

Flávia Pereira de Araújo

*A Teoria da Flexibilidade Cognitiva
aplicada em Ambientes Virtuais:
investigando estratégias de ensino
alinhadas aos desafios do [novo] perfil do
profissional em Educação*

Recife

2009

Flávia Pereira de Araújo

*A Teoria da Flexibilidade Cognitiva
aplicada em Ambientes Virtuais:
investigando estratégias de ensino
alinhadas aos desafios do [novo] perfil do
profissional em Educação*

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino das Ciências, Departamento de Educação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador:

Prof. Dr. Marcelo Carneiro Brito Leão

DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

Recife

2009

Dissertação de Mestrado sob o título “*A Teoria da Flexibilidade Cognitiva aplicada em Ambientes Virtuais: investigando estratégias de ensino alinhadas aos desafios do [novo] perfil do profissional em Educação*”, defendida por Flávia Pereira de Araújo e aprovada em 06 de março de 2009, em Recife, Pernambuco, pela banca examinadora constituída pelos doutores:

Prof. Dr. Marcelo Carneiro Brito Leão
Departamento de Química — UFRPE
Orientador

Profa. Dra. Arine Maria Viveros de Castro Lyra
Campus Recife/FOP — UPE

Profa. Dra. Helaine Sivini Ferreira
Departamento de Educação — UFRPE

Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral
Departamento de Química — UFRPE

Araújo, Flávia Pereira

A Teoria da Flexibilidade Cognitiva aplicada em Ambientes Virtuais: investigando estratégias de ensino alinhadas aos desafios do [novo] perfil do profissional em Educação. / Flávia

Pereira de Araújo. -

Recife : A Autora, 2009.

xxxii, 182 folhas : il., fig., tab.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Educação. Ensino das Ciências, 2009.

Inclui bibliografia e glossário.

1. Ensino das Ciências - Teoria da Flexibilidade Cognitiva. 2. Educação a Distância. 3. Estratégias de Ensino. I. Título.

006.32

CDD(22.ed.)

MEI2008-049

A todos que buscam romper com os métodos tradicionais de ensino, que ao invés de transformar indivíduos, formata toda uma nação, principalmente àqueles que procuram implementar suas práticas pedagógicas com o uso das novas tecnologias.

Agradecimentos

Meus sinceros agradecimentos

— ao meu Orientador, Professor Doutor Marcelo Carneiro Brito Leão, pelo apoio, dedicação e compreensão, na construção e evolução do presente trabalho.

— aos Professores do Departamento de Educação, que ratificaram os padrões de qualidade desse enorme Departamento, além de apontarem os caminhos e estarem sempre disponíveis ao desenvolvimento da Ciência e do Aprendizado.

— às Professoras Doutoradas Arine Maria Víveros de Castro Lyra, Helaine Sivini Ferreira e Edenia Maria Ribeiro do Amaral, que gentilmente aceitaram participar da Banca para a apresentação e defesa da minha Dissertação, e contribuíram para o enriquecimento deste trabalho de pesquisa.

— ao amor da minha vida, Sérgio Francisco Tavares de Oliveira Mendonça, por toda força e apoio para a concretização de mais um de nossos sonhos. Juntos, cultivaremos e realizaremos nossas metas de vida.

— a minha mãe Fátima e aos meus dois irmãos Fagner e Flávio, por todas as conquistas, pela eterna busca e compromisso com o melhor que podemos fazer.

— aos amigos que conquistei durante esta nossa jornada de curso e trabalhos, por compor uma turma de alto nível, diversificada e dinâmica.

— a todos os funcionários que fazem a Universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial aos colaboradores do Departamento de Educação, pela responsabilidade e presteza diante das demandas.

— E, finalmente, gostaria de agradecer a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“a inovação [...] é um ato consciente, refletido, voluntário, a manifestação de um desejo de mudança baseado, em princípio, numa nova definição de objetivos a atingir.”

Écoles de Demain

Resumo

A abordagem da prática docente constitui, cada vez mais, um desafio diante dos ferramentais tecnológicos, proporcionados pela Sociedade da Informação. Sob o pano de fundo da Teoria da Flexibilidade Cognitiva, o presente trabalho investiga a aplicação dessa teoria em Ambientes Virtuais de Ensino, a partir da adoção de estratégias de suporte à mediação da aprendizagem, proporcionando aos alunos *aprender a aprender* e *aprender colaborativamente*. A análise constitui-se a partir de investigação e intervenção didática, junto a alunos do ensino Médio, proposta com base em hiperdocumentos. Dentre os resultados da aplicação, detectou-se que a aplicação dos elementos dessa teoria auxilia na organização de estudos, em relação à abordagem de ensino de conteúdos complexos e pouco estruturado. Como contribuição, esta pesquisa aponta a necessidade da adoção de mecanismos de controle, que favoreça a visualização do estado atual do desenvolvimento das atividades realizadas pelo aluno. Indicamos também, a necessidade da indicação, para o aluno, dos objetivos de aprendizagem, inerentes ao resultado pretendido e exprimem o que este poderá realizar quando os tiver dominado. E, finalmente, aponta-se para a necessidade de integração do próprio aluno, ao processo de interação e colaboração entre os pares, levando-o à autonomia na produção do saber, posicionando-o como autor e/ou co-autor no processo de (re)construção do conhecimento, abrindo um canal de conversação sem limites, e direcionando o uso dos recursos presentes nos hiperdocumentos.

Palavras-chave: Ensino das Ciências. Flexibilidade Cognitiva. Educação a Distância. Estratégias de Ensino. Hiperdocumento.

