



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

**ATIVIDADES DE ESTUDO DE FÍSICA HIPERMIDIÁTICAS:
FLEXIBILIDADE COGNITIVA, INTERATIVIDADE, INTERAÇÃO E
VISUALIZAÇÃO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Muryel Pyetro Vidmar

**Santa Maria, RS, Brasil
2013**

**ATIVIDADES DE ESTUDO DE FÍSICA HIPERMIDIÁTICAS:
FLEXIBILIDADE COGNITIVA, INTERATIVIDADE, INTERAÇÃO E
VISUALIZAÇÃO**

Muryel Pyetro Vidmar

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação, Área de Concentração em Práticas Escolares e Políticas Públicas, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação**.

Orientador: Prof. Dr. Fábio da Purificação de Bastos

Santa Maria, RS, Brasil

2013

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Vidmar, Muryel Pyetro

Atividades de Estudo de Física Hipermidiáticas:
flexibilidade cognitiva, interatividade, interação e
visualização / Muryel Pyetro Vidmar.-2013.

133 p.; 30cm

Orientador: Fábio da Purificação De Bastos

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Educação, Programa de Pós-Graduação em
Educação, RS, 2013

1. Atividade de Estudo 2. Ensino-aprendizagem de
Física 3. Hipermídia educacional 4. Mediação tecnológica I.
De Bastos, Fábio da Purificação II. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação**

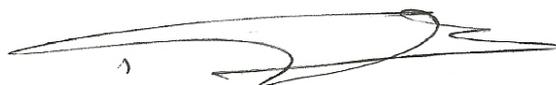
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**ATIVIDADES DE ESTUDO DE FÍSICA HIPERMIDIÁTICAS:
FLEXIBILIDADE COGNITIVA, INTERATIVIDADE, INTERAÇÃO E
VISUALIZAÇÃO**

elaborada por
Muryel Pyetro Vidmar

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Educação

COMISSÃO EXAMINADORA:



Fábio da Purificação de Bastos, Dr. (Presidente/Orientador)



José Antônio Trindade Borges da Costa, Dr. (UFSM)



José André Peres Angotti, Dr. (UFSC)



Ilse Abegg, Dra. (UFSM)

Santa Maria, 07 de fevereiro de 2013.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por diariamente me fortalecer, capacitar, ensinar e inspirar.

Ao professor Fábio, pela orientação, pelos diálogos, e por tudo que pude aprender com ele, que certamente levarei para a vida inteira.

A todos os meus familiares, pela compreensão, pelas palavras de incentivo, por me apoiarem em todos os momentos e por torcerem pelo meu sucesso.

Aos professores membros da banca examinadora, pela disponibilidade em analisar a dissertação, contribuindo com seus conhecimentos e sua experiência.

Aos professores do PPGE, pelos ensinamentos compartilhados ao longo do Mestrado.

Aos colegas de Mestrado, pelo companheirismo e ajuda sempre que preciso.

Aos estudantes do curso de Física – Licenciatura Plena Noturno da UFSM que participaram da pesquisa, por contribuírem para a realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Santa Maria, por me proporcionar um ensino público, gratuito e de qualidade.

Enfim, a todos aqueles que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigado, de coração.

EPÍGRAFE

“O homem realmente não decide o seu futuro; ele decide seus hábitos, então seus hábitos decidem o seu futuro.”

(MIKE MURDOCK, 2010)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Educação
Universidade Federal de Santa Maria

ATIVIDADES DE ESTUDO DE FÍSICA HIPERMIDIÁTICAS: FLEXIBILIDADE COGNITIVA, INTERATIVIDADE, INTERAÇÃO E VISUALIZAÇÃO

AUTOR: MURYEL PYETRO VIDMAR
ORIENTADOR: FÁBIO DA PURIFICAÇÃO DE BASTOS

O objetivo principal desta pesquisa foi investigar a contribuição da hipermídia educacional como mediação tecnológica para o desenvolvimento de atividades de estudo e, conseqüentemente, para a compreensão dos conhecimentos abordados no ensino médio de Física. Para isso, trabalhamos com a elaboração e análise de atividades de estudo hipermidiáticas, estruturadas em consonância com a abordagem contida nos parâmetros curriculares nacionais. Este processo ocorreu juntamente com físicos-educadores em formação inicial, contribuindo assim para as futuras práticas escolares dos mesmos, no âmbito do ensino médio. Utilizamos como concepção de pesquisa a investigação-ação, que envolveu o desenvolvimento de ciclos caracterizados pelos momentos de planejamento, ação, observação e reflexão. A obtenção dos dados envolveu os seguintes instrumentos: análise de documentos, questionário, e as ferramentas fórum, tarefa e wiki do Moodle. A análise destes dados, que ocorreu no momento de reflexão da investigação-ação, possibilitou-nos concluir que as características potencializadas pela hipermídia educacional – flexibilidade cognitiva, interatividade, interação e visualização – contribuem significativamente para o desenvolvimento de atividades de estudo de Física, e, com isso, para a compreensão dos conhecimentos físicos abordados no ensino médio.

Palavras-chave: Atividade de estudo; Ensino-aprendizagem de Física; Hipermídia educacional; Mediação tecnológica.

ABSTRACT

Master's Degree Thesis
Graduate Program in Education
Universidade Federal de Santa Maria

STUDY ACTIVITIES OF PHYSICS HYPERMEDIA: COGNITIVE FLEXIBILITY, INTERACTIVITY, INTERACTION AND VISUALIZATION

AUTHOR: MURYEL PYETRO VIDMAR
ADVISOR: FÁBIO DA PURIFICAÇÃO DE BASTOS

The main objective of this research was to investigate the contribution of the educational hypermedia as technological mediation to the development of study activities and, consequently, for the understanding of knowledges treated in the high school of Physics. To do this, we work with the elaboration and analysis of hypermedia study activities, structured in according to the approach contained in the national curriculum guidelines. This process occurred with physicists-educators in initial formation, thus contributing to the future school practices thereof, in scope of the high school. We use as research conception the action-research, which involved the development of cycles characterized by moments of planning, action, observation and reflection. Data collection involved the following instruments: document analysis, questionnaire, and the tools forum, task and wiki from Moodle. The analysis of this data, that occurred in the moment of reflection of the action-research, allowed us to conclude that the features potentialized by the educational hypermedia – cognitive flexibility, interactivity, interaction and visualization – contribute significantly to the development of study activities of Physics, and, with this, for the understanding of the physical knowledges treated in the high school.

Keywords: Study activity; Teaching-learning of Physics; Educational hypermedia; Technological mediation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dados do Censo Escolar 2009, 2010 e 2011	28
Figura 2 – Recursos educacionais presentes no ensino médio de Física	29
Figura 3 – Rede conceitual sobre as AE	32
Figura 4 – Rede conceitual sobre a TFC	36
Figura 5 – TEEF e suas respectivas unidades temáticas	52
Figura 6 – A espiral da IAE	62
Figura 7 – Planejamento de recursos e atividades para abordagem da Unidade 1 de Didática I	67
Figura 8 – Planejamento de recursos e atividades para abordagem da Unidade 2 de Didática I	68
Figura 9 – Programação da primeira aula desenvolvida no âmbito da Docência Orientada I	69
Figura 10 – Página inicial da segunda atividade desenvolvida no âmbito da Docência Orientada I	72
Figura 11 – Página inicial da quarta atividade desenvolvida no âmbito da Docência Orientada I	72
Figura 12 – Primeira avaliação obrigatória da disciplina de Didática I	73
Figura 13 – Parte do questionário implementado no âmbito da Docência Orientada I	75
Figura 14 – Recursos educacionais presentes nas disciplinas de Física Básica na graduação	76
Figura 15 – Características da teoria de Spiro (1990) identificadas pelos físicos-educadores em formação inicial	77
Figura 16 – Planejamento de recursos e atividades para abordagem da Unidade 5 de Didática II	79
Figura 17 – Página inicial da segunda atividade desenvolvida no âmbito da Docência Orientada II	80
Figura 18 – Resolução do físico-educador em formação inicial 3 para a segunda atividade da Docência Orientada II	81
Figura 19 – Resolução do físico-educador em formação inicial 6 para a segunda atividade da Docência Orientada II	81
Figura 20 – Página inicial da terceira atividade desenvolvida no âmbito da Docência Orientada II	82
Figura 21 – Interface gráfica da hipermídia escolhida pelo físico-educador em formação inicial 2	85
Figura 22 – Interface gráfica da hipermídia escolhida pelo físico-educador em formação inicial 3	86
Figura 23 – Interface gráfica da hipermídia escolhida pelo físico-educador em formação inicial 4	87
Figura 24 – Interface gráfica da hipermídia escolhida pelo físico-educador em formação inicial 6	88
Figura 25 – Interface gráfica da hipermídia escolhida pelo físico-educador em formação inicial 7	90
Figura 26 – Interface gráfica da hipermídia escolhida pelo físico-educador em formação inicial 10	91
Figura 27 – Resultados obtidos na análise das AE elaboradas no âmbito da Docência Orientada II	92
Figura 28 – Resolução do físico-educador em formação inicial 6 à oitava atividade de Didática I	97
Figura 29 – Contribuições da hipermídia educacional para o desenvolvimento de AE de Física	101

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Objetivos previstos para cada um dos ESEF	78
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tecnologias educacionais citadas no Guia	22
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABT – Associação Brasileira de Tecnologia Educacional
AE – Atividade de Estudo
AVEA – Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem
CNMT – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio
ESEF – Estágio Supervisionado em Ensino de Física
GREF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física
IAE – Investigação-Ação Educacional
IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia
MEC – Ministério da Educação
MERLOT – *Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*
MOODLE – *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+ – Orientações Educacionais Complementares aos PCN
PDE – Plano de Desenvolvimento da Educação
PhET – *Physics Education Technology*
PIBID – Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PNE – Plano Nacional de Educação
PNLEM – Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
PPGE – Programa de Pós-Graduação em Educação
ProEMI – Programa Ensino Médio Inovador
PROINFO – Programa Nacional de Tecnologia Educacional
RELPE – Rede Latinoamericana de Portais Educacionais
SEB – Secretaria de Educação Básica
TEEF – Tema Estruturador do Ensino de Física
TFC – Teoria da Flexibilidade Cognitiva
UFSM – Universidade Federal de Santa Maria
USP – Universidade de São Paulo

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – Questionário aplicado no desenvolvimento do primeiro ciclo da investigação-ação	113
Anexo 2 – Respostas obtidas no questionário aplicado no desenvolvimento do primeiro ciclo da investigação-ação	114
Anexo 3 – Programa da disciplina de Didática I da Física	116
Anexo 4 – Respostas obtidas às questões propostas em atividade desenvolvida na primeira aula de Didática I	117
Anexo 5 – Respostas obtidas na questão 5 da primeira avaliação obrigatória de Didática I	118
Anexo 6 – Exemplo de atividade de estudo de Física hipermediática	119
Anexo 7 – Programa da disciplina de Didática II da Física	125
Anexo 8 – Primeiro questionário aplicado no desenvolvimento do segundo ciclo da investigação-ação	126
Anexo 9 – Respostas obtidas no primeiro questionário aplicado no desenvolvimento do segundo ciclo da investigação-ação	127
Anexo 10 – Segundo questionário aplicado no desenvolvimento do segundo ciclo da investigação-ação	129
Anexo 11 – Respostas obtidas no segundo questionário aplicado no desenvolvimento do segundo ciclo da investigação-ação	130

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	14
1.1 Apresentação.....	14
1.2 Justificativa.....	15
1.3 Problema de pesquisa.....	18
1.4 Objetivos da investigação.....	18
1.4.1 Objetivo Geral.....	18
1.4.2 Objetivos Específicos.....	19
1.5 Questões orientadoras da pesquisa.....	19
CAPÍTULO 2 – PRÁTICAS ESCOLARES DE FÍSICA MEDIADAS POR TECNOLOGIA EDUCACIONAL	20
2.1 Problematização das tecnologias educacionais em rede nas práticas escolares de Física....	20
2.2 Cenário das tecnologias educacionais em rede.....	21
2.3 Panorama do ensino médio de Física.....	27
CAPÍTULO 3 – CONCEITOS-GUIA PARA A ELABORAÇÃO DAS ATIVIDADES DE ESTUDO DE FÍSICA HIPERMIDIÁTICAS	30
3.1 Hipermídia Educacional.....	30
3.2 Atividade de Estudo.....	31
3.3 Flexibilidade Cognitiva.....	35
3.4 Interação associada a interatividade.....	41
3.5 Visualização.....	43
CAPÍTULO 4 – POLÍTICAS PÚBLICAS EDUCACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO DE FÍSICA	46
4.1 Importância das políticas públicas educacionais neste contexto.....	46
4.2 Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio.....	47
4.2.1 Parâmetros Curriculares Nacionais.....	47
4.2.2 Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.....	49
4.2.3 Orientações curriculares para o ensino médio.....	54
4.2.4 Ensino Médio Inovador.....	56
4.3 Repositórios de recursos educacionais hipermídia.....	58
4.3.1 Portal do Professor.....	58
4.3.2 Banco Internacional de Objetos Educacionais.....	59
CAPÍTULO 5 – CONCEPÇÃO E ESTRUTURAÇÃO	60
5.1 Investigação-Ação Educacional.....	60
5.2 Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem Moodle como mediador da investigação-ação....	62
5.3 Estratégias e instrumentos para coleta de dados.....	63
CAPÍTULO 6 – DESENVOLVIMENTO DOS MOMENTOS DA INVESTIGAÇÃO-AÇÃO	65
6.1 Primeiro ciclo da investigação-ação: Docência Orientada I.....	65
6.1.1 Planejamento I.....	67
6.1.2 Ação I e Observação I.....	68
6.1.3 Reflexão I.....	70
6.2 Segundo ciclo da investigação-ação: Docência Orientada II.....	77
6.2.1 Planejamento II.....	79
6.2.2 Ação II e Observação II.....	80
6.2.3 Reflexão II.....	84
6.3 Investigação da hipermídia educacional como mediação para o desenvolvimento de AE de Física.....	95
6.3.1 Análise das características potencializadas pela hipermídia educacional.....	95
6.3.2 Contribuições da hipermídia para o desenvolvimento de AE de Física.....	99

CONCLUSÃO.....	102
REFERÊNCIAS.....	106
ANEXOS.....	113

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

Diversas pesquisas na área de Ensino de Física (explicitadas ao longo desta dissertação) têm evidenciado o potencial das tecnologias educacionais em rede – mais especificamente, da hipermissão – para mediar as práticas escolares¹ desenvolvidas no âmbito do ensino médio de Física.

Diante deste contexto, através desta pesquisa, procuramos investigar a contribuição da hipermissão educacional como mediação tecnológica para o desenvolvimento de atividades de estudo e, conseqüentemente, para a compreensão dos conhecimentos abordados no ensino médio de Física. Para isto, estruturamos o texto em seis capítulos.

No capítulo um, contextualizamos e delimitamos o problema de pesquisa, justificando a escolha da temática e explicitando os objetivos geral e específicos, além das questões que orientam a pesquisa.

No capítulo dois, discutimos as práticas escolares de Física mediadas por tecnologia educacional. Aqui, problematizamos inicialmente as tecnologias educacionais em rede nas práticas escolares de Física. Ainda, apresentamos um panorama do ensino médio de Física, explicitando as tecnologias educacionais mais utilizadas neste contexto. Mostramos também um cenário das tecnologias educacionais em rede, enfatizando aquelas que apresentam possibilidades de serem implementadas no referido âmbito.

Os conceitos-guia para a elaboração das atividades de estudo de Física hipermissiônicas – flexibilidade cognitiva, interatividade, interação, visualização, hipermissão educacional e atividade de estudo – são abordados no capítulo três.

Já no capítulo quatro, tratamos das políticas públicas educacionais para o ensino médio de Física, destacando a importância das mesmas para auxiliar as práticas escolares desenvolvidas neste contexto, e ainda apresentando alguns exemplos destas políticas, como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio, o Programa Ensino Médio Inovador, e os repositórios de recursos educacionais hipermissão.

No capítulo cinco, discutimos a concepção e estruturação da pesquisa, definindo inicialmente Investigação-Ação Educacional, e enfatizando de que maneira o Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem Moodle potencializa este processo, e viabiliza a interatividade e o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva. Para finalizar, abordamos ainda as estratégias e instrumentos para coleta de dados.

¹ A opção por utilizar a expressão “práticas escolares” se deu pelo fato de a mesma estar em consonância com a linha de pesquisa na qual o pesquisador está inserido, intitulada “Práticas Escolares e Políticas Públicas”.

Concluimos com o capítulo seis, no qual descrevemos o desenvolvimento dos ciclos da investigação-ação, enfatizando como aconteceram os momentos de planejamento, ação, observação e reflexão. Ainda, apresentamos os resultados obtidos e a análise dos mesmos, que possibilitou o alcance dos objetivos da investigação-ação.

1.2 Justificativa

Minha trajetória ao longo da escolaridade básica iniciou-se no ano de 1996, aos 6 anos de idade, quando ingressei na primeira série do ensino fundamental, em uma escola da rede pública. Desde o início da educação básica, procurava não faltar nenhuma aula e estudar bastante para ter um bom desempenho nas disciplinas. Sempre tive o apoio total e o acompanhamento de meus familiares, que me conscientizavam da importância dos estudos para o meu desenvolvimento pessoal e para o meu futuro profissional.

Concluí o ensino fundamental no ano de 2003, e ingressei na primeira série do ensino médio em 2004, também em uma escola da rede pública. A partir daí, comecei a ter contato com a disciplina de Física, e a tomar gosto por estudá-la. Sempre tive mais facilidade na área das Ciências Naturais e Matemática do que na área das Ciências Humanas. Nas semanas de trabalhos e provas de Física, era comum reunir-me na biblioteca da escola com os colegas que tinham os melhores desempenhos na disciplina para estudarmos juntos. Isto certamente contribuiu para a minha aprendizagem em Física.

Durante esta trajetória ao longo da escolaridade básica, as tecnologias educacionais mais presentes nas aulas consistiram no livro didático, quadro-negro e giz. Em algumas ocasiões, recursos digitais como áudio e vídeo eram utilizados pelos professores para auxiliar suas práticas. Em outras, nos deslocávamos até o laboratório de informática da escola para participarmos das aulas. Meu lazer geralmente era pautado por jogos no vídeo game e no computador. Então, para mim, estas aulas no laboratório de informática eram sempre especiais, devido à inovação que apresentavam e ao meu gosto pelas tecnologias.

Concluí o ensino médio no ano de 2006, e ingressei no curso de graduação em Física – Licenciatura Plena em 2007. Desde o início do curso tive contato com o computador em algumas disciplinas. Este era utilizado como ferramenta para programação ou mesmo para o registro, organização e análise de dados obtidos em experimentos realizados nas disciplinas de laboratório de Física Básica.

No ano seguinte, as tecnologias educacionais em rede estiveram mais presentes no curso. Através das disciplinas de Didática I e Didática II da Física, foi abordada a utilização da informática como ferramenta para o ensino médio de Física. Naquela ocasião, estudamos algumas *competências*

essenciais ao físico-educador. Vimos também que, para o desenvolvimento destas competências, é preciso adquirir determinadas *habilidades gerais*, como utilizar os diversos recursos da informática, dispondo de noções de linguagem computacional. Além disso, foram abordadas uma série de *vivências*, essenciais ao físico-educador, como por exemplo ter tido experiência com a utilização de equipamento de informática.

Nas referidas disciplinas, pude ter o primeiro contato com o Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem (AVEA) livre Moodle², além dos recursos e ferramentas presentes no mesmo. No referido ambiente, as atividades, e mesmo as avaliações obrigatórias, foram realizadas.

Nestas atividades, trabalhamos basicamente na perspectiva da resolução de problemas de Física mediada por tecnologias. Em uma das atividades, primeiramente cada estudante escolheu um problema relacionado a determinado Tema Estruturador do Ensino de Física (TEEF), contido nos PCN+³. Então, reescrevemos o enunciado (com o objetivo de problematizá-lo) e resolvemos o problema, explicitando os conceitos, princípios, leis e equações físicas necessárias. Elaboramos ainda uma rede conceitual, contendo os conceitos que utilizamos para resolver o problema.

Na ferramenta wiki, disponibilizada no Moodle, escolhemos o TEEF de uma matriz, composta pelos temas e pelos semestres de cada um dos três anos do ensino médio. Acessamos o TEEF e disponibilizamos o problema e sua resolução na subunidade temática adequada, o que permitiu que pudéssemos colaborar com as resoluções dos colegas.

Em outra atividade, trabalhamos com problemas do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Na ocasião, cada estudante selecionou um recurso educacional virtual – como uma simulação ou um vídeo – que auxiliasse na compreensão do problema proposto. Por fim, os problemas (com as respectivas resoluções) também foram produzidos no wiki do Moodle.

As disciplinas de Didática I e Didática II da Física despertaram em mim o interesse em trabalhar com as tecnologias educacionais em rede, de modo que pude “pôr em prática” o que aprendi (nas referidas disciplinas) no decorrer da minha trajetória no curso de Física. No ano de 2009, realizei o Estágio Supervisionado em Ensino de Física (ESEF) I e II, nos quais os objetivos principais eram, respectivamente, conhecer os mecanismos de funcionamento de uma escola da rede pública de Santa Maria e realizar o planejamento de um conjunto de aulas.

No primeiro semestre do ano seguinte, por meio do ESEF III, tive a oportunidade de implementar uma atividade que teve como recurso uma simulação computacional. Já no ESEF IV, pude incorporar diversos recursos educacionais hiperfídia no desenvolvimento das aulas, previamente planejadas nos ESEF II e III.

Nestas ocasiões, os estudantes tiveram a oportunidade de deixar seus comentários sobre as

² Acrônimo de *Modular Object-Oriented Dinamic Learning Environment*.

³ Tratam-se de Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

aulas e atividades realizadas. Nestes comentários, grande parte dos estudantes citou que estas aulas e atividades no computador foram importantes e interessantes, pois ajudaram a visualizar e compreender os conhecimentos da Física, além de se constituírem em uma maneira diferente de trabalhar. Em relação aos aspectos negativos, alguns estudantes explicitaram a dificuldade dos mesmos na resolução das atividades, mesmo com o auxílio da hipermídia.

É importante sublinhar também que, no segundo semestre de 2009, fui selecionado para atuar como bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), no subprojeto de Ensino de Física. Na ocasião, pude atuar em uma escola da rede pública de Santa Maria, elaborando, implementando e avaliando atividades de estudo de Física.

Das dezenove atividades desenvolvidas até o final de 2010, sete delas tiveram como mediação recursos educacionais hipermídia. Ao final destas atividades, os estudantes deixavam seus comentários sobre as mesmas. Nestes comentários, boa parte dos estudantes destacou o interesse deles durante a resolução das atividades, e a importância das mesmas para aprimorar os conhecimentos da Física adquiridos em sala de aula, de maneira diferente ao que ocorria nesta última. Já alguns estudantes abordaram que as atividades realizadas não contribuíram para a compreensão do seu cotidiano. Nas palavras de um destes estudantes: “esta atividade não é algo que vou usar lá fora.”

Estes comentários ao longo da implementação das aulas e atividades mediadas por recursos educacionais hipermídia (desenvolvidas ao longo dos ESEF e do PIBID), mesmo que não na sua totalidade, foram, em grande parte, positivos. Além disto, naquelas ocasiões, era possível perceber uma participação e interação maior dos estudantes, o que não se notava em aulas “mais tradicionais”, que utilizavam como recurso o livro didático, quadro-negro e giz. Aqui, cabe explicitar a constatação de que a utilização contínua destes recursos, além da metodologia de transmissão-recepção de conteúdos, geralmente presentes no ensino médio de Física (HEINECK, VALIATI e DA ROSA, 2007), não vêm apresentando resultados satisfatórios (WALVY, 2005).

Esta realidade presente no âmbito do ensino médio de Física, além das experiências obtidas nos ESEF e no PIBID, foram os fatores que me instigaram a investigar a mediação tecnológica da hipermídia educacional em atividades de estudo de Física, no referido contexto. Além disso, as hipermídias vêm sendo constantemente utilizadas para a elaboração de material didático na área de Ensino de Física, de modo que consideramos um estudo sobre a utilização das hipermídias pertinente e extremamente necessário.

Assim, no primeiro semestre de 2011, ingressei no curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), dentro da linha de pesquisa intitulada “Práticas Escolares e Políticas Públicas”, tendo como temática de pesquisa a

educação mediada por tecnologias livres. Considero o tema da pesquisa relevante, pois acredito que as atividades de estudo podem ser melhor desenvolvidas com a mediação tecnológica da hipermídia educacional, contribuindo positivamente na compreensão dos conhecimentos físicos abordados no ensino médio.

1.3 Problema de pesquisa

Diversas pesquisas, concentradas principalmente na área de Ensino de Física e explicitadas mais detalhadamente nos capítulos seguintes da dissertação, têm evidenciado o potencial das tecnologias educacionais – mais especificamente, da hipermídia – para mediar as práticas escolares.

Estas pesquisas apontam diversas características potencializadas pela hipermídia: Barroso, Bevilaqua e Felipe (2009) destacam a interatividade e a visualização; Da Silva, Angotti e Mion (2008) citam a interatividade e a interação; Machado e Santos (2004) abordam a interação e a visualização; Vasconcelos et al. (2007) apontam a interatividade e a motivação; Freitas e Vital (2008) citam a motivação; e Rezende e Cola (2004) abordam a flexibilidade cognitiva.

Das características explicitadas, decidimos considerar, no âmbito desta pesquisa, as seguintes: flexibilidade cognitiva, interatividade, interação e visualização. Considerando ainda a importância da realização de atividades de estudo para a compreensão dos conhecimentos científicos, o problema de pesquisa nos propomos a investigar é:

Em que medida as características potencializadas pela hipermídia educacional (flexibilidade cognitiva, interatividade, interação e visualização) contribuem significativamente para o desenvolvimento de atividades de estudo de Física e, conseqüentemente, para a compreensão dos conhecimentos físicos abordados no ensino médio?

1.4 Objetivos da investigação

1.4.1 Objetivo Geral

Investigar em que medida as características potencializadas pela hipermídia educacional (flexibilidade cognitiva, interatividade, interação e visualização) contribuem significativamente para o desenvolvimento de atividades de estudo de Física e, conseqüentemente, para a compreensão dos conhecimentos físicos abordados no ensino médio.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Investigar em que medida a hipermídia educacional, como mediação tecnológica das práticas escolares desenvolvidas no ensino de Física, produz flexibilidade cognitiva, interatividade, interação e visualização;
- Elaborar, juntamente com físicos-educadores em formação inicial⁴, atividades de estudo de Física mediadas por hipermídia educacional;
- Analisar os principais avanços e obstáculos durante a elaboração das atividades de estudo de Física mediadas por hipermídia educacional.

1.5 Questões orientadoras da pesquisa

- A interatividade apresentada pela hipermídia educacional contribui para uma maior interação entre os estudantes e entre estes e o professor durante o desenvolvimento das atividades de estudo de Física?
- A hipermídia educacional auxilia em uma melhor visualização do fenômeno físico problematizado na atividade de estudo de Física?
- A mediação tecnológica proporcionada pela hipermídia educacional auxilia na resolução da situação-problema da atividade de estudo de Física?
- A hipermídia educacional contribui para uma melhor compreensão, e conseqüentemente aplicação dos conhecimentos físicos – abordados na atividade de estudo de Física – em outros contextos?

⁴ Em vez de “licenciando em Física”, optamos por utilizar o termo “físicos-educadores em formação inicial”, pois este se encontra em conformidade com as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Física (BRASIL, 2001).

CAPÍTULO 2 – PRÁTICAS ESCOLARES DE FÍSICA MEDIADAS POR TECNOLOGIA EDUCACIONAL

2.1 Problematização das tecnologias educacionais em rede nas práticas escolares de Física

A tecnologia tem estado cada vez mais presente em nosso cotidiano, seja por meio da realização de atividades corriqueiras ou até mesmo relacionadas ao lazer (RODRIGUES et al., 2012); e tem alterado, muitas vezes de forma radical, a vida das pessoas. Devido a isto, os professores têm encontrado em suas salas de aula estudantes cada vez mais familiarizados com as tecnologias, mesmo que alguns possuam acesso maior e outros menor a elas.

Se por um lado temos a presença da tecnologia no dia a dia da sociedade, por outro lado, temos nesta mesma tecnologia uma ferramenta que pode subsidiar as práticas docentes desenvolvidas em sala de aula. Assim como não podemos descartar os benefícios que a tecnologia traz para a vida cotidiana, é de fundamental importância também que consideremos seus benefícios para a educação (DA SILVA, ANGOTTI e MION, 2008).

Conforme consta no site da Associação Brasileira de Tecnologia Educacional (ABT), a tecnologia é caracterizada por “um conjunto de conhecimentos que se aplicam em determinado ramo de atividade”. Em se tratando de tecnologia educacional, está se abordando as tecnologias planejadas com uma intencionalidade voltada aos objetivos educacionais (DE BASTOS et al., 2010), de modo a serem aplicadas especificamente neste âmbito.

Deste modo, procura-se delimitar o conceito de tecnologia, considerando apenas aquelas criadas objetivando a melhoria da qualidade do processo de ensino-aprendizagem. Neste contexto, o conceito de tecnologia educacional abrange não apenas equipamentos eletrônicos, como computadores, por exemplo. Assim, é possível afirmar que a utilização das tecnologias educacionais não é recente, visto que,

Na escola, estudantes e professores sempre foram mediados por materiais didáticos, que, conceitualmente, são tecnologias educacionais. Do mobiliário ao lápis, do ponto de vista tecnológico, ambientes e objetos têm sido modelados com intencionalidade educacional. (DE BASTOS et al., 2010, p. 296).

Acreditamos que as tecnologias educacionais em rede (mais especificamente) podem contribuir de maneira significativa para favorecer e fortalecer o processo de ensino-aprendizagem de Física, ao se constituir como uma ferramenta para o desenvolvimento de práticas escolares inovadoras. Neste sentido, é importante considerar a Física como ferramenta para compreender as tecnologias a ela associadas; e as tecnologias educacionais em rede como ferramenta para compreender a Física (BRASIL, 2006).

Entretanto, embora se considere importante a utilização das referidas tecnologias, cabe sublinhar que o emprego de qualquer tecnologia, de forma isolada, não é garantia de melhoria da qualidade da educação (BRASIL, 2011a). Isto porque a utilização de uma tecnologia educacional em sala de aula não é, por si só, um fator de transformação e inovação no processo de ensino-aprendizagem de Física, uma vez que a tecnologia não é o sujeito das práticas, mas sim a potencializadora das mesmas (RODRIGUES et al., 2012).

Neste sentido, a incorporação de tecnologias educacionais em rede no ensino-aprendizagem de Física não implica necessariamente em novas práticas escolares. Sendo assim, aparentemente poderíamos afirmar que não há relação entre elas. Porém, isto não é verdade, pois sabemos que estas tecnologias podem contribuir significativamente para o desenvolvimento de práticas escolares de Física inovadoras. E isto vai depender da forma como serão utilizadas pelo professor.

Assim, cabe questionarmos de que maneira o professor pode incorporar as tecnologias educacionais em rede nas suas práticas escolares como um fator de transformação e inovação no processo de ensino-aprendizagem de Física? Talvez este seja o grande desafio neste contexto.

2.2 Cenário das tecnologias educacionais em rede

Em consonância com sua política de melhoria da qualidade da educação no Brasil, o Ministério da Educação lançou o Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), cujo objetivo principal é alcançar uma educação pública básica de qualidade. A meta proposta pelo MEC é alcançar, em 2022, o índice de 6,0, baseado no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), elaborado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

Uma das ações desenvolvidas com o intuito de promover a qualidade da Educação Básica e atingir a referida meta é a divulgação, no ano de 2011, de um documento denominado Guia de Tecnologias Educacionais 2011/2012 (BRASIL, 2011a). Este documento apresenta uma descrição de um total de cento e sessenta e nove tecnologias educacionais, além de informações acerca de cada uma delas, de modo a auxiliar na identificação daquelas tecnologias que possam contribuir significativamente para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem, considerando os diferentes contextos de aplicação.

As tecnologias educacionais estão organizadas no Guia em sete blocos: gestão da educação; ensino-aprendizagem; formação dos profissionais da educação; educação inclusiva; portais educacionais; educação para diversidade, campo, indígena, e de jovens e adultos; e Educação Infantil. A tabela 1 mostra o número de tecnologias educacionais presentes em cada bloco.

Tabela 1 – Tecnologias educacionais citadas no Guia

Item	Categoria	Tecnologia desenvolvida pelo MEC	Tecnologia Externa ao MEC	TOTAL
1	Gestão da Educação	11	07	18
2	Ensino Aprendizagem	09	51	60
3	Formação dos Profissionais da Educação	12	15	27
4	Educação Inclusiva	11	1	12
5	Portais Educacionais	05	11	16
6	Educação para Diversidade, Campo, Indígena e de Jovens e Adultos	17	11	28
7	Educação Infantil	-	08	08
	TOTAL	65	104	169

Este número total abrange tanto as tecnologias educacionais desenvolvidas pelo MEC quanto aquelas produzidas por instituições e empresas públicas e/ou privadas, que foram avaliadas e selecionadas pela Secretaria de Educação Básica – SEB/MEC desde 2007 até 2011. Cabe destacar que a maior porcentagem delas (aproximadamente 36%) encontra-se relacionada ao processo de ensino-aprendizagem.

Ao analisar o referido documento, buscamos estabelecer um cenário das tecnologias educacionais em rede presentes no Guia, explicitando aquelas que apresentam possibilidades de serem utilizadas no ensino médio de Física, de modo a contribuir para a melhoria das práticas escolares desenvolvidas neste âmbito:

– Linux Educacional: disponível no endereço <http://linuxeducacional.c3sl.ufpr.br>, constitui-se em um sistema operacional GNU/Linux, disponibilizado desde 2006 para as escolas públicas brasileiras por intermédio do Programa Nacional de Tecnologia Educacional (PROINFO). Com o objetivo principal de facilitar o acesso aos conteúdos educacionais, o Linux Educacional disponibiliza diversos aplicativos de produtividade, além de um repositório de conteúdos para fins educacionais, que compreendem 3.692 obras do Portal Domínio Público, 545 vídeos da TV Escola, 569 sugestões de aulas do Portal do Professor, entre outros. Assim, constitui-se em uma alternativa para mediar tecnologicamente o processo de ensino-aprendizagem de Física no ensino médio.

– Portal Dia a Dia Educação: disponível em <http://www.diaadia.pr.gov.br>, foi concebido pela Secretaria de Estado da Educação do Paraná e desenvolvido em *software* livre, tendo como pressuposto básico a democratização do conhecimento em rede e pela rede. O objetivo deste portal é instituir-se como um provedor de sistemas de informação e conteúdos, livres e de cunho educacional, com ênfase em plataformas não proprietárias, gerando um produto destinado à comunidade escolar.

Na página inicial, é possível escolher entre as opções: Alunos, Educadores, Gestão Escolar, e Comunidade. Na página referente à Educadores, estão disponibilizadas diretrizes curriculares para a educação básica, conteúdos relacionados ao Enem, além de informações relacionadas à formação continuada de professores.

Além destas, há uma página específica para recursos educacionais. Considerando os recursos elaborados especificamente para a abordagem dos conteúdos curriculares de Física, o Portal Dia a Dia Educação Portal disponibiliza: 1 livro didático, 378 artigos, 1130 imagens, 134 áudios, 292 vídeos, e 97 animações e simulações. Os referidos recursos podem ser utilizados como auxílio para a elaboração e implementação das aulas de Física.

– Portal Domínio Público: lançado em novembro de 2004 e disponível no endereço <http://www.dominiopublico.gov.br>, o Portal Domínio Público é uma biblioteca virtual que disponibiliza na internet obras literárias, artísticas e científicas, na forma de textos, imagens, áudios e vídeos. Desenvolvido em *software* livre, seu acervo é constituído por mais de cento e setenta mil obras que se encontram em domínio público ou que tenham a sua licença autorizada. A abrangência do acervo e a facilidade de acesso fazem do Domínio Público uma referência cultural e educativa.

Na página inicial, é possível realizar uma pesquisa por conteúdos disponibilizados no portal, selecionando como critério de busca o tipo de mídia, a categoria, o autor, o título, e o idioma. Ao permitir o acesso à diversas obras científicas, por exemplo, o Portal Domínio Público constitui-se como uma tecnologia educacional em rede com possibilidades de ser utilizada no ensino médio de Física.

– Portal da TV Escola: disponibiliza acesso aos vídeos dos programas transmitidos pela TV Escola, que é um canal de televisão pública do MEC, destinado aos professores, estudantes e a todos interessados em aprender, e desenvolvido como uma ferramenta ao professor, seja para complementar sua própria formação ou mesmo para ser utilizada como subsídio às suas práticas escolares.

O Portal, acessado através do endereço <http://tvescola.mec.gov.br>, possibilita ainda a visualização ao vivo da programação da TV Escola. Na página inicial do portal, clicando em “Dicas Pedagógicas”, são encontradas fichas elaboradas por professores de todo o Brasil a partir dos vídeos exibidos na TV Escola. Estas fichas, classificadas em Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino

Médio, contém sugestões de atividades que podem ser trabalhadas em sala de aula.

O Guia de Tecnologias Educacionais 2011/2012 também cita o Portal do Professor e o Banco Internacional de Objetos Educacionais, que, pelo fato de se constituírem em políticas públicas educacionais, serão descritos mais detalhadamente no capítulo quatro. Além destes exemplos de tecnologias educacionais em rede, presentes no Guia, podemos explicitar outros, como:

– Portal Tópicos de Ciência e Tecnologia Contemporâneas: consiste em um portal destinado principalmente a professores de Física e Ciências da educação básica e superior, em formação inicial ou continuada. Disponível em <http://www.ced.ufsc.br/men5185/>, contém artigos relacionados ao processo de ensino-aprendizagem das Ciências da Natureza (de forma mais geral), e de Física (mais especificamente), que podem auxiliar o professor na elaboração de suas aulas.

Na página inicial do portal, clicando em “Trabalhos”, tem-se acesso a diversos materiais didáticos, que privilegiam temas contemporâneos cuja presença nos livros é pouco frequente. Como exemplos de temas, podemos citar as energias solar, eólica e nuclear, e o princípio de funcionamento da fibra óptica e do laser.

Estes materiais foram elaborados por licenciandos em Física da Universidade Federal de Santa Catarina, como tarefa da disciplina Metodologia de Ensino de Física. Cabe destacar que alguns deles são hipermidiáticos, disponibilizando as informações de forma não linear; e incluindo, além do texto, imagens, vídeos e animações.

Por abordar diversos temas presentes no ensino médio de Física, este portal se constitui em um exemplo de tecnologia educacional em rede que pode ser utilizado para contribuir com as práticas escolares desenvolvidas no referido contexto.

– Laboratório Didático Virtual (LabVirt): é uma iniciativa da Escola do Futuro, da Universidade de São Paulo (USP), e possui como uma das áreas de atuação a produção de material didático. Na página inicial de seu portal, disponível no endereço <http://www.labvirt.fe.usp.br/institucional.asp?time=15:26:59>, há diversas opções de navegação. Clicando em “Consulte um Físico”, encontra-se um serviço de perguntas e respostas, no qual é possível enviar dúvidas em relação aos conteúdos curriculares de Física, que serão respondidas por especialistas do Instituto de Física da USP.

Outra opção de navegação é o “Fórum”, que contém um espaço para discussões onde são publicadas questões, temas, ideias ou comentários – específicos para a Física do ensino médio –, que ficam disponíveis para serem respondidas ou comentadas por outras pessoas.

O portal disponibiliza ainda mais de uma centena de animações e simulações, tornando

possível a abordagem de diversos conceitos físicos, por parte do professor, e contribuindo assim para o trabalho escolar do mesmo. Além do acesso, o portal oferece também a possibilidade de encomendar uma simulação à equipe do projeto LabVirt, caso aquelas disponibilizadas não abranjam os conteúdos da Física que se pretende abordar.

– Portal Applets Java de Física: desenvolvido por Walter Fendt, e disponível em <http://www.walter-fendt.de/ph14br>, este portal oferece acesso à 51 *applets* (aplicativos computacionais) de Física, organizados nos seguintes temas: Mecânica (14), Oscilações e Ondas (7), Eletrodinâmica (8), Ótica (3), Termodinâmica (1), Teoria da Relatividade (1), Física Atômica (2) e Física Nuclear (2). Além destes, há ainda 13 *applets* em inglês. Assim, este portal se constitui em um exemplo de tecnologia educacional em rede que pode contribuir para a melhoria das práticas escolares de Física no ensino médio.

