível 03 e que a intersubjetividade realizada indica uma relação causa-efeito para as ideias esboçadas. Desse modo, observa-se a utilização de operações epistemológicas de Jimenez-Aleixandre *et all* (2000), a **causalidade**.

Quando os alunos passam para a realização das medidas, da forma que as idealizaram, começam a aparecer algumas dificuldades e, assim, alguns indicadores da AC se tornaram bem claros.

Tabela 15: Transcrição de parte da filmagem da aula: Medida da aceleração da gravidade na Lua

Grupo 01: Caras, mas com essa forma de escalonamento não ta rolando, não to conseguindo achar a altura de queda. Como fazemos?
Grupo 09: Nós utilizamos uma régua pra medir na tela do computador e passamos para uma escala comparativa com o aluno x, pois ele tem a mesma altura e peso do astronauta.
Grupo 12: Peso não, massa, pois é ela que não altera lembra.
Grupo 09: Ta certo é massa. Peso é modo de falar, costume. Mas ta certo vc, massa, pois peso é força e depende da g local.

Os alunos organizam as ideias, montam estratégias de atuação e as realizam. Elaboram um quadro de dados e calculam as grandezas desejadas. São os indicadores de que seus níveis de AC estão evoluindo, assim como a compreensão de conceitos referentes ao ensino de ciências, como o conceito de força – compreender que força é grandeza vetorial e não escalar, como a massa. Essas situações não ocorreram no início do trabalho.

Outro ponto que reforça a validade da atividade desenvolvida aparece na formação simbólica da linguagem matemática pela qual procuram explicitar as abstrações resultantes dos processos de medidas das grandezas físicas, ou mesmo na expressão dos conceitos por meio de símbolos numerais ou de letras, essencial para o processo de ensino e aprendizagem da Física.

Ao ensinar Física, o objetivo não é a aquisição da simbologia matemática do conteúdo, mas ela esta vinculada aos conteúdos da Física de forma intrínseca. Dessa forma, em algum momento o aluno precisa adquirir essa simbologia para fazer parte do universo cultural da Física e, por isso mesmo, o professor de Física, respeitando os limites da zona de desenvolvimento imediato do aluno, deve buscar inseri-lo nesse contexto.

Temos como o Diário de Desempenho dos alunos nas atividades, o gráfico abaixo que representa o número de atividades necessárias para que os alunos apresentassem alguns incrementos nos apontadores de evolução no quesito de Alfabetização em Ciências.

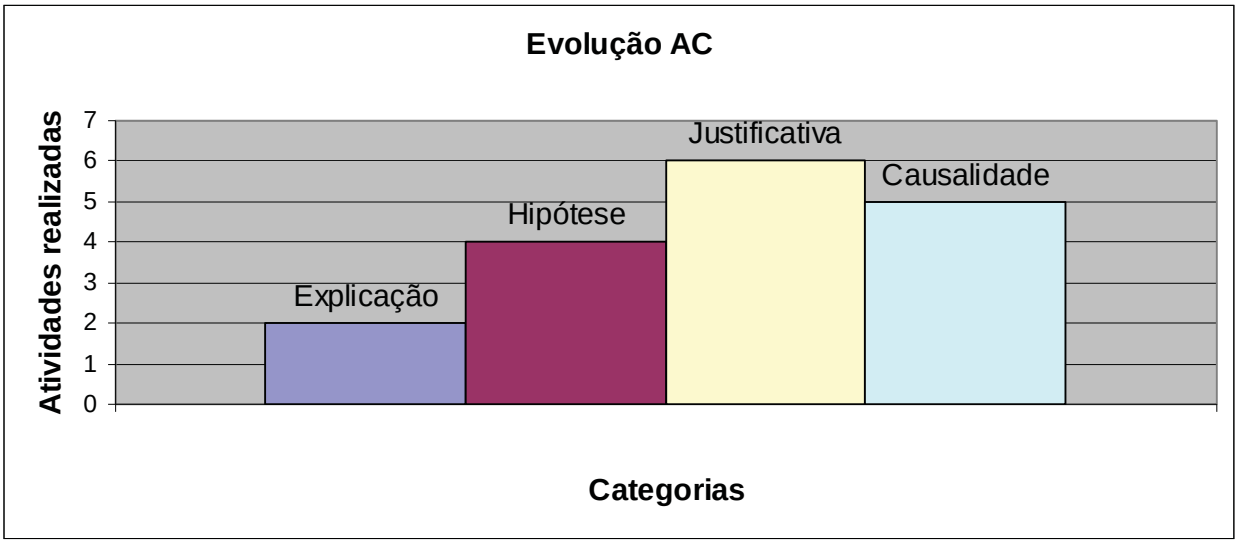


Gráfico 8: Diário de desempenho

Os momentos de intersubjetividade foram primordiais para que isso ocorresse. Ocorridos durante as atividades educacionais nos *chats*, nos fóruns e *wikis* do *MOODLE*, nas atividades de resolução de exercícios, nas atividades de laboratório, sejam virtuais ou não.

6 PLANEJAMENTO DA AVALIAÇÃO

Neste momento, apontamos os resultados e alguns encaminhamentos alcançados por este trabalho de pesquisa. Apresentamos os limites e os avanços demonstrados no processo, esclarecendo quais são as principais dificuldades que se enfrenta ao desenvolver uma atividade educacional tendo como aporte os recursos virtuais. Também procuro delimitar quais as principais vantagens que este tipo de trabalho traz para o desafio diário de sala de aula. Na parte final das considerações finais elaboramos uma alusão a todo este processo educativo.

6.1 LIMITES E AVANÇOS

Os limites se referem à interatividade dos recursos virtuais, que apesar de apresentarem grandes características para esta, ainda falham em alguns pontos, como a falta de canais que permitam uma conversa *on-line* ou *off-line* com o professor em todos os momentos em que se estiver trabalhando com o recurso e, com isso, propiciar condições de explicitação de dúvidas no momento de algumas atividades.

Quanto ao recurso virtual interativo *MOODLE*, sua interface pode ser mais explicativa. A participação dos educandos no estudo dos conceitos propostos dificultou o bom desenvolvimento e maior aprofundamento de certas questões, em especial do âmbito social. Mas, o maior limite enfrentado refere-

se a como devemos proceder para trabalhar para atingir os objetivos para uma intervenção mais adequada junto ao nível de Alfabetização em Ciências apresentado pelos alunos.

Caracterizar as regularidades ocorridas durante o processo é um grande limite para pesquisas desta natureza. Precisamos nos adequar e, principalmente, esclarecer quais pontos precisamos dar conta durante a pesquisa. A dificuldade em romper com uma concepção de ensino que não possibilite as contribuições entre os alunos, sem dúvida, foi o maior limite, e o que impôs os maiores problemas para o desenvolvimento de questões em relação às interações sociais possíveis no processo educativo.

As fragilidades apresentadas, como pesquisador em educação, para questões referentes a teorias científico-educacionais, constituem-se, também, um desafio. Quando nos propomos a refletir o que está acontecendo ao ensino, e em nosso caso ao da Física, é preciso estar consciente que entender as teorias científicas específicas não é o bastante. É preciso um entendimento adequado das teorias educacionais que darão base para nosso trabalho, auxiliando e colaborando com os envolvidos, pois estes, na maioria das vezes, como se percebeu, não se preocupam com as teorias científico-educacionais.

Podemos afirmar que, após romper com a resistência dos alunos em buscar colaborações com outros alunos ou mesmo com o professor, a utilização do *MOODLE* foi favorecida pela presença e utilização de recursos virtuais baseados na interatividade, como os *chats* e os fóruns.

Os educandos mexeram nas atividades, simularam respostas, construíram textos, navegaram e buscaram *sites* para mais informações, e

compartilhando-as, colaboraram entre si para a negociação e incorporação do conhecimento.