Abstract

The approach of teaching is increasingly a challenge in front of the technological tools, provided by the Information Society. Under the backdrop of the Cognitive Flexibility Theory, this Research investigates the application of this theory in Learning Management Systems, from the adoption of strategies to support the learning mediation, giving students learn to learn and collaborative learn. The analysis is on the basis of Research and Teaching Intervention, students with high school, proposed on hyperdocument. Among the results of the application, found that the application of the elements of this theory helps in the studies organization in relation to the approach of teaching complex and ill-structured contents. As a contribution, this research highlights the need for the adoption of control mechanisms, which favors the view of the current state of development of activities performed by the student. Also indicate the need to alert to the student, the goals of learning, inherent in the desired result and express what this can do when you have dominated. And finally, it points to the need for integration of the student, the process of interaction and collaboration among peers, leading it to independence in the production of knowledge, positioning it as the author and/or co-author in the (re)construction of knowledge, opening a conversation channel without limits, and directing the use of resources in hyperdocument.

Keywords: Science Education. Cognitive Flexibility. e-Learning. Teaching and Learning Strategies. Hyperdocument.

Lista de Ilustrações

1	Esquema que relaciona o problema e objetivos da Pesquisa	p. 26
2	Esquema da Estratégia de Pesquisa	p. 30
3	Estruturação dos <i>Casos</i> e <i>Mini-casos</i> do experimento desta pesquisa	p. 53
4	Tela da rede social com link de inscrição	p. 76
5	Gráfico com Série, Turma e Turno dos inscritos	p. 77
6	Gráfico que representa a faixa etária	p. 77
7	Gráfico do aceite de participação	p. 78
8	Gráfico referente à motivação em participar do experimento	p. 78
9	Gráfico referente a frequência de acesso à <i>Internet</i>	p. 79
10	Parte do hiperdocumento na aba <i>Casos</i>	p. 83
11	Aba <i>Travessia Temática</i> do hiperdocumento em estudo	p. 84
12	Aba <i>Perspectiva</i> do hiperdocumento	p. 85
13	Tela do hiperdocumento com mecanismo de controle	p. 88
14	Tela do hiperdocumento com objetivo de aprendizagem	p. 90
15	Tela do hiperdocumento com o campo de comentários	p. 91
16	Aplicativo utilizado para captura de tela durante o experimento	p. 93
17	Tela do NVivo: realizando a categorização	p. 94
18	Respostas sobre as dimensões nanométricas (pré-teste)	p. 101
19	Respostas sobre as dimensões nanométricas (experimento)	p. 101
20	Respostas sobre as dimensões micrométricas (pré-teste)	p. 102
21	Respostas sobre as dimensões micrométricas (experimento)	p. 102
22	Respostas sobre as dimensões métricas (pré-teste)	p. 103
23	Respostas sobre as dimensões métricas (experimento)	p. 103

24	Respostas sobre transformação de medidas (pré-teste)	p. 104
25	Respostas sobre transformação de medidas (experimento)	p. 104
26	Respostas sobre o melhor instrumento óptico (pré-teste)	p. 105
27	Respostas sobre o melhor instrumento óptico (experimento)	p. 105
28	Percepção sobre como a Ciência imita a Natureza (pré-teste)	p. 106
29	Percepção sobre como a Ciência imita a Natureza (experimento)	p. 106

Lista de Tabelas

1	Matriz temática para o hiperdocumento em estudo	p. 56
2	Lista de <i>casos</i> e respectivos <i>mini-casos</i>	p. 79
3	Lista das <i>travessias temáticas</i> e as respectivas <i>perspectivas</i>	p. 81
4	Lista de categorias e valores	p. 96

Lista de Abreviaturas e Siglas

TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TFC	Teoria da Flexibilidade Cognitiva
AVE	Ambientes Virtuais de Ensino
EaD	Educação a Distância
SECTMA	Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente
N&N	Nanociência e Nanotecnologia
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
SCORM	<i>Sharable Content Object Reference Model</i>
STT	Sem Travessias Temáticas
SCT	Sem Comentários Temáticos
MPOA	Múltiplas Perspectivas para estruturar Objetos de Aprendizagem
LMS	<i>Learning Management System</i>
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
POEFDS	Programa Operacional de Emprego, Formação e Desenvolvimento Social
ISPA	Instituto Superior de Psicologia Aplicada
NIED	Núcleo de Informática Aplicada a Educação
LES	Laboratório de Engenharia de Software
PUC-Rio	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
ProInfo	Programa Nacional de Informática na Educação
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>

Lista de Símbolos

nm	nanômetro
®	Marca Registrada
™	<i>Trademark</i> , Marca Registrada Comercial
μm	micromêtro

Sumário

1	Introdução	p. 17
1.1	Contribuição	p. 20
1.2	Limitações do estudo	p. 20
1.3	Organização da dissertação	p. 21
2	A formalização da pesquisa	p. 23
2.1	Apresentação do Problema	p. 23
2.2	Objetivos	p. 25
2.2.1	Objetivos específicos	p. 25
2.3	Delimitação do tema	p. 25
2.4	Classificação da Pesquisa	p. 27
2.5	Estratégia da pesquisa	p. 28
2.6	Contexto de Pesquisa	p. 31
3	Ensino e Aprendizagem em Ambientes Colaborativos	p. 34
3.1	Necessidade de mudança na abordagem de ensino	p. 35
3.1.1	Dimensão didático-pedagógica e as modalidades de ensino	p. 36
3.1.2	Objetos de Aprendizagem	p. 38
3.2	Tecnologias e Estratégias de Ensino	p. 40
3.2.1	Hipertexto e <i>hipermedia</i>	p. 40
3.3	Considerações finais do capítulo	p. 41
4	Teoria da Flexibilidade Cognitiva	p. 43
4.1	Princípios	p. 45