– Moodle: constitui-se em um AVEA no qual são disponibilizados diversos recursos e ferramentas de atividade (como chat, questionário, fórum, glossário, tarefa, wiki, entre outros), de modo a desenvolver uma disciplina ou curso. Ao disponibilizar recursos e ferramentas tanto síncronas quanto assíncronas, este ambiente amplia as possibilidades de comunicação e interação entre os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem para além das aulas.

Disponível para download no endereço <http://www.moodle.org> o Moodle pode ser implementado gratuitamente em uma instituição de ensino, tendo a mesma acesso aos códigos-fonte e colaboração da comunidade internacional. Ainda, ele permite a criação de novas turmas para uma mesma disciplina, mantendo o material didático já existente e possibilitando a realização das atualizações necessárias (de acordo com os resultados obtidos anteriormente), constituindo-se em uma alternativa para mediar tecnologicamente as práticas escolares de Física.

– Portal Física Vivencial: disponível em <http://www.fisicavivencial.pro.br/>, este portal contém uma grande variedade de recursos educacionais, que podem contribuir de maneira significativa para as práticas escolares desenvolvidas no ensino médio de Física.

Na página inicial, tem-se a possibilidade de inserir uma palavra-chave no campo em branco, sendo que, ao clicar em “Buscar”, são apresentados alguns tópicos relacionados ao tema de interesse. Ao lado de cada um destes tópicos, há um conjunto de bolinhas coloridas. Clicando sobre ele, abrirá uma página que contém recursos educacionais relacionados ao tema.

Cada bolinha colorida se refere a um recurso educacional. A sigla “SF” refere-se a uma simulação computacional, a “EE” refere-se a um experimento educacional, a “RD” refere-se a um áudio,

e a “TV” refere-se a um vídeo. Ao todo, o portal disponibiliza 24 vídeos, 24 áudios, 40 experimentos educacionais e 109 simulações computacionais.

Outra opção contida na página inicial é o botão “Física Vivencial”. Clicando nele, é possível acessar a coleção total dos recursos educacionais, de acordo com o tipo de mídia desejada. Aqui, ao selecionar um recurso educacional, o *link* é direcionado para uma página do Banco Internacional de Objetos Educacionais, na qual pode-se inclusive fazer o *download* do mesmo.

Em relação às simulações contidas no Portal Física Vivencial, elas estão organizadas nos seguintes temas – tanto de Física Clássica quanto de Física Contemporânea – e quantidades: Fenômenos ondulatórios (8); Eletricidade (13); Eletromagnetismo (9); Óptica (11); Mecânica (21); Física térmica e hidrostática (19); Relatividade, Física nuclear, Astrofísica e Astronomia (17); Física quântica (3); Instrumental matemático para Física (8).

Há ainda outra possibilidade de navegação no portal. Na página inicial, passando o *mouse* em cima de algumas das imagens, estas ficarão em destaque. Clicando nas mesmas, são mostrados alguns dos temas citados acima, com seus respectivos recursos educacionais.

– Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching (MERLOT): o MERLOT é um programa da California State University, em parceria com instituições de ensino superior, sociedades profissionais e a indústria. Constitui-se em uma comunidade livre e aberta *on-line*, elaborada para o compartilhamento de recursos educacionais, de modo a contribuir para o processo de ensino-aprendizagem.

Em seu portal, que se encontra no endereço <http://www.merlot.org/merlot/index.htm>, estão disponíveis 38.938 recursos educacionais. Especificamente para a Física, são 2.075 recursos, organizados nos seguintes temas e quantidades: Mecânica clássica (352); Termodinâmica e mecânica estatística (152); Oscilações e ondas (238); Eletricidade e magnetismo (343); Óptica (214); Física moderna (308); Mecânica quântica (111); e Geral (357).

Em relação ao tipo de recurso educacional, são 155 animações e 884 simulações de Física, que podem ser utilizadas como mediação tecnológica para a abordagem dos conteúdos curriculares da disciplina.

– Portal Physics Education Technology (PhET): desenvolvido na Universidade do Colorado (EUA), este portal está disponível em http://phet.colorado.edu/pt_BR/. Na página inicial, acessando o *link* “Comece já”, são mostradas diversas simulações, escritas na linguagem Java ou *Flash*, que podem ser executadas utilizando um navegador *web* qualquer, desde que o Java e o *Flash* estejam instalados.

As simulações estão classificadas nas áreas de Biologia, Física, Química, Ciências da Terra e

Matemática. Em se tratando especificamente das simulações de Física, as mesmas estão organizadas nos seguintes temas e quantidades: Movimento (28); Som e Ondas (8); Trabalho, Energia e Potência (11); Calor e Termometria (11); Fenômenos Quânticos (20); Luz e Radiação (22); Eletricidade, Ímãs e circuitos (23).

Ainda na página inicial, ao clicar em “Ver atividades”, tem-se a possibilidade de acessar sugestões de como utilizar determinada simulação. Esta busca é realizada através da escolha do nome, tipo, nível de ensino e idioma da simulação. Outra possibilidade de navegação está na opção “Enviar Atividades”, que permite aos professores enviar contribuições ao portal, elaboradas para serem utilizadas em conjunto com as simulações.

Neste sentido, o portal PhET contribui para a melhoria das práticas escolares dos professores de Física, visto que estes, ao acessá-lo, têm a possibilidade de:

- selecionar a simulação mais adequada ao(s) conceito(s), princípio(s), lei(s) e/ou teoria(s) que se pretende abordar;
- elaborar uma atividade de estudo, tendo como referência as contribuições já existentes no Portal àquela simulação;
- implementar e avaliar esta atividade no contexto escolar;
- fazer o *upload* da mesma no Portal, de modo a compartilhá-la com outros professores.

2.3 Panorama do ensino médio de Física

Na seção anterior, procuramos abordar algumas das diversas tecnologias educacionais em rede disponíveis, que podem ser utilizadas para mediar tecnologicamente as práticas escolares dos professores de Física no ensino médio, contribuindo assim para a promover a qualidade do processo de ensino-aprendizagem neste âmbito.

Em se tratando de tecnologias educacionais em rede, é importante sublinhar que estas implicam necessariamente em computadores conectados à Internet. Desse modo, é preciso inicialmente considerar os dados do Censo Escolar – realizado anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) – relativos às categorias “Estudantes de ensino médio com acesso ao laboratório de informática nas escolas” e “Estudantes de ensino médio com acesso à internet nas escolas”, explicitados na figura 1.

Conforme ilustra este gráfico, de 2009 para 2011, a porcentagem de estudantes de ensino médio com acesso a computadores nas escolas, através do laboratório de Informática, subiu de 92,5% para 95,1%. Ainda, a porcentagem de estudantes de ensino médio que têm acesso à Internet nas

escolas subiu de 92,4% para 95,6%.

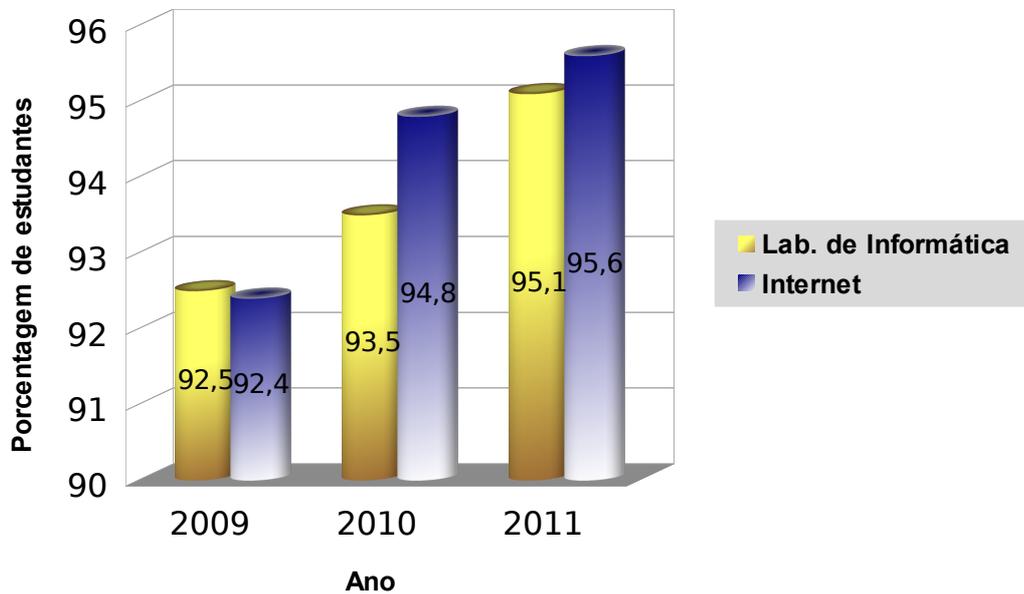


Figura 1 – Dados do Censo Escolar 2009, 2010 e 2011.

Neste contexto, realizou-se uma investigação⁵ com estudantes da disciplina de Didática I do curso de Física – Licenciatura Plena Noturno da UFSM, na qual foi elaborado um questionário (Anexo 1) para que estes respondessem.

As respostas obtidas encontram-se organizadas em um quadro contido no anexo 2. Na primeira questão, os seis estudantes participantes tinham que citar, por ordem decrescente, os três recursos educacionais mais presentes nas aulas, considerando a trajetória escolar dos mesmos ao longo do ensino médio de Física e das disciplinas de Física Básica (I, II, III e IV) na graduação.

Especificamente para o âmbito do ensino médio de Física, os recursos educacionais citados pelos estudantes estão ilustrados no gráfico da figura 2. Os números do gráfico representam a porcentagem de estudantes que explicitou cada um dos recursos.

Analisando o gráfico da figura 2 juntamente com o quadro do anexo 2, nota-se que os recursos educacionais mais citados pelos estudantes foram o quadro-negro e o livro didático/polígrafo: aquele é citado por 100% dos estudantes, sendo que 83,3% deles o apontam como principal recurso e 16,7% como sendo o segundo recurso mais utilizado; já este é citado por 83,3% dos estudantes, sendo que 20% deles o apontam como principal recurso, 40% como segundo recurso mais utilizado, e 40% como o terceiro recurso educacional mais presente nas aulas de Física no ensino médio.

Mesmo com as diversas tecnologias educacionais em rede disponíveis, além dos dados do

⁵ Descrita mais detalhadamente no Capítulo 6.

Censo Escolar – que apresentam boas perspectivas para a utilização das mesmas –, os resultados desta investigação nos apontam que as tecnologias educacionais mais utilizadas para mediar as práticas escolares de Física no ensino médio são o livro didático e o quadro-negro.

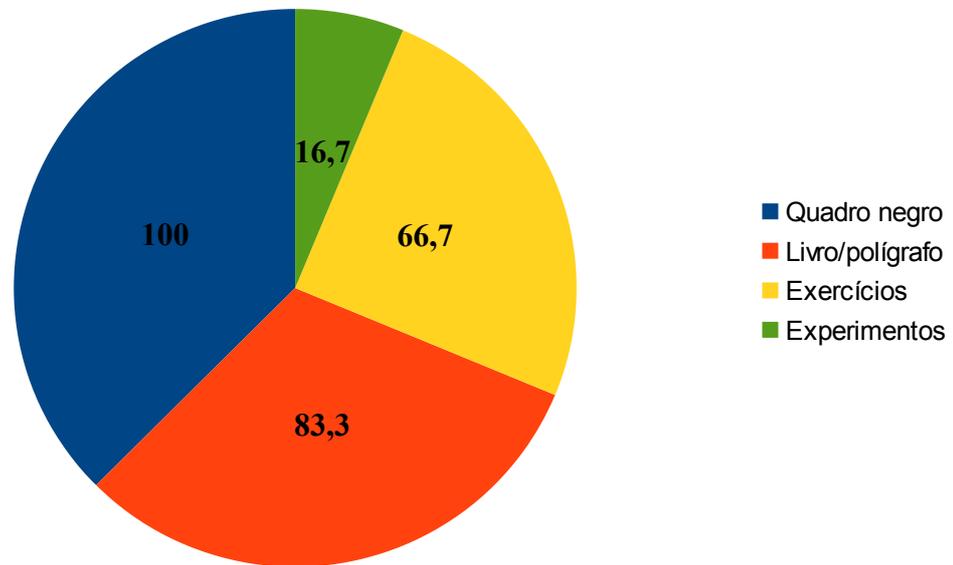


Figura 2 – Recursos educacionais presentes no ensino médio de Física

Alguns autores da área da pesquisa em Ensino de Física (FREITAS e VITAL, 2008; HEINECK, VALIATI e DA ROSA, 2007; WICHNOSKI e ZARA, 2011) também apresentam este panorama, no qual a hipermídia educacional – exemplo de tecnologia educacional em rede e objeto de investigação desta pesquisa – ainda é pouco utilizada para mediar tecnologicamente as práticas escolares, no âmbito do ensino médio de Física.

CAPÍTULO 3 – CONCEITOS-GUIA PARA A ELABORAÇÃO DAS ATIVIDADES DE ESTUDO DE FÍSICA HIPERMIDIÁTICAS

3.1 Hipermídia Educacional

Uma das primeiras ideias de hipermídia é apresentada no artigo “As We May Think”, de Vannevar Bush, publicado em julho de 1945. Nele, o autor aborda uma maneira inovadora de como tornar acessível a totalidade do conhecimento produzido até então pela humanidade, que na época era organizado através de uma ordem alfabética ou numérica e acessado de maneira linear.

A alternativa apresentada por Bush (1945) para a organização de dados e informações foi relacioná-la à estrutura da mente humana, que não funciona de modo sequencial, mas sim por meio de associações não lineares. Para isso, ele apresenta a ideia de um dispositivo, denominado “MEMEX”, que funciona como uma espécie de biblioteca. Nela, seriam armazenados diversos materiais (como livros, artigos, imagens, entre outros) que poderiam ser acessados pelo usuário de forma não linear, garantindo maior velocidade e flexibilidade, segundo o autor.

Esta organização não linear do conhecimento está associada ao conceito de hipermídia que, com o passar dos anos, foi sendo aprimorado. O conceito de hipermídia é bastante complexo, e está relacionado aos conceitos de hipertexto e multimídia (DA SILVA, 2012; REZENDE, DE SOUSA e BARROS, 2012; REZENDE e COLA, 2004).

Por hipertexto, entende-se um sistema computacional que organiza textos de maneira não sequencial, através de ligações não lineares entre os conceitos, de modo que não é possível imprimi-lo em uma página convencional. Já o conceito de multimídia compreende a integração de diversas mídias – como por exemplo imagens, sons e vídeos – para representar uma informação. Assim,

O conceito de hipermídia pode ser visto como a interseção entre os conceitos de multimídia e hipertexto, na medida em que se trata de sistemas computacionais que ligam informações de forma não sequencial, como os sistemas de hipertexto e que utilizam múltiplos meios para representar a informação, como os materiais multimídia. (REZENDE e COLA, 2004, p. 1).

Nesta linha, Coutinho (2005) refere-se à hipermídia como uma organização não linear de acesso à informação, tendo como suporte o computador em rede. E esta informação, segundo a autora, pode integrar diversas mídias simultaneamente, como áudios, imagens, gráficos e vídeos.

Desse modo, a hipermídia constitui-se em uma maneira de interligar conhecimentos, articulando as linguagens sonora, visual e verbal de modo não linear, o que descarta a tradicional leitura sequencial e estática, e possibilita uma navegação através de diversos *links* (LÓPEZ e PINTÓ, 2011). Sua característica interativa possibilita que o sujeito escolha o que aprender, a sequência na qual deseja acessar um material, e o tempo de permanência em cada nó de informação (REZENDE,

DE SOUSA e BARROS, 2012). Com isso,

O estudante pode estabelecer, conforme seu interesse, diversas associações entre os assuntos inter-relacionados, mediante uma exploração ativa que favorece a ampliação de sua visão sobre um determinado tema de estudo, sua capacidade de associar ideias e a integração de novos conceitos em sua estrutura cognitiva. (MACHADO e SANTOS, 2004, p. 83).

Ao se organizar determinados conhecimentos de modo não linear, não há hierarquia entre os mesmos. Isto significa que não se determina o que vem antes e o que vem depois, mas sim se possibilita o estudo destes conhecimentos de distintas formas, através das diferentes trilhas (caminhos) viabilizadas pela hipermídia (SALGADO, 2008). Nesta perspectiva, o autor aborda o fato de que a hipermídia funcionando em rede traz a vantagem de poder ser amplamente acessada.

De acordo com esta abordagem, não há uma hierarquia de aprendizagem. Logo, não é preciso, por exemplo, estudar primeiramente o que é posição, deslocamento, distância percorrida, referencial, movimento retilíneo uniforme, movimento retilíneo uniformemente variado, entre outros, para então abordar o princípio da conservação de quantidade de movimento ou o princípio da conservação de energia.

É importante destacar que hipermídia não é sinônimo de hipertexto, assim como também não é sinônimo de multimídia. Conforme explicitado acima, ela é a interseção entre ambos. Neste sentido, Da Silva (2012) aborda que “a hipermídia se distingue da multimídia por apresentar um nível de interatividade, de navegabilidade e de volume de documentos superior e com mais informações audiovisuais do que o hipertexto.” (DA SILVA, 2012, p. 872).

Para finalizar, é importante destacar que, em se tratando da hipermídia educacional, procura-se delimitar o conceito de hipermídia, referindo-se apenas àquela planejada com uma intencionalidade voltada aos objetivos educacionais, de modo a promover a qualidade do processo de ensino-aprendizagem, neste caso, de Física.

3.2 Atividade de Estudo

Uma Atividade de Estudo (AE) consiste em um conjunto de ações, as quais estão associadas diversas operações (mentais ou práticas), propostas pelo professor a serem desenvolvidas pelo estudante (ARRUDA, 2003). As ações estão relacionadas às finalidades da atividade⁶, enquanto que as operações consistem nos passos concretos necessários para realizar as ações (ARRUDA e ANTUÑA, 2001; ARRUDA, 2010). A figura 3 apresenta uma rede conceitual que aborda o conceito de AE.

⁶ Podem estar associadas à resolução de uma situação-problema, ou ainda às habilidades e competências que se espera sejam desenvolvidas.

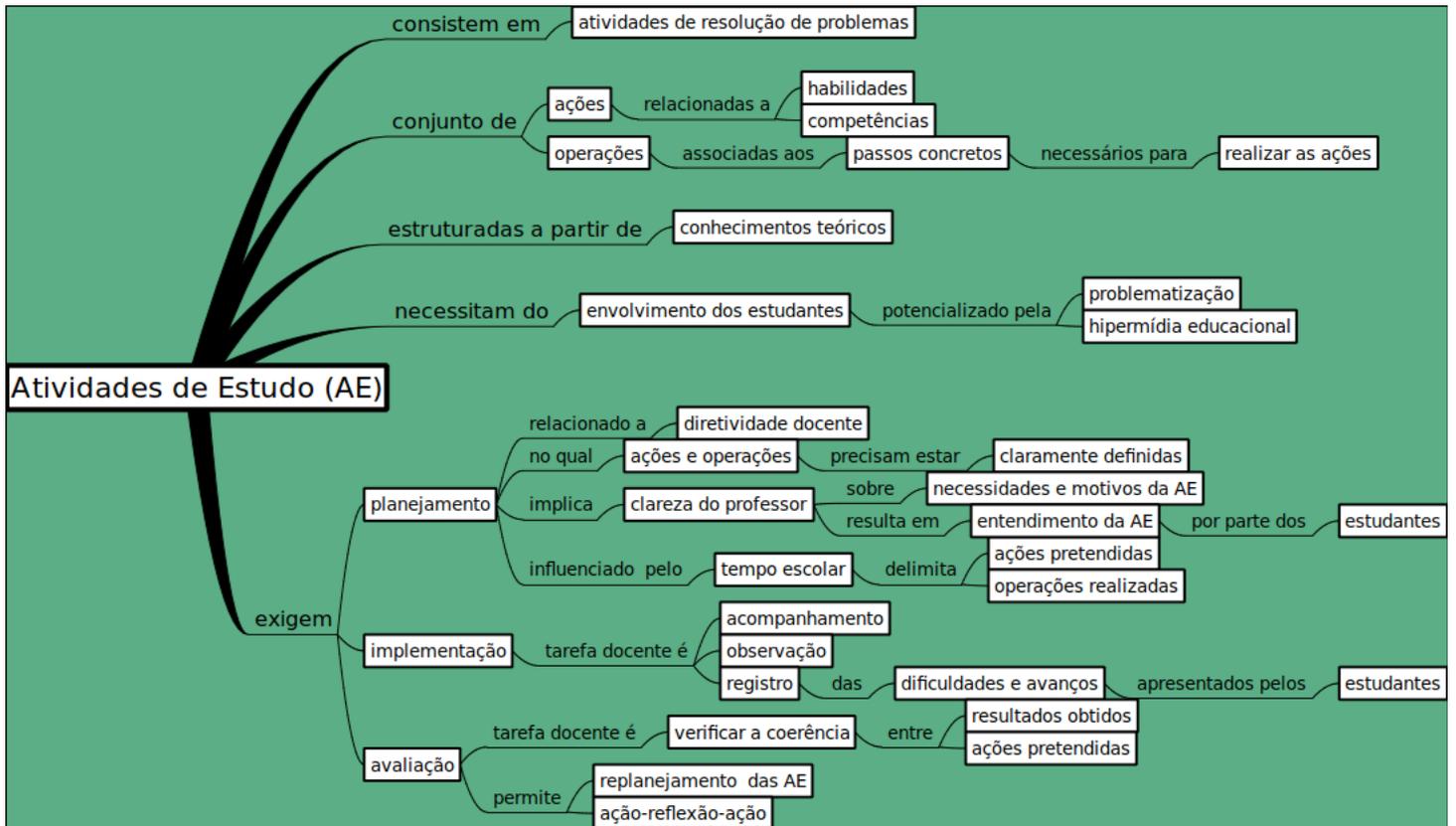


Figura 3 – Rede conceitual sobre as AE

De modo a esclarecer o que se constitui em ações e operações, vamos tomar como base os PCN+ da Física (BRASIL, 2002b). Este aborda que uma das competências em Física, esperada ao final do ensino médio, é “ler e interpretar informações apresentadas em diferentes linguagens e representações (técnicas) como, por exemplo, um manual de instalação de equipamento, características de aparelhos eletrodomésticos [...]” (BRASIL, 2002b, p. 63).

Esta se constitui na ação pretendida. Neste caso, uma das operações (necessária para realizar esta ação) seria, “em aparelhos e dispositivos elétricos residenciais, identificar [...] o significado das informações fornecidas pelos fabricantes sobre suas características (voltagem, frequência, potência etc.)” (BRASIL, 2002b, p. 76).

Os conteúdos da AE são os conhecimentos teóricos que os estudantes precisam aprender durante a escolarização (ALBERTI e DE BASTOS, 2008; SERRÃO, 2006). E a definição destes conhecimentos corresponde ao primeiro – e mais importante – passo para a elaboração da AE. Isto porque é a partir destes conteúdos que toda a atividade será estruturada.

De acordo com Alberti (2006), um dos objetivos da AE é contribuir para promover o desenvolvimento cognitivo dos estudantes; que, mesmo não sendo uma tarefa simples, é essencial para a solução de novos problemas, ocasião em que os estudantes terão que reestruturar e

contextualizar os conceitos aprendidos anteriormente. Esta abordagem está em consonância com uma das ideias principais da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (SPIRO e JEHNG, 1990), sendo que a flexibilidade cognitiva pode ser desenvolvida neste contexto, desde que o professor estruture a AE para tal.

Quando se trata de uma AE, é necessário um envolvimento dos estudantes com a mesma (SERRÃO, 2006), para que estes possam interagir e colaborar com os demais estudantes e com o professor. Nesta linha argumentativa, Dias (2004, p. 4) cita que “a simples navegação num universo de informação em rede não se traduz numa aprendizagem efetiva, sendo necessário da parte do aprendiz um envolvimento nas atividades e tarefas em curso; por outras palavras, supõe uma atitude de abertura à participação ativa.”

Em consonância com esta ideia, Arruda (2010) destaca que a assimilação dos conhecimentos teóricos, através da AE, “evidencia as características essenciais do fenómeno estudado, proporcionando um conhecimento mais completo e exigindo do estudante uma participação mais ativa no processo de aprendizagem.” (ARRUDA, 2010, p. 212).

Neste contexto, um dos fatores que podem auxiliar é iniciar a AE a partir de uma situação-problema (ARRUDA, 2003). Isto desafiará os estudantes, implicando no envolvimento destes para a resolução da mesma. Outro aspecto é a mediação da AE através da hipermídia educacional. Isto porque, tanto o acesso como a produção de uma hipermídia pode despertar o interesse, para que os estudantes se empenhem na realização da atividade (FRUJET, 2010), de modo a compreenderem os conhecimentos teóricos abrangidos por ela. Ao interagir com a hipermídia, os estudantes podem, por exemplo, controlar parâmetros de uma simulação, verificando as consequências que isto acarreta no fenómeno físico estudado. E isto potencializa uma participação ativa do aprendiz na construção do seu aprendizado.

Sabemos que, além das AE, existem outras maneiras de abordar determinado conhecimento físico. Então, é importante abordar a seguinte questão: qual é a diferença entre uma AE e as demais atividades escolares?

O que diferencia uma AE de outras atividades é que aquela possui um conteúdo e uma estrutura que lhe é peculiar (ALBERTI, 2006; SERRÃO, 2006). Ela exige um planeamento – relacionado à diretividade – docente, no qual tanto as ações quanto as operações precisam estar claramente definidas (ARRUDA, 2003). E isto implica em uma clareza, por parte do professor, das necessidades e motivos que estão em torno da atividade, uma vez a assimilação dos conhecimentos teóricos só existe em forma de AE quando o estudante percebe uma necessidade interna e um motivo para tal assimilação (ARRUDA, 2010).

A importância da diretividade docente em uma AE é abordada por Alberti e De Bastos (2008),

ao citarem que “a realização de uma tarefa sem intenção explícita e direção pode levar o aluno a saltar entre atividades sem atribuir-lhes sentido ou sem estabelecer relações, associações e produções dos conceitos que precisam ser aprendidos.” (ALBERTI e DE BASTOS, 2008, p. 254).

Na etapa de planejamento, há três aspectos de grande importância que precisam ser considerados. O primeiro deles é o tempo escolar, pois é este que delimitará as ações e operações da AE, além da forma como serão propostas pelo professor. Os PCN (BRASIL, 1999) citam que o processo de ensino-aprendizagem de Física “envolve uma lista de conteúdos demasiadamente extensa, que impede o aprofundamento necessário e a instauração de um diálogo construtivo.” (BRASIL, 1999, p. 22).

Neste contexto, o físico-educador precisa selecionar os conteúdos mais importantes, de acordo com as ações que pretende desenvolver. Caso contrário, isto pode acarretar em uma abordagem superficial e simplificada dos conteúdos, impossibilitando de se alcançar um dos objetivos principais de uma AE, que é aplicação dos conhecimentos teóricos na resolução de novos problemas, associado ao desenvolvimento da flexibilidade cognitiva (SPIRO e JEHNG, 1990).

O segundo aspecto refere-se ao fato de que, em uma AE, é fundamental que haja o entendimento, por parte do estudante, do que ele precisa fazer ao longo da atividade. Isto porque, se ele não possuir clareza nas operações a serem realizadas, consideramos que ele também não conseguirá desenvolver as ações pretendidas.

A organização hipermidiática de uma AE reforça a questão da diretividade docente. Isto porque a hipermídia se constitui em um recurso educacional que, devido a interatividade que proporciona,

Sem uma orientação instrucional apropriada (seja por um guia impresso ou por um professor presencial), pode ser usado de forma inadequada, pois o aluno pode ‘brincar’ sem a identificação dos conteúdos pretendidos ou ainda não associar os elementos do aplicativo aos elementos pretendidos. Ou seja, ele [...] depende de orientações externas para seu uso. (BARROSO, BEVILAQUA e FELIPE, 2009, p. 6).

Nesta linha, Alberti e De Bastos (2008) citam que

Deixar um computador disponível aos alunos para eles fazerem o que querem, não pode servir os propósitos educacionais. Os alunos não têm conhecimento mínimo do que é fundamental no seu aprendizado escolar, se não tiver um professor conduzindo as tarefas necessárias para a aquisição do conhecimento. (ALBERTI e DE BASTOS, 2008, p. 245)

Neste contexto, uma das possibilidades consiste em o professor elaborar uma heurística, ou seja, um passo a passo no qual as operações estejam claramente explícitas, de modo a guiar os estudantes na interatuação com a hipermídia educacional e na resolução da AE.

Somado a estes dois aspectos, Arruda (2003), ao apresentar um modelo didático baseado nas AE, cita que “a condição de organização adequada da atividade de estudo é a apresentação aos alunos de uma tarefa de estudo cuja resolução requer deles a experimentação com o material de estudo.” (ARRUDA, 2003, p. 90, tradução nossa). Arruda (2010) destaca ainda que a inclusão do

computador na estrutura integral da AE é um meio eficaz para sua organização e realização (ARRUDA, 2010). Neste contexto, uma organização hipermediática do referido material pode contribuir para a realização da AE.

Além do planejamento, uma AE compreende também implementação e avaliação. Na implementação, a tarefa do professor consiste basicamente no acompanhamento da atividade (ARRUDA, 2010), ocasião na qual ele observa e registra as dificuldades e os avanços dos estudantes durante a realização das ações e operações da AE (ARRUDA, 2003). Desta forma, durante a implementação, já se inicia também o processo de avaliação.

Através da avaliação, o professor verifica se os resultados obtidos na AE correspondem às ações pretendidas pela mesma (ARRUDA, 2003). Isto permite a ele avaliar os conceitos físicos ainda não esclarecidos aos estudantes, replanejando novas AE de acordo com as observações, registros e resultados obtidos nas atividades anteriores (ALBERTI, 2006; ARRUDA, 2010).

Além disso, a avaliação permite que o professor realize uma reflexão em torno de sua prática escolar, verificando o que pode ser alterado para as AE seguintes, formando um movimento contínuo de ação-reflexão-ação (ABEGG, DE BASTOS e MÜLLER, 2010). Este movimento é pouco presente inclusive durante a resolução de problemas nas aulas de Física, ocasião em que estes são apenas resolvidos (ação), porém os resultados obtidos não são interpretados (reflexão).

3.3 Flexibilidade Cognitiva

À medida que passamos de uma fase inicial e introdutória, numa dada área de conteúdos, para estágios de aquisição de conhecimento mais avançado, os conhecimentos teóricos tendem a tornar-se mais complexos, e a base da sua aplicação menos estruturada (SPIRO e JEHNG, 1990).

A Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC), proposta por Rand Spiro e seus colaboradores Richard Coulson, Paul Feltovich e D. K. Anderson, na década de 1980, surgiu como resposta à percepção de que as tradicionais teorias de ensino-aprendizagem não estavam dando conta de explicar como ocorre a aprendizagem de conteúdos complexos em estágios avançados de aquisição de conhecimento, nos quais a aplicação deste conhecimento acontece de forma irregular (HEIDRICH, 2009).

Neste sentido, pode-se definir a TFC como uma teoria de ensino-aprendizagem elaborada especificamente para a abordagem de conhecimentos de nível avançado em assuntos pouco estruturados (SPIRO e JEHNG, 1990). A figura 4 apresenta uma rede conceitual que abrange os principais aspectos da referida teoria.

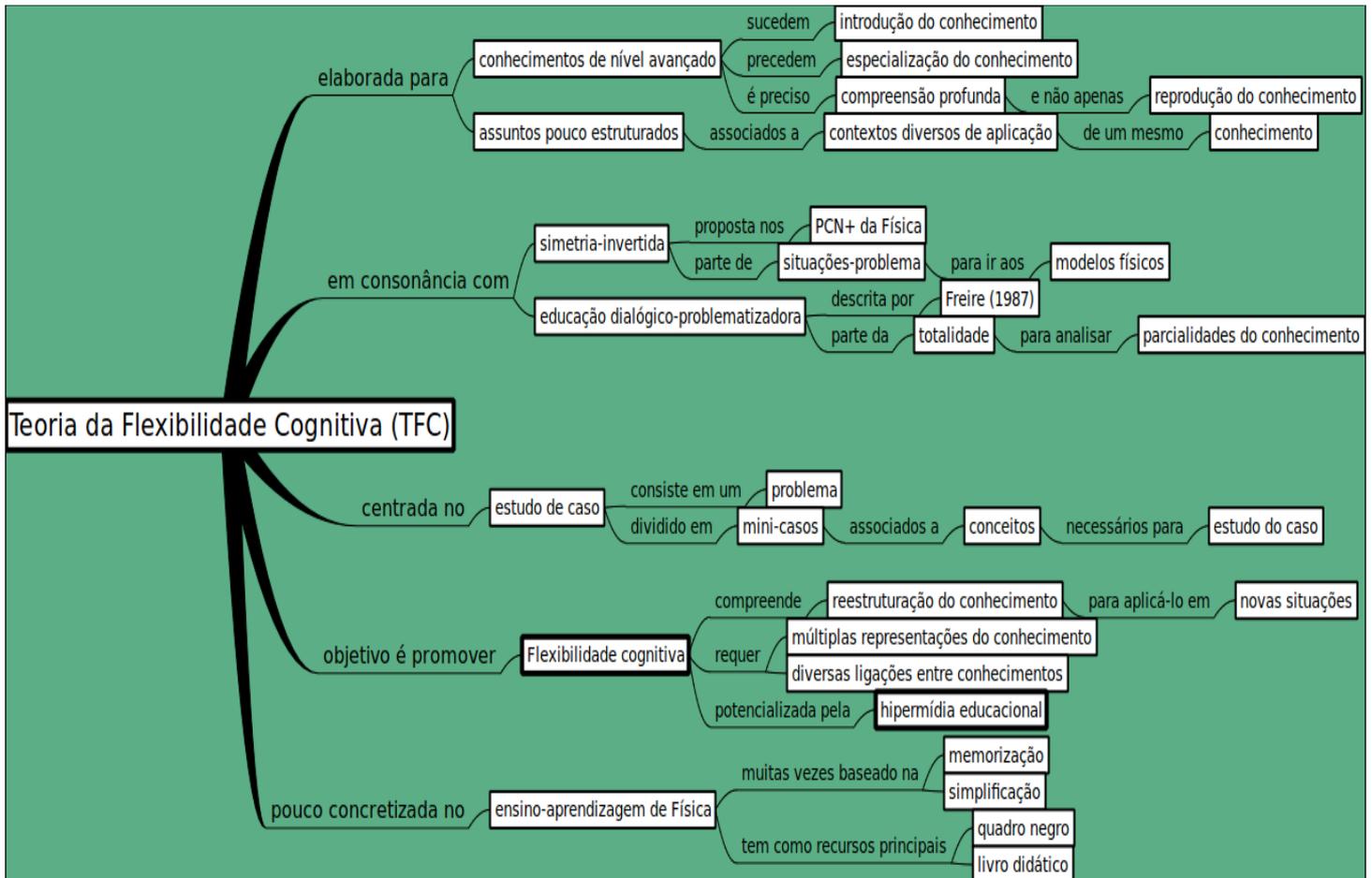


Figura 4 – Rede conceitual sobre a TFC

Spiro et al. (1988 apud CARVALHO, 1998) consideram a existência de três níveis de conhecimentos: os de nível introdutório, os de nível avançado e os de nível de especialização. Assim, a TFC está focada nos conhecimentos de nível avançado, que sucedem a introdução e precedem a especialização de um determinado conhecimento.

De acordo com Carvalho (1998), diferentemente do nível introdutório – que exige apenas a reprodução de conhecimentos superficiais –, no nível avançado é necessário uma compreensão profunda dos conhecimentos complexos, para que seja possível adequar e adaptar estes conhecimentos, de modo a aplicá-los de maneira flexível em um novo contexto.

Sobre os assuntos pouco estruturados, eles dizem respeito a este novo contexto de aplicação dos conhecimentos já aprendidos, que é irregular; ou seja, não possui uma estrutura pré-determinada (CARVALHO, 1998). Isto porque, neste caso, os contextos são diversificados, sendo que um mesmo conhecimento pode ser utilizado de diversas maneiras, aplicado para uma variedade de situações (SPIRO e JEHNG, 1990). No caso da Física, pode-se utilizar a lei da conservação da energia, por exemplo, para explicar como ocorre a produção da energia elétrica nas usinas, ou mesmo para discutir

a eficiência de uma máquina térmica.

Nesta linha, Heidrich (2009, p. 45) destaca que as

Situações características de complexidade de conteúdo e irregularidade de situações de aplicação são caracterizados por casos em que a aplicação do conhecimento tipicamente envolve uma interação simultânea de múltiplas estruturas com amplas aplicações conceituais, cada uma das quais é por sua vez individualmente complexa. (HEIDRICH, 2009, p. 44).

A TFC preocupa-se com a transferência e a aplicação dos conhecimentos teóricos em situações distintas daquelas originalmente apresentadas. Assim, um dos objetivos principais da TFC é promover a flexibilidade cognitiva nos estudantes, que, segundo Carvalho, Pinto e Monteiro (2002, p. 1), consiste na “capacidade que o sujeito desenvolve de, perante uma situação nova, reestruturar o conhecimento para a solucionar”. Esta é a meta da TFC, na qual

Não se pretende, deste modo, a mera memorização de um assunto. Pretende-se, isso sim, que o sujeito, quando deparado com uma situação detentora de novidade, seja capaz de reestruturar as suas estruturas de conhecimento por forma a solucionar um dado problema, isto é, adquira a flexibilidade cognitiva necessária para a transferência de conhecimento. (PEDRO e MOREIRA, 2000, p. 31).

Quando se fala em reestruturar o conhecimento de modo a aplicá-lo na resolução de um novo problema, isto quer dizer que,

Ao invés de recuperar na memória a 'receita' tradicional de como pensar e agir, a qual muitas vezes se revela inapropriada, é preciso agrupar, a partir de várias fontes de conhecimento, um conjunto específico de representações mentais preexistentes que possam servir para a compreensão e resolução de determinado problema. (HEIDRICH, 2009, p. 44).

Um processo de ensino-aprendizagem que tenha como objetivo o domínio da complexidade e a utilização dos conhecimentos em novas situações não pode ser compartimentado, linear, hierárquico e dependente de uma única perspectiva (SPIRO e JEHNG, 1990); uma vez que esta última, por exemplo, irá “dificultar a compreensão de aspectos importantes não só de conceitos complexos como de casos ou situações concretas.” (PESSOA e NOGUEIRA, 2009, p. 116). Assim, de acordo Spiro e Jehng (1990), estes conhecimentos precisam ser representados de diferentes maneiras e organizados de modo a permitir diversas ligações entre eles (PEDRO e MOREIRA, 2000).

Neste sentido, pensando na utilização de um livro didático, que se constitui em uma mídia impressa e linear, cabe aqui uma reflexão em torno da seguinte questão: é possível, deste modo, que os estudantes desenvolvam a flexibilidade cognitiva?

Em se tratando de uma hipermídia, esta torna possível as representações múltiplas do conhecimento, por meio de gráficos, imagens, áudios e vídeos acoplados no computador em rede (SPIRO, COLLINS e RAMCHANDRAN, 2007). Nesta linha, Vasconcelos et al. (2007, p. 1) citam que, “em Física se a versão em papel de um modelo revela sua natureza estática, [...] a sua versão computacional é dinâmica, na medida em que o modelo pode ser realimentado ou reiniciado e os

resultados desse procedimento auxiliam na reestruturação e compreensão da realidade.”

Ainda, devido à característica não linear da hipermídia, uma de suas vantagens é que o mesmo material pode ser explorado de diferentes maneiras, com diferentes trajetórias (SPIRO e JEHNG, 1990). Com isso, ela permite o que Spiro e Jehng (1990) denominam de “travessia da paisagem em várias direções”, que compreende analisar os mesmos conhecimentos, porém em contextos diferentes.

Assim, o estudante pode também estabelecer diversas trilhas e ligações entre os conteúdos. E isto proporciona, de acordo com Fruet (2010, p. 56), “maiores chances de promover uma melhor compreensão da situação em análise e melhor aplicação do conhecimento para novas circunstâncias, criando as condições para o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva”.