Os educandos buscaram na *web*, através dos caminhos possibilitados no *MOODLE*, as simulações de como são possíveis as viagens interplanetárias, assim como trabalharam os conceitos físicos envolvidos para, assim, poderem responder aos questionamentos realizados.

Manusear o computador e ver uma simulação para a partida de um foguete já é indício de avanço. O que reitera nossa opção pela utilização de tecnologias de comunicação e informação, que podem viabilizar condições para interações sociais.

É esse aspecto colaborativo e dinamizador do processo que pode ser apontado como maior influência de um recurso virtual interativo como o *MOODLE*. Colaborativo no sentido dos apontamentos que ocorriam. Ao refletirmos sobre os acontecidos nas aulas, para que eu e meu orientador pudéssemos reestruturar a disponibilização das atividades no *MOODLE* para cada aula, com as alterações consideradas pertinentes e, principalmente, com o acréscimo de mais questões e conceitos necessários para o desvelamento da viagem do homem à Lua, surgidos de nossas reflexões, questões que estão de acordo como o processo de Ação-Reflexão-Ação proposto por Freire.

Na elaboração das memórias (textos-sínteses referentes à aula imediatamente anterior) por minha parte, enquanto professor, em colaboração com os alunos, apontamos como um avanço e uma influência positiva ao processo educacional a percepção da necessidade de maior engajamento por parte dos alunos, pois apontaram que só assim podem entender o desenrolar da matéria.

Neste sentido, a escolha dessa ferramenta virtual interativa demonstra possibilidades para o avanço quanto à participação da maior parte dos alunos nessas atividades e demonstrando sua influência no caráter interacional que ocorre com as aulas auxiliadas por computador. Estudavam e incorporavam os conceitos. Com o decorrer das aulas, os alunos superaram a insegurança em ler os textos e realizar as experiências propostas.

Apontamos como avanço a leitura de textos referentes a tópicos de Física contemporânea, pois, na maior parte dos casos, os alunos(as) não tem a possibilidade de entrar em contato com essa parte do conhecimento. Colaboramos para instrumentalizá-los para trabalhar quando forem desafiados por questões que englobem a atualidade das aplicações do conhecimento físico.

Avançamos ao contrapor as informações com as quais interagimos diariamente, com aquelas que encontramos nos *sites* específicos das universidades para esse ramo da comunicação. Ou mesmo em torno da diversidade de informação que podemos encontrar e ter acesso na *WEB*, pois a ferramenta tem como característica primordial a possibilidade de buscar novas possibilidades para a matéria que se está trabalhando.

A participação da turma nas atividades práticas e teóricas demonstra que um trabalho interativo é adequado para as novas exigências comunicacionais. Avançamos em apontar e constatar algumas situações que contribuem para melhoria dos níveis de AC dos alunos, trabalhando com os recursos virtuais disponíveis no portal do Professor e no portal do Banco Internacional de Objetos Educacionais.

Com os desafios lançados no final de cada aula, continuávamos com a problematização do conhecimento, mesmo fora do espaço escolar. Assim, incentivamos a curiosidade nos alunos, propiciando mais vontade e necessidade em aprender. O trabalho com o computador ajudou a perceber os conceitos, devido à apresentação e às construções de simulações.

Percebemos, como principal avanço desta pesquisa, o rompimento da passividade dos educandos no processo educativo. Elaboraram textos, participaram das atividades práticas e teóricas, navegaram em busca de mais e melhores informações. Estudaram, pensaram, discutiram e analisaram essas informações. Afinal, codificaram, descodificaram e recodificaram o conhecimento. Tornaram-se sujeitos, isto é, negociaram com o conhecimento.

6.2 LIÇÕES TIRADAS

No desenvolvimento das atividades, as lições que tiramos tem a ver principalmente, com a disciplina intelectual necessária para o desenvolvimento de uma prática interativa – aprender a negociar com o conhecimento em processo colaborativos. Assim, no ato de estudar o estudo de quem, estudando, estudou, estamos negociando com o conhecimento (FREIRE, 1987).

A disciplina intelectual estará presente ao desenvolvermos uma atividade, seja prática ou teórica, principalmente no que diz respeito a sua organização. A atividade não se realiza por si: **Necessita da organização na ação!**

O professor deve ter em mãos o planejamento da atividade, propiciando condições para que os alunos possam realizá-la, pois ele é o parceiro mais capaz da ação. Suas ações passam pela organização dos grupos; distribuindo procedimentos; montando grupos com número adequado de membros para realizar as atividades, para assim todos participarem; fazendo ligações com o cotidiano, isto é, contextualizando o conhecimento; elaborando exercícios com o objeto que estuda; elaborando desafios maiores – buscando alcançar a zona de desenvolvimento futuro dos alunos – que abranjam os conceitos trabalhados e que propiciem aos alunos necessidade em buscar e filtrar mais informações.

Neste processo de ensino e aprendizagem, constatamos a necessidade de se problematizar o óbvio, pois é a partir de dúvidas simples que podemos desvelar os conhecimentos implícitos em um projeto, como o que estudamos. Não podemos partir para questões mais complexas – não estando ao alcance da zona de desenvolvimento imediato dos alunos – se nem as simples são bem entendidas. Como a necessidade de se dar tempo para o aluno pensar, discutir e refletir sobre o que se está perguntando e, principalmente, saber o que perguntar. Se preparar para perguntar. Não aceitamos improvisações em sala de aula. A ação deve seguir o que foi planejado, pois assim, podemos fazer observações críticas em torno de algo, refletindo sobre os acontecimentos.

Criar e ousar são tarefas possíveis. Porém, devemos ter claras nossas intenções. Ter o fio condutor de nossa concepção de educação. Para nós, ficou mais claro que se trata de uma educação que privilegia a colaboração entre educador e alunos.

São inovações em educação o colocar em prática as possibilidades que as tecnologias de comunicação e informação proporcionam, para um trabalho

pedagógico interativo, dando condições de realização das atividades práticas e teóricas. A lição central foi perceber outras possibilidades de comunicação: aquela que pode ocorrer com equipamentos que trabalhem o virtual.

Apontamos para a disciplina intelectual como dando corpo ao ato educativo, pois acrescenta, assim, a investigação necessária e constante aos momentos constituintes do mesmo.

Nesta pesquisa, planejamos, desenvolvemos e analisamos um processo interativo, viabilizado pela interatividade do *MOODLE*, que pode ser uma contribuição no processo de ensino e aprendizado da Física. Na tese, foi abordado o conhecimento científico existente no projeto de viagem do homem à Lua, além de discutir alguns aspectos sociais, políticos e econômicos.

Entre outras coisas, o resultado do processo apresenta:

- *Software* com interdependência de *hardware* de última geração;
- Sistemas de navegação lineares e não lineares;
- Botões e *links* que facilitam a movimentação;
- Interface interativa, simples, intuitiva e com um bom balanço visual entre os elementos dispostos na tela;
- Hipertextos e mídias eletrônicas que propõe mudança ao acesso à informação;
- Ferramentas em que o aluno pode problematizar e refletir em torno de suas dúvidas;
- Planejamentos de atividades educacionais – atividades práticas e teóricas – em torno do projeto da Apollo 11;
- Problematização de conceitos e práticas educacionais.

As possibilidades e limitações da aplicação no Ensino da Física de um método pedagógico pautado pela interação, utilizando-se como meio um recurso virtual interativo como o *MOODLE*, pautam-se inicialmente por uma disciplina intelectual em que alunos e professor assumam seus papéis no ato educativo.