4.1.1	Por que diferentes representações de conteúdo?	p. 47
4.1.2	Abordagem de ensino centrada na TFC	p. 48
4.1.3	Estudos de <i>casos</i>	p. 48
4.1.4	Interligação das fontes de conhecimentos	p. 49
4.2	Operacionalização	p. 50
4.2.1	Pressupostos filosóficos	p. 51
4.3	Elementos	p. 51
4.3.1	Casos e Mini-casos	p. 51
4.3.2	Temas ou Perspectivas	p. 53
4.3.3	Travessia Temática e Matriz de Conteúdo	p. 54
4.3.4	Comentários Temáticos	p. 55
4.4	Aplicações	p. 56
4.5	Limitações e Desafios	p. 64
4.6	Considerações finais do capítulo	p. 65
5	Ambientes Virtuais de Ensino	p. 66
5.1	Principais Ambientes Virtuais de Ensino	p. 67
5.1.1	TelEduc	p. 68
5.1.2	AulaNet	p. 68
5.1.3	WebCT	p. 69
5.1.4	Dokeos	p. 70
5.1.5	Blackboard	p. 70
5.1.6	Formare LMS	p. 70
5.1.7	Teleformar.Net	p. 71
5.1.8	Didaktos	p. 71
5.1.9	VirtusClass	p. 72
5.1.10	AMADeUs MM	p. 72
5.1.11	Moodle	p. 73

5.2	Considerações finais	p. 74
6	Pressupostos metodológicos	p. 75
6.1	Amostragem	p. 75
6.2	Aplicação da TFC a um Objeto de Aprendizagem	p. 78
6.2.1	Hiperdocumento (pré-teste)	p. 81
6.2.1.1	Abas: Casos, Travessia Temática e Perspectiva	p. 82
6.2.1.2	Abas: Tabela de Conteúdo, Pesquisa e Referências	p. 84
6.2.2	Hiperdocumento (CogniFlex)	p. 85
6.2.2.1	Mecanismo de controle (<i>feedback</i>)	p. 86
6.2.2.2	Propósito de cada atividade	p. 88
6.2.2.3	Interface de colaboração e interação	p. 90
6.3	Procedimentos para coleta de dados	p. 91
6.3.1	Questionários	p. 92
6.3.2	Observação	p. 92
6.3.3	<i>Think Aloud</i>	p. 92
6.3.4	Ferramentas	p. 93
6.3.4.1	Captura de Tela	p. 93
6.4	Análise qualitativa de dados	p. 93
6.4.1	Categorias de análise	p. 95
7	Resultados e Discussões	p. 97
7.1	Respostas dos participantes após a intervenção didática	p. 100
8	Conclusões	p. 107
8.1	Trabalhos futuros	p. 109
	Referências	p. 111
	Apêndice A – Questionário preliminar (Formulário on-line)	p. 118

1 *Introdução*

A sociedade da informação mudou as formas de comunicação, viabilizando a troca de informação em tempo real, o que implicou na quebra de barreiras do espaço e do tempo, pois as formas de interação e gerenciamento de dados podem ser realizados remotamente localizados em tempo real.

Com isso, vivenciamos a necessidade do maior envolvimento quando nos referimos à comunicação entre as pessoas e suas atividades, que pode ser viabilizada por meio das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), sejam escolares, profissionais ou mesmo de lazer.

Hoje, dispomos de diversos recursos tecnológicos que proporcionam e aportam a era da informação. Vivemos na sociedade dos *mass media*, que podemos descrever como sistemas organizados de produção, difusão e recepção de informação, na qual, potencialmente, ampliaram-se as possibilidades de comunicação, o que pode conduzir cada vez mais o homem para uma maior integração e compartilhamento do conhecimento, dentre outros.

De acordo com o que sugere os PCN+ (2002, p. 218):

No recorte específico do nosso campo de conhecimento, é necessário que o aluno reconheça o papel da informática na organização da vida socio-cultural e na compreensão da realidade, relacionando o manuseio do computador a casos reais, ligados ao seu cotidiano, seja no mundo do trabalho, no mundo da educação ou no da vida privada.

Diante de uma prática de ensino que vem deixando a educação fatigada, ou muitas vezes distanciada das possibilidades de interação das TIC, quanto à procura por meios que proporcionem o aluno a continuar seus estudos, o que favorece também às modalidades de ensino não só presencial, mas alargando para o semipresencial ou mesmo a distância.

Portanto, a escola não deve se esquivar de utilizar esses recursos de forma interativa e trabalhar com as informações e conhecimentos disponibilizados na rede, posto o desafio docente de trabalhar a informação no sentido de auxiliar o processo de ensino-aprendizagem na (re)construção do conhecimento.

Com o surgimento da *World Wide Web* alterou-se a forma como se acessa à in-

formação, bem como as formas de pesquisa, ou mesmo o planejamento de aulas ou de uma viagem, ou ainda conhecer os novos ingressos de um curso ou concurso antes mesmo de iniciar suas atividades. No início da década de 90, Berners-Lee *et al.* (1994) referem que a *Web* havia sido desenvolvida para ser um repositório do conhecimento humano, que permitiria que colaboradores em locais distintos partilhassem as suas ideias.

A ideia de partilha e de fácil acesso esteve subjacente à sua criação e contribuiu para o sucesso da *Internet*, tendo o seu crescimento superado qualquer expectativa, na assim chamada Geração 3C (Conteúdo, Compartilhamento e Colaboração), pois assim todos utilizam e contribuem para o emaranhado de informações em rede, podendo contribuir para o desenvolvimento da inteligência coletiva, ressalta (LÉVY, 1996).