Outro aspecto necessário para o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva é que o conhecimento a ser estudado seja inicialmente apresentado na íntegra, para em seguida serem analisadas as partes que o constitui (SPIRO, COLLINS e RAMCHANDRAN, 2007). Esta é a ideia presente da TFC: iniciar o estudo a partir de um caso, e posteriormente fazer uma cisão deste em mini-casos, relacionados entre si.

Um caso corresponde a um problema⁷, uma situação em que se aplica o conhecimento conceitual (Spiro et al., 1988 apud CARVALHO, 1998). Já os mini-casos estão associados aos conceitos necessários para estudar determinado caso. Pensando no planejamento de uma AE, que envolve um conjunto de ações e operações (ARRUDA, 2003), pode-se pensar na ação como estando associada ao caso, e nas operações como estando associadas aos mini-casos.

A TFC utiliza o caso como um elemento essencial na contextualização dos conhecimentos teóricos (PESSOA e NOGUEIRA, 2009). Pelo fato de o caso ser avançado, este precisa ser dividido em mini-casos, semelhante ao efeito de quebrar coisas em partes muito pequenas para abordar uma contínua, como ocorre no cálculo integral. Esta abordagem presente na TFC está em consonância com a simetria-invertida, prevista nos PCN+ da Física (BRASIL, 2002b), na qual a ideia é partir de situações-problema para ir aos conceitos, princípios, leis e teorias físicas. As situações-problema estão associadas aos casos; enquanto os conceitos, princípios, lei e teorias físicas, aos mini-casos.

Coerentemente, os PCN (BRASIL, 1999) apresentam a ideia de que, para que a Física possua significado imediato ao estudante,

É imprescindível considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam, ou os problemas e indagações que movem sua curiosidade. Esse deve ser o ponto de partida e, de certa forma, também o ponto de chegada. (BRASIL, 1999, p. 23).

Esta também é a perspectiva da educação dialógico-problematizadora, descrita por Freire (1987), que aborda o fato de que,

⁷ No nosso caso, mais especificamente, a uma situação-problema.

Faltando aos homens uma compreensão crítica da totalidade em que estão, captando-a em pedaços nos quais não reconhecem a interação constituinte da mesma totalidade, não podem conhecê-la. E não o podem porque, para conhecê-la, seria necessário partir do ponto inverso. Isto é, lhes seria indispensável ter antes a visão totalizada do contexto para, em seguida, separarem ou isolarem os elementos ou as parcialidades do contexto, através de cuja cisão voltariam com mais clareza à totalidade analisada. (FREIRE, 1987, p. 55).

Neste contexto, considerando o TEEF 3 dos PCN+ (BRASIL, 2002b), intitulado “Som, imagem e informação”, uma alternativa para a abordagem das leis da reflexão e refração, por exemplo, é estudá-las a partir da problematização do porquê uma fibra ótica é mais vantajosa que um fio de cobre, quando utilizados como meio de transmissão de informações (através de ondas eletromagnéticas). Ou ainda problematizar como é possível a transmissão de ondas de rádio, por exemplo, entre o litoral do Brasil e a região amazônica, considerando a curvatura da Terra e o fato de que estas ondas viajam em linha reta em um meio homogêneo.

Aqui, é importante esclarecer que na abordagem prevista na TFC, a ideia não é deixar de ensinar os conceitos, princípios, leis e teorias, de modo a abordar apenas as situações-problema. Nesta perspectiva, tanto estes quanto aqueles são essenciais. O que se altera é a maneira com que os conhecimentos teóricos são abrangidos no processo de ensino-aprendizagem: no contexto de casos reais de sua aplicação, não no abstrato. Nesta linha, Spiro e Jehng (1990) citam que a TFC

Não negligencia casos para ensinar conceitos, e nem conceitos para ensinar casos – ambos são ensinados no contexto do outro. A aprendizagem é situada, mas o conhecimento abstrato não é ignorado. Nossa abordagem ensina conceitos e casos simultaneamente, não separadamente: conceitos na prática. (SPIRO e JEHNG, 1990, p. 199, tradução nossa).

Em conformidade com a TFC, esta preocupação com a aprendizagem dos conhecimentos teóricos também está presente na AE, uma vez que a compreensão dos mesmos é fundamental para que o estudante possua condições de reestruturá-los e transferi-los para a resolução de um novo problema; ou seja, é fundamental para o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva.

A perspectiva da simetria-invertida, explicitada acima, não está presente em boa parte dos livros didáticos utilizados em sala de aula, uma vez que eles estão estruturados de maneira oposta à referida perspectiva, organizando-se, geralmente, da seguinte forma: introdução ao conteúdo, conceituações, exemplos, resumo, exercícios e, por fim (e não inicialmente), problemas de aplicação.

Pensando no desenvolvimento da flexibilidade cognitiva, é preciso também tomar cuidado com práticas escolares que insistam “na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas.” (BRASIL, 1999, p. 22). Pois isto contribui para uma visão, por parte do estudante, de que a Física é um amontoado de equações utilizadas para resolver exercícios, ocasião na qual é preciso apenas escolher uma destas equações e substituir os dados, calculando a incógnita. Assim, o estudante acaba por decorar a resolução mecânica dos mesmos, sem uma compreensão dos

conhecimentos físicos envolvidos, caracterizando um ensino por macetes.

Spiro, Collins e Ramchandran (2007) explicam que a simplificação é uma tendência de ver o mundo como feito de fenômenos que são previsíveis e bem estruturados, com uma visão direcionada para representações simples e fragmentadas. Assim, a simplificação de um assunto, ao impossibilitar que o estudante possua uma compreensão profunda do mesmo (FRUET, 2010), também faz com que ele apresente “dificuldades quando têm que executar testes em que lhes é exigida a transferência de conhecimentos para novas situações e não uma simples reprodução do que foi aprendido.” (CARVALHO, 1998, p. 149).

Conforme destacamos anteriormente, a TFC tem como um de seus objetivos promover a flexibilidade cognitiva nos estudantes. Deste modo, ela visa a contextualização dos conhecimentos, na medida em que esta flexibilidade consiste justamente na capacidade de reestruturar o conhecimento adquirido, de modo a aplicá-lo em contextos diversos (CARVALHO, PINTO e MONTEIRO, 2002).

De acordo com Heidrich (2009), a característica de complexidade está presente em todas as situações que envolvem aplicação prática de conhecimentos. Assim, cabe aqui sublinhar o potencial da flexibilidade cognitiva para a aprendizagem de outros campos do conhecimento. Isto porque a flexibilidade cognitiva está relacionada à complexidade, e esta, à interdisciplinaridade.

A relação entre a flexibilidade cognitiva e o conceito de complexidade está dada desde os pressupostos da TFC, por serem os mesmos dirigidos à aprendizagem avançada em domínios do conhecimento que abordam conceitos e situações complexas e contextualizadas. (REZENDE e COLA, 2004, p. 7).

Apesar de os autores da TFC não terem considerado a interdisciplinaridade como um dos aspectos da complexidade, estes conceitos estão intimamente associados, na medida em que não há como conhecer um fenômeno complexo com uma abordagem compartimentada do conhecimento (SPIRO e JEHNG, 1990). Neste sentido, pode-se pensar na interdisciplinaridade como instrumento para abordar a complexidade da realidade. Assim,

Se cada caso ou exemplo da aplicação de um conceito complexo envolve a interação simultânea entre várias perspectivas conceituais, sejam as de ampla aplicação ou aquelas de aplicação específica para aquele exemplo, pode-se estar diante de um esforço interdisciplinar. (REZENDE e COLA, 2004, p. 7).

Diante disso, podemos pensar na convergência entre a flexibilidade cognitiva e a interdisciplinaridade, contexto este no qual a hipermídia torna-se essencial, na medida em que

A propriedade dos sistemas hipermídia de aprendizagem de conectar várias representações e conceitos relacionados a uma informação que favorece a abordagem de situações complexas a partir de várias perspectivas pode ser igualmente vantajosa à perspectiva interdisciplinar. (REZENDE e COLA, 2004, p. 7).

Pelos argumentos explicitados, acreditamos na potencialidade das tecnologias educacionais em rede – mais especificamente, da hipermídia – para desenvolver a flexibilidade cognitiva. Assim,

defendemos que a resolução de situações-problema mediada por hipermídia educacional pode contribuir para este objetivo.

3.4 Interação associada a interatividade

Atualmente, um número cada vez maior de estudantes está tendo acesso ao computador em rede, inclusive no âmbito escolar, conforme abordamos no capítulo dois. A Internet tem se constituído como uma importante ferramenta que possibilita a interação entre os estudantes (BLATTMANN e DA SILVA, 2007), além de contribuir diretamente para um novo contexto, em que os “conteúdos saíram das bibliotecas e dos centros de ensino e se encontram disponibilizados em larga quantidade na casa dos alunos.” (ROSADO e BOHADANA, 2007, p. 3). Mesmo com estas mudanças que temos observado, a colaboração continua sendo pouco operacionalizada no contexto escolar, em que o processo de ensino-aprendizagem ainda está centrado na individualidade e competitividade (ABEGG et al., 2009).

Na perspectiva Freireana, colaboração não é sinônimo de cooperação, mesmo considerando que aquela não acontece sem esta. Na cooperação, não é necessário que ocorra uma interação entre os envolvidos. Por exemplo, na elaboração de um trabalho de Física, cada estudante faz uma parte separada e, apenas ao final, estas partes são agrupadas. Em contraposto, na **colaboração**, a **interação** precisa ocorrer. Utilizando o mesmo exemplo, nesta perspectiva, é necessário que o estudante não apenas faça uma parte do trabalho, mas também dialogue com o colega ou o professor.

Assim, a interação diz respeito a uma relação de diálogo, que ocorre apenas entre seres humanos. E este diálogo não envolve apenas a oralidade, visto que nos comunicamos também através da escrita, por exemplo. Ainda, é importante sublinhar que não há interação e diálogo entre o sujeito e o computador; neste caso, há a interatividade.

A interação é essencial no processo de ensino-aprendizagem de Física, pois, segundo Da Costa et al. (2011, p. 1), “através da mesma podemos identificar características importantes dos alunos, tornando possível conhecê-los, avaliá-los e interferir positivamente no aprendizado dos mesmos.” No âmbito das tecnologias educacionais em rede, interação e interatividade, mesmo não sendo sinônimos, estão intimamente associados. Segundo Dos Anjos (2008, p. 571, grifo nosso), “ao falarmos de informação e comunicação entre pessoas e entre povos, em geral, estamos falando de **recursos** utilizados por nós, humanos, como forma de **estabelecer interrelações entre sujeitos**.”

Deste modo, para que eu possa interagir com uma pessoa situada em uma localidade diferente da minha, por exemplo, eu preciso ter interatividade com o celular – de modo a enviar uma mensagem ou realizar uma ligação –, ou mesmo com a ferramenta de e-mail do computador, para que seja possível dialogar com a pessoa.

A hipermídia, mais especificamente, tem como uma de suas características a interatividade (NEUMANN e BARROSO, 2005), associada à ação do sujeito no computador. Segundo Mendes (2007 apud FRUET e DE BASTOS, 2010, p. 84, grifo nosso), a interatividade é “vista como a possibilidade da tecnologia de **promover a interação**, a participação e a construção.”

Ao permitir uma navegação através de diversos caminhos, a hipermídia considera os diferentes estilos cognitivos de cada estudante (FRUET e DE BASTOS, 2010). Com isso, ao interatuar com a hipermídia, o estudante pode, a partir de suas diversas hipóteses, experimentar ideias e estabelecer diferentes ligações entre conhecimentos (DOS ANJOS, 2008), conforme as necessidades de cada um. Isso traz inúmeras possibilidades de interação. Nesta linha argumentativa, Machado e Santos (2004) afirmam que a hipermídia

Permite que os estudantes criem associações e interpretações únicas da informação em um hiperdocumento, as quais podem ser gravadas, revistas, modificadas e compartilhadas com outros estudantes e com os professores mediante a constituição de trilhas pela informação, proporcionando experiências mais ricas e desafiadoras e **estimulando uma interação constante entre eles**. (MACHADO e SANTOS, 2004, p. 82-83, grifo nosso).

Ao estimular a interação entre os estudantes e entre o professor e os estudantes, a hipermídia educacional favorece o diálogo e a colaboração entre eles. Portanto, a maneira como a hipermídia é estruturada potencializa a interação dialógico-problematizadora no processo de ensino-aprendizagem (FRUET e DE BASTOS, 2010).

Freire (1987) aborda a importância do diálogo no âmbito escolar, ao citar que, “sem ele, não há comunicação e sem esta não há verdadeira educação.” (FREIRE, 1987, p. 47). Para o autor, a dialogicidade se inicia antes do encontro entre o professor e os estudantes em uma sala de aula. Este processo começa quando aquele se questiona em torno do que dialogará com estes. Trazendo esta discussão para o âmbito do ensino-aprendizagem de Física, é importante sublinhar que este diálogo entre o professor e os estudantes, e entre os próprios estudantes, precisa ocorrer em torno dos conhecimentos da Física.

Neste contexto, o professor precisa despertar o interesse dos estudantes em interagir. É tarefa exclusiva daquele criar as estratégias que possibilitem a estes estabelecer uma relação de diálogo entre eles. Para isso, é necessário partir do que é familiar aos estudantes, possibilitando a participação efetiva de todos neste processo (ABEGG, 2004).

Enquanto na prática “bancária” da educação, anti-dialógica por essência, por isto, não comunicativa, o educador deposita no educando o conteúdo programático da educação, que ele mesmo elabora ou elaboram para ele, na prática problematizadora, dialógica por excelência, este conteúdo, que jamais é “depositado”, se organiza e se constitui na visão do mundo dos educandos, em que se encontram seus “temas geradores”. (FREIRE, 1987, p. 58).

Assim, quando se inicia o estudo de um conhecimento físico a partir de uma situação-problema, está se buscando partir do senso comum para ir ao científico. Estas concepções espontâneas estão associadas ao fato de que “os alunos chegam à escola já trazendo em sua bagagem cultural vários conhecimentos físicos que construíram fora do espaço escolar e os utilizam na explicação dos fenômenos ou processos que observam em seu dia-a-dia.” (BRASIL, 2002b, p. 83).

Esta abordagem possibilita aos estudantes condições para estabelecer um diálogo entre os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. Entretanto, Abegg (2004) atenta para o fato de que o professor precisa aprender a distinguir quais questões têm sentido para os estudantes (e não para ele), e que de fato gerem o diálogo-problematizador durante sua resolução.

Da Costa et al. (2011) aponta para o fato de que a interação entre professores e estudantes nas aulas de Física é mínima, demonstrando que estas aulas ainda se encontram centradas no professor, sendo o estudante um sujeito passivo neste processo. Segundo Freire (1987, p. 48), a verdadeira educação “não se faz de ‘A’ para ‘B’ ou de ‘A’ sobre ‘B’, mas de ‘A’ com ‘B’, mediatizados pelo mundo.” Nesta perspectiva, a interação não pode ser reduzida a um ato em que o professor, detentor do conhecimento, deposita ideias e conteúdos no estudante, que acaba se tornando apenas receptor (FREIRE, 1987).

Pelo fato de não ocorrer espontaneamente, a interação precisa ser conduzida pelo professor. Neste contexto, a hipermídia educacional, conforme já argumentado, pode contribuir para mudar esta realidade presente no processo de ensino-aprendizagem de Física. Para isso, concordamos com Abegg, De Bastos e Müller (2010, p. 209), que destacam que é preciso “assumir na prática escolar cotidiana, que a mediação tecnológico-educacional, é essencial para mobilizar a colaboração produtiva daqueles que estão ensinando-aprendendo.”

Ao referir-se a utilização das tecnologias no contexto escolar, os PCN (BRASIL, 1999) abordam que “embora se considere importante o uso de uma tecnologia, vale lembrar que esse uso se torna desprovido de sentido se não estiver aliado a uma perspectiva educacional comprometida com o desenvolvimento humano [...]” (BRASIL, 1999, p. 16).

Nesta perspectiva, está se utilizando a hipermídia educacional como mediação tecnológica para o desenvolvimento de AE, no sentido de potencializar a interação entre os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem de Física, com o auxílio da interatividade característica da hipermídia (DA SILVA, ANGOTTI e MION, 2008). E esta interação, segundo Vygotsky (apud MOREIRA, 1995, p. 112), “é fundamental para o desenvolvimento cognitivo e linguístico de qualquer indivíduo”.

3.5 Visualização

Os PCN (BRASIL, 1999) explicitam que se espera do ensino médio de Física uma contribuição

para a formação de uma cultura científica que permita ao estudante a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais. Entretanto, para lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a Física constrói modelos que se constituem em descrições simplificadas e idealizadas dos referidos fenômenos (BRASIL, 2002b; VEIT, 2005). Assim, utiliza-se um modelo, por exemplo, para compreender os processos de interação da radiação eletromagnética com meios materiais, de modo a explicar os fenômenos envolvidos nas fotocélulas, além de como ocorre a produção da energia elétrica neste caso.

O que ocorre é que estes modelos, em alguns casos, são abstratos, o que acaba dificultando, muitas vezes, a compreensão dos conhecimentos físicos associados. Nesta linha, Vasconcelos, Santana e Neto (2005, p. 1) afirmam que “uma das dificuldades enfrentadas pelos alunos no ensino médio é a compreensão de alguns conteúdos ensinados em Física. Parte deste problema se deve principalmente pela dificuldade de visualização física de alguns fenômenos.”

Diante da referida problemática, os autores abordam a importância da utilização, por parte do professor, de recursos computacionais que possam colaborar para minimizá-la. Nesta linha, Wichnoski e Zara (2011, p. 1) afirmam que “o uso do computador pode contribuir sobremaneira na educação devido à capacidade de apresentar ao estudante aspectos do conteúdo difíceis de serem visualizados.”

Nesta pesquisa, propõe-se a utilização da hipermídia educacional como mediação tecnológica para o desenvolvimento de atividades de estudo, de modo a auxiliar na visualização dos modelos físicos. Isto porque, pelo fato de representar uma informação através da integração simultânea de diversas mídias, a hipermídia

Fornece estímulo adicional aos estudantes com maior facilidade de aprendizagem e possibilita àqueles que apresentam maior dificuldade uma **visualização dos fenômenos** dificilmente proporcionada pelo professor apenas com o livro-texto ou o quadro-negro. (MACHADO e SANTOS, 2004, p. 97, grifo nosso).

Nesta perspectiva, López e Pintó (2011) explicitam que a hipermídia: 1) representa conceitos e processos não somente através de imagens estáticas, mas sim de diversas mídias acopladas; 2) permite representar processos dependentes do tempo em diferentes velocidades; 3) é útil para reproduzir fenômenos complexos, fenômenos não perceptíveis (sistemas muito grandes ou muito pequenos), e fenômenos perigosos ou não-implementáveis.

Wichnoski e Zara (2011) relatam uma experiência de utilização da hipermídia para o estudo das propriedades físicas de associações de capacitores. A atividade foi desenvolvida com trinta e três estudantes de graduação, na disciplina de Física, sendo que a avaliação da mesma ocorreu por meio de um questionário. Em relação à afirmação de que a hipermídia auxiliou na visualização e interpretação do problema proposto, 21,21% dos estudantes concordaram parcialmente, e 63,63% deles concordaram totalmente com a afirmação.

Assim, defendemos a utilização da hipermídia educacional para contribuir na visualização de modelos físicos abstratos e difíceis de serem percebidos através de uma figura desenhada no quadro-negro, por exemplo. Fenômenos como o da propagação de uma onda eletromagnética (com seus respectivos campos elétrico e magnético variáveis), nos quais a visualização do modelo físico associado não é trivial.

Entendemos a visualização como estando associada à percepção; ou seja, a assimilar e construir mentalmente os modelos físicos abstratos. Neste contexto, uma questão que consideramos importante abordar diz respeito a em que medida esta visualização dos modelos, proporcionada pela hipermídia, contribui para a compreensão dos conhecimentos físicos envolvidos.

Uttal e O' Doherty (2008) argumentam que a visualização auxilia os estudantes a compreenderem simplesmente porque deixam as informações complexas mais acessíveis cognitivamente. Além disso, resultados de uma pesquisa realizada por Rezende (2001), que avaliou a contribuição de um sistema hipermídia para a reestruturação conceitual em mecânica básica, apontam para a importância da visualização na compreensão dos conhecimentos envolvidos. Nesta linha, consideramos que a visualização dos modelos é fundamental para a compreensão dos conhecimentos físicos associados a estes modelos.

Entretanto, é importante sublinhar que a visualização pode também atuar no sentido contrário. Conforme destacamos anteriormente, os modelos se constituem em descrições simplificadas e idealizadas dos fenômenos físicos. Segundo Uttal e O' Doherty (2008), os estudantes, em grande parte, focam apenas no que está na tela do computador, ou seja, na visualização em si; e não no que se está buscando, de fato, representar.

Neste sentido, se as aproximações envolvidas e os limites de validade dos modelos físicos que estão sendo visualizados não forem discutidos com os estudantes, pode-se dar margem a uma compreensão incorreta destes modelos, o que se torna prejudicial à compreensão dos conhecimentos físicos envolvidos (ARAÚJO, 2005; VEIT, 2005). Assim, cabe ao professor realizar uma escolha criteriosa das hipermídias, além de as utilizar de forma adequada em sala de aula (FERREIRA, BAPTISTA e ARROIO, 2011), no sentido de auxiliar na compreensão dos conhecimentos da Física abordados.

CAPÍTULO 4 – POLÍTICAS PÚBLICAS EDUCACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO DE FÍSICA

4.1 Importância das políticas públicas educacionais neste contexto

De acordo com Possolli (2009, p. 239), as políticas públicas podem ser definidas, em termos ideais, como “o conjunto de políticas que permeiam todos os aspectos da vida em sociedade, implementadas com o objetivo de atender às demandas dos grupos sociais.” Assim, as referidas políticas abrangem diversas áreas de menor abrangência, como a econômica, a social, a militar e a política.

Em se tratando das políticas sociais, estas se subdividem, de um modo geral, em dois grupos (POSSOLLI, 2009):

- políticas compensatórias: aquelas nas quais há uma maior velocidade na implementação das medidas, sendo que os efeitos são sentidos em curto prazo.
- políticas estruturais: aquelas que ocorrem mais lentamente, sendo que os efeitos são sentidos em longo prazo.

As políticas públicas educacionais – que serão abordadas ao longo deste capítulo – fazem parte das políticas sociais estruturais. Ainda, aquelas possuem uma amplitude menor em relação às políticas públicas, sendo definidas como “o instrumento que irá especificar as **ações no âmbito educacional**”, e tendo como função “reger todas as decisões que dizem respeito às instituições de ensino, em todas as suas modalidades.” (POSSOLLI, 2009, p. 240, grifo nosso).

Os fatos geradores para a elaboração das políticas públicas educacionais são as problemáticas específicas identificadas no âmbito escolar (POSSOLLI, 2009), o que mostra a importância de que estas políticas sejam consideradas no desenvolvimento das práticas escolares.

No âmbito do ensino médio de Física, temos como alguns exemplos de políticas públicas educacionais, desenvolvidas pelo MEC e/ou pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT): o Plano Nacional de Educação (PNE), o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), os PCN e PCN+, as Orientações Curriculares para o ensino médio, o Programa Ensino Médio Inovador, e ainda os repositórios de recursos hiperfídia, como o Portal do Professor e o Banco Internacional de Objetos Educacionais.

Nas duas seções seguintes deste capítulo, serão abordados os PCN e os PCN+ da área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, as Orientações Curriculares para o ensino médio, o Programa Ensino Médio Inovador, além dos referidos repositórios de recursos hiperfídia, visto que as atividades de estudo de Física (descritas detalhadamente no capítulo seis) elaboradas no

âmbito desta pesquisa estão em consonância com a ênfase contida nestas políticas públicas educacionais.

4.2 Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio

4.2.1 Parâmetros Curriculares Nacionais

Partindo de princípios definidos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), o MEC publicou, ao final da década de 90, um documento que aborda um novo perfil ao currículo do ensino médio – apoiado no desenvolvimento de habilidades e competências –, denominado Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Os objetivos principais da elaboração destes parâmetros constituem-se em: atribuir significado ao conhecimento escolar, basicamente através da contextualização e interdisciplinaridade; e ainda orientar a prática escolar do professor (BRASIL, 2000).

Nesta perspectiva de interdisciplinaridade e contextualização, e enfatizando a questão da tecnologia, os PCN apresentam uma proposta de reorganização curricular em três grandes áreas do conhecimento: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; e Ciências Humanas e suas Tecnologias. Neste contexto, no próprio documento, é explicitado que “essa concepção curricular não elimina o ensino de conteúdos específicos, mas considera que os mesmos devem fazer parte de um processo global com várias dimensões articuladas.” (BRASIL, 2000, p. 18). Assim, ao reorganizar o ensino médio em áreas de conhecimento, busca-se que o estudante possa, por exemplo, “utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista.” (BRASIL, 2000, p. 21).

A disciplina de Física está abrangida nos PCN da área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (CNMT), que buscam

Uma explicitação das habilidades básicas, das competências específicas, que se espera sejam desenvolvidas pelos alunos em Biologia, Física, Química e Matemática nesse nível escolar, em decorrência do aprendizado dessas disciplinas e das tecnologias a elas relacionadas. (BRASIL, 1999, p. 4).

Deste modo, além de organizar o ensino médio em grandes áreas do conhecimento, os PCN, de certa forma, também organizam o processo de ensino-aprendizagem de cada disciplina, ao detalharem – entre os objetivos mais amplos do referido nível de ensino – as habilidades e competências que se espera sejam desenvolvidas pelos estudantes (BRASIL, 1999), por exemplo, em Física. Aqui, cabe sublinhar que o texto contido nos PCN da área das CNMT, mesmo abordando estas habilidades e competências desejadas e apresentando um novo sentido para o aprendizado na área,

não sinaliza a estrutura conceitual e temática das disciplinas que constituem a área.

As habilidades e competências descritas nos PCN – tanto as gerais da área das CNMT quanto as específicas de cada disciplina – encontram-se em três âmbitos: representação e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sócio-cultural. Ao explicitar as habilidades e competências gerais para a área, busca-se conferir uma unidade ao processo de ensino-aprendizagem das disciplinas que a constituem, orientando o trabalho integrado dos professores (BRASIL, 1999).

A orientação de um processo de ensino-aprendizagem por habilidades e competências é uma busca pela superação da prática tradicional (RICARDO, 2005). Assim, ao sugerir esta nova organização curricular, pretende-se desenvolver “conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo” (BRASIL, 1999, p. 6). Neste sentido, os PCN manifestam a busca da contextualização e da interdisciplinaridade, enfatizando que esta última não se opõe à disciplinaridade do conhecimento, e ressaltando a importância do conhecimento científico disciplinar (RICARDO, 2005).

Em se tratando da disciplina de Física, os PCN citam que um dos aspectos presentes neste contexto é a lista de conteúdos demasiadamente extensa, o que impede o aprofundamento necessário dos conhecimentos físicos. Aqui entra a questão do tempo escolar, aspecto de grande importância no planejamento de uma atividade de estudo (AE), visto que é ele que delimitará as ações e operações da mesma, além da forma como serão propostas pelo professor.

Neste sentido, cabe a este selecionar corretamente os conhecimentos físicos mais importantes, de acordo com as ações que pretende desenvolver. Isto porque a definição destes conhecimentos corresponde ao primeiro – e mais importante – passo para a elaboração da AE, uma vez que é a partir destes que toda a atividade será estruturada.

Ao defender um processo de ensino-aprendizagem pautado na compreensão profunda dos conhecimentos físicos, os PCN apresentam uma abordagem coerente à da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC); uma vez que, em se tratando de conhecimentos de nível avançado em assuntos pouco estruturados, uma simples reprodução destes conhecimentos não possibilita aos estudantes aplicá-los de maneira flexível em um novo contexto (SPIRO e JEHNG, 1990).

Os PCN também abordam que o processo de ensino-aprendizagem de Física

Tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. (BRASIL, 1999, p. 22).

Com o objetivo de atribuir um significado ao estudo da Física no ensino médio, a proposta

contida nos PCN defende não apenas uma reformulação de conteúdos, mas também uma mudança de ênfase, na qual a problematização de situações-problema ganha destaque. Nesta perspectiva, este documento explicita a importância de que o ponto de partida no processo de ensino-aprendizagem de Física seja “o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam, ou os problemas e indagações que movem sua curiosidade.” (BRASIL, 1999, p. 23).

Quanto às habilidades e competências que se pretende desenvolver no ensino médio de Física, as atividades de estudo, elaboradas no âmbito desta pesquisa, buscaram enfatizar como ações pretendidas aquelas que se encontram no âmbito da investigação e compreensão, e contextualização sócio-cultural, como por exemplo:

- “Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o ‘como funciona’ de aparelhos.” (BRASIL, 1999, p. 29).
- “Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.” (BRASIL, 1999, p. 29).
- “Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.” (BRASIL, 1999, p. 29).

4.2.2 Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

De forma complementar aos PCN, o MEC tornou público, no ano de 2002, um documento intitulado Orientações Educacionais Complementares aos PCN, conhecido como PCN+. Ao abordar aspectos ainda não presentes naqueles, estes foram desenvolvidos tendo como um dos principais objetivos contribuir para a organização das práticas escolares do professor de cada disciplina, especificamente na definição de conteúdos e na adoção de opções metodológicas.

Em se tratando dos PCN+ da área das CNMT, o documento cita que a Biologia, a Física, a Química e a Matemática “são ciências que têm em comum a investigação da natureza e dos desenvolvimentos tecnológicos, compartilham linguagens para a representação e sistematização do conhecimento de fenômenos ou processos naturais e tecnológicos.” (BRASIL, 2002b, p. 23).

Já em relação ao processo de ensino-aprendizagem de Física, mais especificamente, os PCN+ abordam que este

Deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. (BRASIL, 2002b, p. 59).

Ao se trabalhar com as habilidades e competências, está se mantendo sempre presente os

objetivos pretendidos na escolarização em nível médio. Em relação aos PCN, os PCN+ explicitam um número maior de habilidades e competências, buscando atribuir à área das CNMT e à Física um sentido mais concreto (BRASIL, 2002b). A seguir, destacamos algumas das habilidades e competências enfatizadas como ações pretendidas nas atividades de estudo desenvolvidas no âmbito desta pesquisa:

- “Compreender e emitir juízos próprios sobre notícias com temas relativos à ciência e tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias, de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara.” (BRASIL, 2002b, p. 64).
- “Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada caso.” (BRASIL, 2002b, p. 65).
- “Conhecer modelos físicos microscópicos para adquirir uma compreensão mais profunda dos fenômenos e utilizá-los na análise de situações-problema.” (BRASIL, 2002b, p. 66).

Em detrimento de uma organização dos conhecimentos em uma lista de conteúdos mínimos a serem trabalhados no ensino médio, presente até o final da década de 90, os PCN+ apresentam uma proposta inovadora pautada em temas estruturadores para o trabalho de cada disciplina. Estes apresentam os conhecimentos disciplinares já associados às habilidades e competências, exemplificando uma das possíveis maneiras para organizar as atividades escolares de Física e desenvolver as referidas habilidades e competências (BRASIL, 2002b).

A base argumentativa para organizar o processo de ensino-aprendizagem de Física por temas estruturadores está no desenvolvimento das habilidades e competências nos três escopos: representação e comunicação, investigação e compreensão, e contextualização sócio-cultural. Entretanto, na organização através de uma lista de conteúdos mínimos, o desenvolvimento das habilidades e competências ocorre basicamente no primeiro escopo, apenas.

Ao se trabalhar com temas estruturadores, tem-se o objetivo de explicitar elementos do mundo vivencial do estudante. Neste sentido, os conhecimentos físicos são abordados a partir dos TEEF de modo a possibilitar a contextualização destes conhecimentos. Conforme consta nos PCN+, “essa é a ideia que preside a concepção de temas estruturadores do processo de ensino, para se poder apresentar, **com contexto**, os conhecimentos disciplinares já associados a habilidades e competências específicas ou gerais.” (BRASIL, 2006, p. 16, grifo nosso).

E é nesta ênfase na contextualização que se encontra uma relação entre os TEEF e a TFC. Esta última, ao ter como um de seus objetivos principais promover a flexibilidade cognitiva nos estudantes, também visa a contextualização, na medida em que esta flexibilidade consiste justamente na capacidade de reestruturar o conhecimento adquirido, de modo a aplicá-lo em contextos diversos

(CARVALHO, PINTO e MONTEIRO, 2002).

Especialmente nos PCN+, a ideia de contextualização é central, e está relacionada com a problematização da realidade vivida (BRASIL, 2002b). Ao se pensar em contexto, está se pensando também em interdisciplinaridade, uma vez que ele não é parte de nenhuma disciplina, mas sim envolve múltiplos conhecimentos, advindos das diferentes disciplinas (RICARDO, 2005).

Neste sentido, a interdisciplinaridade é promovida por um aprendizado com contexto. Ou seja, aquela é vista como consequência desta; como uma “necessidade em razão da contextualização do que se pretende ensinar em situações reais, ou próximas do real vivido pelos alunos”. (RICARDO, 2005, p. 68).

Os PCN+ abordam ainda a importância da contextualização para o desenvolvimento das habilidades e competências desejadas, explicitando que as “*competências em física para a vida se constroem em um presente contextualizado*”. (BRASIL, 2002b, p. 59).

Assim, a interdisciplinaridade não é abordada como um estudo temático, no qual é escolhido um tema e o mesmo é discutido do ponto de vista de cada disciplina da área das Ciências da Natureza, por exemplo. A ideia presente é que as disciplinas busquem um conjunto de habilidades e competências comuns, de modo que cada uma delas trabalhe seus conhecimentos visando o desenvolvimento daquele conjunto de competências e habilidades (RICARDO, 2005).

Nessa nova compreensão do ensino médio e da educação básica, a organização do aprendizado não seria conduzida de forma solitária pelo professor de cada disciplina, pois as escolhas pedagógicas feitas numa disciplina não seriam independentes do tratamento dado às demais, uma vez que é uma ação de cunho interdisciplinar que articula o trabalho das disciplinas, no sentido de promover competências. (BRASIL, 2002b, p. 13).

Neste sentido, a ideia de interdisciplinaridade proposta nos PCN+ não é a de se opor às disciplinas, mas de buscar competências e habilidades que, para serem desenvolvidas, necessitem dos conhecimentos de mais de uma disciplina. Assim, “o que se espera é que o ensino esteja organizado de forma que cada disciplina contribua para objetivos mais amplos; nesse caso, as competências.” (RICARDO, 2005, p. 38).

Fazendo uma releitura das áreas da Física tradicionalmente trabalhadas (como Mecânica, Termologia, Ótica, Eletromagnetismo, entre outras), de modo a explicitar desde o início os objetivos desejados e a trazer elementos inovadores, os PCN+ privilegiam seis temas estruturadores com abrangência para organizar o processo de ensino-aprendizagem de Física, denominados Temas Estruturadores do Ensino de Física (TEEF). São eles:

1. Movimentos: variações e conservações
2. Calor, ambiente e usos de energia
3. Som, imagem e informação

4. Equipamentos elétricos e telecomunicações
5. Matéria e radiação
6. Universo, Terra e vida

Estes TEEF abrangem e reorganizam os conhecimentos físicos associados, respectivamente: à Cinemática, Dinâmica, Princípios de Conservação, Estática, Hidrostática e Hidrodinâmica; à Termometria, Calorimetria, Estudo dos Gases e Termodinâmica; à Oscilações, Ondas e Ótica Geométrica; à Eletrostática, Eletrodinâmica e Eletromagnetismo; à Ótica Física e outros aspectos da Física Moderna; e a uma compreensão de natureza cosmológica. Aqui, é explicitada outra inovação presente nos PCN+, que diz respeito à inserção da Física Moderna e Contemporânea, principalmente através dos TEEF 5 e 6.

Além de abrangerem grande parte dos conhecimentos culturais de Física que são normalmente ministrados no ensino médio, os temas estruturadores ainda integram estes conhecimentos com a área das CNMT. Esta interdisciplinaridade da organização temática está baseada na tecnologia (como sugere o próprio nome da área), visto que os seis temas estão relacionados a ela.

Nos TEEF, há três ou quatro unidades temáticas, que tem como principal objetivo organizar o processo de ensino-aprendizagem dentro de cada tema. Assim, as unidades temáticas contribuem para o planejamento, orientando escolhas e organizando ritmos de trabalho (BRASIL, 2002b). Ainda, dentro das unidades temáticas, temos as subunidades, nas quais estão listados os conceitos, princípios, leis e teorias fundamentais; ou seja, aquilo que precisa ser priorizado. A figura 5 ilustra os TEEF com suas respectivas unidades temáticas.

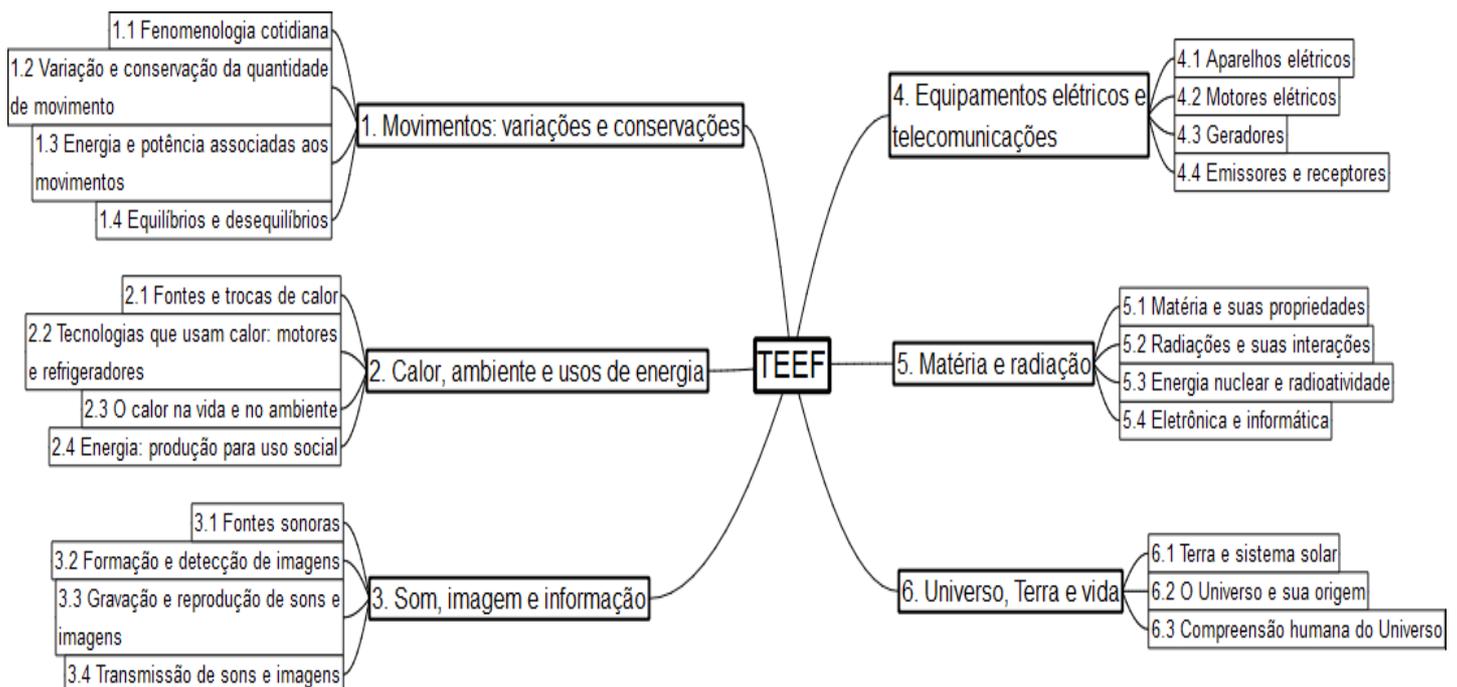


Figura 5 – TEEF e suas respectivas unidades temáticas

Considerando que o ensino médio possui três anos de duração, é possível trabalhar um TEEF por semestre. Ainda, como o semestre letivo dura aproximadamente quatro meses, tem-se a possibilidade de trabalhar com uma unidade temática a cada mês. Nesta perspectiva, o documento dos PCN+ apresenta três exemplos de organização do trabalho escolar a partir de diferentes sequências, mantendo-se um tema estruturador por semestre letivo.