O papel do professor é fundamental. Deve estar consciente de que atividades elaborar, e quando elaborar. As atividades educacionais, com suas diversas implicações e possibilidades, devem permitir aos alunos condições de se conscientizarem para procurarem e filtrarem as informações com as quais interagem.

O professor, ao planejar as aulas, faz a escolha de temas significativos, isto é, recortes curriculares, para o desvelamento do objeto de investigação do processo educativo. Possibilitar condições de envolvimento dos alunos no processo metodológico de sua aula. Com a utilização de recursos virtuais interativos, esse engajamento por parte dos alunos ocorre de maneira mais natural.

Durante a ação em sala de aula, é função de o professor gerenciá-la. Pois sem **organização na ação, não há educação!** Além de planejar as aulas, providenciar condições para sua realização – materiais adequados, exercícios relevantes, problematizações coerentes etc., é necessário que prepare o local onde se desenvolveram as atividades, verificando o funcionamento dos equipamentos a serem utilizados, assim como providenciar os procedimentos das atividades práticas e teóricas, mas principalmente, deixar claro aos alunos o que será realizado, e com que finalidade isto ocorrerá.

Em termos gerais, problematizar, contextualizar a atividade a ser desenvolvida. O professor pode deixar por conta dos alunos a competência em organizar grupos e dividir tarefas para o desenvolvimento de atividades.

Na análise das atividades interativas na busca de melhoria dos níveis de AC dos alunos com atividades educacionais reforçadas por recursos virtuais interativos disponibilizados no *MOODLE*, só foi possível, pois estava fundamentada pela teoria vigotskiana.

Quanto à questão problema da pesquisa: Qual o nível de influência da interatividade de um recurso virtual – *MOODLE* – desenvolvido para a modalidade de educação a distância no processo AC de alunos do EM presencial? Percebemos que no processo educativo trabalhamos com um produto científico, técnico, tecnológico e social em uma concepção interativa no ensino e aprendizado da Física que foi sendo construído ao esboçarmos as relações dos conhecimentos físicos com as demais ciências; ao codificarmos, decodificarmos e recodifircarmos as características que influenciam e, principalmente, quais são as influencias que levam a apropriação, utilização e incorporação das tecnologias de comunicação e informação em nossa sociedade.

À medida que surgiam novos questionamentos e novos conceitos a serem problematizados sobre o projeto da Apollo 11, buscamos na interação as relações de CTS existentes.

Assim, alcança-se o que postulamos no trabalho com ensino de Física no ensino médio, que é a possibilidade em instrumentalizar os alunos frente ao novo problema: o de saber analisar e filtrar as informações com as quais interagem. Tendo em vista que têm oportunidade de trabalhar com informações

nos recursos virtuais interativos disponibilizados no bloco da disciplina no *MOODLE*, em suas navegações pela *WEB* e produzir textos – memórias – que são as sínteses das aulas anteriores, exprimindo suas opiniões e também apontando o que incorporaram do conhecimento.

A atividade educacional apresenta possibilidades em problematizar conceitos. Ao trabalharmos com o hipertexto ensinamos, pois o grande desafio está em ensinar e aprender, principalmente nos dias de hoje, onde estamos pressionados pela sociedade moderna, a **sociedade da informação e do conhecimento**.

A sala de aula foi tratada como um ambiente social, onde o professor e os alunos interagiram e alcançaram modificações cognitivas significativas através dos processos de intermediações que se desenvolveram nas atividades educacionais, utilizando e formando novos signos que são de suma importância na formação das funções psicológicas superiores.

O pensar se deu através das negociações constantes que ocorrem nas navegações, problematizações, atividades práticas e teóricas e nos processos interativos que se realizavam durante o trabalho com os recursos virtuais. Isto é, ao negociar-se com o conhecimento através do computador e, principalmente com as pessoas, pois a negociação se faz com as pessoas, alcançam-se condições para a análise e hierarquização do grau de importância das informações com certo grau de autonomia, criatividade e criticidade ao sistema – a formação de conceitos sobre a realidade vivida.

Este processo interativo que vivemos em sala de aula, nosso ambiente social de relacionamento, buscamos interpretá-lo nas bases dos

três construtos teóricos de Wertsch (1984); definição da situação, intersubjetividade e mediação semiótica.

Todo esse processo tem como base a negociação, que se fez em torno do conhecimento para a concepção de mais e novos conhecimentos. No ensino e aprendizado da Física, precisamos saber negociar com o conhecimento científico, técnico, prático e científico-educacional, para assim alcançar o conhecimento crítico. Apostamos que isto não é exclusivo da área da Física, mas sim expansível para todas as áreas do conhecimento.

O produzir mais conhecimento é inerente ao ser humano. Vivemos um período de procura do mais interativo. Percorrer os desafios do conhecimento e da informação, procurando, analisando e filtrando o que é necessário e importante, pois é implícita no ser humano a procura do conhecimento.

As tecnologias de comunicação e informação apresentam novas perspectivas para a negociação frente ao conhecimento, isto é, possibilitam a construção de novo conhecimento. Partimos do desafio de busca de redefinição da situação do problema, pois o que ocorreu na maioria das vezes durante as atividade foi uma definição da situação diferente dos alunos e nossa, enquanto professor.

No trabalho como professor, durante o planejamento das aulas, deve ocorrer a definição da situação esperada para a atividade, tendo em vista que este é o parceiro mais capaz do ambiente sala de aula. Como os alunos têm a compreensão da situação apresentada, depende de como esta foi trabalhada pelo professor. Os alunos, de forma individual ou em grupo, estruturam a definição da situação de forma inconsciente, através da interpretação apoiada

em sua zona de desenvolvimento passado, o que acarreta um desencadeamento no processo educativo.

Quando percebemos que a definição da situação não coincidiu com a que esperávamos para a atividade proposta, buscamos reformulá-la, através de argumentos sólidos, e instigações que propiciassem ao aluno adotar nossa definição da situação. Algumas vezes, durante o processo, foi necessário adotarmos uma definição da situação intermediária ou intersubjetiva, para que assim as colaborações não fossem encerradas na sala de aula.

Esse processo é o que estamos entendendo pelo segundo construto de Wertsch, a intersubjetividade, apoiado em diálogos verbais, assim como em outras estratégias: utilização de problematizações virtuais através de simulação; resolução de problemas contextualizados; utilização de atividades experimentais reais e virtuais; utilização de vídeos e figuras estáticas; textos paradidáticos etc, que são as mediações semióticas do processo.

Todo processo chegou a um resultado positivo, pois houve a motivação dos alunos. O trabalho com os recursos virtuais interativos despertou o interesse dos mesmos, como ficou claro em nossa proposta, quando os alunos afirmavam a possibilidade em aprender com o que estão acostumados: o computador, as redes sociais, a *internet*, foi o que lhes interessou. Para eles, esse trabalho com tecnologias virtuais interativas foi o maior incentivador do processo.

Outra possibilidade é a problematização de conhecimentos com a utilização de tecnologias de comunicação e informação, com o hipertexto, por exemplo, podendo assim contribuir com novos caminhos para os desafios apresentados ao ensino. Não restringindo as pessoas a receptoras passivas do

conhecimento de outros, mas permitindo a interação entre pessoas e mesmo com a máquina, por sua interatividade.

Quanto ao *MOODLE*, um dos recursos virtuais interativos que utilizamos, trata-se de uma nova forma de comunicação, que pode vir a ser uma forma de popularização científica e técnica, pois disponibilizamos em rede as atividades desenvolvidas, assim como buscamos levá-la aos eventos e simpósios da área que participamos.

Entramos também em contato com a rede estadual de ensino do Paraná, através dos responsáveis pela área da Física, para distribuí-lo para professores de Física. Assim, estaremos procurando o encaminhamento e, principalmente, a socialização do conhecimento que produzimos.