O Ensino das Ciências não deve limitar-se à mera exposição e memorização de conteúdos, sem deixar escapar a discussão em busca de melhorias à qualidade de vida, principalmente relacionada à investigação e aprofundamento dos conceitos envolvidos em qualquer que seja a problemática. Pois a escola deve ser entendida como espaço da construção, da ressignificação e da criação da vida dos sujeitos, em interação com o seu meio.

Para isso, o ensino deve possibilitar aos sujeitos a ampliação dos seus conceitos e o estabelecimento de relações cada vez mais complexas, e, desta forma, construir uma base sólida para o aprendizado de conhecimentos necessários à vida profissional e cotidiana.

O sujeito precisa vivenciar o conceito muitas vezes, e de acordo com a Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC), que norteia os pressupostos desta pesquisa, para que aconteça a (re)construção do conhecimento, a informação deve ser apresentada a partir da multiplicidade das perspectivas intelectuais, postas através de estudos de casos que atuam baseados na diversificação do conhecimento em contexto, caso contrário, corre-se o risco de haver apenas uma memorização de forma fragmentada.

Para a TFC, as características do domínio do conhecimento que é utilizado em *hipermedia*¹ também parecem desempenhar um papel importante. Esta teoria foi desenvolvida por Spiro e sua equipe da Universidade de Illinois, (SPIRO *et al.*, 1987) e (SPIRO; JEHNG, 1990). Trata-se de uma teoria construtivista, que tem por base trabalhar conteúdos de domínios complexos e pouco estruturados, ou seja, níveis avançado do conhecimento resgatando-os a partir de uma visão holística-integrativa, o que torna os sistemas de *hipermedia* um dos mais sensíveis instrumentos que promovem a autonomia e flexibilidade cognitiva do estudante, ou seja, adotar estratégias que não se limitem a uma abordagem sequencial, mas, que permita ao aprendiz traçar novos caminhos no que tange à (re)construção de conhecimentos, ainda que sejam apresentados novos contextos de apren-

¹O termo *hipermedia* é o hipertexto de multimédia (embora os termos hipertexto e hipermédia sejam frequentemente usados intermutavelmente): os blocos de informação não são restringidos a texto e podem conter som, gráficos, vídeo, animação ou outros media.

dizagem.

Como afirma Carvalho e Moreira (2007), a TFC defende que para que a aprendizagem aconteça, o ensino deve ser dependente do contexto, promovendo assim a emergência da construção do conhecimento, que na era da informação depende das potencialidades encontradas nos *hipermedia*.

A educação presencial e educação a distância encontram-se ainda centradas no modelo da distribuição da informação, quando a oferta de comunicação multimídia é cada vez maior no ambiente comunicacional redefinido pelas tecnologias digitais interativas.

Essa defasagem na abordagem da prática docente do atual modelo educacional, muitas vezes pautados no ensino tradicional, ou mesmo em conteúdos memorizáveis e/ou pouco contextualizados, representadas em suas modalidades de ensino, não serão resolvidas apenas com a imersão em tecnologias educacionais ou mesmo a utilização de computadores com acesso à *Internet*, pelos estudantes e professores, sem que haja real sentido quando da construção do conhecimento, através de abordagens centradas nas dificuldades de aprendizagem que cercam o cotidiano escolar. Como indica Lévy (1999), o essencial e urgente é uma pedagogia baseada na participação, na comunicação e na construção do conhecimento a partir das problemáticas vivenciadas pelos próprios estudantes e nas elaborações de suas soluções, bem como da colaboração que rodeiam o dia-a-dia escolar e a sociedade.

O desafio docente partirá da interatividade, entendida como transição da lógica da transmissão própria da mídia de massa para a lógica da comunicação própria da cibercultura. (LÉVY, 1999).

Assim, o desafio principal desta Dissertação é propor um modelo de aplicação de interação para Ambientes Virtuais de Ensino (AVE) que considere os elementos da Teoria da Flexibilidade Cognitiva e sua articulação com o contexto da abordagem de ensino de assuntos complexos e pouco estruturados, levando-se em consideração a utilização de *hipermedia* o que pode permitir uma contribuição à melhoria da abordagem de ensino pautada nesses aspectos, disponibilizando ao estudante um estudo holístico e integrativo, buscando representar o domínio do conhecimento, mesmo ao se deparar com novas situações.

No caso desta pesquisa adota-se a abordagem de ensino por estudo de caso centrada na TFC, aplicada em AVE, como estratégia de suporte à aprendizagem de domínios complexos e pouco estruturados. Para isso, organizamos o conteúdo a partir de hiperdocumentos, que promovessem participação efetiva e interativa entre os diversos atores envolvidos, além de evitar a desorientação do estudante no contexto em estudo.

1.1 Contribuição

Diante de uma prática de ensino que vem deixando a educação fatigada, ou muitas vezes distanciada das possibilidades de interação das TIC, faz-se necessária a descoberta e o uso de práticas mais coerentes com a realidade social em que está inserida a escola, considerando que o uso do computador não deve ocorrer apenas durante a aula de informática, e sim em qualquer que seja a disciplina, favorecendo a interdisciplinaridade (VIANNA; ARAÚJO, 2004).

O uso de AVE pode se mostrar, naturalmente, como um mecanismo interdisciplinar, pois na visão de Fazenda (1994, p. 91) a interdisciplinaridade é uma exigência natural e interna das ciências, no sentido de uma maior compreensão da realidade que elas nos fazem conhecer. Esses AVE dispõem de serviços e recursos que permitem trabalhar os conceitos nas diversas disciplinas, reunidas num só contexto, ou em vários, além da possibilidade de tratar conteúdos complexos, sem contar que os AVE intensificam o paradigma tecnológico, uma vez que são quebradas as barreiras do espaço e do tempo.