Esta estruturação dos TEEF e das unidades temáticas visa auxiliar o professor na organização do seu trabalho escolar. Mesmo se tratando de uma estruturação mais fechada, consideramos que ela não influencia no desenvolvimento da flexibilidade cognitiva. Isto porque cada um dos TEEF “não pode ser compreendido como um tema isolado, já que há inúmeras sobreposições e inter-relações entre os objetos que se pretende estudar.” (BRASIL, 2002b, p. 61). Além disso, “o conjunto do conhecimento representado nas unidades constitui de fato uma ampla rede que permite diferentes percursos.” (BRASIL, 2002b, p. 80). Assim, mesmo que os TEEF e as unidades temáticas estejam organizadas daquela maneira, isto não impossibilita que se estabeleçam as diversas ligações entre os conhecimentos físicos abordados em cada um deles.

Outro fator a ser destacado dos PCN+ da Física são as estratégias de ensino-aprendizagem explicitadas, associadas ao desenvolvimento das habilidades e competências. São elas:

- o mundo vivencial: considerar objetos, coisas e fenômenos que façam parte do universo vivencial do estudante. Pensando em uma AE, esta estratégia é fundamental para o desenvolvimento da mesma, pois possibilita o envolvimento dos estudantes, através da interação e colaboração destes com os demais estudantes e com o professor;
- concepção de mundo dos estudantes: considerar os conhecimentos físicos construídos nas observações do dia a dia e que são trazidos pelo estudante à escola;
- o sentido da experimentação: privilegiar o fazer, manusear e agir, de modo a possibilitar a construção do conhecimento pelo próprio estudante. Segundo Arruda (2003), uma AE organizada adequadamente é aquela que requer, para sua resolução, a experimentação com o material de estudo;
- formas de expressão do saber da Física: buscar novas formas de expressão do saber, além da resolução de problemas e da linguagem matemática, e estimular a utilização adequada dos meios tecnológicos;
- a Física como cultura: analisar, na perspectiva do conhecimento científico, questões sobre o desenvolvimento tecnológico, que estão muito presentes na vida contemporânea;
- a responsabilidade social: transformar os conhecimentos, habilidades e competências promovidas em ação, estimulando os estudantes a intervirem na realidade em que vivem, de modo a melhorá-la;
- resolução de problemas: substituir os problemas, nos quais o objetivo consiste apenas em identificar qual a equação a ser utilizada, por **situações-problema**, de forma a lidar com algo real ou

próximo do estudante.

Ao apresentarem uma das possíveis formas para a organização do processo de ensino-aprendizagem de Física no ensino médio, traçando um novo perfil ao currículo, os PCN+ auxiliam nas práticas escolares no referido âmbito, visto que podem ser utilizados, por exemplo, como referência metodológica para orientar o planejamento de aulas do professor.

Visto que as ações pretendidas encontram-se relacionadas ao desenvolvimento das habilidades e competências destacadas anteriormente, as atividades de estudo elaboradas no âmbito desta pesquisa versaram sobre os TEEF, enfatizando a problematização e resolução de situações-problema mediada por hipermissão educacional.

Deste modo, buscamos considerar não apenas a estratégia de *resolução de problemas*, mas também as demais estratégias de ensino-aprendizagem explicitadas pelos PCN+. Isto porque, ao se problematizar situações-problema, está se considerando os objetos e fenômenos que fazem parte do *mundo vivencial* do estudante; além da *concepção de mundo dos estudantes*. Ainda, ao problematizar e resolver situações concretas do seu cotidiano (situações-problema), busca-se possibilitar ao estudante intervir na realidade em que vive, o que está relacionado à estratégia de *responsabilidade social*. Por fim, utilizar recursos educacionais hipermediáticos envolve as *formas de expressão do saber da Física* e o *sentido da experimentação*, na medida em que se está estimulando a utilização dos meios tecnológicos e privilegiando o fazer, manusear e agir (neste caso, através da interatividade da hipermissão).

4.2.3 Orientações curriculares para o ensino médio

Publicado no ano de 2006 pelo MEC, o documento intitulado Orientações Curriculares para o Ensino Médio foi elaborado como “um instrumento de apoio à reflexão do professor a ser utilizado em favor do aprendiz.” (BRASIL, 2006, p. 6), de modo a estimular a “revisão de práticas pedagógicas, em busca da melhoria do ensino.” (BRASIL, 2006, p. 6). Outro objetivo desta publicação é retomar a discussão sobre os PCN e PCN+, de modo a aprofundar a compreensão sobre alguns aspectos destes documentos que necessitavam esclarecimentos.

Estas orientações reforçam alguns elementos já abordados tanto nos PCN quanto nos PCN+ da área das CNMT, como a interdisciplinaridade e a tecnologia. Aqui, é destacado o fato de que os conhecimentos disciplinares escolhidos e abordados nos livros didáticos pouco se relacionam com a tecnologia atual (BRASIL, 2006). Outra questão abordada neste documento diz respeito ao fato de que os PCN+ não tiveram muito aceitação, inicialmente, porque não apresentam uma lista de conteúdos

mínimos para cada disciplina, de modo a facilitar a organização do trabalho escolar do professor. Ainda, a carga horária insuficiente para as disciplinas é outro ponto discutido.

Nesse sentido, não há como trabalhar com extensas listas de conteúdos, o que demanda escolhas criteriosas daqueles conhecimentos que realmente contribuirão para o desenvolvimento das habilidades e competências desejadas. Pensando em uma AE, isto é fundamental, visto que ela exige um planejamento docente no qual tanto as ações quanto as operações precisam estar claramente definidas (ALBERTI, 2006), o que implica em uma clareza do professor em relação aos conhecimentos a serem abordados e às habilidades e competências desejadas.

Outro aspecto reforçado nestas orientações é a perspectiva da contextualização. Uma das dimensões da contextualização abordada no documento é a que relaciona o conhecimento científico e o cotidiano, vista como um recurso para problematizar as situações vivenciadas pelo estudante, extraí-la do seu contexto e projetá-la para a análise (BRASIL, 2006). Com isso, busca-se relacionar os conhecimentos teóricos que se almeja ensinar com as concepções destas situações reais que o estudante traz à sala de aula.

Entretanto, é abordada uma questão importante; a de que contextualizar não significa apenas exemplificar com situações vividas pelos estudantes. Isto porque, “além de valorizar a realidade desse aluno, a contextualização permite que o aluno venha a desenvolver uma nova perspectiva: a de observar sua realidade, compreendê-la e, o que é muito importante, enxergar possibilidades de mudança.” (BRASIL, 2006, p. 35). Assim, a contextualização precisa ser vista também como um dos instrumentos tanto para favorecer a atribuição de significados pelo estudante no processo de ensino-aprendizagem, quanto para a concretização da ideia de interdisciplinaridade (BRASIL, 2006).

De acordo com uma das dimensões da contextualização, o documento propõe um ensino-aprendizagem de Física pensado a partir do processo **situação – problema – modelo** (BRASIL, 2006). Em detrimento de uma abordagem que parta do ensino dos conhecimentos para apenas ao final resolver problemas, está se propondo a chamada simetria invertida, que compreende partir de situações-problemas para ir aos modelos físicos. Nesta perspectiva, que está relacionada à questão da contextualização e da interdisciplinaridade, busca-se desenvolver habilidades e competências principalmente no âmbito da investigação e compreensão.

Segundo estas orientações curriculares, “é importante tomar como ponto de partida situações mais próximas da realidade do aluno.” (BRASIL, 2006, p. 60). Ainda, “é interessante, para os alunos, poderem trazer o mundo abstrato da Física para o mundo construído diariamente em suas experiências.” (BRASIL, 2006, p. 61). Assim, ao estudar “como as coisas funcionam”, por exemplo, está se possibilitando ao estudante desenvolver habilidades e competências mais gerais (BRASIL, 2006).

Pensando no desenvolvimento da flexibilidade cognitiva, esta abordagem é essencial. Isto

porque, conforme destacamos na seção anterior, a ideia presente na TFC é iniciar o estudo a partir de um caso, e posteriormente fazer uma cisão deste em mini-casos, relacionados entre si (SPIRO e JEHNG, 1990). E é justamente esta a perspectiva da simetria invertida: partir de situações-problema para ir aos conceitos, princípios, leis e teorias físicas. As situações-problema estão associadas aos casos; enquanto os conceitos, princípios, lei e teorias físicas, aos mini-casos.

Ainda em consonância com a abordagem prevista na TFC, a ideia presente nas orientações curriculares não é deixar de ensinar os conhecimentos físicos, de modo a abordar somente as situações-problema. Tanto estes quanto aqueles são essenciais. O que se altera é a maneira com que os conhecimentos são abrangidos: no contexto de situações reais, não no abstrato.

Conforme citado no item anterior, as atividades de estudo elaboradas no âmbito desta pesquisa buscaram operacionalizar a simetria invertida, resolvendo as situações-problema e estudando os respectivos modelos físicos através da mediação tecnológica da hiperídia educacional.

4.2.4 Ensino Médio Inovador

Proposto pelo MEC, o Programa Ensino Médio Inovador (ProEMI) integra as ações do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), e foi instituído pela Portaria nº 971, de 9 de outubro de 2009. Conforme consta em seu documento orientador (BRASIL, 2011b), o programa

Foi criado para provocar o debate sobre o Ensino Médio junto aos Sistemas de Ensino Estaduais e do Distrito Federal, fomentando propostas curriculares inovadoras nas escolas do ensino médio, disponibilizando apoio técnico e financeiro, consoante à disseminação da cultura de um currículo dinâmico, flexível e compatível com as exigências da sociedade contemporânea. (BRASIL, 2011b, p. 6)

Dentre os objetivos principais do ProEMI, explicitados na referida Portaria, destacamos:

Expandir o atendimento e melhorar a qualidade do ensino médio; desenvolver e reestruturar o ensino médio não profissionalizante, de forma a combinar formação geral, científica, tecnológica, cultural e conhecimentos técnicos-experimentais; promover e estimular a inovação curricular no ensino médio; [...] promover uma escola média onde os saberes e conhecimentos tenham significado para os estudantes e desenvolvem sua autonomia intelectual; desenvolver a autonomia do estudante por meio do oferecimento de uma aprendizagem significativa. (BRASIL, 2009c, p. 52).

Assim, o ProEMI induz a reestruturação dos currículos do ensino médio, através da ampliação do tempo que os estudantes permanecem na escola e da diversidade de práticas pedagógicas (BRASIL, 2011b). Neste sentido, apoia a realização de ações de melhoria da qualidade do ensino médio, entre elas a utilização de tecnologias educacionais e o desenvolvimento de metodologias criativas (BRASIL, 2009b).

Uma das ideias contidas no documento base do ProEMI (BRASIL, 2009b) é a de que o desenvolvimento de novas experiências curriculares pode estimular práticas escolares significativas e

inovadoras. Almejando atender as necessidades e expectativas dos estudantes do ensino médio, e garantir uma formação integral a eles (BRASIL, 2011b), se propõe novas formas de organização das disciplinas, articuladas com atividades integradoras que considerem as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura.

O trabalho, entendido como um dos princípios educativos no ensino médio, permite que se compreenda o processo histórico de produção científica e tecnológica, além da apropriação destes conhecimentos para a transformação das condições de vida (BRASIL, 2009b). Assim, o trabalho “torna-se princípio quando organiza a base unitária do ensino médio, por ser condição para superar um ensino enciclopédico que não permite aos estudantes estabelecer relações concretas entre a ciência que aprende e a realidade em que vive.” (BRASIL, 2009b, p. 17).

Neste sentido, a esta concepção de trabalho, associa-se a concepção de ciência e tecnologia, vistas como “conhecimentos produzidos, sistematizados e legitimados socialmente ao longo da história.” (BRASIL, 2009b, p. 17). A cultura, por sua vez, é entendida tanto como expressão de valores e hábitos, quanto como comunicação e arte. A ideia é não dissociar a cultura da ciência e do trabalho, possibilitando aos estudantes compreenderem que os conhecimentos característicos de um tempo histórico estão associados aos problemas e necessidades que orientaram a sua produção e desenvolvimento.

Neste contexto, o documento do ProEMI também enfatiza a contextualização, ao citar que,

Por esta concepção, o ensino médio deverá se estruturar em consonância com o avanço do conhecimento científico e tecnológico, fazendo da cultura um componente da formação geral, articulada com o trabalho produtivo. Isso pressupõe a vinculação dos conceitos científicos com a prática relacionada à contextualização dos fenômenos físicos, químicos e biológicos. (BRASIL, 2009b, p. 4).

Ao apoiar o desenvolvimento de atividades integradoras que articulam as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura, contemplando as diversas áreas do conhecimento, o ProEMI pressupõe uma perspectiva de articulação interdisciplinar.

Cabe ainda sublinhar que o documento do ProEMI aborda algumas ações que precisam ser consideradas para a elaboração de um currículo inovador. Dentre estas ações, destacamos as que estão em consonância com as atividades de estudo elaboradas no âmbito desta pesquisa:

- “Incorporar, como princípio educativo, a metodologia da problematização como instrumento de incentivo a pesquisa, a curiosidade pelo inusitado e o desenvolvimento do espírito inventivo, nas práticas didáticas.” (BRASIL, 2009b, p. 19).
- “Promover a aprendizagem criativa como processo de sistematização dos conhecimentos elaborados, como caminho pedagógico de superação a mera memorização.” (BRASIL, 2009b, p. 19).
- “Utilizar novas mídias e tecnologias educacionais, como processo de dinamização dos ambientes de

aprendizagem.” (BRASIL, 2009b, p. 20).

- “Organizar os tempos e os espaços com ações efetivas de interdisciplinaridade e contextualização dos conhecimentos.” (BRASIL, 2009b, p. 20).

- “Ofertar atividades de estudo com utilização de novas tecnologias de comunicação.” (BRASIL, 2009b, p. 20).

4.3 Repositórios de recursos educacionais hiperídia

4.3.1 Portal do Professor

Lançado em 2008, constitui-se em uma política pública educacional desenvolvida pelo MEC, em parceria com o MCT, tendo como um dos objetivos principais enriquecer as práticas escolares dos professores. Disponível em <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>, é um portal de acesso livre que oferece à comunidade educacional um conjunto de tecnologias organizadas em algumas categorias, como:

→ Espaço da aula: através do *link* Sugestões de Aulas, oferece a possibilidade de acesso a diversas ideias, propostas e sugestões metodológicas sobre a utilização dos recursos educacionais presentes no portal, com atividades sugeridas por outros professores. Além disso, estas sugestões podem ser comentadas, editadas e posteriormente publicadas pelos professores. A ideia é construir um banco de acesso livre a sugestões de aulas, de todos os níveis de ensino, possibilitando práticas colaborativas entre os professores.

→ Cursos e Materiais: apresenta um sistema de informações sobre os cursos e programas de capacitação, oferecidos pelo MEC e por outras instituições. Há também materiais de estudo, contendo artigos e publicações, dicas práticas, estratégias pedagógicas, material pedagógico, orientações e diretrizes, entre outros, de modo a subsidiar as práticas escolares dos professores, inclusive de Física.

→ Conteúdos Multimídia: disponibiliza mais de doze mil recursos educacionais em diversas mídias (como imagem, experimento prático, áudio, vídeo, hipertexto, animação e simulação), organizados entre os diferentes níveis de ensino e modalidades da educação básica, de modo a atender seus componentes curriculares e temas relacionados. Pode-se ter acesso a estes recursos filtrando por: nível de ensino ou modalidade; componente curricular; tema; tipo de recurso; idioma; e ordem de classificação.

Especificamente para o caso da Física, o Portal oferece mais de mil e seiscentos recursos educacionais, divididos entre nove temas, sendo alguns deles os TEEF contidos nos PCN+: calor, ambientes e usos de energia; conhecimentos básicos e fundamentais; equipamentos elétricos e telecomunicações; fenômenos elétricos e magnéticos; mecânica e funcionamento do universo; movimento, variações e conservações; oscilações, ondas, óptica e radiação; som, imagem e informação; universo, Terra e vida. Deste número total, boa parte dos recursos educacionais constitui-se em hipermídias, que podem ser baixados, utilizados e comentados pelos professores, contribuindo para mediar tecnologicamente as práticas escolares de Física.

4.3.2 Banco Internacional de Objetos Educacionais

Constitui-se em um repositório de recursos educacionais digitais de livre acesso, criado em 2008 pelo MEC, em parceria com o MCT, Rede Latinoamericana de Portais Educacionais (RELPE), Organização dos Estados Ibero-americanos, entre outros. Um dos objetivos deste portal é manter e compartilhar estes recursos educacionais, apoiando experiências individuais de diversos países, de modo que aqueles que já avançaram na utilização das tecnologias educacionais possam auxiliar aos demais.

Disponível em <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>, o Banco Internacional de Objetos Educacionais disponibiliza mais de dezessete mil recursos educacionais em diferentes mídias (como áudio, vídeo, imagem, mapa, experimento prático, hipertexto, animação e simulação). Este se apresenta como uma tecnologia educacional em rede com possibilidades de utilização no ensino médio de Física, visto que, apenas neste âmbito, disponibiliza quase mil e novecentos recursos. Ainda, deste número total, mais de oitocentos se constituem em animações e simulações.

Os recursos educacionais hipermídia que mediarão tecnologicamente as atividades de estudo, elaboradas no âmbito desta pesquisa, foram selecionados basicamente no Portal do Professor e no Banco Internacional de Objetos Educacionais. Assim, as atividades estiveram em consonância com estas políticas públicas educacionais, além daquelas já citadas na seção anterior.

CAPÍTULO 5 – CONCEPÇÃO E ESTRUTURAÇÃO

5.1 Investigação-Ação Educacional

A concepção de pesquisa utilizada foi a Investigação-Ação Educacional (IAE) que, segundo Feldman e Capobianco (2000, p. 3, tradução nossa), se caracteriza como uma “investigação sistemática realizada por profissionais para melhorar o ensino e a aprendizagem”. Esta melhoria no processo de ensino-aprendizagem está associada ao fato de que a IAE possibilita evidenciar os problemas práticos existentes no contexto escolar (ensino médio de Física, neste caso), além de buscar possíveis soluções para os mesmos (ELIOTT, 1978), o que justifica a escolha da referida concepção de pesquisa.

De acordo com Feldman e Capobianco (2000), no contexto do ensino-aprendizagem de Ciências, a IAE é utilizada: para a formação de professores e o desenvolvimento profissional dos mesmos; para a investigação sobre o processo de ensino-aprendizagem de Ciências; e para o desenvolvimento e a implementação curricular. Aqui cabe destacar que, em todos estes casos, o professor está no papel de investigador.

Assim, quando os autores se referem à IAE como uma investigação realizada por profissionais, entendemos estes como sendo os professores, que ao investigarem as próprias práticas escolares, estão contribuindo também para promover o processo de ensino-aprendizagem de Física. Neste contexto, Carr e Kemmis (1986, p. 165, tradução nossa) afirmam que a IAE “visa a melhoria em três áreas: em primeiro lugar, a melhoria da prática, em segundo lugar, a melhoria da compreensão da prática por seus participantes, e em terceiro lugar, a melhoria da situação em que a prática ocorre.”

Coutinho (2008) aponta que há três modalidades básicas de IAE: técnica, prática e crítica (ou emancipatória). Estas se baseiam em diferentes critérios, como objetivos, papel do investigador, tipo de conhecimento produzido, formas de ação e nível de participação dos sujeitos:

→ Na IAE **técnica**, agentes externos propõem a investigação, com os objetivos e desenvolvimento metodológico já predefinidos. Ao professor, cabe apenas colocá-la em prática, de modo a obter os resultados preestabelecidos.

→ Na IAE **prática**, os agentes externos cooperam com o professor, ajudando-o a articular as suas próprias preocupações, a planejar estratégias de mudança e a refletir sobre os resultados. Entretanto, estes agentes não intervêm no processo, de modo que cabe ao professor conduzir a investigação.

→ Na IAE **crítica ou emancipatória**, todos os participantes da investigação são responsáveis por

buscar implementar soluções que promovam a melhoria da ação, acarretando no desenvolvimento e transformação da prática educativa. Consideramos esta última modalidade a mais conveniente, pois nela está explícito claramente a intenção de mudança da realidade em que ocorre a IAE.

De acordo com Carr e Kemmis (1986), a IAE é uma concepção de pesquisa que se configura a partir da integração dos seguintes momentos:

→ planejamento: antecede a ação, organizando-a de modo a auxiliar na atuação do professor em uma futura situação educativa. Precisa ser flexível, de modo a adaptar-se a possíveis imprevistos;

→ ação: implementação do planejamento, que em algumas vezes não ocorre tal qual planejado anteriormente, devido a eventuais contratempos que podem acontecer;

→ observação: acompanhamento e registro dos efeitos da ação, proporcionando uma base para a posterior reflexão;

→ reflexão: movimento retrospectivo no qual aspectos (bons e ruins) da ação são recordados, com o auxílio dos registros feitos durante a observação. Serve ainda como ponto de partida para um replanejamento da ação, iniciando novamente o processo (COUTINHO, 2008). Neste momento da IAE, conforme explicita Gonzalez et al. (2004, p. 70, tradução nossa), a ideia é “utilizar o aprendizado, não apenas como uma análise do passado, mas como um guia para o nosso presente e, mais importante, nossas ações futuras.”

Segundo Carr e Kemmis (1986), cada um destes momentos implica um olhar retrospectivo e uma intenção prospectiva, de modo que estes formam uma espiral cíclica (ilustrada na figura 6), produzindo um movimento contínuo de ação-reflexão-ação, caracterizado pela flexibilidade (COUTINHO, 2008). Nesta linha, Fruet (2010, p. 33-34) destaca que os momentos da IAE “não podem ser compreendidos como etapas separadas, completas em si mesmas, mas sim, como um processo integrado, que evolui ao longo dos ciclos espiralados; ou seja, cada fase da espiral não é isolada, uma precede a outra.”

Nesta perspectiva, Kemmis e McTaggart (2005, p. 563, tradução nossa) associam a IAE aos seguintes passos: “planejar uma mudança; agir e observar o processo e as consequências da mudança; refletir sobre esses processos e consequências; replanejar; agir e observar novamente; refletir novamente; e assim por diante.” Deste modo, segundo os autores, está se investigando a realidade, a fim de mudá-la; e mudando a realidade, a fim de investigá-la.

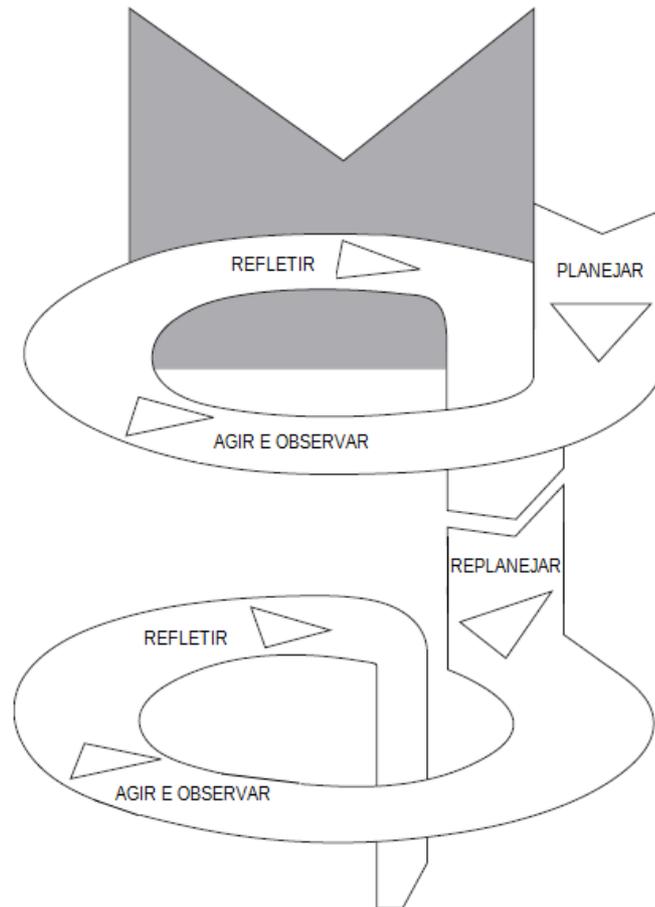


Figura 6 – A espiral da IAE
 Fonte: KEMMIS e MCTAGGART (2005, p. 564, adaptado)

5.2 Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem Moodle como mediador da investigação-ação

No âmbito desta pesquisa, o desenvolvimento dos momentos da investigação-ação foi mediado pela tecnologia educacional em rede Moodle. A palavra Moodle, em inglês, é o acrônimo de *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*, que significa um ambiente de aprendizagem dinâmica orientado a objetos e organizado em módulos (unidades temáticas). Assim, o Moodle constitui-se em um AVEA no qual são disponibilizados diversos recursos e ferramentas de atividade, de modo a desenvolver uma disciplina ou curso.

O Moodle é um software livre, e por isso permite as quatro liberdades a ele associadas: executar os programas, para qualquer finalidade; estudar como funcionam os programas e adaptá-los às nossas necessidades; redistribuir cópias para ajudar outros que precisam; e ainda melhorar os programas.

Este AVEA disponibiliza tanto ferramentas de atividades síncronas (chat, por exemplo) quanto

assíncronas (fórum), contribuindo assim para ampliar as possibilidades de diálogo entre os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, inclusive para além das aulas. O Moodle torna possível também a integração das tecnologias da informação e comunicação em AE.

Ele permite, por exemplo, o desenvolvimento de uma página *web*, ou mesmo o estabelecimento de *links* a páginas e arquivos, possibilitando a integração de diversas mídias. Assim, pode-se produzir e organizar hipermidiaticamente uma AE, o que possibilita uma melhor problematização e resolução das situações-problema, viabilizando a interatividade e o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva (FRUET, 2010).

A interatividade é proporcionada por meio dos diversos *links* presentes em uma AE hipermidiática. Já a flexibilidade cognitiva pode ser potencializada pelo fato de a atividade ser organizada no Moodle de forma não linear (proporcionando as diversas ligações entre os conhecimentos), além de integrar diversas mídias (proporcionando as múltiplas representações do conhecimento).

Ainda, cabe destacar que as situações-problema, ao potencializar o diálogo-problematizador entre os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, contribuem para uma maior compreensão dos conhecimentos físicos abordados, e conseqüentemente para uma posterior aplicação destes em contextos diversos, o que caracteriza o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva.

Para finalizar, é importante sublinhar que o Moodle possui um sistema de controle de atividades, por meio do qual se tem a possibilidade de acompanhar e registrar o desenvolvimento das AE (FRUET, 2010), o que é de suma importância na perspectiva da investigação-ação. Assim, os recursos disponíveis neste AVEA possibilitaram o trabalho investigativo, além do acompanhamento das AE e do registro digital das observações.

5.3 Estratégias e instrumentos para coleta de dados

Durante o desenvolvimento dos momentos da investigação-ação, utilizamos as seguintes estratégias e instrumentos para a coleta dos dados:

– análise de documentos: ocorreu durante o planejamento da investigação-ação, e proporcionou uma maior compreensão do contexto e das possibilidades de mudança da realidade em que a pesquisa está inserida. Por exemplo: análise dos PCN (BRASIL, 1999), PCN+ (BRASIL, 2002b) e das Orientações curriculares para o ensino médio, especificamente da área das CNMT; análise do Guia de Tecnologias Educacionais (BRASIL, 2011a); análise das Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Física (BRASIL, 2001); e análise do Projeto Pedagógico do curso de Física – Licenciatura Plena Noturno da

UFSM.

– questionário: de acordo com Coutinho (2008), o questionário é um instrumento que se constitui em um conjunto de perguntas sobre determinado assunto ou problema em investigação. Nele, as respostas são apresentadas por escrito, de modo a obter informações que possibilitam avaliar o efeito de uma ação. Os resultados obtidos favoreceram o momento da reflexão, no âmbito da investigação-ação.

Ao elaborar os questionários, optamos por perguntas dissertativas, que envolveram respostas não condicionadas por opções previamente definidas, o que possibilitou aos sujeitos da pesquisa escreverem suas opiniões a respeito das perguntas, utilizando linguagem própria. Além disso, buscamos elaborar os questionários com linguagem mais clara possível, evitando a utilização de termos polissêmicos. Cabe destacar também que as perguntas procuraram englobar as categorias de análise (flexibilidade cognitiva, interatividade, interação e visualização), e estar em consonância com o problema de pesquisa e com os objetivos (geral e específicos) da mesma.

Além destas, as ferramentas de atividade fórum, tarefa e wiki do Moodle também foram utilizadas para a coleta de dados, especificamente nas etapas de observação e reflexão da investigação-ação:

– fórum: possibilita a interação entre os estudantes e entre estes e o professor, em torno de temas específicos. Nela, diversos temas podem ser abertos, de modo que os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem colaborem com suas opiniões a respeito destes temas, de forma assíncrona.

– tarefa: consiste em uma atividade, elaborada pelo professor, de modo a ser desenvolvida pelos estudantes e posteriormente enviada por eles ao Moodle, em formato digital.

– wiki: tem como objetivo a produção colaborativa hipermediática, visto que permite a organização dos conteúdos para serem navegados de modo não linear, através de diversos *links* nos quais é possível a integração de recursos em diferentes mídias. Ainda, esta ferramenta possibilita a edição dos conteúdos já produzidos, caso haja necessidade. É importante destacar que as versões anteriores não são canceladas, podendo ser restauradas a qualquer momento.

CAPÍTULO 6 – DESENVOLVIMENTO DOS MOMENTOS DA INVESTIGAÇÃO-AÇÃO

Conforme destacamos no capítulo cinco, a investigação-ação é uma concepção de pesquisa que se configura a partir da integração dos momentos de planejamento, ação, observação e reflexão, que formam uma espiral cíclica, produzindo um movimento contínuo de ação-reflexão-ação (CARR e KEMMIS, 1986).

A investigação-ação aconteceu no decorrer da realização das atividades de Docência Orientada I e de Docência Orientada II, que se constituem em disciplinas optativas do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Santa Maria.

Assim, optamos por organizar a investigação-ação em dois ciclos, sendo o primeiro ciclo referente à Docência Orientada I e o segundo ciclo referente à Docência Orientada II. Nas seções abaixo, explicitamos o desenvolvimento dos momentos de cada um destes ciclos.

6.1 Primeiro ciclo da investigação-ação: Docência Orientada I

A investigação-ação iniciou-se no segundo semestre letivo de 2011, no âmbito da Docência Orientada I, realizada na disciplina de Didática I da Física. A carga horária da Docência Orientada I corresponde a 30% do total da carga horária da disciplina em que ela é realizada. Desse modo, pelo fato de a Didática I da Física ser uma disciplina de 60 h, a carga horária da Docência Orientada I foi de 18 h.

A disciplina de Didática I da Física compõe o bloco curricular obrigatório do Curso de Física - Licenciatura Plena Noturno da UFSM, e faz parte do quinto semestre do curso. No referido semestre, os estudantes estavam cursando ainda as disciplinas de Políticas Públicas e Gestão da Educação Básica, Instrumentação para o Ensino de Física B, Computação Básica para Física – FORTRAN, e Química Geral Inorgânica. Neste momento do curso, os estudantes já tiveram contato, por exemplo, com as disciplinas de Física Básica (Físicas I, II, III e IV), além de seus respectivos laboratórios (Laboratórios de Física I, II, III e IV), que abrangem os conhecimentos físicos geralmente trabalhados no ensino médio.

Assim, os sujeitos da investigação-ação foram os estudantes matriculados na disciplina de Didática I da Física, ofertada no turno noturno, no segundo semestre letivo de 2011. Optamos por denominar estes estudantes como físicos-educadores em formação inicial. De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Física (BRASIL, 2001), o físico-educador “dedica-se preferencialmente à formação e à disseminação do saber científico em diferentes instâncias sociais, seja através da atuação no ensino escolar formal, seja através de novas formas de educação científica,

como vídeos, 'software', ou outros meios de comunicação.” (BRASIL, 2001, p. 3).

O referido documento explicita que uma das *competências essenciais* do físico-educador é “descrever e explicar fenômenos naturais, processos e equipamentos tecnológicos em termos de conceitos, teorias e princípios físicos gerais.” (BRASIL, 2001, p. 4). Ainda, o desenvolvimento das competências está associado à aquisição de determinadas *habilidades*, gerais e específicas.

Dentre as *habilidades gerais* que precisam ser desenvolvidas no curso de Física, está a de “utilizar os diversos recursos da informática, dispondo de noções de linguagem computacional.” (BRASIL, 2001, p. 4). Em relação às *habilidades específicas*, uma delas consiste na “elaboração ou adaptação de materiais didáticos de diferentes naturezas, identificando seus objetivos formativos, de aprendizagem e educacionais.” (BRASIL, 2001, p. 5). Além disso, segundo estas diretrizes curriculares, o físico-educador em formação inicial precisa de uma série de *vivências*, dentre as quais “ter tido experiência com o uso de equipamento de informática.” (BRASIL, 2001, p. 5).

Outro documento norteador na formação do físico-educador são as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, em curso de licenciatura de graduação plena. Estas “constituem-se de um conjunto de princípios, fundamentos e procedimentos a serem observados na organização institucional e curricular de cada estabelecimento de ensino e aplicam-se a todas as etapas e modalidades da educação básica.” (BRASIL, 2002a, p. 1).

Este documento enfatiza – em consonância com as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Física – que um dos aspectos inerentes à formação para a atividade docente é o preparo para a utilização das tecnologias da informação e da comunicação, e de metodologias, estratégias e materiais de apoio inovadores (BRASIL, 2002a). Ainda, ele aborda que o processo de ensino-aprendizagem, neste nível, precisa considerar a resolução de situações-problema como uma das estratégias didáticas privilegiadas (BRASIL, 2002a).

Neste sentido, ao longo da realização das atividades da Docência Orientada I (e também da Docência Orientada II, explicitada mais adiante), buscamos proporcionar o desenvolvimento das referidas competências, habilidades e vivências, de modo a contribuir para as práticas escolares dos físicos-educadores em formação inicial, inclusive no âmbito do Estágio Supervisionado em Ensino de Física (ESEF), que se inicia a partir do sétimo semestre do curso.

Além disso, especificamente no âmbito da Docência Orientada I, procuramos contribuir para alcançar alguns dos objetivos da disciplina de Didática I da Física, dentre eles: situar o ensino de física no atual panorama educacional brasileiro; e analisar diferentes propostas de ensino e justificar a importância da Física no ensino médio.

Abaixo, explicitamos o desenvolvimento de cada um dos momentos que constituíram o primeiro ciclo da investigação-ação.

6.1.1 Planejamento I

Ao longo da realização das atividades da Docência Orientada I, utilizando o AVEA Moodle, trabalhamos as unidades temáticas 1 e 2 do programa da disciplina de Didática I da Física (Anexo 3). Estas unidades abordavam os fundamentos da educação brasileira e o ensino de Física, além dos fundamentos teóricos do processo de ensino-aprendizagem. Para isto, planejamos um total de dezoito aulas (com uma hora cada), além de seis atividades, e uma avaliação obrigatória da disciplina. A figura 7 e a figura 8 ilustram a página inicial do Moodle, referente à disciplina de Didática I.

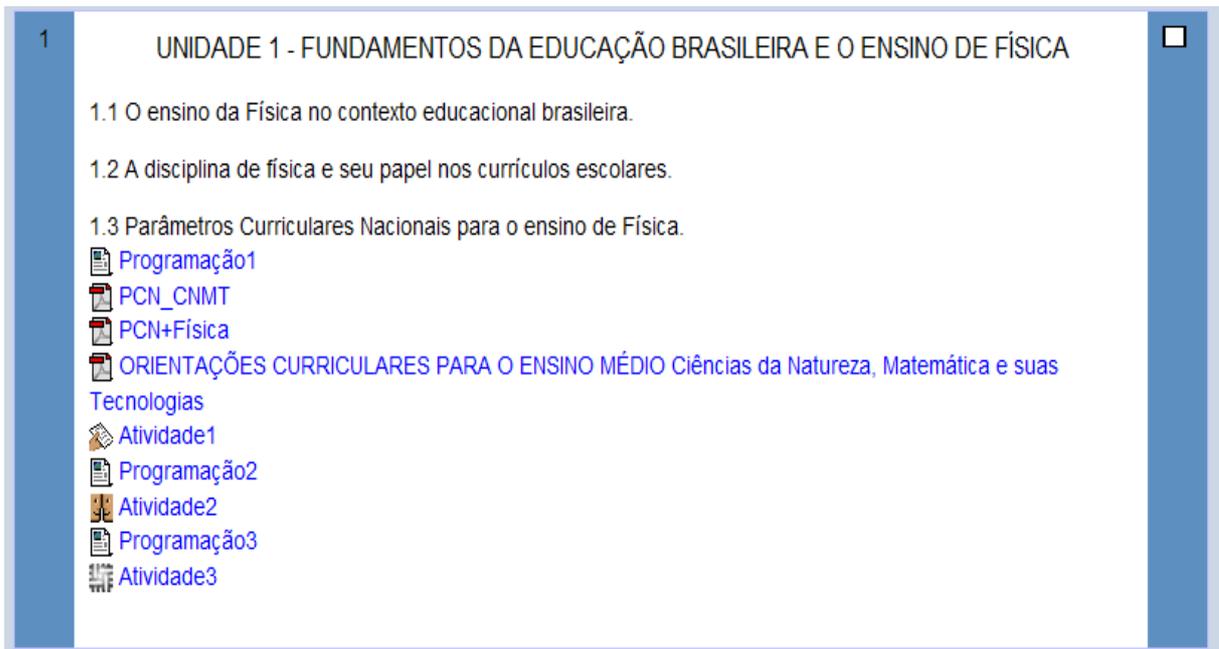


Figura 7 – Planejamento de recursos e atividades para abordagem da Unidade 1 de Didática I

Em relação ao planejamento das aulas e atividade referentes à Unidade 1, buscamos abordar as seguintes políticas públicas educacionais para o ensino médio de Física: PCN (BRASIL, 1999), PCN+ (BRASIL, 2002b) e Orientações Curriculares para o ensino médio (BRASIL, 2006), da área das CNMT.

Sobre estes documentos, destacamos: as habilidades e competências, no escopo da representação e comunicação, investigação e compreensão, e contextualização sócio-cultural; os Temas Estruturadores do Ensino de Física (TEEF); e as estratégias de ensino-aprendizagem, que abordam o mundo vivencial, a concepção de mundo dos estudantes, o sentido da experimentação, as formas de expressão do saber da Física, a Física como cultura, a responsabilidade social e a resolução de problemas.



Figura 8 – Planejamento de recursos e atividades para abordagem da Unidade 2 de Didática I

Já em relação ao planejamento das aulas e atividade referentes à Unidade 2, buscamos englobar as seguintes teorias de ensino-aprendizagem: teoria das hierarquias de aprendizagem de Gagné, teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, teoria de educação de Novak e modelo de Gowin, teoria comportamentalista de Skinner, teoria da aprendizagem significativa de Rogers, teoria da mediação de Vygotsky, teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget, teoria da Atividade de Estudo de Davidov, Teoria da Flexibilidade Cognitiva de Spiro, e teoria da educação dialógico-problematizadora de Freire. Além destas teorias de ensino-aprendizagem, incluímos os conceitos de situação-problema, hipermídia, interação e interatividade.

6.1.2 Ação I e Observação I

No âmbito da Docência Orientada I, a ação consistiu na implementação do planejamento; ou

seja, na implementação das dezoito aulas, além das seis atividades e da avaliação obrigatória da disciplina, juntamente com os físicos-educadores em formação inicial. Do total de aulas, as primeiras dez foram ministradas pelo professor da disciplina, e as demais foram ministradas pelo pesquisador mestrando. O momento de observação consistiu no acompanhamento e registro dos efeitos da ação, ao longo da implementação das aulas e atividades.

Descrevemos mais detalhadamente a primeira aula (Figura 9), implementada em 11/08/2011, na qual foram problematizadas duas situações-problema⁸: uma delas sobre o equipamento de pilates e a outra sobre o equipamento de musculação. Na ocasião, foram mostrados dois vídeos, disponíveis em <http://www.youtube.com/watch?v=914-O9DUmDw> e em <http://www.youtube.com/watch?v=w5GvYbUh4W8>.