Retornando ao problema da pesquisa, podemos afirmar que a contribuição da utilização dos recursos virtuais na busca de melhoria nos níveis de AC dos alunos só se alcança quando os mesmos se conscientizarem, e estiverem integralmente imbuídos no processo. Isto só ocorreu no processo quando se efetivam as rupturas de uma concepção de educação pautada na recepção apática de conhecimento, que é inerente a nós devido ao histórico de educação que temos. Conseguimos trabalhar com uma concepção pautada em interação, colaboração entre os pares.

Quanto aos níveis de AC alcançados pelos alunos, tendo considerado para isso a proposta de por Laugksch e Spargo (1996a), observamos baixos aproveitamentos no início do processo, o que aponta uma não formação de conceitos pelos alunos de assuntos referentes ao ensino de Ciências. Para dar conta de entender como se deu a AC no processo optamos por utilizar os encaminhamentos propostos por Sasseron (2008), sendo: a) compreensão

básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; b) compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; c) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Em análise dos níveis de AC, que realizamos no último semestre da pesquisa, após trabalharmos durante 05 semestres em sala de aula, percebemos que os alunos que participaram da atividade em todo o período, tendo em vista que a cada semestre havia uma pequena alteração nos alunos que formavam as turmas, apresentaram uma melhora acentuada em sua compreensão básica de termos específicos da física.

Afirmamos isso em consonância com os dados apresentados nos testes realizados ao final do processo e, no trabalho como projetos de pesquisa, onde os alunos conseguiram interpretar e analisar as características socioeconômicas e políticas implícitas em projetos científicos e buscavam uma relação entre o conhecimento das ciências, a sociedade e o ambiente, para que suas ideias estivessem de acordo com as necessidades atuais.

Este foi um ponto de destaque durante a pesquisa. As melhorias vão acontecendo no processo. Estar consciente de minha intenção na educação, a de problematizar e de propiciar aos alunos, e a mim mesmo uma educação consciente. Esta é a grande contribuição desta pesquisa para o a melhoria dos níveis de AC.

Outro resultado importante foi à construção de uma estrutura curricular, baseado num projeto cientifico que contemplou os três anos da física no ensino médio. Apontamos, assim, uma reorganização do estudo deste conhecimento

científico, com aporte em sua aplicação tecnológica e, também, suas inter-relações CTS.

Nesta pesquisa, buscamos e alcançamos a articulação entre o conhecimento científico e suas relações sociais. Problematizamos o porquê da superficialidade que se iniciou a discussão em torno dos problemas sociais relacionados com o projeto Apollo 11. Isto é, apontamos para nossa fragilidade em torno dos alcances sociais dos conhecimentos em que somos formados ao estudar a Física.

Fica prematuro apontar para um ganho em relação à incorporação do conhecimento, talvez um encantamento por parte dos alunos, mas podemos apontar uma melhor negociação, isto é, um processo de intersubjetividade apoiada nas mediações semióticas como ponto forte da pesquisa. Quanto à utilização dos recursos virtuais interativos – como o *MOODLE* -, junto à turma regular, apontamos para a necessidade de investir quanto à disciplina intelectual dos alunos e professores que trabalham com essa parte da educação. Acreditamos que seja este ponto que esteja dificultando sobremaneira o ensino e aprendizado da Física. E por isso, acreditamos que mereça uma apreciação mais compromissada.

Na busca por investigar a relação entre as atividades de ensino de ciências e as interações sociais por elas desencadeadas, pela averiguação da importância da linguagem simbólica e científica na estruturação dessas interações e da influência do interesse no seu desenvolvimento do processo com a utilização de recursos virtuais interativos chegamos aos resultados dessa pesquisa, que no mapeamento das mudanças alcançadas pode ser representada pelo diagrama final da pesquisa apresentados abaixo.

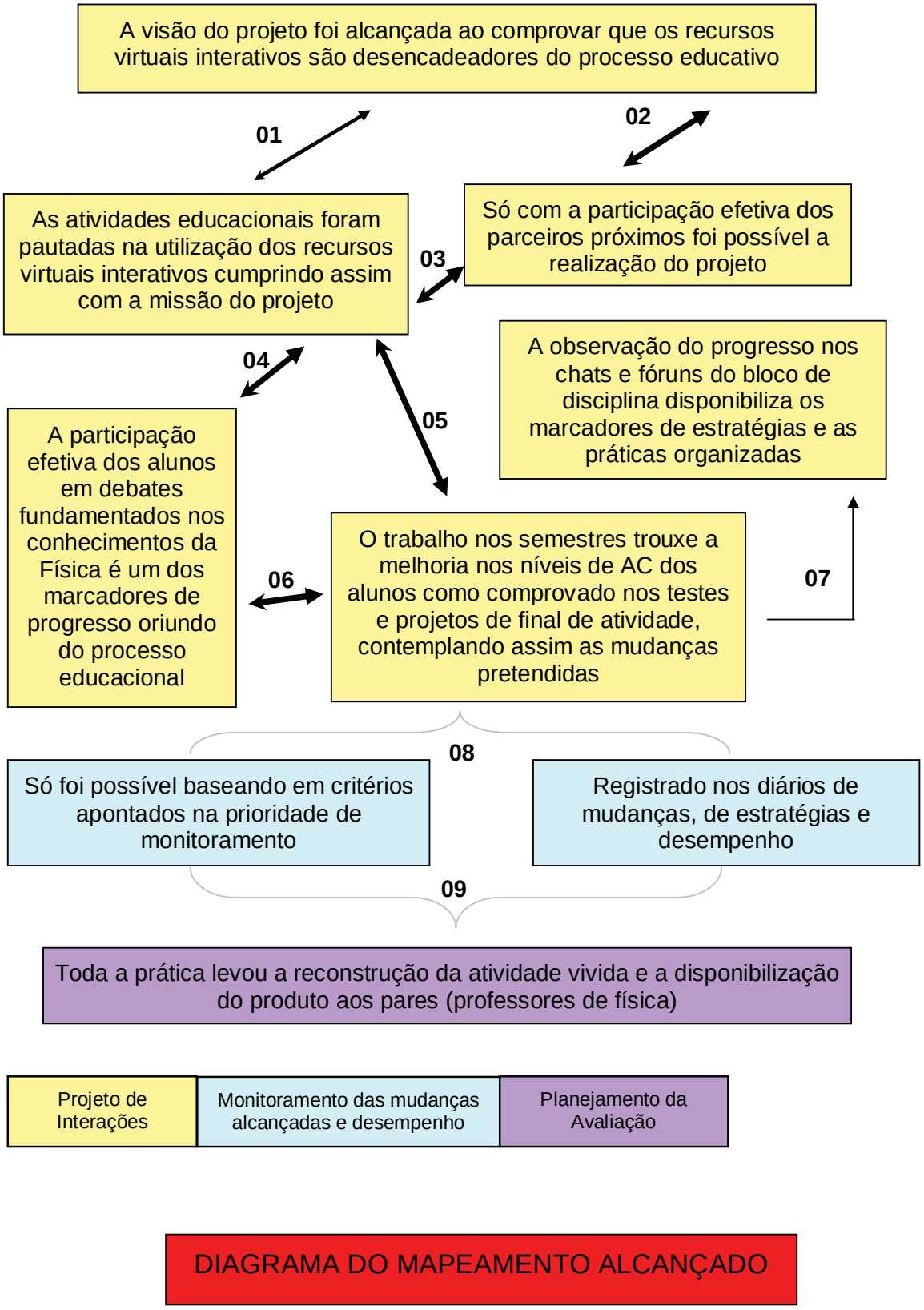


Figura 20: Diagrama representativo do Mapeamento das Mudanças Alcançadas

01 – As atividades colaborativas formaram a ponte entre a visão do projeto (01º ramo do projeto de interações) e a missão (02º ramo do projeto de interações);