A sociedade brasileira, através da Educação Presencial e/ou a Distância, pode se beneficiar da presente investigação através da elaboração e distribuição de conteúdos, de maneira eficiente em contraponto às práticas atuais de alocação estática de materiais destinados ao estudo e à aprendizagem, integrando estratégias de ensino, promovendo o desenvolvimento de competências no estudante, a fim de que este possa tratar de domínios complexos e pouco estruturados, além de promover a reflexão dos diversos atores envolvidos na produção e aplicação de conteúdos *hipermedia*.

A proposta nessa pesquisa é apresentar um modelo de interação como ferramenta voltada à aprendizagem, independentemente do AVE utilizado, ou mesmo em redes sociais que possam constituir-se como uma escola fora da escola, com flexibilidade de tempo e espaço para estudantes e professores.

1.2 Limitações do estudo

A aplicação em estudo restringe-se a domínios complexos e pouco estruturados, o que não impede de utilizá-la em domínios sem grande complexidade, ou mesmo estruturados, entretanto, verifica-se facilmente a baixa eficácia da sua utilização. Como afirma Spiro *et al.* (1987), as teorias em Ciências Cognitivas se têm dedicado a estudar mais os processos cognitivos em domínios bem-estruturados, negligenciando para segundo plano os domínios pouco estruturados. Os autores salientam, ainda, que as teorias que são adequadas para ensinar e aprender em domínios bem-estruturados não se aplicam aos domínios pouco estruturados; pois nesse caso, pode-se dificultar a transferência de conhecimento para

novas situações. Deve-se aprender a observar sob vários pontos de vista, tal como ela existe em contexto real. (COULSON; FELTOVICH; SPIRO, 1989).

A aplicação do *software* não foi implementada em nível de linguagem de programação, apenas realizamos diversas interações para verificar a sua eficácia e eficiência, no decurso de lições propostas, mediante serviços e recursos adaptados e estruturados em Ambiente Virtual de Ensino, e procedermos a verificação do sucesso ou insucesso das interações e do aprendizado através de atividades propostas que requeriam dos participantes a transferência do conhecimento abordado nos estudos de casos para resolução de problemas em novas situações.

As verificações das interações e do aprendizado foram realizados de maneira presencial e semipresencial restando verificar a efetividade da aprendizagem dos conceitos na modalidade totalmente a distância, e sem o auxílio direto ou indireto do Professor e/ou Tutor.

1.3 Organização da dissertação

Este trabalho, que resulta de uma pesquisa de dissertação, encontra-se organizado em sete capítulos. O primeiro intitulado, **Introdução**, contextualiza este estudo frente à Sociedade da Informação, bem como se refere às demandas exigidas pelo [novo] perfil do profissional em Educação, a autora atenta para as possibilidades trazidas pela *Internet*, seja no ensino presencial, e, sobretudo no ensino a distância.

No **Capítulo 2**, A formalização da pesquisa, a autora delimita o foco de seu estudo como a busca por compreender como representar processos de *feedback* no contexto de hiperdocumento utilizados em Ambientes Virtuais de Ensino, o que irá nortear seus objetivos de pesquisa, bem como indicar a estratégia de pesquisa aplicada ao contexto de análise.

O **Capítulo 3**, Educação e Colaboração, retrata as necessidades de mudança na abordagem de ensino, em qualquer que seja as modalidades de ensino. E, além de caracterizar Objetos de Aprendizagem, apresenta também um enquadramento histórico do aparecimento do conceito e do termo hipertexto, procurando distingui-lo do termo *hipermedia* e do termo hiperdocumento.

O presente trabalho tem como pano de fundo a Teoria da Flexibilidade Cognitiva, descrita no **Capítulo 4**, cuja teoria se enquadra em abordagens de ensino para (re)construção de conhecimentos de nível avançado, ou seja, de domínios complexos e pouco-estruturado. Então, esse capítulo discorre sobre os pressupostos teóricos e elementos essenciais para operacionalização, bem como as aplicações, que tem sido realizada com base nessa teoria,

além das limitações e desafios.

Como a aplicação da Teoria da Flexibilidade Cognitiva será investigada em hiperdocumentos no âmbito de Ambientes Virtuais de Ensino, o **Capítulo 5** se propõe a conceituar tal ferramenta, que tem apoiado principalmente a Educação a Distância através do acesso à grande rede. Logo, nesse capítulo são apresentados também alguns dos principais Ambientes Virtuais de Ensino que tem sido aplicado em larga escala no Brasil e no Mundo.

No **Capítulo 6** começamos por abordar os pressupostos metodológicos em suas várias etapas, como a amostragem, o detalhamento da teoria em estudo aplicada a Objetos de Aprendizagem, que para esse trabalho trata-se de um hiperdocumento, especificando as características entre o hiperdocumento aplicado como objeto de controle (pré-teste), e, o hiperdocumento proposto (experimento). Também são indicados os procedimentos para coleta de dados.

No **Capítulo 7** são apresentados os dados resultantes da pesquisa que são discutidos e contrapostos ao objeto de controle, inicialmente capturado em nosso pré-teste.

E por último, no **Capítulo 8** são apresentadas as conclusões e implicações do estudo, além de reflexões com base na investigação realizada que apontam orientações para realização de trabalhos futuros.

2 *A formalização da pesquisa*

Este capítulo objetiva demonstrar a formalização da pesquisa, de forma a guiar o leitor, numa espécie de script ou roteiro que represente a lógica idealizada pela pesquisadora para o desenvolvimento da dissertação.

2.1 Apresentação do Problema

Sabemos que a prática pedagógica do professor em sala de aula necessita de constantes atualizações, e para isso o computador poderá se tornar um aliado no processo de ensino-aprendizagem, além de promover um esforço para envolver os alunos na continuidade aos seus estudos e fomento na iniciação à pesquisa, quanto à (re)construção do conhecimento e aplicação desse conhecimento em novas situações de maneira flexível.