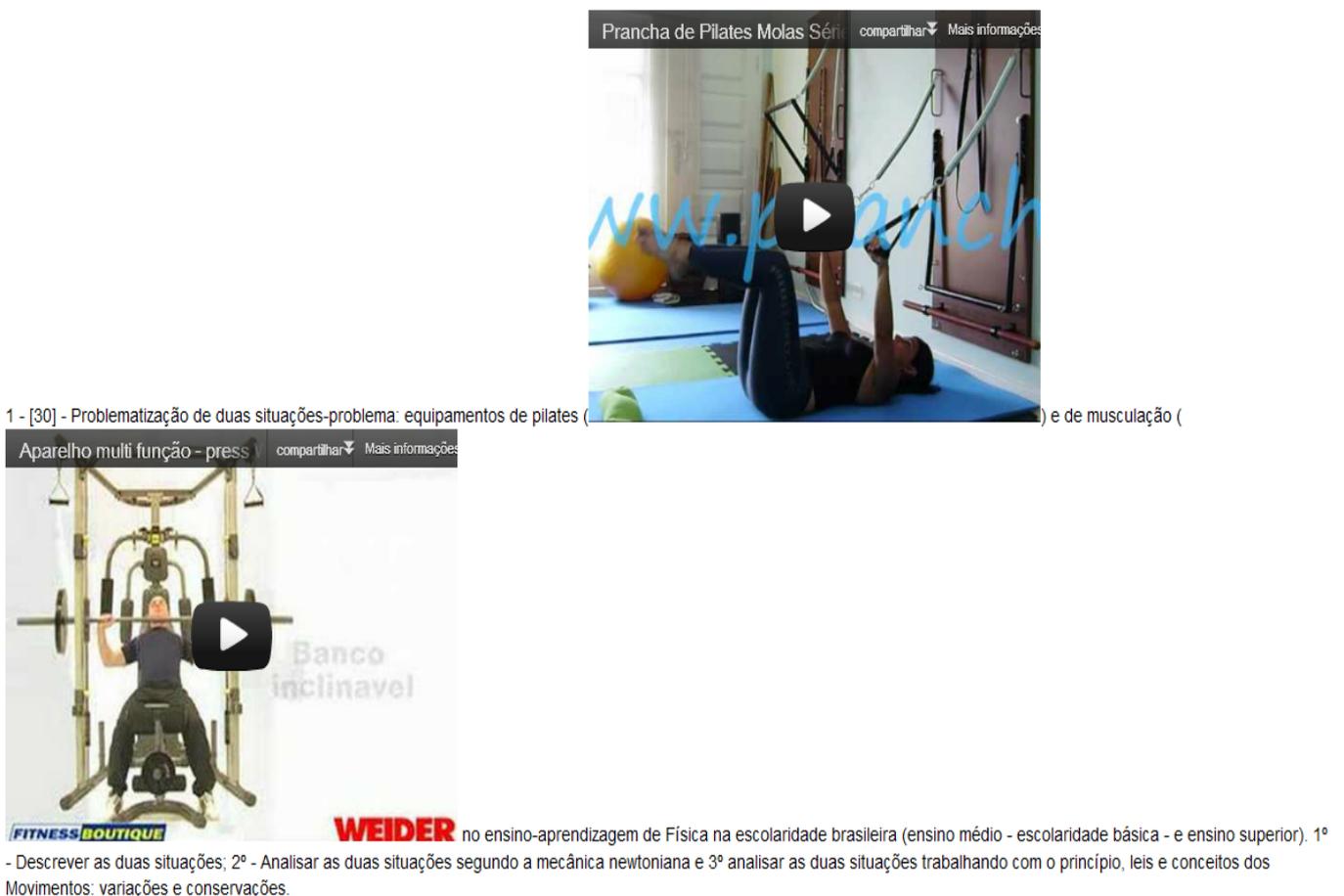


Figura 9 – Programação da primeira aula desenvolvida no âmbito da Docência Orientada I

O primeiro vídeo ilustrava uma pessoa realizando exercícios em um equipamento de pilates, no qual ela segurava uma mola em cada mão e aplicava nelas uma força, acarretando numa elongação das molas, que estavam fixas na parede. Já o segundo vídeo mostrava uma pessoa fazendo

⁸ Problemas relacionados à questões do cotidiano do estudante.

musculação, utilizando equipamentos como barras e halteres.

Após termos mostrado os vídeos, foram propostas as seguintes questões:

- 1) Descreva as duas situações;
- 2) Analise as duas situações segundo a mecânica newtoniana;
- 3) Analise as duas situações trabalhando com o princípio, leis e conceitos dos Movimentos: variações e conservações.

As questões foram respondidas individualmente. No decorrer da aula, o momento de observação se deu através do acompanhamento da mesma, auxiliando os físicos-educadores em formação inicial na resolução das tarefas, e registrando as constatações mais importantes.

6.1.3 Reflexão I

Sintetizamos os dados obtidos – através da realização da atividade sobre os equipamentos de pilates e musculação – em um quadro, contido no anexo 4. O momento de reflexão da investigação consistiu na análise destes dados.

Analisando este quadro, notamos que, na questão 1, apenas 22,2% dos físicos-educadores em formação inicial obtiveram o resultado esperado, que consistia basicamente em associar a primeira situação à força elástica (da mola) e a segunda à força peso. Ainda, 33,3% deles fizeram a associação esperada em apenas uma das situações, e 44,4% deles não relacionaram nenhuma das situações aos conhecimentos físicos envolvidos.

Em relação à questão 2, 55,5% deles fizeram uma análise próxima a esperada, que consistia em descrever a primeira situação em termos de uma força variável (associada à elongação da mola) e a segunda situação em termos de uma força constante (associada à massa). Ainda, 33,3% deles associaram uma das situações à força e outra à energia, e 11,1% relacionaram as situações à interações eletromagnéticas e gravitacionais, respectivamente.

Já na questão 3, 22,2% deles explicitaram se as forças associadas às duas situações eram conservativas ou não; ou seja, se havia ou não conservação da energia mecânica do sistema. Ainda, 55,5% deles citaram algumas grandezas que se conservaram e outras que variaram, mas não abordaram a grandeza física energia. Já 22,2% deles citaram os tipos de energia envolvidos, porém não abordaram a questão da variação e conservação.

Conforme abordado anteriormente, é importante sublinhar que a Didática I faz parte do quinto semestre do curso de Física – Licenciatura Plena Noturno. Assim, os físicos-educadores em formação inicial já haviam cursado a disciplina de Física I, que abrange os conhecimentos físicos abordados nesta atividade. Mesmo assim, analisando o desempenho dos mesmos como um todo, através dos

resultados explicitados no anexo 4, percebeu-se o baixo aproveitamento deles nas três questões.

Foi possível observar também a dificuldade apresentada por eles em aplicar os conhecimentos físicos já aprendidos para analisar as duas situações-problema. Podemos associar esta dificuldade ao baixo desenvolvimento de uma característica essencial no âmbito do processo de ensino-aprendizagem de Física, que é a flexibilidade cognitiva. Esta consiste na reestruturação do conhecimento teórico aprendido, de modo a aplicá-lo em novas situações e contextos, para resolver diversos problemas (SPIRO e JEHNG, 1990).

Os autores explicitam que o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva requer múltiplas representações do conhecimento e diversas ligações entre conhecimentos, o que é proporcionado pela hipermídia educacional. Isto significa que, de acordo com Spiro e Jehng (1990), uma aprendizagem linear não permite o desenvolvimento desta flexibilidade.

Assim, buscamos analisar as seis atividades realizadas ao longo da Docência Orientada I, de modo a investigar se nas resoluções dos físicos-educadores em formação inicial constavam aspectos relacionados à linearidade de aprendizagem. Os resultados da análise foram:

→ Na sexta aula, implementada no dia 18/08/2011, havia sido proposto a realização da segunda atividade (Figura 10), que consistia em explicitar se o texto presente nos PCN da área das Ciências da Natureza, Matemáticas e suas Tecnologias (BRASIL, 1999), sinaliza ou não a estrutura conceitual e temática das aulas de Física.

Na ocasião, o físico-educador em formação inicial 7, ao ser questionado sobre a sequência conceitual da Mecânica, respondeu que “trabalharia primeiro os movimentos (Cinemática), após trabalharia dinâmica. Primeiro nos preocupamos com o movimento isolado, sem nos preocuparmos com as causas do mesmo.”

Em outro momento, ao comentar a resposta de um colega, ele fez a seguinte questão: “É possível trabalhar com o global sem prepararmos uma base?”. Este colega, ao respondê-la, afirmou que é necessário primeiramente desenvolver uma base conceitual, para que em seguida se possa trabalhar com o global.

→ Na décima quarta aula, implementada em 01/09/2011, foi desenvolvida a quarta atividade, conforme ilustra a figura 11.

Na primeira questão, a tarefa era elaborar um exemplar de hierarquia de aprendizagem (linear) em Física, segundo a teoria de Gagné (MOREIRA, 1999), para a conservação de energia mecânica.

O texto PCN-CNM&T-EM-FSC sinaliza a estrutura conceitual e temática das aulas de Física?

Acrescentar um novo tópico de discussão

Tópico	Autor	Comentários	Última mensagem
Opinião 01	 LUCAS ANTONIO DE FREITAS	3	LUCAS ANTONIO DE FREITAS Sex, 19 Ago 2011, 10:49
Opinião sobre o texto	 ALYNEZ CORREIA DE LIMA	2	ALYNEZ CORREIA DE LIMA Qui, 18 Ago 2011, 22:29
opinião atual.	 ANDRÉ DO AMARAL OLIVEIRA JUNIOR	13	ANDRÉ DO AMARAL OLIVEIRA JUNIOR Qui, 18 Ago 2011, 22:27
Comentário	 CAMPESINA CORREIA	2	CAMPESINA CORREIA Qui, 18 Ago 2011, 22:24
Tratamentos didáticos específicos	 JOÃO CARLOS DE SA SANTOS	1	JOÃO CARLOS DE SA SANTOS Qui, 18 Ago 2011, 22:23
resposta 1	 FRANCISCA DA SILVA	2	FRANCISCA DA SILVA Qui, 18 Ago 2011, 22:21
Conceitos e temas na educação de física	 ANDRÉ DO AMARAL OLIVEIRA JUNIOR	8	ANDRÉ DO AMARAL OLIVEIRA JUNIOR Qui, 18 Ago 2011, 22:21
texto PCN-CNM&T	 ANDRÉ DO AMARAL OLIVEIRA JUNIOR	1	ANDRÉ DO AMARAL OLIVEIRA JUNIOR Qui, 18 Ago 2011, 22:19
atividade 2	 ANDRÉ DO AMARAL OLIVEIRA JUNIOR	1	ANDRÉ DO AMARAL OLIVEIRA JUNIOR Qui, 18 Ago 2011, 22:19
PCN-CNM&T-EM-FSC	 FRANCISCA DA SILVA	0	FRANCISCA DA SILVA Qui, 18 Ago 2011, 22:17

Figura 10 – Página inicial da segunda atividade desenvolvida no âmbito da Docência Orientada I

[Ver 9 tarefas enviadas](#)

RESPONDA AS QUESTÕES ABAIXO, REFERENCIANDO-SE EXCLUSIVAMENTE NOS TEXTOS SOBRE AS TEORIAS DA APRENDIZAGEM DE GAGNÉ, AUSUBEL E NOVAK, E NAS RESPECTIVAS REDES CONCEITUAIS.

1. Elabore um exemplar de hierarquia de aprendizagem em Física, segundo Gagné, para a conservação de energia mecânica.
2. Quais as tarefas fundamentais do Físico-Educador no processo de ensino-aprendizagem (significativa) de Física, segundo Ausubel?
3. Construa um mapa ou rede conceitual, segundo Novak, para o Ensino da 1ª Lei da Termodinâmica explicitando conceitos principais e secundários.

Disponível a partir de:	quinta, 1 setembro 2011, 21:30
Data de entrega:	quinta, 1 setembro 2011, 22:45

Figura 11 – Página inicial da quarta atividade desenvolvida no âmbito da Docência Orientada I

Analisando as resoluções, percebeu-se que 77,8% dos nove físicos-educadores em formação inicial que realizaram a atividade responderam conforme o esperado, citando como pré-requisitos distância, velocidade, aceleração, massa, força e constante elástica, e como conceitos a serem abordados trabalho, energia cinética, energia potencial e energia mecânica. Ainda, explicitaram que, após a abordagem dos conceitos, há a apresentação e interpretação física das equações para o cálculo da energia potencial e da energia cinética. Em seguida, realiza-se o cálculo das energias potencial e cinética do sistema, e por fim calcula-se a energia mecânica do mesmo.

→ No dia 22/09/2011, foi realizada a primeira avaliação obrigatória da disciplina, ilustrada na figura 12.

Ver 9 tarefas enviadas

1ª Avaliação Obrigatória

Nome:

Matrícula:

Data: 22/09/2011

1. Qual o fundamento da educação básica brasileira, em especial do ensino médio, para organizar o ensino-aprendizagem de Física por temas estruturadores do ensino?
2. Organize uma atividade de estudo de Física baseado no TEEF1, priorizando a utilização da hiperídia educacional disponível em http://www.walter-fendt.de/ph14br/collision_br.htm
3. Qual o fundamento teórico, em termos de teorias de ensino-aprendizagem de Física, da parametrização curricular nacional por temas estruturadores?
4. Por que a teoria do diálogo-problematizador de Freire fundamenta o "ensino de Física, baseado na compreensão fenomenológica dos fatos físicos pelos estudantes, que se obtém pela análise e discussão de objetos e situações reais" (Menezes, 1980)?
5. Explícite os conceitos principal(is) e secundário(s) de uma rede conceitual para o ensino-aprendizagem hipermediático de Física da Unidade 2.2: Tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores do TEEF 2: Calor, Ambiente e Formas e Usos de Energia, para identificar a participação do calor e os processos envolvidos no funcionamento de máquinas térmicas de uso doméstico ou para outros fins, tais como geladeiras, motores de carro etc., visando sua utilização adequada.

Disponível a partir de:	quinta, 22 setembro 2011, 21:00
Data de entrega:	quinta, 22 setembro 2011, 22:55

Figura 12 – Primeira avaliação obrigatória da disciplina de Didática I

A segunda questão consistia em organizar uma atividade de estudo de Física baseado no TEEF 1 – Movimentos: variações e conservações, priorizando a utilização da hiperídia educacional disponível em http://www.walter-fendt.de/ph14br/collision_br.htm. Além do fato de apenas 11,1% dos

nove físicos-educadores em formação inicial que responderam esta questão terem explicitado as ações, operações e o problema a ser resolvido, observou-se ainda que:

- o de número 3 citou os pré-requisitos (massa, velocidade, energia) e conceitos necessários (momento linear, centro de massa, conservação do momento, choque elástico e choque inelástico) para a realização da atividade de estudo;
- o de número 7 apresentou uma hierarquia de aprendizagem, e não uma atividade de estudo;
- o de número 9, ao se referir ao site no qual se encontrava a hipermissão, citou que “antes é claro, de se largar um site desses para os alunos, seria importante que eles já tivessem um breve conhecimento sobre colisões e depois permitir que eles pudessem observar isso no site”.

Ainda, na questão 5 da referida avaliação, era preciso explicitar os conceitos principal(is) e secundário(s) de uma rede conceitual para o ensino-aprendizagem hipermediático de Física da Unidade 2.2 – Tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores, do TEEF 2 – Calor, ambiente e usos de energia, para identificar a participação do calor e os processos envolvidos no funcionamento de máquinas térmicas de uso doméstico ou para outros fins, tais como geladeiras, motores de carro etc., visando sua utilização adequada. Nesta questão, pelo fato de as respostas obtidas serem muito diversificadas, elas foram organizadas em um quadro, contido no anexo 5.

Analisando este quadro, notamos que apenas 14,3% dos físicos-educadores em formação inicial que responderam a questão apresentaram como conceito principal o princípio de conservação da energia (mais amplo), e como secundários conceitos menos amplos. Aqui, cabe lembrar que 77,8% deles resolveram a referida questão da quarta atividade conforme o esperado, o que mostra um bom desempenho deles, pelo fato de ela ser hierárquica e explicitar a ideia da linearidade, partindo de conceitos menos abrangentes (pré-requisitos) para ir aos mais amplos.

De acordo com os resultados obtidos na análise das seis atividades realizadas, foi possível notar, em algumas resoluções dos físicos-educadores em formação inicial, aspectos relacionados à linearidade de aprendizagem, o que se constitui em um dos fatores responsáveis pelo baixo desenvolvimento da flexibilidade cognitiva (SPIRO e JEHNG, 1990), pelos motivos explicitados anteriormente.

Neste contexto, dando sequência ao momento de reflexão da investigação-ação, nos questionamos se este baixo desenvolvimento da flexibilidade cognitiva estava relacionado aos recursos educacionais presentes nas aulas de Física no ensino médio e nas disciplinas de Física Básica (Físicas I, II, III e IV) na graduação, frequentadas por eles. Para investigar esta inquietação, desenvolvemos um questionário (Anexo 1), organizado na ferramenta “questionário” do Moodle, conforme ilustra a figura 13.

<p>Questão 1 Incompleto Vale 1 ponto(s). ✎ Editar questão</p>	<p>Cite, por ordem decrescente, os três recursos educacionais mais presentes nas aulas.</p> <p>Resposta: <input type="text"/></p> <p><input type="button" value="Verificar"/></p>
<p>Questão 2 Incompleto Vale 1 ponto(s). ✎ Editar questão</p>	<p>Qual dos três escopos de competências e habilidades (representação e comunicação, investigação e compreensão, contextualização sócio-cultural) você considera que foi mais desenvolvido?</p> <p>Resposta: <input type="text"/></p> <p><input type="button" value="Verificar"/></p>
<p>Questão 3 Incompleto Vale 1 ponto(s). ✎ Editar questão</p>	<p>A abordagem educacional utilizada enfatizava os temas estruturadores do ensino ou a lista de conteúdos mínimos?</p> <p>Resposta: <input type="text"/></p> <p><input type="button" value="Verificar"/></p>
<p>Questão 4 Incompleto Vale 1 ponto(s). ✎ Editar questão</p>	<p>Trabalhou-se com ênfase na perspectiva de partir da resolução de problemas para ir aos conhecimentos físicos, ou de primeiramente abordar os conceitos físicos necessários, para então resolver os problemas?</p> <p>Resposta: <input type="text"/></p> <p><input type="button" value="Verificar"/></p>

Figura 13 – Parte do questionário implementado no âmbito da Docência Orientada I

Dos nove físicos-educadores em formação inicial que realizaram a atividade sobre o equipamento de pilates e o de musculação – a qual gerou esta indagação –, um deles não respondeu ao questionário e dois deles passaram a não frequentar mais as aulas da disciplina, de modo que foram seis os que acessaram o ambiente virtual e responderam ao questionário. As respostas obtidas encontram-se sintetizadas em um quadro contido no anexo 2.

Na primeira questão, os recursos educacionais presentes nas aulas de Física no ensino médio, segundo os físicos-educadores em formação inicial, já foram explicitados no capítulo dois. Considerando as disciplinas de Física Básica na graduação, o gráfico da figura 14 apresenta os recursos educacionais citados por eles como sendo os que estiveram mais presentes neste âmbito. Cabe lembrar que os números do gráfico representam a porcentagem deles que explicitou cada um dos recursos.

Analisando o gráfico da figura 14 juntamente com o quadro do anexo 2, nota-se uma variedade maior de recursos educacionais presentes nas disciplinas de Física Básica da graduação, em relação ao ensino médio de Física. Mesmo assim, os mais citados pelos físicos-educadores em formação inicial novamente foram o quadro-negro e o livro didático/polígrafo: aquele é citado por 100% deles, sendo que 83,3% o apontam como principal recurso e 16,7% como sendo o segundo recurso mais utilizado; já

este é citado por 66,7% deles, sendo que 25% o apontam como principal recurso e 75% como o segundo recurso educacional mais presente nas disciplinas de Física Básica na graduação.

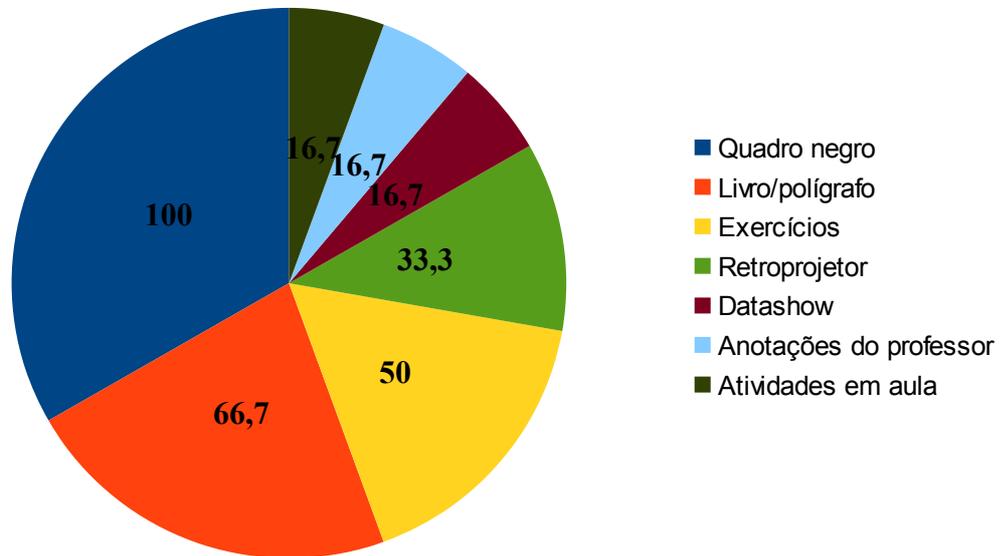


Figura 14 – Recursos educacionais presentes nas disciplinas de Física Básica na graduação

De acordo com os resultados obtidos na primeira questão do questionário, os principais recursos educacionais presentes nas aulas de Física – tanto no âmbito do ensino médio quanto das disciplinas de Física Básica da graduação – foram o quadro-negro e o livro didático/polígrafo. Assim, foi possível associar a linearidade de aprendizagem – observada nas resoluções dos físicos-educadores em formação inicial às atividades – à predominância dos referidos recursos educacionais, que acarretaram no baixo desenvolvimento da flexibilidade cognitiva.

Isto porque, ao se constituírem em mídias lineares, eles não possibilitam as diversas ligações entre conhecimentos e as múltiplas representações dos mesmos (por exemplo, por meio de gráficos, áudios, vídeos, entre outros), necessários para o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva (SPIRO e JEHNIG, 1990).

A análise dos resultados obtidos na questão 5 (Anexo 1) reforça esta ideia. Na ocasião, solicitamos que os físicos-educadores em formação inicial explicitassem uma característica contida na teoria de ensino-aprendizagem de Spiro (1990), que os mesmos consideravam que esteve presente nas aulas, tanto no âmbito do ensino médio de Física quanto das disciplinas de Física Básica na graduação.

Analisando o gráfico da figura 15, foi possível notar, em relação ao ensino médio de Física, que apenas 17% deles citaram a flexibilidade cognitiva como característica desenvolvida nas aulas,

enquanto que 83% deles não identificaram nenhuma característica contida na teoria de Spiro (1990). Já em relação às disciplinas de Física Básica na graduação, 33,3% deles citaram a flexibilidade cognitiva, enquanto que 67% deles não identificaram nenhuma característica da referida teoria, que, conforme explicitado anteriormente, está associada diretamente à hipermissão educacional.

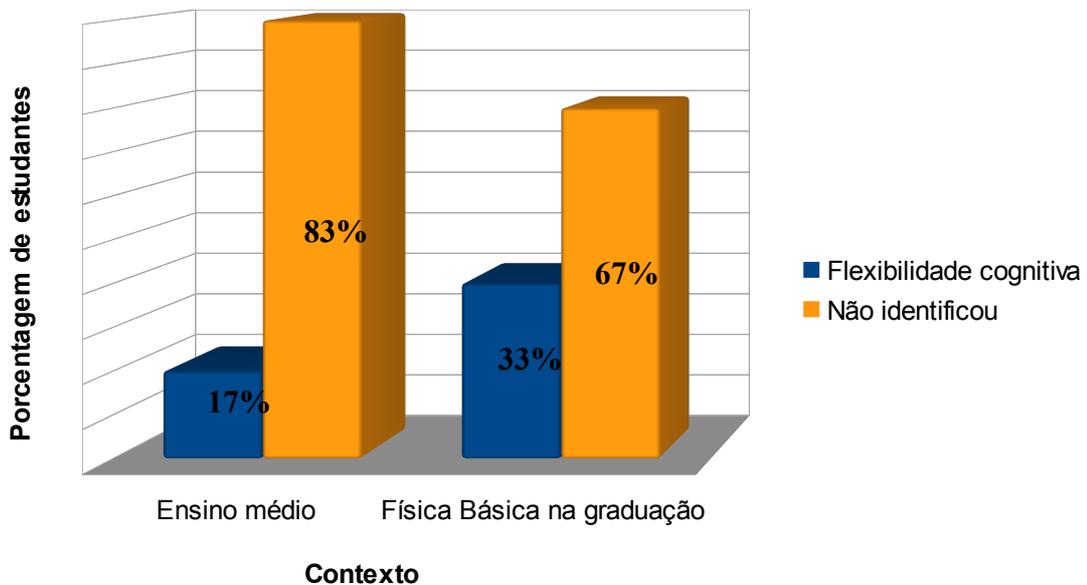


Figura 15 – Características da teoria de Spiro (1990) identificadas pelos físicos-educadores em formação inicial

6.2 Segundo ciclo da investigação-ação: Docência Orientada II

A investigação-ação teve continuidade no primeiro semestre letivo de 2012, no âmbito da Docência Orientada II, realizada na disciplina de Didática II da Física. Assim como a Didática I, a Didática II também possui 60 h, de modo que a carga horária da Docência Orientada II foi de 18 h.

A disciplina de Didática II da Física compõe o bloco curricular obrigatório do Curso de Física – Licenciatura Plena Noturno da UFSM, e faz parte do sexto semestre do curso. No referido semestre, os físicos-educadores em formação inicial estavam cursando ainda as disciplinas de Métodos Numéricos e Computacionais, Instrumentação para o Ensino de Física C, Mecânica Clássica I e Termodinâmica.

Neste ciclo da investigação-ação, os sujeitos foram os físicos-educadores em formação inicial matriculados na disciplina de Didática II da Física, ofertada no turno noturno, no primeiro semestre letivo de 2012. Dos nove que realizaram a atividade sobre o equipamento de pilates e o de musculação, desenvolvida na primeira aula de Didática I da Física, dois deles (denominados pelos números 1 e 8) passaram a não mais frequentar as aulas daquela disciplina.

Em relação aos outros sete, apenas um deles (denominado pelo número 5) não se matriculou em Didática II. Ainda, houve um (denominado pelo número 10) que se matriculou em Didática II e não estava matriculado em Didática I. Assim, foram sete (denominados pelos números 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10) os sujeitos do segundo ciclo da investigação-ação.

Ao longo da realização das atividades da Docência Orientada II, novamente buscamos proporcionar o desenvolvimento das competências, habilidades e vivências (contidas nas Diretrizes Curriculares), contribuindo para as práticas escolares dos físicos-educadores em formação inicial, inclusive no âmbito do ESEF.

O curso de Física – Licenciatura Plena Noturno da UFSM é composto por quatro ESEF, sendo que cada um deles apresenta um objetivo em particular, explicitando o que se espera ao término do mesmo, conforme explicitado no quadro 1.

Quadro 1 – Objetivos previstos para cada um dos ESEF

ESEF	Objetivos
I	Ter uma visão clara e completa de todos os mecanismos de funcionamento da escola.
II	Realizar o planejamento de um conjunto de aulas a serem executadas frente a alunos da escola média.
III	Repensar seus próprios planejamentos baseando-se na observação e discussão da prática do professor regente de classe.
IV	Ser capaz de executar frente a alunos do ensino médio um conjunto de aulas previamente planejadas e supervisionadas pelo seu professor-orientador e pelo professor regente de classe.

A partir do sétimo semestre do curso (segundo semestre letivo de 2012), os físicos-educadores em formação inicial estariam inseridos no âmbito dos ESEF. Analisando o quadro acima, procuramos, através das atividades desenvolvidas na Docência Orientada II, auxiliar as práticas escolares dos mesmos, principalmente nos ESEF II, III e IV. Ainda, no âmbito da Docência Orientada II, procuramos contribuir para alcançar alguns dos objetivos da disciplina de Didática II, dentre eles: selecionar e organizar conteúdos didáticos e elaborar planos para o ensino médio de Física; e avaliar e utilizar as novas tecnologias no ensino médio.

Abaixo, explicitamos o desenvolvimento de cada um dos momentos que constituíram o segundo ciclo da investigação-ação.

6.2.1 Planejamento II

Ao longo da realização das atividades da Docência Orientada II, trabalhamos a unidade temática 5 do programa da disciplina de Didática II da Física (Anexo 8). Esta unidade temática abordava as propostas alternativas e as novas tecnologias aplicadas ao ensino de Física em nível médio. Para isto, planejamos um total de doze aulas (com uma hora cada) e três atividades. A figura 16 ilustra o planejamento da referida unidade temática.

5 UNIDADE 5 – PROPOSTAS ALTERNATIVAS E NOVAS TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO DE FÍSICA EM NÍVEL MÉDIO

5.1 – Análise crítica das principais propostas para o ensino da física na atualidade.
 5.2 – Adequação das propostas analisadas para aplicação em sala de aula.
 5.3 – Uso de informática e novas tecnologias como ferramentas de ensino.

[Avaliação da integração de plataformas e-learning no ensino secundário](#)
[Programação14](#)
[GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física](#)
[Tarefa 7](#)
[Programação15](#)
[wikiTEEF](#)
[Notas wikiTEEF](#)
[Inep-Enem](#)
[Programação16](#)
[Apresentação Muryel artigo Moodle no EM](#)
[Phet](#)
[Applets Java de Física](#)
[Portal do Professor do MEC](#)
[Banco Internacional de Objetos Educacionais](#)
[Tópicos de Ciência e Tecnologia Contemporâneas](#)
[Projeto Física Vivencial](#)
[Pion - SBF](#)
[Física e o cotidiano](#)
[Tarefa12](#)
[Exemplar de AE de Física](#)
AVALIAÇÃO OBRIGATÓRIA
[Nota Final](#)
[Tabela atividades+avaliacoes](#)
AVALIAÇÃO DE RECUPERAÇÃO

Figura 16 – Planejamento de recursos e atividades para abordagem da Unidade 5 de Didática II

Em relação ao planejamento das aulas e atividades referentes à unidade 5, buscamos abranger nos mesmos:

- uma análise crítica de uma das principais propostas de livro didático para o ensino da Física na atualidade, que é o Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), tendo como referência a parametrização curricular nacional para a Física;
- a adequação do GREF para a aplicação em sala de aula, considerando o Enem e a contextualização

hipermidiática dos recursos educacionais de Física dos portais oficiais na Internet;

– a utilização das tecnologias educacionais em rede como ferramentas de ensino-aprendizagem de Física em ambientes, recursos e atividades.

6.2.2 Ação II e Observação II

No âmbito da Docência Orientada II, a ação consistiu na implementação do planejamento; ou seja, na implementação das doze aulas e das três atividades da disciplina, juntamente com os físicos-educadores em formação inicial. Já o momento de observação consistiu – assim como na Docência Orientada I – no acompanhamento e registro dos efeitos da ação, ao longo da implementação das aulas e atividades.

Descrevemos mais detalhadamente a segunda e a terceira atividades, que estiveram especificamente direcionadas ao alcance dos objetivos (geral e específicos) da pesquisa, descritos no capítulo um desta dissertação.

A segunda atividade (Figura 17), implementada em 15/06/2012 e realizada na ferramenta *wiki* do Moodle, consistia em extrair do Enem ou dos recursos educacionais hipermediáticos de Física uma situação-problema ou problema de Física, classificando-o segundo os TEEF – contidos nos PCN+ da Física (BRASIL, 2002b) – e as três séries do ensino médio.

A meta da tarefa 11 (wiki) é **produzir colaborativamente problematizações em torno de situações-problema**, para o Ensino-Aprendizagem de Física, segundo orientação matricial "Temas Estruturadores do Ensino de Física" versus "Semestres das Séries do Ensino Médio".

Vale lembrar que os TEEF, segundo os PCN+ são: **1 - Movimentos: variações e conservações; 2 - Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia; 3 - Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações; 4 - Som, Imagem e Informação; 5 - Matéria e Radiação e 6 - Universo, Terra e Vida.**

Na escolaridade básica brasileira o Ensino Médio é dividido em três séries (1^a, 2^a e 3^a), que dividiremos em seis semestres letivos.

Extraia do ENEM ou dos recursos educacionais hipermediáticos de Física contemporâneos dos portais oficiais na internet uma situação-problema ou problema de Física e classifique-o segundo os TEEF e séries do EM.

P.S.: atribua nota de 0 a 10 ao problema escolhido por um colega.

Figura 17 – Página inicial da segunda atividade desenvolvida no âmbito da Docência Orientada II

Durante a realização da atividade, inicialmente, os físicos-educadores em formação inicial acessaram a página do Portal do INEP (<http://portal.inep.gov.br/web/enem/edicoes-anteriores>) que contém as provas e gabaritos das edições anteriores do Enem, desde o ano de 1998 até 2011. Em seguida, eles analisaram algumas destas provas, e extraíram um problema das mesmas.

Abaixo da descrição da atividade, havíamos organizado a página inicial do *wiki* com os nomes de cada um deles. Então, o próximo passo consistiu em estes acessarem a página do *wiki* correspondente ao seu nome, e gravarem na mesma o problema selecionado, explicitando o ano de realização da prova do Enem, a cor da prova, e o número da questão.

Por fim, eles classificaram o problema de Física escolhido segundo os seis TEEF – contidos nos PCN+ da Física (BRASIL, 2002b) –, e explicitaram em que série e semestre do ensino médio o problema poderia ser trabalhado.

A figura 18 e a figura 19 ilustram, respectivamente, as resoluções dos físicos-educadores em formação inicial 3 e 6.

Questão 48 (problema de física) enem ano 2010, prova azul.

disponível em:

<http://portal.inep.gov.br/web/enem/edicoes-anteriores>

classificação:

Tema Estruturador 3: Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações

Série do Ensino Médio: 3º Ano

Figura 18 – Resolução do físico-educador em formação inicial 3 para a segunda atividade da Docência Orientada II

ENEM 2010 Prova Azul (1)

Disponível em <http://portal.inep.gov.br/web/enem/edicoes-anteriores>

Questão 78

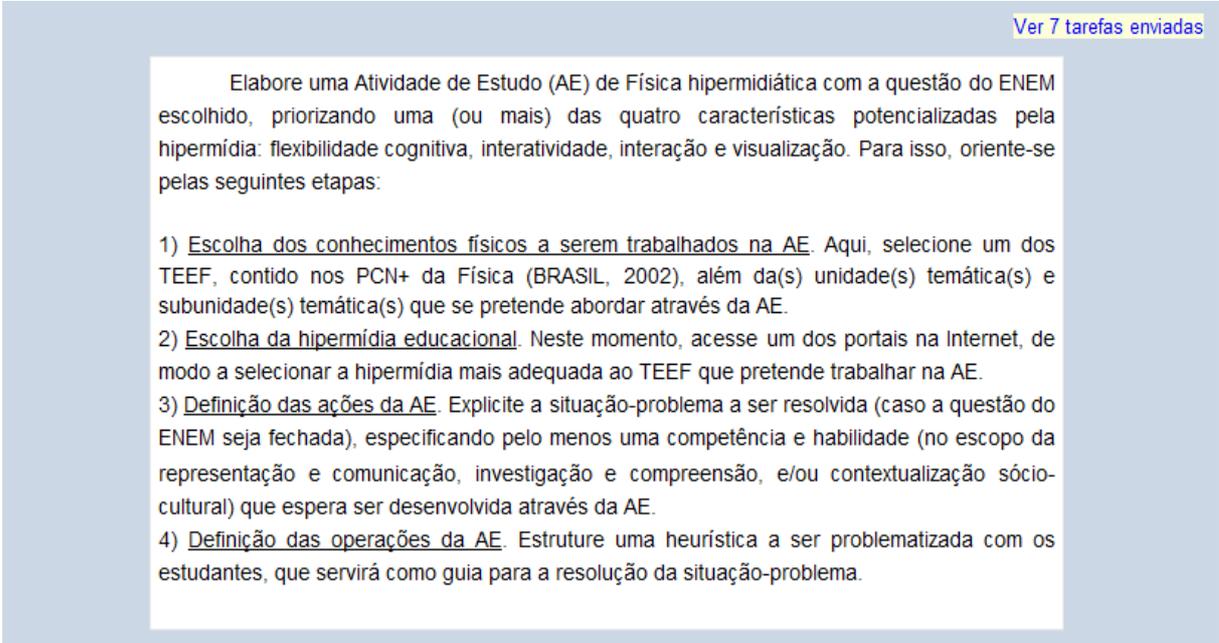
Tema Estruturador: 3 Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações

Série: 3ª

Semestre: 1º

Figura 19 – Resolução do físico-educador em formação inicial 6 para a segunda atividade da Docência Orientada II

Em relação à terceira atividade desenvolvida no âmbito da Docência Orientada II (Figura 22), esta foi implementada em 19/06/2012. A figura 20 ilustra a página inicial da atividade, na qual utilizamos a ferramenta tarefa do Moodle.



[Ver 7 tarefas enviadas](#)

Elabore uma Atividade de Estudo (AE) de Física hipermediática com a questão do ENEM escolhido, priorizando uma (ou mais) das quatro características potencializadas pela hipermissão: flexibilidade cognitiva, interatividade, interação e visualização. Para isso, oriente-se pelas seguintes etapas:

- 1) Escolha dos conhecimentos físicos a serem trabalhados na AE. Aqui, selecione um dos TEEF, contido nos PCN+ da Física (BRASIL, 2002), além da(s) unidade(s) temática(s) e subunidade(s) temática(s) que se pretende abordar através da AE.
- 2) Escolha da hipermissão educacional. Neste momento, acesse um dos portais na Internet, de modo a selecionar a hipermissão mais adequada ao TEEF que pretende trabalhar na AE.
- 3) Definição das ações da AE. Explícite a situação-problema a ser resolvida (caso a questão do ENEM seja fechada), especificando pelo menos uma competência e habilidade (no escopo da representação e comunicação, investigação e compreensão, e/ou contextualização sócio-cultural) que espera ser desenvolvida através da AE.
- 4) Definição das operações da AE. Estructure uma heurística a ser problematizada com os estudantes, que servirá como guia para a resolução da situação-problema.

Figura 20 – Página inicial da terceira atividade desenvolvida no âmbito da Docência Orientada II

Considerando os resultados obtidos no momento de reflexão do primeiro ciclo da investigação-ação (reflexão I), a ideia foi propor aos físicos-educadores em formação inicial a elaboração de uma atividade de estudo (AE) de Física mediada por hipermissão educacional.

Estas AE deveriam ser elaboradas com a questão do Enem escolhida na segunda atividade desenvolvida no âmbito da Docência Orientada II. Ainda, era preciso que as AE priorizassem uma (ou mais) das quatro características potencializadas pela hipermissão: flexibilidade cognitiva, interatividade, interação e visualização.

Aqui, cabe destacar que, conforme abordado na seção anterior, ao longo das dezoito aulas desenvolvidas no âmbito da Docência Orientada I, os físicos-educadores em formação inicial haviam tido a oportunidade de estudar as referidas características da hipermissão, além das demais temáticas necessárias para a elaboração da AE.

Além disso, pelo fato deles já terem realizado as disciplinas do curso de Física que abrangem os conhecimentos físicos geralmente trabalhados no ensino médio, as AE poderiam versar sobre qualquer um dos seis TEEF da escolaridade básica (BRASIL, 2002b).

Para a elaboração da AE de Física hipermediáticas, orientamos os físicos-educadores em formação inicial a seguirem quatro etapas:

→ A primeira etapa consistiu na escolha dos conhecimentos físicos a serem trabalhados na AE. Nesta etapa, eles inicialmente acessaram o documento dos PCN+ da Física (BRASIL, 2002b), de modo a selecionar um dos TEEF contidos no mesmo (abordados no capítulo quatro). Além disso, foram selecionadas a(s) unidade(s) temática(s) e subunidade(s) temática(s) que eles pretendiam abordar através da AE.