02 – O trabalho colaborativo nas atividades selou a ligação entre a visão do projeto (01º ramo do projeto de interações) e os parceiros próximos (03º ramo do projeto de interações);

03 – O processo educativo desenvolvido com o auxílio dos recursos virtuais interativos propiciou a junção entre a missão (02º ramo do projeto de interações) e os parceiros próximos (03º ramo do projeto de interações);

04 – A interação contínua ente o trabalho com atividades colaborativas da missão (02º ramo do projeto de interações) e a busca por marcadores de progresso (05º ramo do projeto de interações) possibilitou a busca contínua pelas mudanças pretendidas (04º ramo do projeto de interações);

05 – Demonstra a relação entre a missão (02º ramo do projeto de interações) e as mudanças pretendidas (04º ramo do projeto de interações), através de mapas de estratégias (06º ramo do projeto de interações);

06 – A participação constante dos alunos nas atividades colaborativas, assim como, nos debates oriundos do processo contemplou o vínculo entre os marcadores do progresso (05º ramo do projeto de interações) e os mapas de estratégias (06º ramo do projeto de interações);

07 – Todo o processo documentado nos fóruns e chats prova o nexo entre os marcadores de estratégias (05º ramo do projeto de interações) e as práticas organizadas (07º ramo do projeto de interações);

08 – O registro das mudanças (02º ramo do monitoramento das mudanças alcançadas e desempenho), das estratégias (03º ramo do monitoramento das

mudanças alcançadas e desempenho) e do desempenho (04º ramo do monitoramento das mudanças alcançadas e desempenho) baseados em critérios (01º ramo do monitoramento das mudanças alcançadas e desempenho) comprova o processo de evolução no mapeamento das mudanças alcançadas;

09 – Ainda fazendo subir o processo evolutivo no mapeamento das mudanças alcançadas observa-se o salto do Monitoramento das mudanças alcançadas para o planejamento da avaliação.

O que podemos afirmar no final desse intenso trabalho de pesquisa é:

- Os trabalhos com recursos virtuais interativos desencadeiam interações sociais entre alunos/alunos, alunos/professor e alunos/comunidade;
- A busca por redefinições de situação são facilitadas pelo processo de intersubjetividade propiciadas pela metodologia utilizada com o auxílio de recursos virtuais interativos:
- As mediações semióticas que ocorrem durante as negociações em sala de aula devem ser baseadas nos conceitos próprios da física, e assim, colaborar sobremaneira, junto aos alunos, para a formação dos conceitos científicos dessa área;
- A interiorização de conceitos, base da teoria vigotskiana, nesse caso dos conceitos físicos, é a base teórica compatível para o processo de ensino baseado nos recursos virtuais em sala de aula, tendo em vista que, durante o processo, os alunos buscam a utilização correta das linguagens da física para a resolução dos problemas enfrentados;
- A busca pela Alfabetização em Ciências deve ser motivada pela busca de conhecer algo em ciências, deve ser inerente ao aluno. Será eficiente

se o aluno estiver interessado em aprender ciências. Por mais tecnológica que a aula for, caso o aluno não esteja engajado no processo, não haverá melhoria em seus níveis, pois este não formará os conceitos necessários para entender a ciência;

- A possibilidade em poder compartilhar dúvidas e, em especial, interagir na busca pela resolução dos problemas é o ponto forte propiciado pelo trabalho com os recursos virtuais interativos.

Apresentamos aqui nosso trabalho de pesquisa. Possivelmente os resultados que alcançamos não contemplem a gama de aspectos que esperávamos em seu início, mas a convicção de que a teoria sócio-histórica de Vigotski é um poderoso instrumento para a compreensão e aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem foi amplamente confirmada.

Temos a certeza de que a utilização dessa teoria, em processos apoiados pelos recursos virtuais, irá criar instrumentos de análise e de intervenção nesse processo. É o caminho que seguiremos em nossos trabalhos, tanto enquanto professor de Física, como pesquisador de ensino de Física.

REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE [AAAS] **Project 2061** —Science for all Americans. Washington, DC: AAAS, 1989.

ARONS, A. B. **Achieving wider scientific literacy.** Daedalus, 112 (2), p. 91–122, 1983.

ASTOLFI, J.P., **Quelle Formation Scientifique pour l'École Primaire?** Didaskalia, n.7, 1995.

AULER, D. e DELIZOICOV, D. **Alfabetização científico-tecnológica para quê?** Ensaio – Pesquisa em Educação em ciências, V. 3, n. 1, 2001.

BERNHEIM, CARLOS TÜNNERMANN. **Desafios da universidade na sociedade do conhecimento: cinco anos depois da conferência mundial sobre educação superior** / Carlos Tünnermann Bernheim e Marilena de Souza Chauí. – Brasília: UNESCO, 2008.

BINGLE, W. H. e GASKELI, P. J. **Sicentific Literacy for Decisionmaking and the Social Construction of Science Knowledge.** Science Education, v. 78, n. 2, p. 185-201, 1994.

BRANSCOMB, A. W. **Knowing how to know.** Science, Technology, & Human Values, 6(36), 5–9, 1981.

BRASIL NETO, JOAQUIM. **Neurofisiologia e plasticidade no córtex cerebral pela estimulação magnética transcraniana repetitiva**. *Rev. psiquiatr. clín.*, 2004, vol.31, no.5, p.216-220. ISSN 0101-6083.

BYBEE, R. W. e DEBOER, G. E. **Research on Goals for the Science Curriculum**. In: Gabel, D.L.(ed.), Handbook of Research in Science Teaching and Learning, New York, McMillan, 1994.

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

CAJAS, F. **Alfabetización Científica y Tecnológica:** La Transposición Didactica Del Conocimiento Tecnológico. Enseñanza de las Ciencias, v.19, n.2, 243-254, 2001.

CASTELLS, M. **A sociedade em Rede.** Tradução: Roneide Venâncio Majer. São Paulo: Paz e Terra, 2001.

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

_____ **Alfabetização Científica:** Uma Possibilidade Para a Inclusão Social. Revista Brasileira de Educação ANPED, n. 22, 2003.

COOLEY, W. W., & KLOPFER, L. E. **Test on understanding science.** Form W. Princeton, NJ: Educational Testing Service, 1961.

DECLARAÇÃO DE BUDAPESTE. **Marco geral de ação.** 1999. Retirado em: 18/03/2009, no endereço:

http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm.

DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J.A. **Metodologia do Ensino de Ciências.** São Paulo: Cortez, 1992.

DEMASTES, S. & WANDERSSE, J. **Biological Literacy in Colllege Biology Classroom**. Journal of Bioscience. Vol. 42, N. 2, p. 123-133, 1992.

DÍAZ, J. A. A., Alonso, A. V. e Mas, M. A. M. **Papel de la Educación CTS en una Alfabetización Científica y Tecnológica para todas las Personas.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v.2, n.2, 2003.

ELER, D.; VENTURA, P.C. **Alfabetização e letramento em ciência e tecnologia:** Reflexões para a educação tecnológica. ENPEC. 2007.

DRIVER, R. et all. **Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms.** ESERA Conference, Roma, 1998.

DURANT, J. R., EVANS, G. A., & THOMAS, G. P. **The public understanding of science in Britain:** The role of medicine in the popular representations of science. Public Understanding of Science, 1 (2), p. 161–182, 1992.

FIOLHAIS, C. e TRINDADE, J. **Física no Computador:** o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas, Revista Brasileira do Ensino de Física, v. 25, n.3, p. 259-274, 2003.

FOUREZ, G., **Alphabétisation Scientifique et Technique** – Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences. Bruxelas: DeBoeck-Wesmael, 1994.