Dentre as linhas de investigação da TFC, como indicam Carvalho e Moreira (2007), pode-se destacar três correntes, sendo uma corrente voltada para os estudos centrados na própria TFC, através da avaliação de protótipos *hipermedia* de flexibilidade cognitiva e do seu impacto na aprendizagem, outra corrente dedicada a estudos que tentam indicar como os professores interpretam e aplicam a teoria ao desenvolvimento de materiais com base na TFC e à constituição de comunidades de prática. E, a terceira corrente de investigação, **na qual a presente pesquisa se enquadra**, que tem seu enfoque situado na desconstrução do conhecimento, através dos elementos da teoria em estudo, descritos no Capítulo 4, pág. 43, pois de acordo com a TFC os estudantes são desafiados a refletirem sobre as temáticas estudadas, através da participação em discussões suportadas, em ambientes distribuídos de aprendizagem.

Considerando o interesse da comunidade acadêmica e das instituições de formação pela (re)utilização de Objetos de Aprendizagem e o apelo de especialistas sobre a necessidade de estruturá-los de acordo com teorias de aprendizagem (WILEY, 2000; ALLY, 2004; NURMI; JAAKKOLA, 2006; CARVALHO, 2006), e, partindo dos pressupostos de que a incorporação da TFC às diversas ferramentas, disponíveis na grande rede, pode contribuir para a (re)construção do conhecimento. Desde que o usuário não seja considerado como um mero expectador, mas sobretudo que haja mecanismos de *feedback* quanto à navegação

do hiperdocumento, além de permitir que o usuário também seja autor e co-autor do hiperdocumento, a exemplo dos diversos serviços oferecidos na *Web 2.0*.

Para a presente pesquisa, consideramos o que afirma Filatro (2008), em que atividades de aprendizagem mais complexas, que envolvem habilidades cognitivas de nível superior, como no caso das abordagens de ensino, centradas na TFC, foco de estudos no presente trabalho, geralmente permitem mais de uma solução, ao planejarmos e desenvolvermos investigações através de estudos de caso, resolução de problemas e desenvolvimento de projetos, recomenda-se que o *feedback* seja oferecido durante a realização da atividade, e não apenas após a sua conclusão.

Enfatizamos ainda que, o *feedback* deve estar voltado tanto para os processos quanto para os resultados da aprendizagem e deve incluir ações de (i) orientação do aluno sobre as etapas do processo; (ii) identificação de erros durante o processo, assim como das causas desses erros e possíveis correções na condução dos trabalhos, além de (iii) proporcionar mecanismos para avaliação individual ou pelos pares.

Considerando que a TFC aplicada aos modelos de hiperdocumento já propostos, pretende solucionar as questões de desorientação na navegação de hiperdocumentos, entretanto dar-se especial atenção às questões de exposição do conteúdo e acessibilidade, ou seja, nota-se uma maior preocupação na disposição de conteúdos.

Em contraste aos poucos trabalhos com a aplicação da TFC apoiados em ferramentas assíncronas, como podemos citar os estudos de Carvalho (2001), Carvalho e Pereira (2003), Marques e Carvalho (2005). Esses autores ratificam a necessidade de promover interatividade, pois na maioria dos hiperdocumentos propostos nota-se a ausência de *feedback* (aluno-hiperdocumento-professor), ou mesmo a falta de indicação do propósito de cada *perspectiva* (*tema*) ou *travessia* proposta. Daí, a formulação do problema de pesquisa encontra-se representada através de uma questão-chave:

- **Como representar processos de aprendizagem de forma interativa e/ou colaborativa, no contexto de uso do hiperdocumento proposto, com base na TFC?**

A questão-chave é definir um ponto de partida para a busca de respostas por parte desta pesquisa, sem a pretensão de amplamente generalizar toda a complexidade que envolve o tema.

Visando a melhor delimitação quanto ao desenvolvimento e conclusão dessa dissertação faz-se necessário desdobrar a questão-chave nas seguintes questões específicas:

- **Como incluir mecanismo de controle para o estudante visualizar as partes**

não visitadas, e, fornecer ao professor *feedback* dos caminhos já perspectivados pelo estudante no hiperdocumento?

- Como delimitar o propósito de aprendizagem para cada uma das atividades a ser perspectivada de acordo com a escolha do estudante?
- Como permitir ao estudante participar do processo de desconstrução dos casos, de forma a registrar sua participação no próprio hiperdocumento?

2.2 Objetivos

Este trabalho busca propor a adoção de estratégias de suporte ao ensino em Ambientes Virtuais de Ensino que representem os elementos da Teoria da Flexibilidade Cognitiva e sua articulação com o contexto da abordagem de ensino de assuntos complexos e pouco estruturados.

2.2.1 Objetivos específicos

E para responder aos problemas evidenciados anteriormente, foram propostos os seguintes objetivos específicos, descritos abaixo:

- Propor um mecanismo de controle que indique na interface do aluno os *mini-casos* e *comentários temáticos*, propostos pela TFC, e que ainda restam ser visitados.
- Analisar como a indicação do propósito de cada uma das *travessia(s)*, *tema(s)* e/ou *caso(s)* possibilita ao aluno a (re)construção do conhecimento.
- Propor uma interface que favoreça a colaboração do aluno, a fim de determinar como sua participação e interação com outros usuários, enquanto autor e co-autor do hiperdocumento, favorecem ou dificultam sua aprendizagem em relação ao conteúdo estudado.

A Figura 1, pág. 26, apresenta o encadeamento lógico da dissertação relacionando questões e objetivos.