→ A segunda etapa consistiu na escolha da hiperídia educacional. Neste momento, eles acessaram os portais na Internet, de modo a selecionar uma hiperídia que fosse mais adequada ao TEEF que eles pretendiam trabalhar na AE.

Em relação aos portais descritos nos capítulos dois e quatro da dissertação, priorizamos os seguintes: Portal do Professor (<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>); Banco Internacional de Objetos Educacionais (<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>); Portal *Applets* Java de Física (<http://www.walter-fendt.de/ph14br>); Portal *Physics Education Tecnology* (PhET) (http://phet.colorado.edu/pt_BR/); Portal Tópicos de Ciência e Tecnologia Contemporâneas (<http://www.ced.ufsc.br/men5185/>); e Portal Física Vivencial (<http://www.fisicavivencial.pro.br/>).

→ A terceira etapa consistiu na definição das ações da AE, que, conforme abordamos no capítulo três, estão relacionadas às finalidades da AE. Nesta etapa, eles explicitaram uma situação-problema a ser resolvida, caso a questão do Enem que eles haviam escolhido – na segunda atividade desenvolvida no âmbito da Docência Orientada II – fosse fechada. Além disso, especificaram pelo menos uma competência e habilidade⁹ (no escopo da representação e comunicação, investigação e compreensão, e/ou contextualização sócio-cultural) que esperavam desenvolver através da AE.

→ A quarta e última etapa consistiu na definição das operações da AE. De modo a desenvolver as ações pretendidas, e considerando os conceitos, princípios, leis e teorias da Física que se pretendia abordar na AE, eles estruturaram uma heurística, que consiste num passo a passo a ser problematizado com os estudantes, servindo como guia para a interatividade com a hiperídia e para a resolução da situação-problema.

De modo a auxiliar os físicos-educadores em formação inicial durante a elaboração das AE, disponibilizamos no Moodle um exemplar de AE de Física hipermediática (anexo 6), que havíamos elaborado especificamente com esta finalidade.

As AE de Física hipermediáticas foram elaboradas individualmente por eles. Ao longo da realização da atividade, o momento de observação da investigação-ação se deu através do acompanhamento da mesma, auxiliando individualmente aqueles que apresentassem dificuldades na

9 Contida nos PCN (BRASIL, 1999) e PCN+ (BRASIL, 2002b) da área das CNMT.

resolução, e registrando as constatações mais importantes. Ao final, cada um deles enviou sua AE ao Moodle, através da ferramenta tarefa.

6.2.3 Reflexão II

No âmbito da Docência Orientada II, o momento de reflexão da investigação-ação consistiu na avaliação das AE de Física hipermediáticas, elaboradas pelos físicos-educadores em formação inicial, com propósito de analisar os principais avanços e obstáculos dos mesmos durante a elaboração destas AE.

Inicialmente, descrevemos abaixo as AE elaboradas por cada um deles:

→ A AE de Física hipermediática elaborada pelo **físico-educador em formação inicial 2** versou sobre o TEEF 3: Som, Imagem e Informação, especificamente na unidade temática 3.4, que aborda a transmissão de sons e imagem. Ainda, a subunidade temática escolhida foi a 3.4.1, que trata dos processos físicos envolvidos nos sistemas de transmissão de informação, sob forma de sons e imagens, para explicar e monitorar a utilização de transmissões por antenas, satélites, cabos ou através de fibras ópticas.

Uma das ações pretendidas através da AE era resolver a seguinte situação-problema: “como o menino ouve a conversa dos colegas através do muro?”, associada ao fenômeno físico denominado difração. Outra ação consistia em desenvolver habilidades e competências no escopo da investigação e compreensão (BRASIL, 2002b), mais especificamente: compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos; e conhecer modelos físicos microscópicos para adquirir uma compreensão mais profunda dos fenômenos e utilizá-los na análise de situações-problema.

Para isto, foi escolhida uma hipermedia disponível no Portal Física Vivencial, especificamente no endereço <http://www.fisicavivencial.pro.br/sites/default/files/sf/121SF/index.htm>, cuja interface gráfica é ilustrada na figura 21.

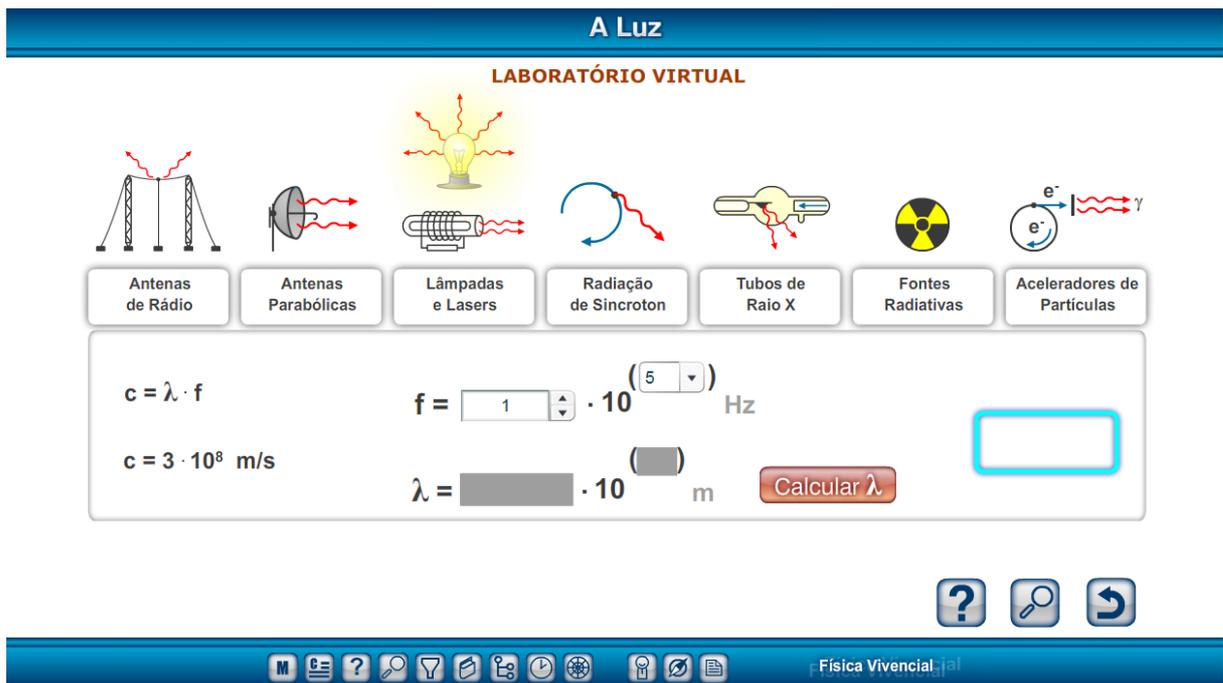


Figura 21 – Interface gráfica da hipermissão escolhida pelo físico-educador em formação inicial 2

Nesta hipermissão, tem-se a possibilidade de atribuir valores para a frequência da onda, variando da ordem de 10^5 até 10^{30} Hz. Clicando no botão “Calcular”, é mostrado o valor do comprimento de onda correspondente. Ainda, clicando e arrastando o retângulo azul até um dos esquemas que representam fontes de radiação ou objetos detectáveis, o retângulo “grudará” se houver correspondência em relação à faixa de radiação; caso contrário, ele volta ao painel.

→ A AE de Física hipermissiática elaborada pelo **físico-educador em formação inicial 3** versou sobre o TEEF 4: Equipamentos Elétricos e Telecomunicações. Aqui, as unidades e subunidades temáticas não foram explicitadas.

Uma das ações pretendidas através desta AE era resolver a seguinte situação-problema: “Para que servem os fusíveis nos automóveis”. Além desta, outra ação consistia em desenvolver habilidades e competências (BRASIL, 2002b), mais especificamente: reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da Física, por exemplo, nas informações em embalagens de produtos.

Pensando nos conhecimentos físicos a serem abordados e nas ações a serem desenvolvidas, a hipermissão educacional escolhida foi uma disponível no Portal *Physics Education Technology* (PhET), especificamente no endereço <http://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-dc>, cuja interface gráfica é ilustrada na figura 22.

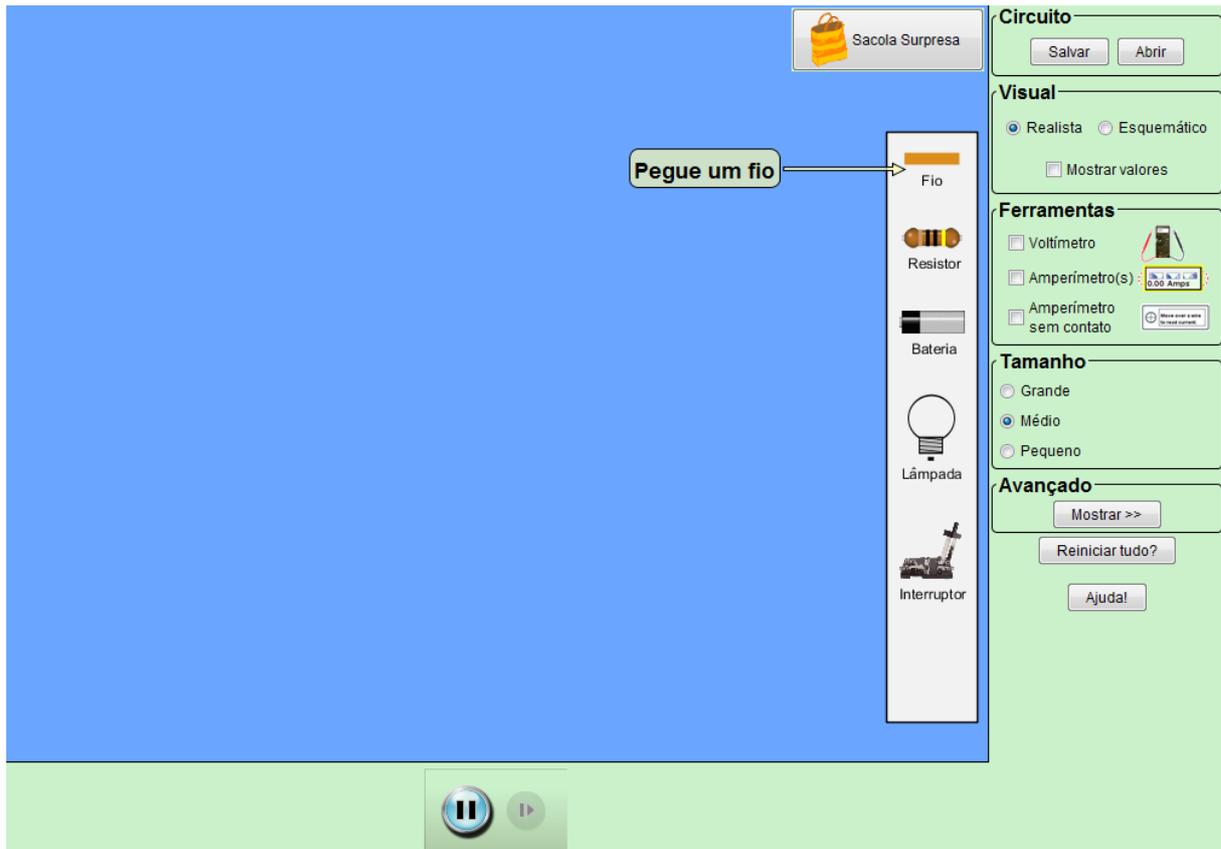


Figura 22 – Interface gráfica da hipermissão escolhida pelo físico-educador em formação inicial 3

Esta hipermissão possibilita a construção de circuitos de corrente elétrica contínua, utilizando, por exemplo, fio, resistor, bateria, lâmpada e interruptor. É possível alterar o valor da tensão da bateria, e da resistência do resistor e da lâmpada. Além disso, pode-se realizar medidas de tensão, ligando o voltímetro em paralelo ao circuito; e corrente, ligando o amperímetro em série com o circuito.

Especificamente para esta AE, a ideia era proporcionar a compreensão do conceito de corrente elétrica, sabendo como ela é calculada e quais os dispositivos de segurança utilizados para a ocasião em que a corrente ultrapassa o valor desejado. Para isto, o procedimento proposto foi montar um circuito com uma lâmpada, uma pilha e um amperímetro, e aumentar o número de lâmpadas, verificando o que ocorre com a corrente elétrica. Após, a sugestão era acrescentar no circuito o interruptor, comparando a função deste com a do fusível.

→ A AE de Física hipermissiática elaborada pelo **físico-educador em formação inicial 4** versou sobre o TEEF 1: Movimentos: variações e conservações, especificamente na unidade temática 1.4, que trata dos equilíbrios e desequilíbrios. Já a subunidade temática escolhida foi a 1.4.2, que aborda as condições necessárias para a manutenção do equilíbrio de objetos, incluindo situações no ar ou na água.

Em termos de ações pretendidas na AE, uma delas consistia na resolução da seguinte situação-problema: “Temos um barco cargueiro ou navio, composto somente por metal; ou seja, pesa toneladas. Será que a água tem alguma influência sobre este para que ele não afunde e se mantenha em equilíbrio? Que propriedade é esta?” Outra ação pretendida consistia em desenvolver a competência de conhecer modelos físicos microscópicos para adquirir uma compreensão mais profunda dos fenômenos e utilizá-los na análise de situações-problema (BRASIL, 2002b).

Neste sentido, foi escolhida uma hipermissão disponível no Portal do Professor, especificamente no endereço <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=1419>, cuja interface gráfica é ilustrada na figura 23.

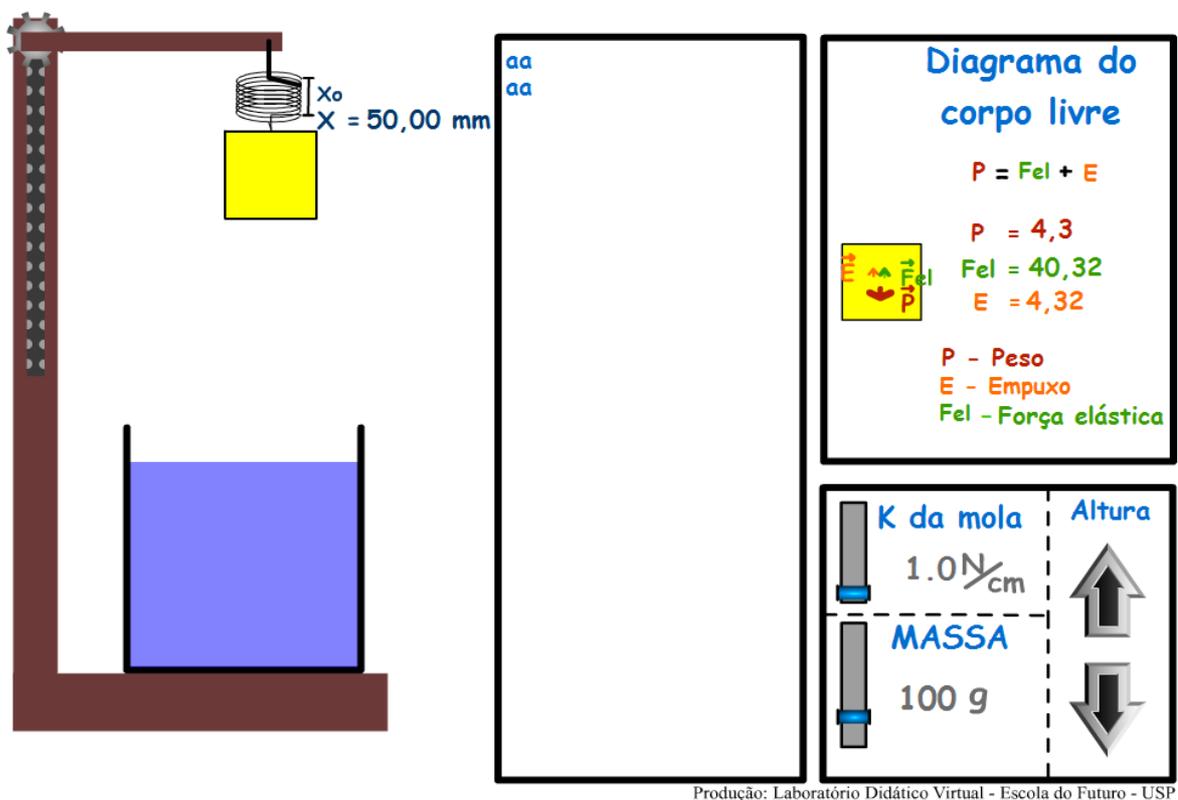


Figura 23 – Interface gráfica da hipermissão escolhida pelo físico-educador em formação inicial 4

Nesta hipermissão, tem-se a possibilidade de variar a constante elástica da mola, além do valor da massa do bloco que está preso à mola. Alterando a altura do sistema massa-mola, é possível submergir o bloco na água, verificando uma diminuição na elongação da mola, devido ao empuxo da água. Assim, pode-se utilizar esta constatação para analisar e resolver a situação-problema proposta.

→ A AE de Física hipermediática elaborada pelo **físico-educador em formação inicial 6** versou sobre o TEEF 4: Equipamentos Elétricos e Telecomunicações, especificamente na unidade temática 4.4, que aborda os emissores e receptores. A subunidade temática escolhida foi a 4.4.2, que trabalha o princípio

físico de funcionamento de circuitos oscilantes e o papel das antenas, para explicar a modulação, emissão e recepção de ondas portadoras, como no radar, rádio, televisão ou telefonia celular.

As ações da AE não foram explicitadas. Já a hipermídia escolhida por ele para abordar os conhecimentos físicos citados acima está disponível no Portal PhET, especificamente no endereço <http://phet.colorado.edu/en/simulation/radio-waves>. A interface gráfica da hipermídia é ilustrada na figura 24.

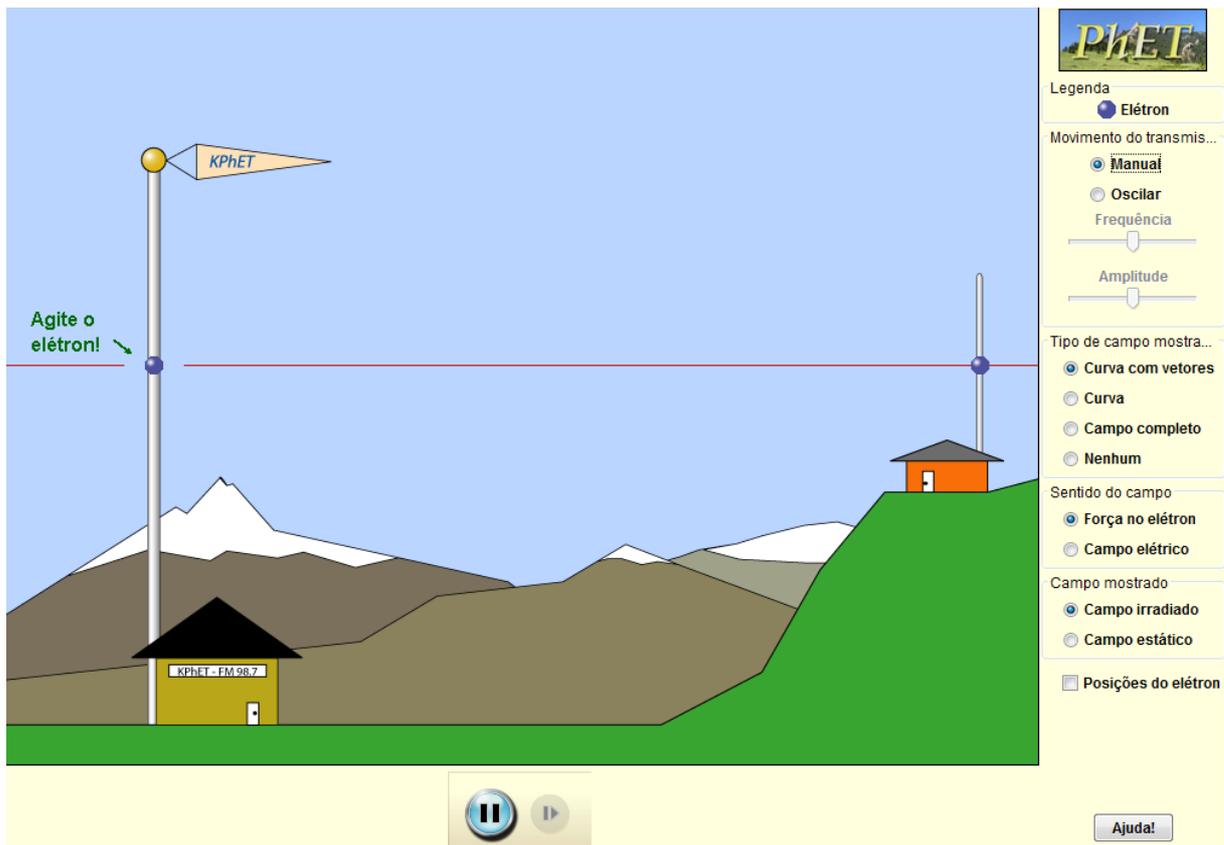


Figura 24 – Interface gráfica da hipermídia escolhida pelo físico-educador em formação inicial 6

Na hipermídia, é possível mover o elétron com o mouse, ou clicar em “oscilar” no painel à direita, de modo à produzir uma sinal eletromagnético com determinada frequência e amplitude. Aumentando a frequência e mantendo constante a amplitude de oscilação dos elétrons, por exemplo, pode-se observar um aumento da aceleração dos elétrons na antena transmissora, o que afeta a força do sinal eletromagnético transmitido.

A partir desta hipermídia, pose-de abordar como é o sinal eletromagnético produzido pelo transmissor de ondas de rádio, qual das orientações da antena do receptor capta o sinal eletromagnético, os princípios físicos envolvidos na descrição de como a antena trabalha para detectar o sinal eletromagnético, entre outros.

→ A AE de Física hipermediática elaborada pelo **físico-educador em formação inicial 7** versou sobre o TEEF 5: Matéria e radiação, especificamente na unidade temática 5.2, que aborda as radiações e suas interações. As subunidades temáticas escolhidas foram: 5.2.1 identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios γ) e sua utilização através das tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de microonda, tomografia etc.); 5.2.2 compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão e transmissão de luz, telas de monitores, radiografias.

Uma das ações pretendidas na AE era resolver a seguinte situação-problema: “Como funcionam os aparelhos de raios-X?”. Além desta, outra ação consistia em desenvolver uma competência no escopo da investigação e compreensão (BRASIL, 2002b), mais especificamente, a de compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos; descobrir o “como funciona” de aparelhos.

Para isto, foi escolhida uma hipermissão disponível no Portal PHET, especificamente no endereço http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric, cuja interface gráfica é ilustrada na figura 25.

Nesta hipermissão, tem-se a possibilidade de abordar as características principais do efeito fotoelétrico, entre elas: a energia cinética dos elétrons arrancados não depende da intensidade da radiação; quanto maior a intensidade da radiação incidente, maior será o número de elétrons arrancados, e conseqüentemente maior será a corrente elétrica (e vice-versa); para uma dada intensidade da radiação incidente, existe uma corrente elétrica constante quando a tensão entre as placas é positiva. Se a tensão for negativa, também existe corrente elétrica, porém até certo valor negativo da tensão, chamado potencial de corte; quanto maior a frequência da radiação incidente, maior a energia cinética dos elétrons arrancados, e maior a corrente elétrica (e vice-versa); o efeito fotoelétrico não é observado se a frequência da radiação incidente for menor que certa frequência de corte.

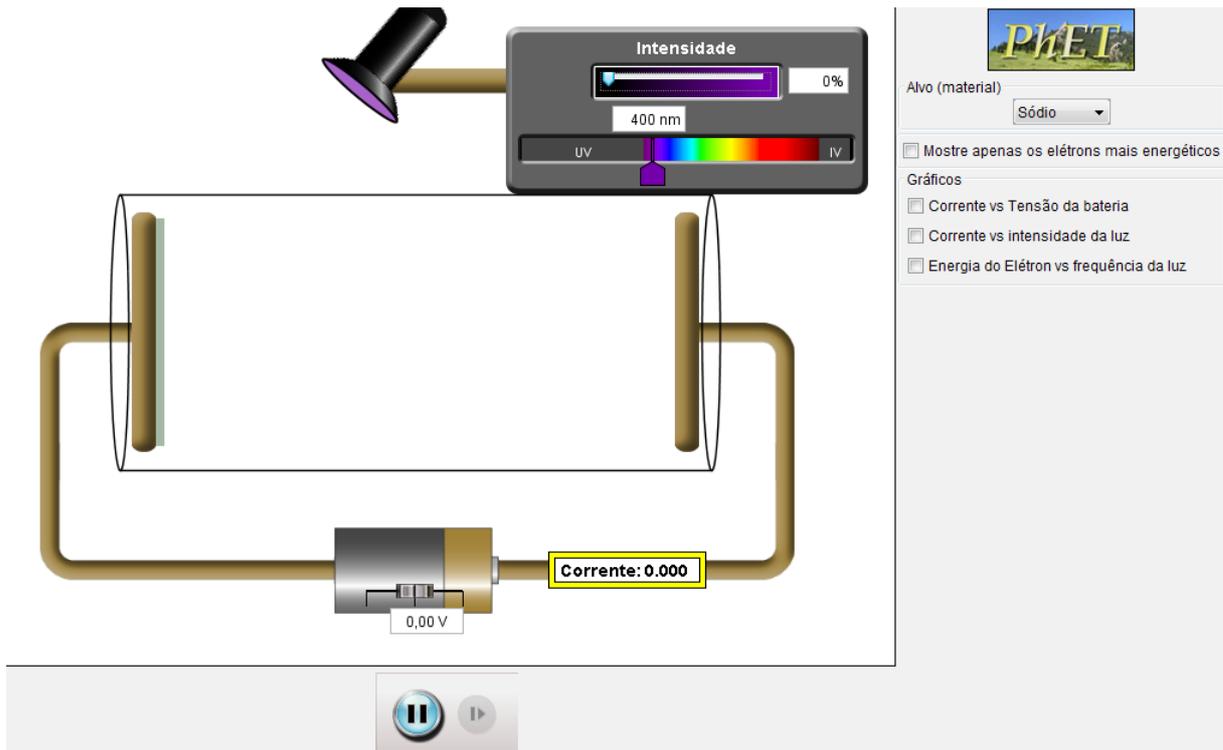


Figura 25 – Interface gráfica da hipermissão escolhida pelo físico-educador em formação inicial 7

→ A AE de Física hipermediática elaborada pelo **físico-educador em formação inicial 9** versou sobre o TEEF 4: Equipamentos Elétricos e Telecomunicações. Aqui, a(s) unidade(s) e subunidade (s) temática(s) não foram explicitadas.

A ação pretendida pela AE consistia em resolver o seguinte problema: “porque o elétron altera o seu movimento quanto alteramos a amplitude das ondas?”. Para isto, foi selecionada a mesma hipermissão que a escolhida pelo físico-educador em formação inicial 6 (Figura 24), descrita anteriormente.

→ A AE de Física hipermediática elaborada pelo **físico-educador em formação inicial 10** versou sobre o TEEF 4: Equipamentos elétricos e telecomunicações, especificamente a unidade temática 4.1, que aborda os aparelhos elétricos. Em relação às subunidades temáticas escolhidas, estas foram: 4.1.1 em aparelhos e dispositivos elétricos residenciais, identificar seus diferentes usos e o significado das informações fornecidas pelos fabricantes sobre suas características (voltagem, frequência, potência etc.); 4.1.2 relacionar essas informações a propriedades e modelos físicos, visando explicar seu funcionamento e dimensionar circuitos simples para sua utilização; 4.1.3 compreender o significado das redes de 110V e 220V, calibre de fios, disjuntores e fios terra, para analisar o funcionamento de instalações elétricas domiciliares e utilizar manuais de instrução de aparelhos elétricos, para conhecer procedimentos adequados a sua instalação, utilização segura ou precauções em seu uso; 4.1.4

dimensionar o custo do consumo de energia em uma residência ou outra instalação, propondo alternativas seguras para a economia de energia.

A ação pretendida na AE era resolver a questão 63 da prova branca do Enem 2011:

“Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para realização de trabalho. Isso ignifica dizer que há vazamento da energia em outra forma.

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a

- a liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
- conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
- transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
- utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.”

Para resolver o problema, foi escolhida uma hiperímia disponível no Portal Física Vivencial, no endereço http://www.fisicavivencial.pro.br/sites/default/files/sf/223SF/05_teorias_frame.htm, que versa sobre a lei de Ohm. A interface gráfica da hiperímia é ilustrada na figura 26.

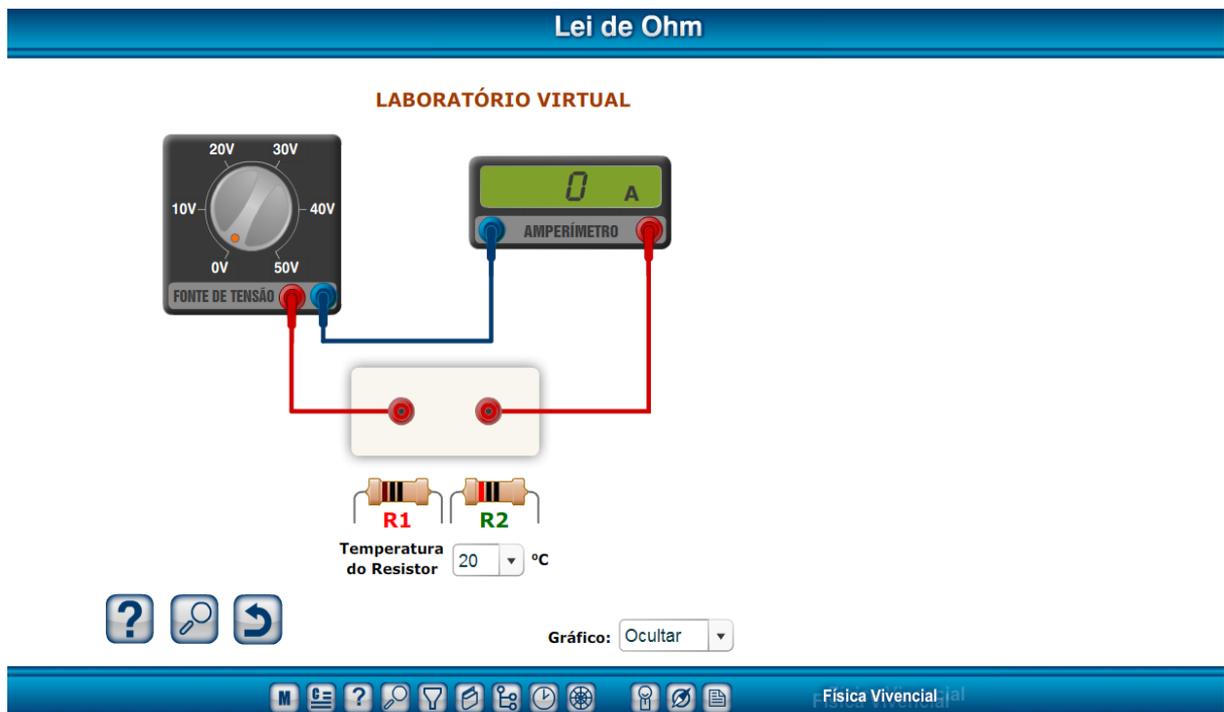


Figura 26 – Interface gráfica da hiperímia escolhida pelo físico-educador em formação inicial 10

Conforme destacamos anteriormente, para a elaboração da AE de Física hipermediáticas, orientamos os físicos-educadores em formação inicial a seguirem quatro etapas. Assim, avaliamos as AE considerando cada uma destas etapas. Para isto, utilizamos os seguintes critérios (relacionados às etapas):

→ Critério 1 (primeira etapa): O modo como a AE está planejada condiz com o TEEF e a(s) unidade(s) e subunidade(s) temática(s) que se pretende trabalhar?

→ Critério 2 (segunda etapa): A hipermissão educacional escolhida contribui para a abordagem dos conhecimentos físicos e para a resolução da situação-problema da AE?

→ Critério 3 (terceira e quarta etapas): As operações explicitadas contribuem para o desenvolvimento das ações da AE?

Para a análise de cada critério, consideramos três níveis: (1) Sim; (2) Em parte; (3) Não. O gráfico da figura 27 ilustra os resultados obtidos através desta análise.

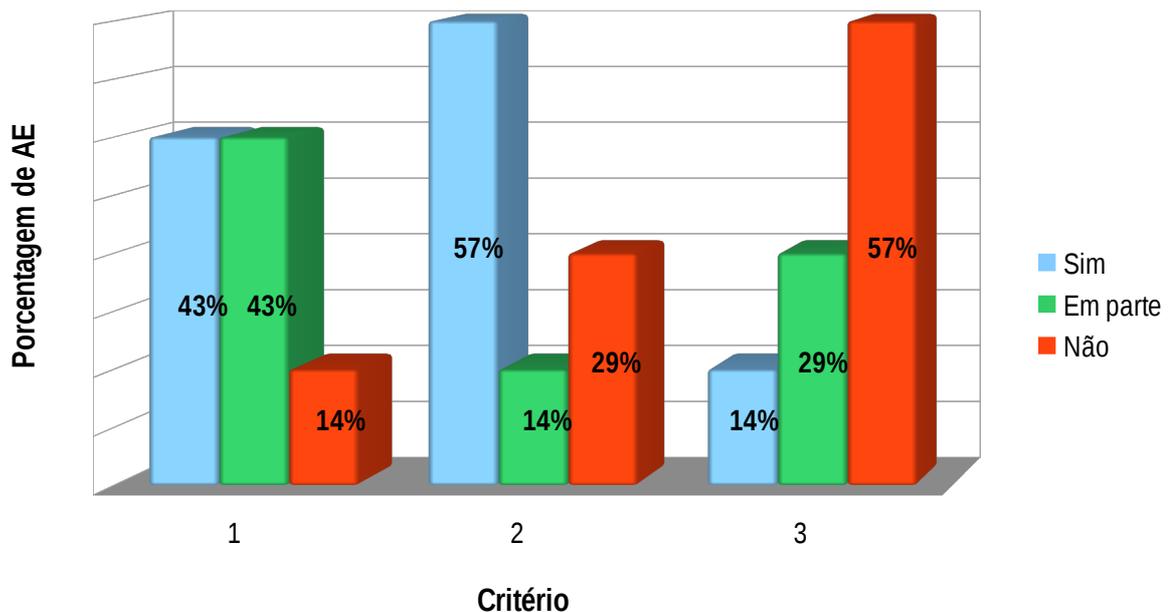


Figura 27 – Resultados obtidos na análise das AE elaboradas no âmbito da Docência Orientada II

Conforme ilustra o gráfico da figura 27, em relação ao critério 1, observamos que: em 43% das AE de Física hipermediáticas elaboradas, havia coerência entre o modo como ela estava planejada e o TEEF, unidades e subunidade(s) temática(s) que se pretendia trabalhar. Em outros 43%, as AE condiziam em parte, uma vez que, nestes casos, a situação-problema a ser revivida não estava diretamente associada ao TEEF ou a subunidade temática escolhida. Por fim, 14% das AE elaboradas não condiziam com o TEEF, unidade e subunidades temáticas que se pretendia abordar através dela.

Em relação ao critério 2, constatamos que: em 57% das AE elaboradas, a hipermissão

educacional escolhida contribuía para a abordagem dos conhecimentos físicos e para a resolução da situação-problema da AE. Já em 14% delas, a hipermissão era coerente com os conhecimentos físicos, mas não contribuía diretamente para a resolução da situação-problema. Ainda, em 29% das AE elaboradas, a hipermissão não abordava os conhecimentos físicos contidos no TEEF, na unidade e na(s) subunidade(s) temática(s) escolhidas, e ainda não contribuía para a resolução da situação-problema proposta.

A respeito do critério 3, em apenas 14% das AE de Física hipermissivas elaboradas, as operações explicitadas contribuía de fato para o desenvolvimento das ações da AE. Em 29% delas, as ações contribuía em parte, pois não eram suficientes. Já em 57% das AE, ou não foram citadas as operações ou estas não contribuía desenvolver as ações.

Dando seqüência ao momento de reflexão da investigação-ação, com o propósito de analisar os principais avanços e obstáculos dos físicos-educadores em formação inicial durante a elaboração das AE, aplicamos um questionário (Anexo 8) especificamente para isto. Dos sete que elaboraram sua AE de Física hipermissiva, dois deles (denominados pelos números 9 e 10) não responderam ao questionário. As respostas obtidas encontram-se sistematizadas em um quadro contido no anexo 9.

Analisando estes dados, notamos que, na questão 1, que consistia em descrever quais foram as dificuldades encontradas ao longo da elaboração da AE de Física hipermissiva, 60% dos físicos-educadores em formação inicial explicitaram dificuldades relacionadas às hipermissivas, seja em encontrar uma hipermissão que se encaixasse devidamente ao tema da AE, ou mesmo em relacionar a hipermissão com os conhecimentos físicos a serem trabalhados. Ainda, 20% deles citaram como dificuldade encontrada agregar o problema do Enem à situação-problema proposta. Já os demais 20% destacaram a dificuldade de fazer com que a AE de Física hipermissiva fosse de fácil entendimento para os estudantes, o que está associado a uma clareza em termos de ações e operações.

Na questão 2, solicitamos que fosse explicitado em qual das quatro etapas seguidas para a elaboração das AE eles haviam encontrado mais dificuldade. Aqui, 40% deles citaram que foi na segunda etapa, que consistia em escolher a hipermissão educacional mais adequada aos conhecimentos físicos que se pretendia abordar na AE. Ainda, outros 40% apresentaram uma maior dificuldade na terceira etapa, especificamente na elaboração da situação-problema, que necessitava de um cuidado para que a mesma realmente fizesse sentido ao estudante. Já 20% deles explicitaram como resposta a quarta etapa (definição das operações da AE), devido a dificuldade em perceber a maneira correta de se trabalhar com a hipermissão para resolver a situação-problema (o que está associado à interatividade com a hipermissão).

Em relação à questão 3, esta consistia em descrever qual das quatro etapas eles consideravam mais importante para a elaboração de AE de Física hipermissiva. Neste caso, 40%

deles citaram a quarta etapa, pelo fato de ser através das operações que os conhecimentos físicos serão trabalhados, e que os estudantes colocarão em prática a AE. Ainda, 20% deles referiram-se à etapa um, pois a definição dos conhecimentos possibilita que se estruture melhor a AE para abordá-los. Outros 20% citaram a terceira etapa, pois é na definição das ações que explicitamos as finalidades da AE, que neste caso consistiam em resolver a situação-problema e desenvolver habilidades e competências. Os demais 20% responderam a pergunta considerando as quatro características da hipermissão, e não as quatro etapas para a elaboração das AE.

Comparando os resultados obtidos através da análise das AE elaboradas pelos físicos-educadores em formação inicial – ilustrados no gráfico da figura 27 –, com os resultados obtidos através da aplicação deste questionário – sistematizados no quadro contido no anexo 9 –, notamos algumas constatações em comum, referentes aos obstáculos apresentados:

→ uma delas consistiu na dificuldade, apresentada por parte dos físicos-educadores em formação inicial, em escolher uma hipermissão que estivesse associada aos conhecimentos físicos a serem abordados e que contribuísse à resolução da situação-problema da AE;

→ outra constatação foi que parte deles apresentou dificuldades na elaboração de uma situação-problema que realmente fizesse sentido ao estudante, e que estivesse associada ao TEEF, à unidade e às subunidades temáticas que se pretendia abordar através da AE;

→ por fim, a dificuldade apresentada por grande parte deles na definição das operações da AE. Ou seja, em perceber e estruturar um possível caminho (heurística) para interatividade com a hipermissão e resolução da situação-problema, contribuindo para o desenvolvimento das ações pretendidas na AE.

Conforme abordamos na seção anterior, aplicamos um questionário no âmbito da Docência Orientada I (Anexo 1), cujas respostas obtidas encontram-se sintetizadas em um quadro contido no anexo 2, e do qual gostaríamos de destacar dois aspectos observados:

→ na questão 4, em relação ao ensino médio de Física, 100% dos físicos-educadores em formação inicial explicitaram que, neste âmbito, primeiramente eram abordados os conhecimentos da Física, para depois resolver os problemas. Já em relação às disciplinas de Física Básica (I, II, III e IV) da graduação, esta foi a perspectiva presente em 60% das respostas; já em 40% dos casos, havia uma ênfase em partir da resolução de problemas para ir aos conhecimentos físicos.