_____ **L'enseignement des Sciences en Crise**. Le Ligneur, 2000.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade.** São Paulo: Paz e Terra, 1980.

GASPAR, A. **Museus e Centros de Ciências – Conceituação e proposta de um referencial teórico.** São Paulo. 173p. Tese Doutorado – FÉ – USP, 1993.

_____ **A teoria de Vigotski:** um novo e fértil referencial para o ensino de ciências. Tese de Livre-Docência, Faculdade de Engenharia, UNESP-Campus de Guaratinguetá. Guaratinguetá, 2006.

GEHLEN, S. T. **Temas e situações significativas no ensino de ciências:** contribuições de Freire e Vigotski. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Educação, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ. Unijuí, 2006.

GIL-PÉREZ, D. e VILCHES-PEÑA, **A. Una Alfabetización Científica para el Siglo XX**I: Obstáculos y Propuestas de Actuación. Investigación en la Escuela, v.43, n.1, 27-37, 2001.

GUERRA, J. H. L. **Utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem:** uma aplicação em planejamento e controle de produção. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – EESC/FEUSP, São Carlos.

GOBARA, S. T.; ROSA, P. R. S.; PIUBÉLI, U. G.; BONFIM, A. K. **Estratégias para Utilizar o Programa Prometeus na Alteração das Concepções em Mecânica,** Revista Brasileira do Ensino de Física, v. 24, n.2, p. 134-145, 2002.

HIRSCH, E. D. **Cultural literacy:** What every American needs to know. Boston: Houghton Mifflin, 1987.

HURD, P. D. **Scientific Literacy:** New Minds for a Changing World. *Science Education*, v. 82, n. 3, 407-416, 1998.

IVIC, I. Social Interation: Social or interpersonal relationship. Trabalho apresentado à **Conferência Anual da Associação Psicologia Italiana** – Trieste- 27 a 30 de setembro de 1989.

JENKINS, E. W. **Scientific literacy and school science education.** School Science Review, 71(256), 43–51, 1990.

KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSEL, T. M. **Princípios da neurociência.** São Paulo: [s.n.], 2003.

KIMBALL, M. E. **Understanding the nature of science:** A comparison of scientists and science teachers. Journal of Research in Science Teaching, 5, p. 110–120, 1967.

KLEIMAN, A. B. **Modelos de Letramento e as Práticas de Alfabetização na Escola.** In: Kleiman, A.B. (org.), Os Significados do Letramento – Uma nova perspectiva sobre a prática social da escrita, Campinas: Mercado das Letras, 1995.

KNÜPPE, L et all. **Motivação e desmotivação:** desafio para as professoras do Ensino Fundamental. Educar, Curitiba, n. 27, p. 277-290, 2006. Editora UFPR.

KOLB, Bryan; WHISHAW, Ian Q. **Neurociência do Comportamento.** Barueri: Editora Manole Ltda, 2002.

LAUGKSCH, R. C. **Scientific Literacy:** A Conceptual Overview. Science Education, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

LAUGKSCH, R. C.; SPARGO, P. E. **Scientific literacy of selected South African matriculants entering tertiary education:** a baseline survey. South African Journal of Science, v. 95, n.10, p. 427-432, 1999.

LÉVY, P. **Tecnologias da Inteligência:** o futuro do pensamento na era da informática. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.

LORD, T. R., & RAUSCHER, C. **A sampling of basic life science literacy in a college population.** The American Biology Teacher, 53 (7), p. 419–424, 1991.

LORENZETTI, L. DELIZOICOV, D. **Alfabetização cientifica no contexto das séries iniciais.** Ensaio : Pesquisa em educação em ciências - Vol 3, n 1., 2001. Disponível em: http:// www.fae.ufmg.br/e nsaio/v3_n1/le onir.PDF.
Acessado em 23/04/09

MAMEDE, M. e ZIMMERMMANN, E. **Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de Física.** XVI SNEF, São Luiz, 2007.

MEDEIROS, A. e MEDEIROS, C. F. **Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino de Física,** Revista Brasileira do Ensino de Física, v. 24, n.2, p. 77-86, 2002.

MILLAR, R. **What is the scientific method and can it be taught?** IN; Wellington, J.J. (ed) Skills and Processes in Science Education: A Critical Analysis. Routledge, 1989.

MILLER, J. D. **Scientific literacy:** A conceptual and empirical review. Daedalus, 112 (2), p. 29–48, 1983.

MION, R. A. **Investigação-ação e a formação de professores em Física:** o papel da intenção na produção do conhecimento crítico. 2002. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina.

MONTEIRO, I. C. C. **Atividades experimentais de demonstração em sala de aula – uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski**. Bauru/SP, 2002.129p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência, Área de Concentração: Ensino de Ciências), UNESP, Campus de Bauru.

NORRIS, S. P. e PHILLIPS, L. M. **How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy.** Science Education, v. 87, n. 02; p. 224-240, 2003.

ODA J. Y., SANT'ANA D. M. G., CARVALHO J. **Plasticidade e Regeneração Funcional do Sistema Nervoso:** contribuição ao estudo de revisão. Arq Ciênc Saúde Unipar 2002; 6 (2): p. 171-6.

OLIVEIRA , M. K. ***Vigotsky*: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico.** São Paulo: Scipione, 1993.

OLIVEIRA, M. C. **Visita monitorada a um museu de ciências:** o que é possível aprender? Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e a Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

PAULA, R. C. O. **O uso de experimentos históricos no ensino de física:** integrando as dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em ensino de ciências, Mestrado profissionalizante em ensino de ciências, UNB, Brasília, 2006.

PASCUAL-LEONE A. et all. **Modulation of muscle responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills.** J. Neurophysiol. 74:1037–4, 1995.

PATTON, M. Q. **Qualitative Evaluation and Research Methods**. London: SAGE; 1990.

Patton, M. Q. **Qualitative Research and Evaluation Methods** (2nd Edition). Thousand oaks, CA: Sage Publications, 2001.

PAZ, A. M. **Ensino experimental de Física, assistido por computador, na escola formal de 2º grau de Institutos de Ensino Superior.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, 1999.

_____ **Atividades experimentais e informatizadas:** contribuições para o ensino de eletromagnetismo. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

PELLA, M. O. et all. **Referents to scientific literacy**. Journal of Research in Science Teaching, 4, p. 199–208, 1966.

PIAGET, J. & INHELDER, B. **O desenvolvimento das quantidades físicas na criança.** Rio de Janeiro: Zahar, 1989.

PIOVESANA, ANA MARIA SEDREZ GONZAGA. **Paralisia cerebral hemiparética:** aspectos evolutivos, plasticidade cerebral e especialização hemisférica. Tese de Doutorado, UNICAMP – CAMPINAS, 1999.

POSTMAN, N. **Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia**. Tradução de Reinaldo Guarany. São Paulo: Nobel, 1994.

PÓVOAS, L. et all. **Divulgação em Geologia e Cidadania.** In Atas *W Congresso Nacional de Geologia - Porto 1995,* (coord. F. Sodré Borges e M. M. Marques), Faculdade de Ciências da Universidade do Porto - Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico. *Memória* n.° 4, pp. 203-208.

PRAIA, J., GIL-PÉREZ, D. e VILCHES, A. **O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania.** *Ciência e Educação*, 13(2), 141-156.

ROBERTS, D. A. **Scientific literacy**. Towards a balance for setting goals for school science programs. Ottawa, ON, Canada: Minister of Supply and Services, 1983.

ROJAS, J. E. A. O indivisível e o divisível na história oral. In: MARTINELLI, M. L. **Pesquisa qualitativa**: um instigante desafio. São Paulo: Veras, 1999. p. 87-94.