2.3 Delimitação do tema

Levando em conta o contexto de Ensino e Aprendizagem em Ambientes Colaborativos, essa pesquisa emerge da discussão e da partilha de idéias no âmbito de três áreas de estudo

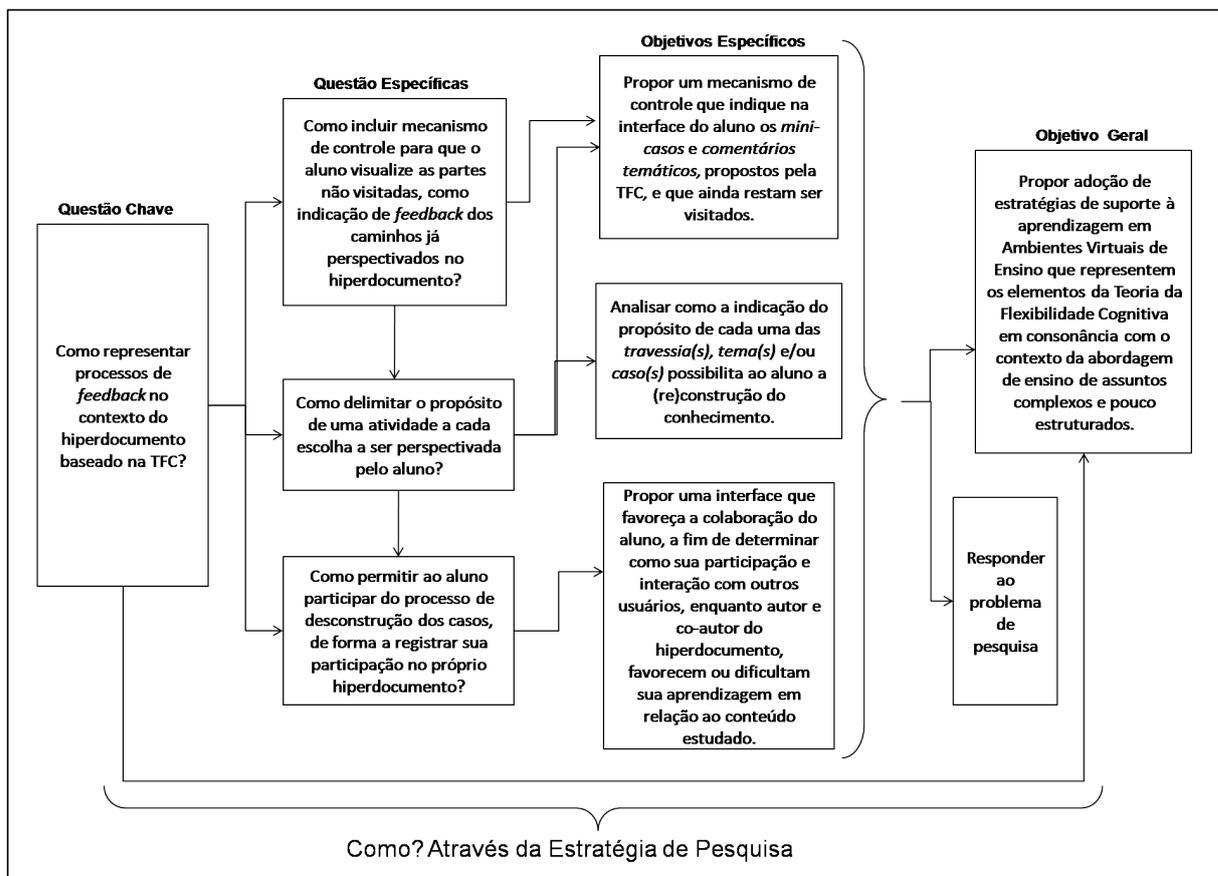


Figura 1: Esquema que relaciona o problema e objetivos da Pesquisa

— (i) aprendizagem colaborativa mediada pela *Web*; — (ii) tecnologias e as estratégias de ensino (presencial e/ou a distância); e, — (iii) abordagem didática centrada no estudo de casos, que encontra o aporte teórico na TFC.

No âmbito educacional, a colaboração é corroborada pela utilização da interatividade como forma comunicacional, entre professores e alunos, provocando um (re)pensar da educação, enquanto transmissão de conteúdos lineares, hierárquicos e sistematizados, pautados no falar/ditar do mestre. A interatividade na sala de aula oferece a possibilidade de novas relações, criadas a partir das trocas interativas no sentido todos-todos, em que não há saberes hierarquizados, mas uma construção coletiva. Dessa forma, emissor e receptor tornam-se, juntos, autores e co-autores de produções construídas interativamente. (FERREIRA; BIANCHETTI, 2004).

Segundo Jonassen (1996), os ambientes de aprendizagem devem ser ambientes instigantes, constituídos de problemas relevantes, sobre os quais os alunos devem refletir e buscar soluções. As tarefas a serem disponibilizadas devem originar-se do real, a fim de que a aprendizagem seja, de fato, significativa. Além disso, recuperando aqui o ideário pedagógico cooperativo, devem ser apoiadas pela colaboração entre os participantes e constituídas pelo diálogo pedagógico.

O trabalho cooperativo exige autodisciplina e desperta o entusiasmo dos estudantes. A classe deixa de ser um espaço estranho à vida; incorporando-a, passa a ser uma comunidade de indivíduos capazes de regular a vida em grupo a partir de objetivos comuns. Esse aspecto está extremamente presente na abordagem cooperativa da atualidade. É através do compartilhamento de objetivos e responsabilidades que o educando constrói sua trajetória como cidadão e sujeito ativo na (re)construção do seu conhecimento. (D'ÁVILA, 2003).