→ de acordo com os resultados obtidos no momento de reflexão do primeiro ciclo da investigação-

ação (reflexão I), constatamos uma linearidade de aprendizagem por parte dos físicos-educadores em formação inicial, associada aos recursos educacionais que estiveram presentes ao longo da trajetória escolar dos mesmos, na qual a hipermídia educacional esteve pouco presente.

Neste sentido, cabe nos questionarmos em que medida estes dois aspectos estão relacionados aos obstáculos apresentados por eles durante a elaboração das AE de Física hipermidiáticas?

Na segunda avaliação obrigatória da disciplina de Didática II, a quinta questão era a seguinte: “Tendo em vista a disponibilização dos recursos educacionais hipermidiáticos nos portais oficiais da Internet, qual a orientação abordada para utilização destes no ensino-aprendizagem de Física?”. Explicitamos as respostas dos físicos-educadores em formação inicial 4 e 6, que foram, respectivamente,

“Propor uma situação-problema com um dos recursos educacionais, ou seja, uma hipermídia por exemplo, envolvendo o cotidiano dos alunos e que traga os conceitos e leis físicas em que o professor quer tratar de forma bem clara. Onde depois da problematização inicial estabelecidas, traz-se a orientação do conhecimento, aonde visa-se a parte conceitual e de leis físicas.”

“A orientação é a utilização de recursos educacionais hipermidiáticos na resolução de situações-problema propostos pelo professor. O professor deve ter em mente quais as finalidades da atividade e, portanto, quais as competências a serem adquiridas através desta. Também deve ter planejado quais os passos concretos que os alunos terão de seguir durante a atividade com o recurso de modo que os seus objetivos sejam atingidos.”

Estas respostas deixam claro o entendimento, por parte deles, da orientação que buscamos trabalhar para a utilização das hipermídias. Ou seja, propor uma AE a partir destas, explicitando a situação-problema a ser resolvida e as competências a serem adquiridas (ações da AE), além de planejar os passos concretos (operações da AE) necessários para alcançar os objetivos pretendidos. Consideramos este entendimento como um importante avanço durante o processo de elaboração das AE de Física hipermidiáticas.

6.3 Investigação da hipermídia educacional como mediação para o desenvolvimento de AE de Física

6.3.1 Análise das características potencializadas pela hipermídia educacional

Ao final das aulas e atividades da disciplina de Didática II, desenvolvidas no âmbito da Docência Orientada II, os físicos-educadores em formação inicial realizaram a segunda avaliação obrigatória da disciplina. Nesta avaliação, implementada em 22/06/2012, a quarta questão consistia em

eles descreverem: “Como os recursos educacionais disponíveis no Portal do Professor do MEC podem mudar o trabalho escolar de Física, melhorando o desempenho acadêmico dos estudantes nas avaliações nacionais?”.

Uma das respostas obtidas, elaborada pelo físico-educador em formação inicial 6, foi a seguinte:

“Recursos educacionais interativos existentes no portal do professor como simulações permitem que os alunos formulem e testem suas hipóteses, vejam quais as suas consequências e tirem conclusões do resultado, desenvolvendo habilidades e competências essenciais na investigação científica, assim como na resolução das questões de exames nacionais como o ENEM. Vídeos, animações, entre outros recursos, também possibilitam uma melhor visualização e compreensão dos fenômenos e conceitos que o professor quer ensinar.”

Analisando as demais respostas, notamos que:

→ o de número 2 destacou que, com os recursos educacionais hipermediáticos, haveria maior interatividade dos estudantes, para a resolução de problemas através de uma heurística, organizada pelo professor. Ele aborda ainda que estes recursos teriam como função auxiliar na compreensão dos princípios físicos que estão envolvidos na situação-problema.

→ o de número 4 sublinhou que a presença dos recursos educacionais – mediados por tecnologia em rede – nas escolas pode contribuir para o interesse e participação dos estudantes nas aulas, devido à interação que proporcionam.

→ o de número 9 descreveu que os recursos disponíveis favorecem o momento experimental das aulas, oportunizando aos estudantes visualizar e perceber o significado contido nas equações e físicas, além de manipular um experimento.

→ o de número 10 destacou que, através dos referidos recursos, é possível realizar simulações e experimentos através das hiper mídias disponíveis, oportunizando aos estudantes interagir, refletir e tomar decisões sobre os parâmetros que deverão ser utilizados nas simulações.

Esta análise inicial apontou no sentido da contribuição da hiper mídia para promover maior interatividade e interação, além de uma melhor visualização dos fenômenos físicos e maior compreensão dos conhecimentos físicos abordados.

Especificamente para a interatividade, consideramos importante também explicitar a resolução do físico-educador em formação inicial 6 à oitava atividade desenvolvida na disciplina de Didática I, através da ferramenta fórum do Moodle. Na ocasião, ao ser questionado sobre o porquê da produção de material didático de Física necessitar fundamentalmente da mediação das tecnologias educacionais em rede, ele explicitou o seguinte (Figura 28):

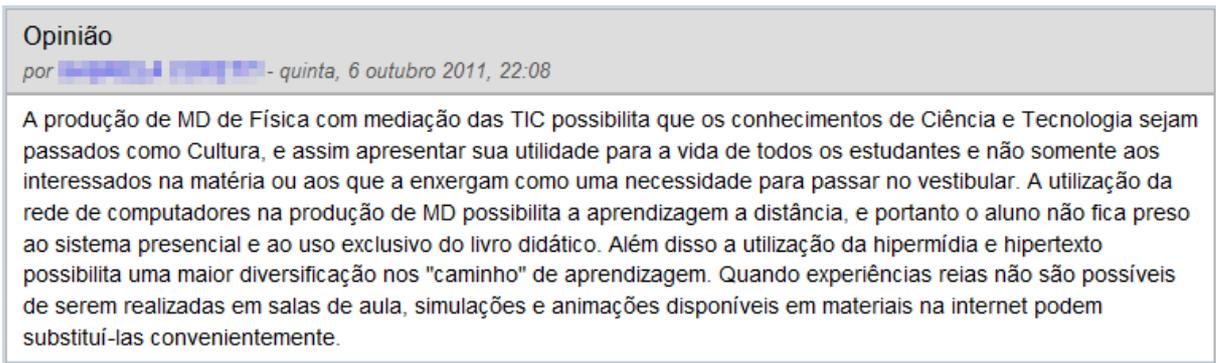


Figura 28 – Resolução do físico-educador em formação inicial 6 à oitava atividade de Didática I.

Um dos aspectos presentes faz referência à utilização da hiperídia, de modo a proporcionar uma maior diversificação nos caminhos da aprendizagem, o que está associado à característica não linear da hiperídia e a interatividade com a mesma. Neste sentido, ao ser questionado sobre o que tem a hiperídia de especial, ele destacou que, nela, “a informação não é acessada de maneira contínua, com um único 'caminho'. Além disso não utiliza somente texto, mas outras formas de mídia, como vídeos e simulações”.

De modo a reforçar estes resultados obtidos através das análises descritas acima, elaboramos e desenvolvemos, no âmbito da Docência Orientada II, um segundo questionário, contido no anexo 10. O questionário foi elaborado em conformidade com as questões orientadoras da pesquisa (descritas no capítulo um), de modo a contribuir para o alcance dos objetivos e para investigar o problema de pesquisa.

As questões deveriam ser respondidas considerando as AE que foram mediadas por recursos educacionais hiperídia, e desenvolvidas ao longo das disciplinas de Didática I e Didática II da Física (no âmbito das atividades das Docências Orientadas I e II). Dos sete físicos-educadores em formação inicial matriculados na disciplina de Didática II da Física, dois deles (denominados pelos números 9 e 10) não responderam ao questionário. As respostas obtidas encontram-se sistematizadas em um quadro contido no anexo 11. Para a análise dos dados, procuramos nos focar nas categorias analíticas: flexibilidade cognitiva, interatividade, interação e visualização.

→ Questão 1: “Os recursos educacionais hiperídia, disponíveis nos portais na Internet, auxiliam em uma melhor visualização do fenômeno físico problematizado na atividade de estudo? Justifique sua resposta.”

Analisando os dados contidos no quadro do anexo 11, notamos que 40% dos físicos-educadores em formação inicial destacaram que os recursos educacionais hiperídia contribuem para a visualização de modelos físicos abstratos e de difícil percepção. Outros 40% citaram que esta

visualização proporcionada pela hipermídia contribui para a abordagem de situações concretas e de equipamentos tecnológicos. Já 20% deles sublinharam que os referidos recursos permitem que os estudantes elaborem e testem suas hipóteses sobre determinado fenômeno, visualizando suas consequências.

Argumentamos que o fato de as hipermídias utilizarem múltiplas mídias para representar a informação, além de potencializarem a interatividade, possibilita esta visualização dos modelos físicos abstratos, destacada por eles nas respostas acima.

→ Questão 2: “A interatividade de uma hipermídia contribui para uma maior interação entre os estudantes e entre estes e o professor durante o desenvolvimento da atividade de estudo de Física? Justifique sua resposta.”

Nesta questão, a ideia contida nas respostas foi semelhante. De um modo geral, eles destacaram que a hipermídia permite uma diversidade de possibilidades de interatividade, criando diferentes situações. Assim, os estudantes podem discutir entre si e com o professor as hipóteses que cada um teve para a resolução de um problema, por exemplo, favorecendo a interação.

→ Questão 3: “A utilização de uma hipermídia na atividade de estudo de Física auxilia na resolução da situação-problema da mesma? Justifique sua resposta.”

Aqui, 60% dos físicos-educadores em formação inicial explicitaram que sim, pois a hipermídia possibilita a visualização do fenômeno físico associado à situação-problema, auxiliando na compreensão e resolução da mesma. Já 40% deles responderam que sim, pois a hipermídia serve como um meio de investigação do fenômeno físico associado à situação-problema; entretanto, 50% destes destacaram que é preciso que fique claro ao estudante o que fazer com a hipermídia, ou seja, qual o caminho possível para interatividade com a mesma, que possibilitará a resolução da situação-problema.

Analisando as respostas acima, destacamos que a interatividade e a visualização proporcionadas pela hipermídia possibilitam maior investigação dos fenômenos físicos associados à situação-problema, o que contribui para a resolução da mesma.

→ Questão 4: “A hipermídia contribui para uma melhor compreensão, e conseqüentemente aplicação dos conhecimentos físicos – abordados na atividade de estudo – em outros contextos? Justifique sua resposta.”

Nesta questão, 20% dos físicos-educadores responderam que sim, pelo fato de a hipermídia possibilitar uma maior interação entre o estudante e o professor, e também vários tratamentos relacionados aos problemas físicos. Outros 20% argumentaram que sim, pelo fato de a hipermídia

permitir uma melhor visualização dos fenômenos físicos, e também que o estudante faça escolhas e visualize as consequências. Ainda, 20% deles responderam que sim, pois a hipermídia possibilita a interação do estudante com o fenômeno físico. Outros 20% argumentaram que sim, explicitando que a aplicação dos conhecimentos é um dos objetivos a serem alcançados. Os demais 20% descreveram que sim, pois no momento em que compreendemos os conhecimentos físicos, temos a capacidade de aplicá-los em outros contextos.

A análise destas respostas nos mostra que a visualização, interatividade e interação, potencializadas pela hipermídia, contribuem para uma melhor compreensão dos conhecimentos físicos, o que possibilita a aplicação destes em contextos distintos dos quais foram estudados, caracterizando o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva.

6.3.2 Contribuições da hipermídia para o desenvolvimento de AE de Física

Comparando os resultados obtidos através das análises descritas na subseção anterior, destacamos em comum quatro aspectos principais: 1) a hipermídia potencializa a interatividade; 2) a hipermídia contribui para uma maior interação; 3) a hipermídia auxilia em uma melhor visualização do fenômeno físico; 4) a hipermídia contribui para uma maior compreensão dos conhecimentos físicos.

Neste sentido, problematizamos cada um dos aspectos acima, fundamentados pelo conceito de AE, abordado no capítulo três. O objetivo foi explicitar em que medida estes aspectos contribuem significativamente para o desenvolvimento de AE de Física, buscando responder ao problema de pesquisa:

1) A hipermídia potencializa a interatividade

De acordo com Arruda (2010), “a organização correta das atividades de estudo é a proposição, aos estudantes, de tarefas cuja resolução requeira deles a experimentação com o material de estudo.” (ARRUDA, 2010, p. 212).

Ao interatuar com a hipermídia, os estudantes podem, por exemplo, controlar parâmetros de uma simulação, verificando as consequências que isto acarreta no fenômeno físico estudado. Neste sentido, a hipermídia é fundamental, uma vez que a interatividade potencializada por ela possibilita esta experimentação, associada às operações da AE de Física, e necessária para um bom desenvolvimento da mesma.

2) A hipermídia contribui para uma maior interação

Quando se trata de uma AE, é necessário um envolvimento dos estudantes com a mesma (SERRÃO, 2006), para que estes possam interagir e colaborar com os demais estudantes e com o

professor (ARRUDA e ANTUÑA, 2001). Serrão (2006) aborda que

Por meio da “atividade de estudo”, atitudes e habilidades de investigação são desenvolvidas nos estudantes, tornando-os capazes de se apropriarem de conhecimentos de um modo semelhante ao que historicamente ocorreu. Logo, não é algo passível de ser realizado sozinho, é uma atividade conjunta, social. Pressupõe necessariamente a comunicação e a relação com o “outro”. (SERRÃO, 2006, p. 119).

Serrão (2006) acrescenta que, ao buscar a resolução das AE, o estudante

Interage necessariamente com outras pessoas, principalmente pelas manifestações de comunicação dirigidas aos adultos ou ocorridas entre os próprios estudantes na comparação e avaliação de possibilidades de encaminhamentos para o desenvolvimento das ações resolutivas, de pontos de vista diferenciados diante de uma mesma situação [...]. (SERRÃO, 2006, p. 120).

Neste sentido, a hipermídia, ao contribuir para uma maior interação entre os estudantes e entre estes e o professor, é fundamental para o bom desenvolvimento de uma AE de Física, inclusive para a realização das operações da mesma.

3) A hipermídia auxilia em uma melhor visualização do fenômeno físico

As ações de uma AE estão relacionadas às finalidades da atividade, que pode ser a resolução de um problema, ou situação-problema (ARRUDA e ANTUÑA, 2001; ALBERTI, 2006; ARRUDA, 2010).

Assim, ao possibilitar uma melhor visualização do modelo ou fenômeno físico associado à situação-problema, a hipermídia contribui para a compreensão e resolução da mesma; e, conseqüentemente, para o desenvolvimento das ações de uma AE de Física.

4) A hipermídia contribui para uma maior compreensão dos conhecimentos físicos

Conforme destaca Alberti (2006), um dos objetivos da AE é que os estudantes, quando deparados com novos problemas, possam reestruturar e contextualizar os conceitos aprendidos anteriormente, o que caracteriza o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva (SPIRO e JEHNG, 1990).

Entretanto, para o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva, Spiro e Jehng (1990) destacam que é necessária uma compreensão profunda dos conhecimentos científicos. Neste sentido, a hipermídia, ao contribuir para uma maior compreensão dos conhecimentos físicos, potencializando o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva, torna-se fundamental para atingir o referido objetivo da AE de Física.

Com isso, procuramos explicitar, através dos resultados obtidos ao longo da investigação-ação, em que medida as características potencializadas pela hipermídia educacional (flexibilidade cognitiva, interatividade, interação e visualização) contribuem significativamente para o desenvolvimento de AE de Física.

A rede conceitual, ilustrada na figura 29, sintetiza estas contribuições que constatamos.

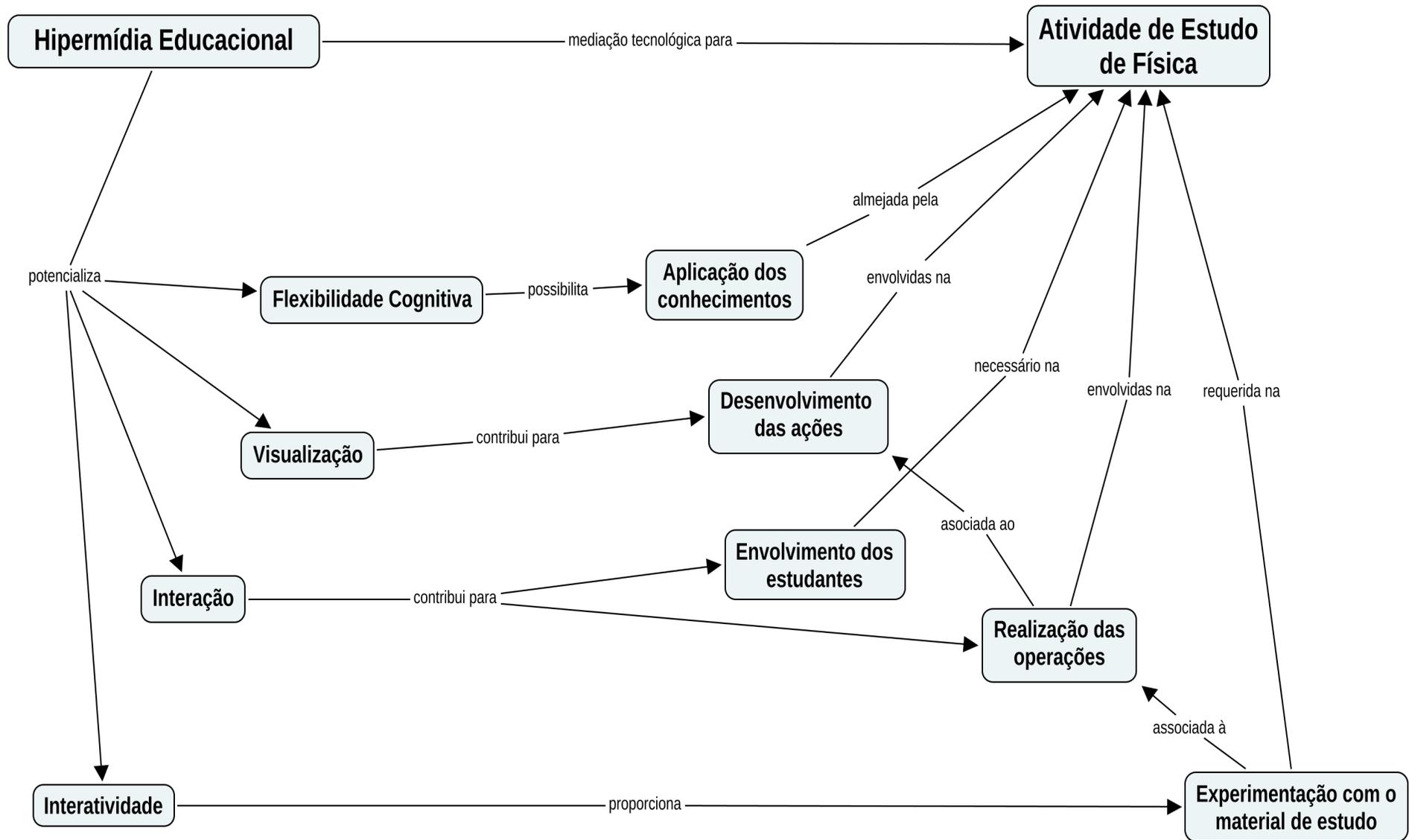


Figura 29 – Contribuições da hipermídia educacional para o desenvolvimento de AE de Física.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento dos momentos da investigação-ação aconteceu em dois ciclos, sendo que o primeiro ocorreu ao longo da realização das atividades de Docência Orientada I, e o segundo, ao longo da realização das atividades de Docência Orientada II.

No momento de reflexão do primeiro ciclo da investigação-ação, observamos um baixo desenvolvimento da flexibilidade cognitiva, por parte dos físicos-educadores em formação inicial. Ainda, analisando as atividades desenvolvidas no decorrer da Docência Orientada I, foi possível constatar, em algumas resoluções dos mesmos, aspectos relacionados à linearidade de aprendizagem.

De acordo com os resultados obtidos através do questionário realizado na Docência Orientada I, os físicos-educadores em formação inicial citaram que os principais recursos educacionais presentes nas aulas de Física – tanto no âmbito do ensino médio quanto das disciplinas de Física Básica da graduação – foram o quadro-negro e o livro didático/polígrafo. Este último, por exemplo, apresenta uma baixa interatividade.

Neste sentido, associamos a linearidade de aprendizagem e o baixo desenvolvimento da flexibilidade cognitiva à predominância dos referidos recursos educacionais, ao longo da trajetória escolar dos mesmos, na qual a hipermídia educacional ainda é pouco utilizada para mediar tecnologicamente as práticas escolares.

Considerando estes resultados obtidos no momento de reflexão do primeiro ciclo da investigação-ação, propomos, no desenvolvimento dos momentos do segundo ciclo, a elaboração de AE de Física mediada por hipermídia educacional, por parte dos físicos-educadores em formação inicial.

A avaliação destas AE – realizada no momento de reflexão da investigação-ação –, somada a análise de um questionário aplicado, possibilitou constatar alguns obstáculos apresentados por eles durante a elaboração das AE, associados à: 1) elaboração de uma situação-problema condizente com o TEEF, unidade e subunidades temáticas que se pretendia abordar através da AE; 2) escolha de uma hipermídia que abordasse os conhecimentos físicos e contribuísse à resolução da situação-problema da AE; 3) definição das operações da AE, estruturando um possível caminho (heurística) para interatividade com a hipermídia. Associamos estes obstáculos à formação dos físicos-educadores em formação inicial ao longo da trajetória escolar dos mesmos, na qual a perspectiva da simetria-invertida é pouco presente, e as hipermídias ainda são pouco utilizadas.

Sobre os avanços constatados durante o processo de elaboração das AE de Física hipermidiáticas, destacamos a compreensão deles em relação à orientação que buscamos abordar para a utilização das hipermídias, associando estas ao desenvolvimento de AE de Física, com suas

respectivas ações e operações.

Dando sequência ao desenvolvimento da investigação-ação, buscamos investigar em que medida a hipermídia educacional, como mediação tecnológica das práticas escolares desenvolvidas no ensino de Física, produz flexibilidade cognitiva, interatividade, interação e visualização.

Os resultados da análise das atividades desenvolvidas ao longo das Docências Orientadas I e II apontaram algumas contribuições da hipermídia educacional. Além disso, a análise dos dados obtidos através da aplicação de um segundo questionário, no âmbito da Docência Orientada II, nos possibilitou destacar que: 1) a hipermídia potencializa a interatividade; 2) a hipermídia contribui para uma maior interação; 3) a hipermídia auxilia em uma melhor visualização do fenômeno físico; 4) a hipermídia contribui para uma maior compreensão dos conhecimentos físicos (associada à flexibilidade cognitiva).

Fundamentados teoricamente pelos autores (citados no capítulo três) que abordam o conceito de AE, notamos que o desenvolvimento de uma AE: 1) requer experimentação com o material de estudo; 2) envolve a realização de operações; 3) envolve o desenvolvimento de ações; 4) necessita do envolvimento dos estudantes; 5) almeja a aplicação dos conhecimentos científicos em outros contextos.

Isto nos possibilitou investigar em que medida a hipermídia educacional contribui para o desenvolvimento de AE de Física, de modo a responder ao problema de pesquisa. Neste sentido, destacamos que: 1) a interatividade da hipermídia proporciona a experimentação com o material de estudo da AE de Física; 2) a interação potencializada pela hipermídia contribui para o envolvimento dos estudantes e para a realização das operações da AE de Física; 3) a visualização potencializada pela hipermídia contribui para o desenvolvimento das ações da AE de Física; 4) e a flexibilidade cognitiva potencializada pela hipermídia possibilita a aplicação dos conhecimentos físicos, abordados na AE de Física, em outros contextos.

Assim, os resultados obtidos ao longo da investigação-ação nos possibilitaram concluir que as características potencializadas pela hipermídia educacional (flexibilidade cognitiva, interatividade, interação e visualização) contribuem significativamente para o desenvolvimento de AE de Física, e, com isso, para a compreensão dos conhecimentos físicos abordados no ensino médio.

Desse modo, defendemos a utilização das tecnologias educacionais em rede – mais especificamente, da hipermídia – no âmbito do ensino médio de Física, considerando a Física como ferramenta para compreender as tecnologias a ela associadas, e estas como ferramenta para compreender a Física.

Embora consideramos essencial a utilização das referidas tecnologias, cabe destacar que isto, por si só, não garante transformação e inovação no processo de ensino-aprendizagem de Física, uma

vez que a tecnologia não é o sujeito das práticas, mas sim a potencializadora das mesmas. Neste sentido, ao longo do desenvolvimento dos momentos da investigação-ação, procuramos abordar uma maneira inovadora de se incorporar as tecnologias educacionais em rede (mais especificamente as hiper mídias) nas práticas escolares desenvolvidas no âmbito do ensino médio de Física.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, a formação de professores que atuarão na educação básica precisa observar princípios norteadores desse preparo para o exercício profissional específico, que considerem a coerência entre a formação oferecida e a prática esperada do futuro professor.

Assim, se estamos buscando integrar as tecnologias educacionais em rede nas práticas escolares desenvolvidas no ensino médio de Física, é preciso inicialmente proporcionar aos físicos-educadores em formação inicial uma formação adequada para tal, ao longo do curso de licenciatura plena. Neste sentido, ao longo da investigação-ação, procuramos trabalhar com a elaboração de AE de Física mediadas por hiper mídia educacional, buscando desafiá-los a romperem a sequência tradicional pouco atraente, em favor de inserções temáticas relevantes, de acordo com a abordagem prevista nas políticas públicas educacionais (parâmetros curriculares nacionais).

Buscamos ainda proporcionar o desenvolvimento de algumas das competências, habilidades e vivências explicitadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Física, essenciais aos físicos-educadores em formação inicial, de modo a contribuir para as práticas escolares dos mesmos, inclusive no âmbito do Estágio Supervisionado em Ensino de Física (ESEF). Aqui, cabe destacar que, em um dos questionários desenvolvidos, eles foram unânimes em descrever que trabalhariam com as AE de Física hiper midiáticas nas aulas do ESEF. Assim, mesmo se tratando de um número reduzido de sujeitos desta pesquisa, consideramos que o número de estudantes do ensino médio que terá contato com as hiper mídias é bastante significativo.

Em relação ao Ensino Médio Inovador, destacamos que este envolve a realização de algumas ações que caracterizam um currículo inovador. Neste sentido, explicitamos a colaboração desta pesquisa para a implementação do Ensino Médio Inovador, uma vez que ela aborda algumas destas ações, entre as quais: incorporar, como princípio educativo, a metodologia da problematização nas práticas didáticas; utilizar novas mídias e tecnologias educacionais, como processo de dinamização dos ambientes de aprendizagem; e ofertar atividades de estudo com utilização de novas tecnologias de comunicação.

Conforme destacamos no capítulo três, os fatos geradores para a elaboração das políticas públicas educacionais são as problemáticas específicas identificadas no âmbito escolar. Portanto, defendemos a importância de que estas AE sejam utilizadas nas práticas escolares de Física no ensino médio. Isto porque, ao estarem em consonância com as referidas políticas públicas educacionais,

argumentamos que estas AE também contribuirão para agir nas problemáticas identificadas no processo de ensino-aprendizagem de Física, de modo a promover a qualidade do mesmo.

E é nesta inserção das referidas AE de Física hipermediáticas no âmbito do ensino médio, e posterior avaliação dos resultados obtidos, que se encontra uma das possibilidades de continuidade à investigação-ação desenvolvida. AE de Física hipermediáticas, na perspectiva abordada neste trabalho, contribuem para desenvolver a flexibilidade cognitiva nos estudantes, essencial para a aplicação dos conhecimentos físicos em outros contextos? Esta é uma inquietação de extrema importância para ser investigada no âmbito do Ensino de Física, e que pode se somar aos resultados desta dissertação.

REFERÊNCIAS

- ABEGG, I.; DE BASTOS, F. da P.; MÜLLER, F. M. Ensino-aprendizagem colaborativo mediado pelo wiki do Moodle. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 38, p. 205-218, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0104-40602010000300014&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 13 jul. 2011.
- ABEGG, I. **Ensino-investigativo de ciências naturais e suas tecnologias nas séries iniciais do ensino fundamental**. 2004. 146 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica)–Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- ABEGG, I. et al. Aprendizagem Colaborativa em rede mediada pelo wiki do Moodle. In: WORKSHOP SOBRE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 15., 2009, Bento Gonçalves. **Anais eletrônicos...** Bento Gonçalves: 2009. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.sbc.org.br/download.php?paper=1265>>. Acesso em: 13 jul. 2011.
- ALBERTI, T. F.; DE BASTOS, F. da P. A Teoria da Atividade como orientação psicopedagógica na implementação de atividades de estudo em Ambientes Virtuais. **Ciências & Cognição**, Ilha do Fundão, v. 13, n. 2, p. 243-257, jul. 2008. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/233/132>>. Acesso em: 13 jul. 2011.
- ALBERTI, T. F. **Teoria da Atividade e mediação tecnológica livre na escolarização a distância**. 2006. 176 f. Dissertação (Mestrado em Educação)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- ARAÚJO, I. S. **Simulação e Modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino de Física Geral**. 2005. 238 f. Tese (Doutorado em Física)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- ARRUDA, J. R. C. Um Modelo Didático para Enseñanza Aprendizaje de la Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 86-104, mar. 2003. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_86.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2011.
- ARRUDA, J. R. C. Qualidade curricular no contexto da Teoria da Atividade. **Meta: Avaliação**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 5, p. 196-233, mai./ago. 2010. Disponível em: <<http://metaavaliacao.cesgranrio.org.br/index.php/metaavaliacao/article/download/65/90>>. Acesso em: 22 nov. 2012.
- ARRUDA, J. R. C.; ANTUÑA, J. M. Un Sistema Didático para la Enseñanza-Aprendizaje de la Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 329-350, set. 2001. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v23_330.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2012.
- BARROSO, M. F. ; BEVILAQUA, D.; FELIPE, G. Visualização e interatividade no ensino de Física e a produção de aplicativos computacionais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 18., 2009, Vitória. **Anais eletrônicos...** Vitória: SBF, 2009. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0082-1.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2012
- BLATTMANN, U.; DA SILVA, F. C. C. Colaboração e Interação na Web 2.0 e Biblioteca 2.0. **Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina**, Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 191-215, jul./dez. 2007.

Disponível em: <<http://revista.acbsc.org.br/index.php/racb/article/view/530/664>>. Acesso em: 13 jul. 2011.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo Escolar 2009 - Resumo Técnico**. Brasília, 2009a. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/download/censo/2009/TEXTO_DIVULGACAO_EDUCACENSO_20093.pdf>. Acesso em: 26 set. 2011.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo Escolar 2010 - Resumo Técnico**. Brasília, 2010. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/resumos_tecnicos/divulgacao_censo2010_revisao_04022011.pdf>. Acesso em: 26 set. 2011.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo Escolar 2011 - Resumo Técnico**. Brasília, 2011. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/resumos_tecnicos/resumo_tecnico_censo_educacao_basica_2011.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores para a Educação Básica**. Brasília, 2002a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01_02.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Física**. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1304.pdf>>. Acesso em: 16 mai. 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Ensino Médio Inovador**. Secretaria de Educação Básica, Brasília, 2009b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/ensino_medioinovador.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de Tecnologias Educacionais**. Secretaria de Educação Básica, Brasília, 2011a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=9909&Itemid=>>. Acesso em: 22 nov. 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Bases Legais. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2002b. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. **Programa Ensino Médio Inovador – Documento Orientador**. Secretaria de Educação Básica, Brasília, 2011b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=9607&Itemid=>. Acesso em: 22 nov. 2012.

BRASIL. Portaria n. 971, de 9 de outubro de 2009. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 out. 2009. 2009c. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=3911&Itemid=>. Acesso em: 22 nov. 2012.

BUSH, V. As We May Think. **The Atlantic Magazine**, July 1945. Disponível em: <<http://www.theatlantic.com/magazine/archive/1945/07/as-we-may-think/3881>>. Acesso em: 14 jul. 2011.

CARR, W.; KEMMIS, S. **Becoming Critical: education, knowledge and action research**. Brighton: Falmer Press, 1986, 246 p.

CARVALHO, A. A. A. **Os documentos hipermídia estruturados segundo a teoria da flexibilidade cognitiva: importância dos comentários temáticos e das travessias temáticas na transferência do conhecimento para novas situações**. 1998. Tese (Doutorado em Educação)–Universidade do Minho, Braga, 1998.

CARVALHO, A. A. A.; PINTO, C. S.; MONTEIRO, P. J. M. **FleXml: Plataforma de Ensino a Distância para Promover Flexibilidade Cognitiva**. Universidade do Minho, Portugal, 2002. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/372/1/FleXml-vigo-final.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2011.

COUTINHO, C. P. **Construtivismo e investigação em hipermídia: aspectos teóricos e metodológicos, expectativas e resultados**. Universidade do Minho, Portugal, 2005. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/4386/1/CISCI%202005.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2011.

COUTINHO, C. P. **Investigação-Ação metodologia preferencial nas práticas educativas**. Universidade do Minho, 2008. Disponível em: <<http://faadsaze.com.sapo.pt/indice.htm>>. Acesso em: 30 jan. 2012.

DA COSTA, et al. Interação professor-aluno: um desafio nas aulas de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA (EPEF), 13., 2011, Foz do Iguaçu. **Anais eletrônicos...** Foz do Iguaçu: SBF, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/enf/2011/sys/resumos/T2305-1.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2012.

DA SILVA, M. J. V. T.; ANGOTTI, J. A. P.; MION, R. A. Revitalizar laboratórios para ensinar Física: possibilidades dos softwares de autoria em atividades teórico-experimentais. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA (EPEF), 11., 2008, Curitiba. **Anais eletrônicos...** Curitiba: SBF, 2008. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/atas/resumos/T0031-1.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2011.

DA SILVA, T. Um jeito de fazer hipermídia para o ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. Especial 2, p. 864-890, out. 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/2175-7941.2012v29nesp2p864/23068>>. Acesso em: 22 nov. 2012.

DE BASTOS, F. da P. et al. Educação mediada por tecnologias educacionais livres: diálogo problematizador necessário à formação de professores no âmbito da Universidade Aberta do Brasil. **Inter-Ação**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 293-303, jul./dez. 2010. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/interacao/article/download/13132/8528>>. Acesso em: 02 nov. 2011.

DIAS, P. Desenvolvimento de objetos de aprendizagem para plataformas colaborativas. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 7., 2004, Monterrey. **Anais eletrônicos...** Monterrey: 2004. Disponível em: <<http://www.niee.ufrgs.br/eventos/RIBIE/2004/plenaria/plen3-12.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2011.

DOS ANJOS, A. J. S. As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 25, n. 3, p. 569-600, dez. 2008. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/9107/8449>>. Acesso em: 04 set. 2011.

ELLIOTT, J. What is action research in schools? **Journal of Curriculum Studies**, v. 10, n. 4, p. 355-357, 1978.

FELDMAN A.; CAPOBIANCO, B. **Action Research in Science Education**. ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education, Columbus, OH, 2000. Disponível em: <<http://www.unix.oit.umass.edu/~afeldman/ActionResearchPapers/FeldmanCapobianco2000.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2012.

FERREIRA, C. R.; BAPTISTA, M. L.; ARROIO, A. O uso de visualizações no ensino de Ciências: a formação continuada de professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 8., 2011, Campinas. **Anais eletrônicos...** Campinas: ABRAPEC, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viii/enpec/resumos/R0725-2.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 11. ed., 23. reimpressão. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREITAS, H. A.; VITAL, M. L. Motivação do aluno e o uso do computador em aulas de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA (EPEF), 11., 2008, Curitiba. **Anais eletrônicos...** Curitiba: SBF, 2008. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/sys/resumos/T0022-1.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2011.

FRUET, F. S. O. **Atividades de estudo hipermediática mediadas por ambiente virtual de ensino-aprendizagem livre**. 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado em Educação)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

FRUET, F. S. O.; DE BASTOS, F. da P. Interação mediada por computador: hipermídia educacional nas atividades de estudo a distância. **Revista Conjectura**, Caxias do Sul, v. 15, n. 2, p. 81-98, maio/ago. 2010. Disponível em: <<http://www.uces.br/etc/revistas/index.php/conjectura/article/view/326/280>>. Acesso em: 29 fev. 2012.

GONZALEZ, et al. Planning as Action Research. **Educational Action Research**, v. 12, n. 1, p. 59-76, 2004. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/09650790400200239>>. Acesso em: 30 jan. 2012.

HEIDRICH, D. N. **Construção e avaliação de hipermídia educacional sobre tópicos de**

carboidratos. 2009. 269 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica)–Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2009.

HEINECK, R.; VALIATI, E. R. A.; DA ROSA, C. T. W. Software educativo no ensino de Física: análise quantitativa e qualitativa. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 42/6. OEI, 2007. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/expe/1585Heineck.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2011.

KEMMIS, S.; MCTAGGART, R. Participatory Action Research. In DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Eds.). **Handbook of Qualitative Research**. Thousand Oaks: Sage Publications, 3rd ed., 2005, p. 559-604.

LÓPEZ, V.; PINTÓ, R. **From linear text to hypermedia in Physics educational documents**. CRECIM - Research Centre for Science and Mathematics Education, 2011. Disponível em: <http://www.univ-reims.fr/site/evenement/girep-icpe-mptl-2010-reims-international-conference/gallery_files/site/1/90/4401/22908/29321/29677.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2012.

MACHADO, D. I.; SANTOS, P. L. V. A. da C. Avaliação da hipermídia no processo de ensino e aprendizagem da Física: o caso da gravitação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 1, p. 75-100, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S1516-73132004000100006&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 04 set. 2011.

MOREIRA, M. A. **Monografia nº 7 da Série Enfoques Teóricos**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1995.

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

NEUMANN, R.; BARROSO, M. F. Simulações Computacionais e Animações no Ensino de Oscilações. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: SBF, 2005. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0171-1.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2011.

PEDRO, L. F.; MOREIRA, A. Os Hipertextos de Flexibilidade Cognitiva e a planificação de conteúdos didáticos: um estudo com (futuros) professores de Línguas. **Revista de Enseñanza y Tecnología**, p. 29-35, sept./dic. 2000.

PESSOA, T.; NOGUEIRA, F. Flexibilidade Cognitiva nas vivências e práticas educativas. In: NASCIMENTO, A., HETKOWSKI, T. (Org.). **Educação e contemporaneidade**: pesquisas científicas e tecnológicas. Salvador: EDUFBA, 2009, p. 109-131.

POSSOLLI, G. E. Políticas educacionais e seus agentes definidores: pressupostos para a definição de políticas para a educação profissional. **Educação Profissional: Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 3, n. 2, p. 237-247, jan./jul. 2009. Disponível em: <<http://revista.facsenac.com.br/index.php/edupro/article/view/112>>. Acesso em: 11 nov. 2011.

REZENDE, F.; COLA, C. dos S. D. Hipermídia na educação: flexibilidade cognitiva, interdisciplinaridade e complexidade. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 1-11, 2004. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/81/128>>. Acesso em: 30 ago. 2011.

REZENDE, F. Desenvolvimento e avaliação de um sistema hipermídia para facilitar a reestruturação conceitual em Mecânica Básica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p.

197-213, ago. 2001. Disponível em:

<<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/6680/6147>>. Acesso em: 15 jan. 2012.

REZENDE, F.; DE SOUZA, J. J. F.; BARROS, S. de S. Padrões de navegação em um sistema hipermídia de mecânica básica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. Especial 1, p. 361-389, set. 2012. Disponível em:

<<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/2175-7941.2012v29nesp1p361/22927>>. Acesso em: 22 nov. 2012.

RICARDO, E. C. **Competências, interdisciplinaridade e contextualização**: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das Ciências. 2005. 257 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica)–Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2005.

RODRIGUES, P. A. A. et al. Banco Internacional de Objetos Educacionais: Repositório Digital para uso da Informática na Educação. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 111-120, 2012. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/download/1364/1198>>. Acesso em: 22 nov. 2012.

ROSADO, L. A. da S.; BOHADANA, E. Autoria coletiva na educação: análise da ferramenta wiki para cooperação e colaboração no ambiente virtual de aprendizagem Moodle. In: ENCONTRO DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (E-TIC), 5., 2007, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: Universidade Estácio de Sá, 2007. Disponível em: <http://alexandrosado.net/attachments/004_ETICVAlexandreRosado.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2011.