RUBBA, P. A., & ANDERSON, H. O. **Development of an instrument to assess secondary school students' understanding of the nature of scientific knowledge.** Science Education, 62 (4), p. 449–458, 1978.

SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. **Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências.** Ciência & Educação, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTAELLA, L. **Cultura das Mídia**s. São Paulo: Experimento, 1996.

SASSERON, L. H. e CARVALHO, A. M. P. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental:** a proposição e a procura de indicadores do processo. Investigações em Ensino de Ciências, v.13 n.3 pp. 333-352, 2008.

SCHRAIBER, L. B. **Pesquisa qualitativa em saúde:** reflexões metodológicas do relato oral e produção de narrativas em estudo sobre a profissão médica. Revistade Saúde Pública, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 63-74, 1995.

SHEN, B. S. P. **Science literacy**. American Scientist, 63, 265–268, 1975.

SHOWALTER, V. M. **What is united science education?** Part 5. Program objectives and scientific literacy. Prism II, 2 (3-4), 1974.

SILVA, M. **Sala de aula interativa***.* Rio de Janeiro: Quartet, 2 ed. 2001.

SILVA, E. L. **Aspectos motivacionais em operações nas aulas de Física do Ensino Médio, nas escolas estaduais de São Paulo.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Física e Faculdade de Educação da Usp. São Paulo, 2004.

SILVA, M. J. V. T. **Investigando a telefonia celular:** ensinando-aprendendo com a interatividade em uma abordagem temática no ensino de Física. 2003. Dissertação (Mestrado em educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

_____ **Utilização de MultiMeios na EAD.** Material impresso para ETEC/Brasil. MEC, Secretaria de Educação a Distância (SED), Brasília, 2009.

SILVA, M. F. M. E KLEINHANS, A. C. S. **Processos cognitivos e plasticidade cerebral na Síndrome de Down.**Revista Brasileira. Ed. Esp, 2006.

SNOW, C. P. **The two cultures and the scientific revolution**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1962.

SOARES, M. **Letramento:** um tema em três gêneros. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

THOMAZ, M. F. **A experimentação e a formação de professores de ciências:** uma reflexão. Caderno Brasileiro de ensino de Física, V. 17, n. 3. p. 360 – 369, 2000.

VEIT, E. A.; MORS, P. M.; TEODORO, V. D. **Ilustrando a Segunda Lei de Newton no Século XXI,** Revista Brasileira do Ensino de Física, v. 24, n.2, p. 176-184, 2002.

VICENTE, J. K. **Homens e Máquinas: como a tecnologia pode revolucionar a vida cotidiana**. Tradução Maria Inês Duque Estrada. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

VIGOTSKI, L. S**. Teoria e método em psicologia.** São Paulo: Martins Fontes, 1996.

_____**A Construção do Pensamento e da Linguagem.** 1ª ed. Trad. Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

_____**Psicologia Pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2001b.

WERTSCH, J.V. The zone of proximal development: some conceptual issues. *In*: ROGOFF, B. & WERTSCH, J.V. (eds), **Children's learning in the zone of proximal development**- New directions to child development. n. 23. San Francisco; Jossey-Bass, march, 1984.

YASNITSKY, A. **Vygotsky circle during the decade of 1931-1941: toward an integrative science of mind, brain, and education.** 2009.

ZIMAN, J. **Public understanding of science.** Science, Technology, & Human Values, 16(1), p. 99–105, 1991.

APÊNDICES

Ilustração 1: Teste de AC

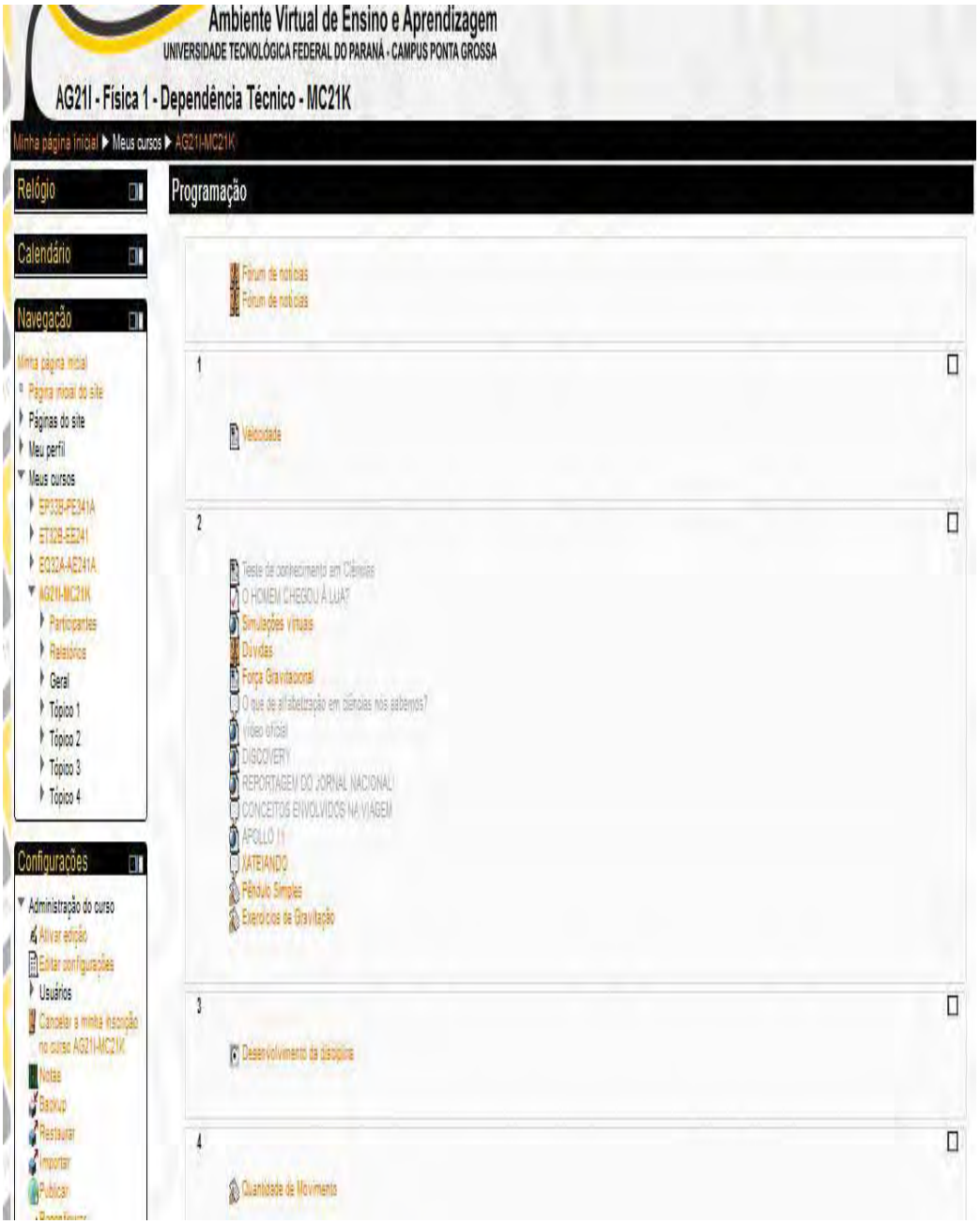
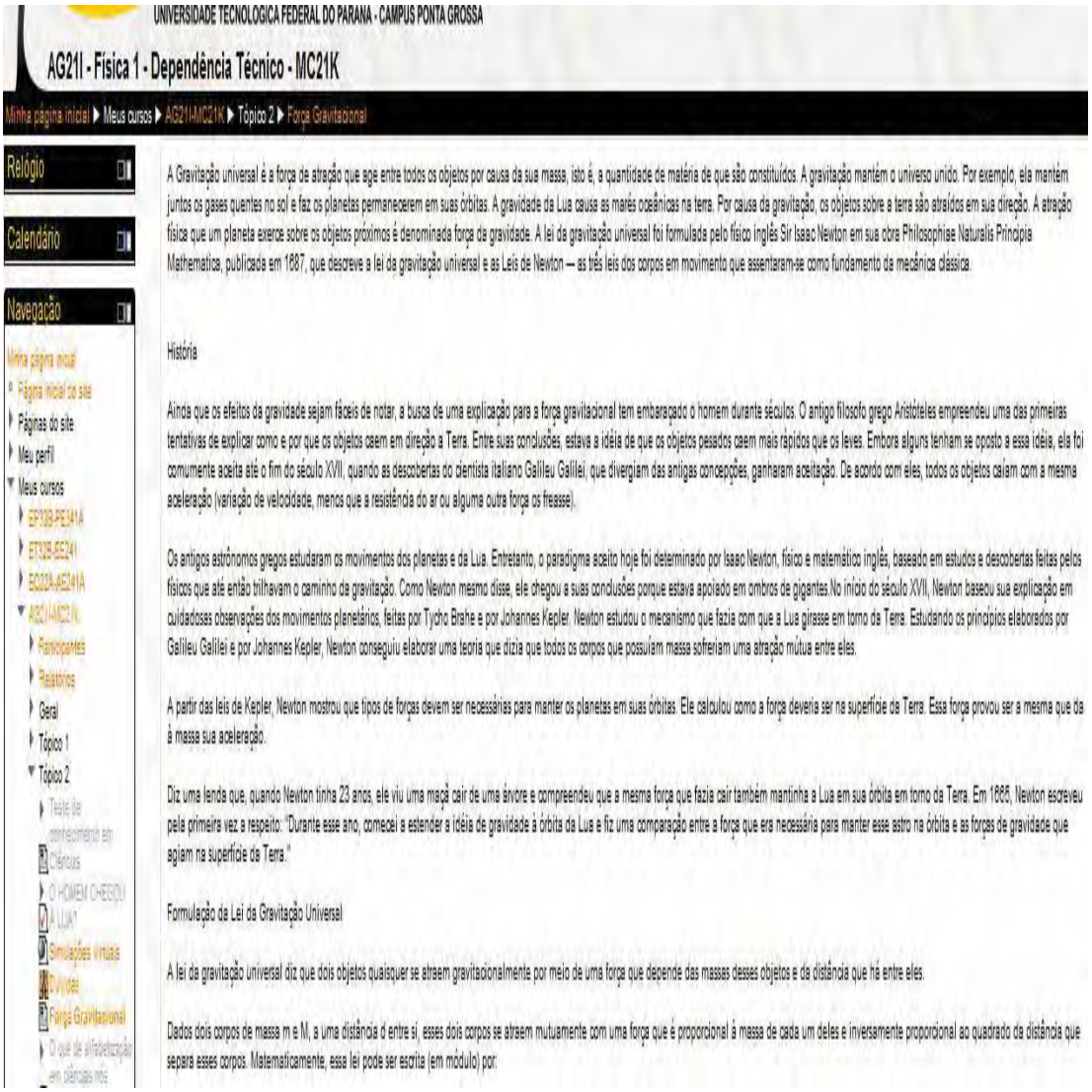