SALGADO, L. A. Z. Hipermídia: a Linguagem Prometida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO, 31., 2008, Natal. **Anais eletrônicos...** Natal: Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação (Intercom), 2008. Disponível em: <<http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2008/resumos/R3-1615-1.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2012.

SERRÃO, M. I. B. **Aprender a Ensinar**: A aprendizagem do ensino no curso de Pedagogia sob o enfoque histórico-cultural. São Paulo: Cortez, 2006.

SPIRO, R. J.; COLLINS, B. P.; RAMCHANDRAN, A. R. Modes of Openness and Flexibility in Cognitive Flexibility Hypertext Learning Environments. In: B. Khan (Ed.). **Flexible learning in an information society**. Hershey: Information Science Publishing, 2007, p. 18-25. Disponível em: <http://postgutenberg.typepad.com/newgutenbergrevolution/files/khan_chap.%20PDF.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2011.

SPIRO, R. J.; JEHNG, J. C. Cognitive Flexibility and Hypertext: Theory and Technology for the Nonlinear and Multidimensional Traversal of Complex Subject Matter. In: NIX, D.; SPIRO, R. J. (Eds.). **Cognition, Education, and Multimedia**: Exploring Ideas in High Technology. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1990, p. 163-205. Disponível em: <http://postgutenberg.typepad.com/newgutenbergrevolution/files/spiro_jehng.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2011.

UTTAL, D. H.; O' DOHERTY, K. Comprehending and Learning from "Visualizations": A Developmental Perspective. In: GILBERT, J. K.; REINER, M.; NAKHLEH, M. (Eds.). **Visualization**: Theory and Practice in Science Education, Springer, 2008.

VASCONCELOS, F. H. L. et al. Uma análise do uso de objeto de aprendizagem como ferramenta de

modelagem exploratória aplicada ao ensino de Física quântica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 17., 2007, São Luiz. **Anais eletrônicos...** São Luiz: SBF, 2007. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/atas/resumos/T0065-1.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2011.

VASCONCELOS, F. H. L.; SANTANA, J. R.; NETO, H. B. Aprendizagem mediada por computador: uma experiência de ensino de Física com a utilização da simulação computacional. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: SBF, 2005. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0164-1.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2012.

VEIT, E. A. Modelagem computacional no Ensino de Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 16., 2005, Rio de Janeiro.

WALVY, O. W. de C. As situações-problema como facilitadoras para a aprendizagem de conceitos físicos no ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: SBF, 2005. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0535-1.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2011.

WICHNOSKI, P.; ZARA, R. A. Avaliação do uso de simuladores no ensino de Circuitos de Capacitores. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 19., 2011, Manaus. **Anais eletrônicos...** Manaus: SBF, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0399-1.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2011.

ANEXOS

Anexo 1 – Questionário aplicado no desenvolvimento do primeiro ciclo da investigação-ação

Prezado estudante.

Pedimos, por gentileza, que responda ao questionário abaixo.

As questões devem ser respondidas considerando, separadamente, a sua trajetória escolar ao longo do ensino médio de Física e ao longo das disciplinas de Física Básica (I, II, III e IV) da graduação. Ou seja, para cada questão, separe a resposta em: Ensino Médio de Física e Graduação.

Esclarecemos que as respostas não terão impacto sobre a sua avaliação na disciplina.

Agradecemos desde já a sua colaboração.

- 1) Cite, por ordem decrescente, os três recursos educacionais mais presentes nas aulas.

- 2) Qual dos três escopos de competências e habilidades (representação e comunicação, investigação e compreensão, contextualização sócio-cultural) você considera que foi mais desenvolvido?

- 3) A abordagem educacional utilizada enfatizava os temas estruturadores do ensino ou a lista de conteúdos mínimos?

- 4) Trabalhou-se com ênfase na perspectiva de partir da resolução de problemas para ir aos conhecimentos físicos, ou de primeiramente abordar os conceitos físicos necessários, para então resolver os problemas?

- 5) Em relação à abordagem contida na teoria de ensino-aprendizagem de Spiro (1990), estudada em Didática I, cite uma característica da mesma que você considera que esteve presente nas aulas.

- 6) Você trabalharia com recursos educacionais hipermídia (simulações, por exemplo) nas aulas de Estágio Supervisionado em Ensino de Física? Justifique.

Anexo 2 – Respostas obtidas no questionário aplicado no desenvolvimento do primeiro ciclo da investigação-ação

Estudante	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5	Questão 6
1*	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2	<u>EM</u> : quadro-negro, exercícios, polígrafo. <u>FB</u> : quadro-negro, exercícios, retroprojektor.	<u>EM</u> : representação e comunicação. <u>FB</u> : contextualização sócio-cultural.	<u>EM</u> : lista de conteúdos mínimos. <u>FB</u> : temas estruturadores.	<u>EM</u> : abordava os conceitos físicos necessários, para então resolver os problemas. <u>FB</u> : partia da resolução de problemas para ir aos conhecimentos físicos.	<u>EM</u> : não identificou nenhuma característica. <u>FB</u> : flexibilidade cognitiva.	“Eu utilizaria sim, porque tenta demonstrar situações problemas do dia a dia, levando à resolução do problema.”
3	<u>EM</u> : quadro. <u>FB</u> : quadro, data show, lâminas projetadas.	<u>EM</u> : representação e comunicação. <u>FB</u> : investigação e compreensão.	<u>EM</u> : lista de conteúdos mínimos. <u>FB</u> : lista de conteúdos mínimos.	<u>EM</u> : primeiro abordava-se os conceitos físicos, para então resolver os problemas. <u>FB</u> : primeiro abordava-se os conceitos físicos, para então resolver os problemas.	<u>EM</u> : não identificou nenhuma característica. <u>FB</u> : não identificou nenhuma característica.	“Sim, desde que possível, pois podemos explorar melhor os conteúdos, abordando situações do cotidiano pois possibilita trazer o aluno para a compreensão do assunto.”
4	<u>EM</u> : quadro-negro, exercícios, polígrafo. <u>FB</u> : livros, quadro, exercícios.	<u>EM</u> : representação e comunicação. <u>FB</u> : investigação e compreensão.	<u>EM</u> : temas estruturadores. <u>FB</u> : temas estruturadores.	<u>EM</u> : partia-se de conceitos para a resolução dos problemas. <u>FB</u> : partia da resolução de problemas para ir aos conhecimentos físicos.	<u>EM</u> : flexibilidade cognitiva (pouco desenvolvido). <u>FB</u> : flexibilidade cognitiva.	“Sim, pois elas além de terem fácil acesso hoje em dia, também possibilitam que o professor trabalhe com uma situação do cotidiano.”
5	<u>EM</u> : livro, quadro-negro e exercícios. <u>FB</u> : quadro-negro, livro e	<u>EM</u> : representação e comunicação. <u>FB</u> : investigação e	<u>EM</u> : lista de conteúdos mínimos. <u>FB</u> : temas estruturadores.	<u>EM</u> : primeiramente abordar os conceitos físicos necessários, para então resolver os problemas.	<u>EM</u> : não identificou nenhuma característica. <u>FB</u> : não identificou	“Sim, pois é mais um recurso didático e também contribui para o aprendizado do aluno.”

	exercícios.	compreensão.		<u>FB</u> : primeiramente abordar os conceitos físicos necessários, para então resolver os problemas.	nenhuma característica.	
6	<u>EM</u> : quadro-negro, livro, experimentos. <u>FB</u> : quadro-negro, livro, atividades em aula.	<u>EM</u> : representação e comunicação. <u>FB</u> : investigação e compreensão.	<u>EM</u> : lista de conteúdos mínimos. <u>FB</u> : temas estruturadores.	<u>EM</u> : primeiramente abordar os conceitos físicos necessários, para então resolver os problemas. <u>FB</u> : primeiramente abordar os conceitos físicos necessários, para então resolver os problemas.	<u>EM</u> : não identificou nenhuma característica. <u>FB</u> : não identificou nenhuma característica.	“Com certeza trabalharia, pois quanto mais recursos utilizados para o ensino de física, acho que melhor será o aprendizado, já que a física é considerada a pior matéria pela maioria.”
7	<u>EM</u> : quadro-negro, livro, resolução de exercícios. <u>FB</u> : quadro-negro, livro, anotações do professor.	<u>EM</u> : representação e comunicação. <u>FB</u> : investigação e compreensão.	<u>EM</u> : lista de conteúdos mínimos. <u>FB</u> : lista de conteúdos mínimos.	<u>EM</u> : primeiramente abordava-se os conceitos físicos necessários, para então resolver os problemas. <u>FB</u> : primeiramente abordava-se os conceitos físicos necessários, para então resolver os problemas.	<u>EM</u> : não identificou nenhuma característica, pois os professores utilizavam apenas o quadro-negro e o livro didático. <u>FB</u> : não identificou nenhuma característica, pois os professores utilizavam apenas o quadro-negro e o livro didático.	“Sim, pois essa é uma ferramenta que me auxiliará como forma de laboratório por exemplo pois, em geral, escolas não possuem laboratórios de física.”
8*	-----	-----	-----	-----	-----	-----
9	Não respondeu ao questionário.	Não respondeu ao questionário.	Não respondeu ao questionário.	Não respondeu ao questionário.	Não respondeu ao questionário.	Não respondeu ao questionário.

EM → ensino médio de Física

FB → disciplinas de Física Básica da graduação

* Não responderam ao questionário, pois deixaram de frequentar as aulas da disciplina.

Anexo 3 – Programa da disciplina de Didática I da Física

UNIDADE 1 – FUNDAMENTOS DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA E O ENSINO DE FÍSICA

- 1.1 O ensino da física no contexto educacional brasileira.
- 1.2 A disciplina de física e seu papel nos currículos escolares.
- 1.3 Parâmetros curriculares nacionais para o ensino de Física.

UNIDADE 2 – FUNDAMENTOS TEÓRICOS DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

- 2.1 Teorias behavioristas antigas: Watson, Thorndike e Hull.
- 2.2 Teorias behavioristas antigas: Hebb, Tolman, Gestalt e Lewin.
- 2.3 A teoria behaviorista de Skinner.
- 2.4 A teoria das hierarquias de aprendizagem de Gagné.
- 2.5 A teoria do ensino de Bruner.
- 2.6 A teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget.
- 2.7 A teoria da mediação de Vygotsky,
- 2.8 A psicologia dos construtos pessoais de Kelly.
- 2.9 A teoria da aprendizagem significativa de Rogers.
- 2.10 A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.
- 2.11 A teoria de educação de Novak e o modelo de ensino-aprendizagem de Gowin.
- 2.12 A teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird

UNIDADE 3 – NATUREZA E ESTRUTURA DA FÍSICA E TENDÊNCIAS DO ENSINO DE FÍSICA

- 3.1 Relação forma-conteúdo e o ensino de Física.
- 3.2 Epistemologia e didática.
- 3.3 Física e Tecnologia.
- 3.4 Física, Sociedade e Cultura.
- 3.5 Física e Educação.
- 3.6 O conhecimento em Física.
- 3.7 Conhecimento sistematizado e conhecimento escolar.

UNIDADE 4 – METODOLOGIAS PARA ABORDAGEM DE CONTEÚDOS DE FÍSICA E AVALIAÇÃO

- 4.1 A experimentação no ensino de física.
- 4.2 A História da ciência no ensino de física.
- 4.3 O cotidiano e o ensino de física.
- 4.4 Concepção prévia e o ensino de física.
- 4.5 A informática no ensino de física.
- 4.6 Uso de mapas conceituais no ensino de física.
- 4.7 Avaliação do processo ensino-aprendizagem.

Anexo 4 – Respostas obtidas às questões propostas em atividade desenvolvida na primeira aula de Didática I

Estudante	Questão 1	Questão 2	Questão 3
1	Associou a primeira situação à força da mola, porém na segunda não fez nenhuma associação.	Na primeira situação, relacionou a alongação da mola à interação eletromagnética, e na segunda, relacionou a situação ilustrada com a interação gravitacional.	Analisou a primeira situação em termos do trabalho mecânico e da energia potencial elástica, e a segunda situação em termos da energia cinética dos halteres.
2	Relacionou a primeira situação à energia potencial elástica, porém na segunda apenas descreveu o que se passava no vídeo.	Associou a primeira situação à energia potencial elástica, e a segunda situação à força peso.	Relacionou a primeira situação à conservação da constante elástica da mola, e a segunda situação à conservação de forças (não explicitando quais).
3	Associou a primeira situação à força elástica e à energia potencial elástica, e a segunda situação ao peso dos objetos.	Relacionou a primeira situação à força elástica, e na segunda, obteve a equação para o cálculo da força necessária para deslocar os objetos.	Associou a primeira situação à conservação da energia mecânica, e a segunda à conservação da energia potencial gravitacional.
4	Descreveu o que se passava em cada vídeo, porém não fez as devidas associações.	Associou a primeira situação à força elástica, e a segunda situação à força peso.	Analisou as duas situações em termos da conservação da massa e da variação em função do deslocamento, velocidade e aceleração.
5	Descreveu as duas situações em termos da maior ou menor tranquilidade para a realização dos exercícios.	Relacionou a primeira situação à lei de Hooke, e a segunda situação ao peso, tração e 1ª lei de Newton.	Associou a primeira situação à variação dos movimentos, pois as grandezas permaneciam as mesmas, e a segunda à variação tanto nos movimentos quanto nas grandezas.
6	Associou a primeira situação à lei de Hooke, e a segunda situação à tração entre as roldanas.	Analisou a primeira situação em termos da energia potencial elástica, e a segunda situação em termos do peso e tração.	Relacionou as duas situações às leis de Newton e à conservação de energia.
7	Descreveu o que se passava em cada vídeo, porém não fez as devidas associações.	Relacionou as situações à tração, tensão, conservação de energia e torque, além de apresentar a 2ª lei de Newton.	Analisou as duas situações em termos das energias potencial e cinética, e da variação das grandezas posição e velocidade.
8	Relacionou a primeira situação à força da mola, e a segunda situação ao peso dos objetos.	Associou a primeira situação à lei de Hooke e à terceira lei de Newton, e a segunda ao peso e à 2ª lei de Newton.	Associou a primeira situação à variação da força e da alongação e à conservação da constante elástica, e a segunda à variação da tração e à conservação da massa e aceleração gravitacional.
9	Descreveu as duas situações em termos da maior ou menor tranquilidade para a realização dos exercícios.	Relacionou a primeira situação à 3ª lei de Newton e à lei de Hooke, e a segunda situação à força peso.	Associou a primeira situação à variação da força e da alongação da mola, e a segunda à variação da altura dos pesos, mas à conservação da força necessária para deslocá-los.

Anexo 5 – Respostas obtidas na questão 5 da primeira avaliação obrigatória de Didática I

Estudante	Conceito(s) principal(is)	Conceito(s) secundário(s)
1	Não realizou a avaliação.	Não realizou a avaliação.
2	Ambiente (trocas entre os meios).	Calor (quantidade de energia), energia interna, transformações de energia e trabalho.
3	1ª lei da Termodinâmica (conservação de energia) e 2ª lei da Termodinâmica (transferência de calor).	Temperatura, pressão, volume, trabalho, energia e entropia.
4	Calor, temperatura, energia, variação de energia, trabalho e transformações.	Lei zero, 1ª lei e 2ª lei da Termodinâmica.
5	Calor, energia térmica e máquinas térmicas.	Escalas termométricas.
6	Calor, energia térmica e variação de energia térmica.	Calor e escalas termométricas.
7	Princípio de conservação da energia.	Calor, trabalho, energia interna, pressão, volume e temperatura.
8	Não realizou a avaliação.	Não realizou a avaliação.
9	2ª lei da Termodinâmica	Calor, volume e temperatura.

Anexo 6 – Exemplo de atividade de estudo de Física hipermediática

1. Planejamento

1.1 Temas Estruturadores do Ensino de Física (TEEF) e conhecimentos teóricos abordados

→ TEEF 5: Matéria e radiação.

– Unidade Temática: 5.2 Radiações e suas interações.

– Subunidades Temáticas: 5.2.1 Identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios gama) e sua utilização através das tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de microondas, tomografia etc.); 5.2.2 Compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão e transmissão de luz, telas de monitores, radiografias.

→ TEEF 4: Equipamentos elétricos e telecomunicações.

– Unidade Temática: 4.1 Aparelhos elétricos.

– Subunidade Temática: 4.1.4 Dimensionar o custo do consumo de energia em uma residência ou outra instalação, propondo alternativas seguras para a economia de energia.

1.2 Recurso educacional hipermediática

Disponível no Portal do Professor, especificamente no endereço <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=30874>, e intitulado “Lâmpadas de neônio e outras lâmpadas de descarga”

1.3 Tempo previsto para a implementação

150 minutos (três aulas).

1.4 Tarefa

Resolver a seguinte situação-problema: “*Como funcionam as lâmpadas fluorescentes?*”.

1.5 Ações

Relacionadas às finalidades da atividade de estudo. Neste caso, além de resolver a situação-

problema – abordando os referidos TEEF e conhecimentos teóricos –, as ações consistem ainda em desenvolver competências e habilidades no âmbito da:

→ Investigação e compreensão

- “Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o 'como funciona' de aparelhos.” (BRASIL, 1999, p. 29).
- “Conhecer modelos físicos microscópicos para adquirir uma compreensão mais profunda dos fenômenos e utilizá-los na análise de situações-problema.” (BRASIL, 2002b, p. 66).

→ Contextualização sócio-cultural

- “Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.” (BRASIL, 1999, p. 29).

1.6 Operações

Relacionadas aos passos concretos a serem desenvolvidos, de modo a realizar as ações pretendidas. Nesta atividade de estudo, organizou-se as operações na forma de uma heurística, ilustrada abaixo:

PASSO 1: Explícite quais os componentes básicos de uma lâmpada fluorescente (considere inclusive o esquema ilustrado na hiperímida).

PASSO 2: No item “Elemento”, selecione a opção “Mercúrio” (uma das substâncias contidas no interior da lâmpada fluorescente). Então, clicando no botão sobre a pilha, atribua uma diferença de potencial de 6,00 V entre os dois eletrodos. Em seguida, clique sobre a opção disparar elétron.

- a) Qual é o sentido do campo elétrico entre os eletrodos?
- b) Descreva o que ocorreu com o filamento do eletrodo.
- c) Por que o elétron emitido pelo filamento não colidiu com o átomo de mercúrio?
- d) O que representam os traços paralelos, cada um dos quais com número ao lado, presentes no canto direito da hiperímida?
- e) A situação descrita no item c) pode ser explicada pela Teoria Clássica? Justifique.

PASSO 3: Aumente a diferença de potencial entre os eletrodos para 30,00 V e, em seguida, clique sobre a opção disparar elétron.

- a) O que acontece com a energia dos elétrons que colidem com o átomo de mercúrio? Justifique.
- b) Selecionando a opção “Rodar em câmera lenta”, descreva como ocorre a emissão de um fóton pelo

átomo de mercúrio.

c) Selecionando a opção “Espectrômetro”, descreva a relação de proporcionalidade entre a energia do fóton emitido e o seu comprimento de onda. Ela está de acordo com o que prevê a Teoria Quântica?

PASSO 4: Selecione as opções “Muitos átomos”, “Espectrômetro” e “Mercúrio” (no item “Elemento”).

a) Qual a faixa de comprimento de onda predominante dos fótons emitidos?

b) Por que é necessário que a lâmpada fluorescente possua em seu interior certa quantidade de pó de fósforo?

c) Selecionando o “Neônio” como elemento, verifique os comprimentos de onda dos fótons emitidos.

PASSO 5: Considerando o que você observou nos passos anteriores, resolva a situação-problema.

2. Implementação

A atividade de estudo será realizada no laboratório de Informática da escola, sendo que os estudantes trabalharão em duplas nos computadores. Nos primeiros 90 minutos, eles resolverão a situação-problema, orientados pela heurística.

Terminada esta parte, nos 60 minutos restantes, os estudantes terão que acessar o seguinte endereço <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp> e analisar as tabelas adequadas, de modo a responder as seguintes questões:

1) Qual das lâmpadas possui a maior eficiência: as incandescentes ou as fluorescentes? Justifique sua resposta, considerando os conhecimentos físicos abordados na primeira parte da atividade.

2) Considerando o preço de comercialização, a vida útil e a eficiência das lâmpadas incandescentes e fluorescentes, justifique qual delas possui maior vantagem de utilização, em termos de consumo de energia elétrica e economia financeira.

Ao final, os estudantes entregarão suas respostas às questões contidas na heurística e às questões da segunda parte da atividade de estudo.

3. Resolução da heurística

PASSO 1

– Explícite quais os componentes básicos de uma lâmpada fluorescente (considere inclusive o

esquema ilustrado na hipermídia).

Uma lâmpada fluorescente é constituída, basicamente, de um tubo selado de vidro, que contém uma pequena porção de mercúrio, um gás inerte e um revestimento de pó de fósforo na sua parte interna. Ainda, a lâmpada possui dois eletrodos, um em cada extremidade, conectados a um circuito elétrico.

PASSO 2

a) Qual é o sentido do campo elétrico entre os eletrodos?

O sentido é do eletrodo com maior potencial elétrico para o eletrodo com menor potencial elétrico; ou seja, da direita para esquerda.

b) Descreva o que ocorreu com o filamento do eletrodo.

Estabelecendo-se uma diferença de potencial no filamento do eletrodo, gera-se, nesse elemento, uma corrente elétrica. Por efeito desta corrente, a temperatura do filamento aumenta e ele emite elétrons, num fenômeno chamado de emissão termoiônica.

c) Por que o elétron emitido pelo filamento não colidiu com o átomo de mercúrio?

Segundo o modelo atômico de Bohr, os elétrons giram ao redor do núcleo do átomo em determinadas órbitas particulares. Estes elétrons possuem diferentes quantidades de energia, dependendo da órbita em que se encontram. Neste caso, o elétron emitido pelo filamento não colidiu com o átomo de mercúrio pois não possuía a energia mínima necessária para elevar o elétron deste átomo a uma órbita superior.

d) O que representam os traços paralelos, cada um dos quais com número ao lado, presentes no canto direito da hipermídia?

Eles representam a quantidade de energia de cada uma das órbitas possíveis para os elétrons, que giram ao redor do núcleo do átomo de mercúrio, sendo denominado diagrama de níveis de energia.

e) A situação descrita no item c) pode ser explicada pela Teoria Clássica? Justifique.

Não. Pensando em uma colisão de partículas (entre os elétrons da corrente elétrica e os elétrons do átomo de mercúrio), esta colisão teria que ocorrer, independente do valor da energia daqueles, segundo a Teoria Clássica. Entretanto, não é o que se observa, conforme abordado no item c).

PASSO 3

a) O que acontece com a energia dos elétrons que colidem com o átomo de mercúrio? Justifique.

De acordo com o teorema trabalho-energia cinética, temos que $W = \Delta K$, em que: W é o trabalho realizado pelo campo elétrico sobre cada elétron, e ΔK é a variação da energia cinética dos elétrons. Neste caso, podemos escrever a equação da seguinte maneira: $\Delta K = qV$. Isto significa que, aumentando a diferença de

potencial V entre os eletrodos, a energia dos elétrons que colidem com o átomo de mercúrio também aumenta.

b) Selecionando a opção “Rodar em câmera lenta”, descreva como ocorre a emissão de um fóton pelo átomo de mercúrio.

Quando se acende a lâmpada, a diferença de potencial entre os eletrodos faz com que os elétrons migrem de uma extremidade à outra. Esta energia modifica parte do mercúrio (dentro do tubo) de líquido para gás. Os elétrons que constituem a corrente elétrica, ao colidirem com os átomos do vapor de mercúrio, transferem uma quantidade de energia aos elétrons do mesmo. Assim, o elétron passa para uma órbita superior, com um nível de energia mais alto. Porém, este elétron é atraído pelo núcleo e, depois de um intervalo de tempo muito curto (da ordem de 10^{-8} ou 10^{-7} s), retorna à sua órbita original, emitindo um fóton numa direção qualquer.

c) Selecionando a opção “Espectrômetro”, descreva a relação de proporcionalidade entre a energia do fóton emitido e o seu comprimento de onda. Ela está de acordo com o que prevê a Teoria Quântica?

Quanto maior a diferença entre a energia do elétron na órbita final E_F e a energia do elétron na órbita inicial E_i , menor o comprimento de onda do fóton emitido; e vice-versa. Isto significa que estas são grandezas inversamente proporcionais, de acordo com a Teoria Quântica, que possui a seguinte equação:

$$\lambda = \frac{hc}{|\Delta E|}$$

PASSO 4

a) Qual a faixa de comprimento de onda predominante dos fótons emitidos?

No caso do mercúrio, os fótons são emitidos principalmente na faixa de comprimento de onda da radiação ultravioleta.

b) Por que é necessário que a lâmpada fluorescente possua em seu interior certa quantidade de pó de fósforo?

Porque nossos olhos não registram essa radiação ultravioleta. Para isso, a lâmpada possui um revestimento de pó de fósforo na parte interna do vidro. Quando um fóton colide com um átomo de fósforo, um dos elétrons do fósforo salta para um nível mais alto de energia e o átomo se aquece. Quando o elétron volta ao seu nível normal de energia, ele emite outro fóton.

Porém, este fóton tem menos energia do que o original porque parte desta energia foi perdida na forma de energia interna. Assim, a radiação eletromagnética emitida está no espectro visível, de modo que possamos enxergar.

c) Selecionando o “Neônio” como elemento, verifique os comprimentos de onda dos fótons emitidos.

Neste caso, os comprimentos de onda dos fótons emitidos variam, em relação ao mercúrio. Isto significa que o comprimento de onda depende de um arranjo específico do elétron no átomo. Assim, diferentes

materiais têm diferentes estruturas de órbitas e liberam fótons de diferentes comprimentos de onda.

PASSO 5

– Considerando o que você observou nos passos anteriores, resolva a situação-problema.

Ao acender a lâmpada, se estabelece uma diferença de potencial – e conseqüentemente uma corrente elétrica – no filamento dos eletrodos, ocasionando o aumento da temperatura e a emissão de elétrons. A diferença de potencial entre os eletrodos faz com que estes elétrons se desloquem no tubo e colidam com os átomos do vapor de mercúrio, transferindo energia para estes. Assim, os elétrons do átomo de mercúrio passam para órbitas superiores e, ao retornarem à sua órbita original, emitem um fóton, principalmente na faixa de comprimento de onda da radiação ultravioleta. Estes fótons, por sua vez, estimulam os elétrons dos átomos de pó de fósforo, de modo que estes emitam outros fótons, porém agora com energia menor (pois parte da energia é transformada em energia interna), e na faixa de comprimento de onda da luz visível.

Anexo 7 – Programa da disciplina de Didática II da Física

UNIDADE 1 – TENDÊNCIAS ATUAIS DA PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA

- 1.1 Histórico das principais tendências em ensino de Física.
- 1.2 Resultados recentes da pesquisa em ensino de Física.
- 1.3 Papel do professor no âmbito da pesquisa em ensino de Física.

UNIDADE 2 – MATERIAIS INSTRUCIONAIS E PROJETOS EM ENSINO DE FÍSICA

- 2.1 Análise crítica dos materiais didático-pedagógicos para o ensino de física produzidos no Brasil e no exterior.
- 2.2 Redimensionamento dos materiais didático pedagógicos disponíveis para utilização em sala de aula.

UNIDADE 3 – CRITÉRIOS PARA A ORGANIZAÇÃO DE UM PROGRAMA DE ENSINO MÉDIO

- 3.1 A física no contexto social e a física na escola.
- 3.2 A estrutura da ciência física e suas implicações nos currículos escolares.
- 3.3 A realidade sócio-econômico-cultural da comunidade e o programa de física na escola.

UNIDADE 4 – FORMA E FUNÇÃO DO PLANEJAMENTO DE ENSINO EM SEUS DIVERSOS NÍVEIS

- 4.1 Dimensão técnico-prática do planejamento escolar.
- 4.2 Planejamento escolar: organização, execução e avaliação.

UNIDADE 5 – PROPOSTAS ALTERNATIVAS E NOVAS TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO DE FÍSICA EM NÍVEL MÉDIO

- 5.1 Análise crítica das principais propostas para o ensino da física na atualidade.
- 5.2 Adequação das propostas analisadas para aplicação em sala de aula.
- 5.3 Uso de informática e novas tecnologias como ferramentas de ensino.

Anexo 8 – Primeiro questionário aplicado no desenvolvimento do segundo ciclo da investigação-ação

Questionário 1

Prezado estudante.

Pedimos, por gentileza, que responda ao questionário abaixo.

As questões devem ser respondidas considerando a última tarefa realizada na disciplina de Didática II da Física (Tarefa12), na qual o objetivo era elaborar uma atividade de estudo de Física hipermediática, priorizando uma (ou mais) das quatro características potencializadas pela hipermedia: flexibilidade cognitiva, interatividade, interação e visualização.

Agradecemos desde já a sua colaboração.

- 1) Descreva quais foram as dificuldades encontradas ao longo da elaboração da atividade de estudo de Física hipermediática.

- 2) Em qual das quatro etapas você encontrou mais dificuldade? Justifique sua resposta.

- 3) Qual das quatro etapas você considera mais importante para a elaboração de uma atividade de estudo de Física hipermediática? Justifique sua resposta.

- 4) Você trabalharia com estas atividades de estudo de Física, mediadas por hipermedia educacional, nas aulas de Estágio Supervisionado em Ensino de Física? Justifique sua resposta.

Anexo 9 – Respostas obtidas no primeiro questionário aplicado no desenvolvimento do segundo ciclo da investigação-ação

Estudante	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4
2	“Encontrei dificuldades em relacionar as hipermídias com o conteúdo a ser trabalhado, sem perder o foco físico das atividades (principalmente ao ser passado para o aluno, como ser aplicado). Também a utilização de outros sistemas, e recursos que não havíamos utilizado anteriormente.”	“Na terceira etapa, onde você deve trazer o problema de uma maneira aberta para os alunos, e geralmente não são praticadas essas metodologias na escola que o professor passou ou até na formação do próprio. Para isso o professor deve ter uma boa formação e saber expor seu conhecimento para transmitir conhecimento para seus alunos de forma clara, aberta.”	“A etapa um, pois quando você sabe qual o principal conhecimento que deve transmitir para o aluno, saberá também escolher e trabalhar em cima de uma atividade hipermidiática para a realização do estudo.”	“Sim, se o professor(a) orientador permitir as atividades. Pois notamos com as atividades hipermidiáticas uma melhor interação, interatividade dos alunos. Ajudando também na formulação da flexibilidade cognitivas dos alunos. Assim fortalecendo o aluno para futuramente o que for necessário em sua vida promissora.”
3	“Realizar a inserção da hipermídia no conteúdo abordado; ou seja, de que forma exploremos essa ferramenta.”	“Na problematização inicial, pois devemos ter cuidado para que não colocamos algo que não faça sentido ao aluno.”	“Acredito que na organização do conhecimento, pois tem maior potencial para explorar em termos de conteúdo e aprofundamentos.”	“Sim, mas com muito cuidado Tem que ser bem planejada a aula para que consigamos ter resultados, exigindo do professor um bom estudo do caso antes de aplicar a hipermídia. Contudo, acredito que seja possível ajudar o aluno a compreender o mundo da física através de simulações.”
4	“Bem, acho que relacionar com a Física, ou seja, leis, conceitos físicos de uma maneira que siga o foco do conteúdo a ser tratado. Na verdade, fazer com que, essa atividade de estudo de física por hipermídia, seja de fácil entendimento para os alunos e que envolva completamente a	“A flexibilidade cognitiva, pois para perceber os conceitos físicos envolvidos numa determinada atividade, hipermidiática no caso, tem que possuir um vasto conhecimento científico. Não me refiro somente no conceito que pode ser tratado de 'cara', ou seja, ao ver a atividade	“Interação e visualização, pois com essas duas etapas desperta um maior interesse pelos alunos na aula e uma maior apreciação pelo conhecimento físico em questão na atividade.”	“Sim, pois hoje em termos de metodologia de ensino, no ensino de Física, creio que é uma ótima ideia. Devido a interatividade dos alunos não só com as tecnologias, como computadores, mas também com o professor, os colegas, etc. Desperta também nos alunos um grande

	atenção e o interesse por eles nesta atividade.”	hipermidiática a pessoa já contextualiza com o conceito físico, mas sim que o professor perceba as diversas alternativas que podem resolver o problema ou que possa trabalhar com a hipermídia.”		interesse e curiosidade em 'mexer' e 'descobrir' os diversos fenômenos físicos que estão ocorrendo no recurso hipermidiático utilizado. Havendo assim um maior interesse pelos estudantes na aula de 'Física'.”
6	“Tive mais dificuldade em encontrar uma hipermídia que eu achasse que se encaixasse devidamente no tema da atividade. Mesmo sabendo que não era necessário encontrar uma que fosse exatamente sobre o tema, podendo usar uma hipermídia de outro modo para abordá-lo, não encontrei nenhuma, dentro do intervalo de tempo da atividade, que me satisfizesse.”	“Na etapa de escolha da hipermídia educacional, pelo motivo dito na questão anterior.”	“Eu considero que todas são necessárias, mas a definição das operações da AE é a mais importante, pois é através dessas que os alunos porão em prática a atividade.”	“Sim, se forem feitas as devidas reflexões, estudos e preparações acho que esse tipo de atividade deve ser bem proveitoso.”
7	“Agregar o problema do ENEM à situação-problema proposta.”	“A maior dificuldade encontrada foi na etapa 2 (escolha da hipermídia educacional). Mais por falta de conhecimento dos recursos disponibilizados na rede, do que a 'falta' de hipermídias educacionais.”	“Etapa 3, pois é na definição das ações que explicitamos a situação-problema a ser resolvida, a(s) competência(s) e habilidade(s) (no escopo da representação e comunicação, investigação e compreensão, e contextualização sócio-cultural) que esperamos desenvolver através da AE.”	Sem dúvida, pois creio que com estas atividades teremos uma ferramenta a mais que auxiliará na compreensão da Física do mundo vivencial e tecnológico.
9	Não respondeu ao questionário.	Não respondeu ao questionário.	Não respondeu ao questionário.	Não respondeu ao questionário.
10	Não respondeu ao questionário.	Não respondeu ao questionário.	Não respondeu ao questionário.	Não respondeu ao questionário.

Anexo 10 – Segundo questionário aplicado no desenvolvimento do segundo ciclo da investigação-ação

Questionário 2

Prezado estudante.

Pedimos, por gentileza, que responda ao questionário abaixo.

As questões devem ser respondidas considerando as atividades de estudo que foram mediadas por recursos educacionais hipermídia, e realizadas por você ao longo das disciplinas de Didática I e Didática II da Física.

Agradecemos desde já a sua colaboração.

- 1) Os recursos educacionais hipermídia, disponíveis nos portais na Internet, auxiliam em uma melhor visualização do fenômeno físico problematizado na atividade de estudo? Justifique sua resposta.

- 2) A interatividade de uma hipermídia contribui para uma maior interação entre os estudantes e entre estes e o professor durante o desenvolvimento da atividade de estudo de Física? Justifique sua resposta.

- 3) A utilização de uma hipermídia na atividade de estudo de Física auxilia na resolução da situação-problema da mesma? Justifique sua resposta.

- 4) A hipermídia contribui para uma melhor compreensão, e conseqüentemente aplicação dos conhecimentos físicos – abordados na atividade de estudo – em outros contextos? Justifique sua resposta.

Anexo 11 – Respostas obtidas no segundo questionário aplicado no desenvolvimento do segundo ciclo da investigação-ação

Estudante	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4
2	<p>“Sim, pois muitas vezes contendo informações (materiais necessários para o problematizado) que não há em laboratórios de escolas. Também favorece em visualizações de sistemas físicos não visíveis 'concretos', como por exemplo propagação de ondas (wireless). Sem falar, nas escolas que possuem laboratórios, mas sendo utilizados. Assim até mesmo possibilitando a aplicação em salas de aulas, sendo possível a aplicações de atividades sem o uso necessário de laboratórios.”</p>	<p>“Sim, porque o desenvolvimento do problematizado é levado em cima de vários recursos disponíveis pela hiperfídia, com possibilidade de serem mais e/ou muito mais recursos que nos próprios laboratórios. Com isso possibilitando a maior interação entre alunos e professor.”</p>	<p>“Sim, pois ali os alunos estão também sujeitos aos problemas da hiperfídia, que correspondem à visualizações e situações da realidade. Assim ajudando futuramente os mesmos.”</p>	<p>“Sim, por possibilitar vários tratamentos relacionados aos problemas físicos que serão trabalhados com os alunos. Também por proporcionar uma melhor interação entre o aluno e o professor. Assim mudando os mecanismos repetitivos dos professores que intuito de melhorar o ensino das escolas nacionais.”</p>
3	<p>“Sim, Pois o objeto de aprendizado simula uma situação muitas vezes vivenciada pelo aluno, em que ele facilmente fará uma analogia com algum objeto tecnológico, fazendo isso, desperta-se no aluno a curiosidade em aprender.”</p>	<p>“Sim, pois no decorrer da aula a simulação estimula o diálogo professor-aluno, pois as situações criadas trazem o aluno para construção do aprendizado e não apenas aulas expositivas, ou seja, o professor fala e o aluno escuta.”</p>	<p>“Sim, porém deve ser trabalhada cuidadosamente, com objetivos bem explícitos, para que não se torne um simples brinquedo na mão do aluno, deve ficar claro o que o aluno deve fazer e para que serve a simulação.”</p>	<p>“Sim, pois este é um dos objetivos que temos que alcançar, que o aluno seja capaz de aplicar o conhecimento em algo diferente do passado, para que o aprendizado não se torne mecânico.”</p>
4	<p>“Sim, pois apesar de não serem fenômenos 'concretos', alguns são bem realistas e estimulam, digamos assim, a percepção dos alunos a respeito dos fenômenos físicos que estão sendo observado.”</p>	<p>“Sim, devido à diversidade de recursos que uma hiperfídia apresenta faz com que os alunos discutam sobre o fenômeno tratado, não somente entre os colegas e sim também com as discussões</p>	<p>“Sim, pois apesar dos alunos não presenciarem o fenômeno físico tratado, como eu havia dito numa questão anterior, eles têm uma maior compreensão e percepção devido a visualização e prática realizada na</p>	<p>“Sim, pois a hiperfídia proporciona uma 'interação' do aluno com o fenômeno físico em que vai ser estudado, fazendo com que os conhecimentos físicos a sejam aprendidos.”</p>

		levantadas pelo seu professor no decorrer da aula.”	hipermídia.”	
6	“Sim, pois permitem que os alunos façam e testes suas hipóteses sobre o fenômeno e visualizem suas consequências.”	“Sim, pois permite que os alunos discutam entre si as hipóteses que tiveram para a resolução do problema e se unam para tentar resolver o desafio, discutindo com o professor as razões de suas hipóteses estarem corretas ou incorretas.”	“Sim, a hipermídia serve como meio de investigação do fenômeno da situação-problema, a partir da qual o aluno deve chegar a conclusões que o levem a uma solução.”	“Sim, como a hipermídia, além de permitir uma melhor visualização de fenômenos físicos, permite que o aluno interaja, faça escolhas e visualize as consequências, creio que este acaba por compreender melhor os conceitos físicos e aprender como investigar os fenômenos em outros contextos e aplicar seus conhecimentos.”
7	“Auxilia, pois dessa forma consegue-se abordar assuntos relacionados ao dia a dia do estudante, assim como os recursos/equipamentos tecnológicos que o mesmo está acostumado a utilizar.”	“Contribui para a maior interação entre todos, pois dessa forma o estudante realiza trocas de conhecimentos entre os colegas/professor, abordando assim assuntos de física em outros contextos.”	“Se bem escolhida, sim, auxilia. Na hipermídia consegue-se de certa forma visualizar o fenômeno físico em questão ajudando assim na resolução da situação-problema, que é uma questão aberta.”	“Sim, pois no momento que compreendemos os processos físicos temos a capacidade de explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão e transmissão de luz, telas de monitores, radiografias.”
9	Não respondeu ao questionário.	Não respondeu ao questionário.	Não respondeu ao questionário.	Não respondeu ao questionário.
10	Não respondeu ao questionário.	Não respondeu ao questionário.	Não respondeu ao questionário.	Não respondeu ao questionário.