Figura 21: Página inicial no *MOODLE*

Figura 22: Página de simulações – *hyperlink* portal do professor

Figura 23: Atividade off-line

Figura 24: Fórum de dúvidas



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - CAMPUS PONTA GROSSA

AG21I - Física 1 - Dependência Técnico - MC21K

Minha página inicial ▶ Meus cursos ▶ AG21I-MC21K ▶ Tópico 2 ▶ Força Gravitacional

Relógio

Calendário

Navegação

Minha página inicial
Página inicial do site
Páginas do site
Meu perfil
Meus cursos
EP33B-PE341A
ET32B-EE241
EC32A-AE241A
AG21I-MC21K
Participantes
Relatórios
Geral
Tópico 1
Tópico 2
Teste de conhecimento em Ciências
O HOMEM CHEGOU À LUA?
Simulações Virtuais
Dúvidas
Força Gravitacional
O que de alfabetização em ciências nos

A Gravitação universal é a força de atração que age entre todos os objetos por causa da sua massa, isto é, a quantidade de matéria de que são constituídos. A gravitação mantém o universo unido. Por exemplo, ela mantém juntos os gases quentes no sol e faz os planetas permanecerem em suas órbitas. A gravidade da Lua causa as marés oceânicas na terra. Por causa da gravitação, os objetos sobre a terra são atraídos em sua direção. A atração física que um planeta exerce sobre os objetos próximos é denominada força da gravidade. A lei da gravitação universal foi formulada pelo físico inglês Sir Isaac Newton em sua obra Philosophiae Naturalis Principia Mathematica, publicada em 1687, que descreve a lei da gravitação universal e as Leis de Newton – as três leis dos corpos em movimento que assentaram-se como fundamento da mecânica clássica.

História

Ainda que os efeitos da gravidade sejam fáceis de notar, a busca de uma explicação para a força gravitacional tem embaraçado o homem durante séculos. O antigo filosofo grego Aristóteles empreendeu uma das primeiras tentativas de explicar como e por que os objetos caem em direção a Terra. Entre suas conclusões, estava a idéia de que os objetos pesados caem mais rápidos que os leves. Embora alguns tenham se oposto a essa idéia, ela foi comumente aceita até o fim do século XVII, quando as descobertas do cientista italiano Galileu Galilei, que divergiam das antigas concepções, ganharam aceitação. De acordo com eles, todos os objetos caíam com a mesma aceleração (variação de velocidade, menos que a resistência do ar ou alguma outra força os freasse).

Os antigos astrônomos gregos estudaram os movimentos dos planetas e da Lua. Entretanto, o paradigma aceito hoje foi determinado por Isaac Newton, físico e matemático inglês, baseado em estudos e descobertas feitas pelos físicos que até então trilhavam o caminho da gravitação. Como Newton mesmo disse, ele chegou a suas conclusões porque estava apoiado em ombros de gigantes.No início do século XVII, Newton baseou sua explicação em cuidadosas observações dos movimentos planetários, feitas por Tycho Brahe e por Johannes Kepler. Newton estudou o mecanismo que fazia com que a Lua girasse em torno da Terra. Estudando os princípios elaborados por Galileu Galilei e por Johannes Kepler, Newton conseguiu elaborar uma teoria que dizia que todos os corpos que possuíam massa sofreriam uma atração mútua entre eles.

A partir das leis de Kepler, Newton mostrou que tipos de forças devem ser necessárias para manter os planetas em suas órbitas. Ele calculou como a força deveria ser na superfície da Terra. Essa força provou ser a mesma que da à massa sua aceleração.

Diz uma lenda que, quando Newton tinha 23 anos, ele viu uma maçã cair de uma árvore e compreendeu que a mesma força que fazia cair também mantinha a Lua em sua órbita em torno da Terra. Em 1665, Newton escreveu pela primeira vez a respeito: "Durante esse ano, comecei a estender a idéia de gravidade à órbita da Lua e fiz uma comparação entre a força que era necessária para manter esse astro na órbita e as forças de gravidade que agiam na superfície da Terra."

Formulação da Lei da Gravitação Universal

A lei da gravitação universal diz que dois objetos quaisquer se atraem gravitacionalmente por meio de uma força que depende das massas desses objetos e da distância que há entre eles.

Dados dois corpos de massa m e M, a uma distância d entre si, esses dois corpos se atraem mutuamente com uma força que é proporcional à massa de cada um deles e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa esses corpos. Matematicamente, essa lei pode ser escrita (em módulo) por:

Figura 25: Atividade – Força Gravitacional