A interatividade encontra o seu viés de investigação em situações de cooperação, que são condições para o desenvolvimento das ações didáticas, tornando a tomada de consciência de que os aprendizes possuem capacidades e saberes de que poderão dispor, ao se organizarem para resolver problemas pessoais e de grupo de forma a se auto-responsabilizarem pelos seus percursos e projetos, reforçando a sua identidade e autonomia. O que ocorre através das trocas inter e intragrupoais, e, comunicação entre os pares, e acontece devido a intervenção sócio-educativa nesta abordagem que repousa tanto sobre a informação quanto sobre a formação/emancipação dos aprendizes como agentes de mudança.

Dentre as diversas teorias de aprendizagem, nesta dissertação optou-se pela teoria da Flexibilidade Cognitiva proposta por Spiro *et al.* (1987), a qual detalharemos no Capítulo 4, pág. 43.

Ainda, visando melhor definir os limites de trabalho da pesquisa, consideram-se as características observadas no Campo de Pesquisa. Quanto à especificação do universo da pesquisa optou-se por analisar o nível de Ensino Médio, envolvendo alunos da 2ª série, uma vez que tem sido alvo de discussão no Brasil, em relação às soluções proposta de Educação a Distância (EaD) voltada para esse nível de ensino, a exemplo dos cursos de nível médio, de Educação Profissional, em Pernambuco, promovidos pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTMA), pois a EaD aponta inúmeras possibilidades de contribuição para a universalização, interiorização e democratização do ensino, além de ser uma forma para proporcionar a atualização contínua do conhecimento. (PERNAMBUCO, 2007).

2.4 Classificação da Pesquisa

Considerando a natureza do problema proposto, que se refere a como representar processos de *feedback* no contexto do hiperdocumento baseado na TFC e com base nas considerações até aqui apresentadas, a classificação definida para esta pesquisa foi estabelecida utilizando-se os conceitos apresentados por Gil (2002), como segue:

- a) **Quanto à natureza** — é pesquisa aplicada, pois tem por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida a solução de problemas específicos; envolve verdades e interesses locais;
- b) **Quanto à forma de abordagem** — é pesquisa qualitativa à medida que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito; o ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave;
- c) **Quanto aos objetivos** — é pesquisa exploratória, pois se pretende possibilitar maior familiaridade com um problema pouco explorado e também descrever as características que permitem a construção do conhecimento, em Ambientes Virtuais de Ensino, a partir de hiperdocumentos pautados na teoria em estudo, bem como analisar suas conseqüências;
- d) **Quanto ao método científico** — é essencialmente dedutivo para definição dos determinantes e referenciais das áreas voltadas à aplicação da TFC em ferramentas que possibilite a aprendizagem mediada por computador;
- e) **Quanto aos procedimentos técnicos** — foram utilizadas para análise, principalmente, técnicas que captem a realidade em todo seu dinamismo, sendo utilizado técnicas de captura de tela, dados inseridos pelos próprios participantes, além de questionários e observações, com ênfase no levantamento bibliográfico e levantamento documental para coleta de dados.

2.5 **Estratégia da pesquisa**

A estratégia de pesquisa é baseada, principalmente, na conceitualização dos termos que emergem de um cenário atual que interrelacionam as áreas de estudo, — Ensino e Aprendizagem em Ambientes Colaborativos, — as Tecnologias e as Estratégias de Ensino, tendo como pano de fundo a Teoria da Flexibilidade Cognitiva.

A estratégia de pesquisa particularmente desenvolvida para este estudo apóia-se principalmente nos elementos da teoria em estudo. De forma complementar, principalmente nas fases iniciais considerando o gerenciamento do projeto, conjuga-se elementos típicos de uma abordagem tradicional de pesquisa, os quais destacam-se a revisão de literatura e o levantamento das aplicações e contribuição da TFC no âmbito educacional.

Sendo considerada essencial a proposta de um modelo que apontasse indícios de como responder as questões específicas através de conteúdos complexos e pouco estruturados, visto que não foi possível sua implementação devido à indisponibilidade de recursos financeiros associados ao fator tempo, logo sua validação por meio da elaboração de um

hiperdocumento com as estratégias de aprendizagem propostas, cuja aplicação se deu durante investigação de uma situação didática da disciplina de Química, na modalidade semipresencial, numa turma de Ensino Médio, a cerca de conteúdos sobre Nanociência e Nanotecnologia (N&N). Ressalta-se que esta substituição, não reduz a qualidade dos resultados esperados.

A pesquisa foi desenvolvida junto aos estudantes da 2ª série do Ensino Médio da Rede Pública do Estadual, considerando-se domínios complexos e pouco estruturados quanto à (re)construção de conceitos no Ensino das Ciências, a partir da abordagem sobre Nanociência e Nanotecnologia (N&N). Ao todo foram inscritos 23 educandos que se submeteram à análise de desempenho escolar e das habilidades básicas para a realização do experimento, como domínio e uso das ferramentas de edição de texto em ambientes *cloud computing* e navegação em *Internet*, além do seu aproveitamento e participação em atividades em sala de aula, na disciplina de Química, e com a participação devidamente autorizada, pelos educadores escolares e, também, pelos educadores familiares.

De fato, a base teórica confirma a possibilidade da utilização de abordagens de ensino para assuntos de domínios complexos, aliado às estratégias de aprendizagem como meio para suportar a estratégia de pesquisa da dissertação. É possível verificar uma complementaridade metodológica entre ambas: a primeira permite a validação dos referenciais e a representação do conhecimento que se busca, e a segunda permite a coleta e o tratamento dos dados.

A lógica da estratégia de pesquisa pode ser percebida através de um roteiro sintético, descrita após a apresentação da Figura 2, pág. 30.

No início encontra-se o problema de pesquisa como motivador do estudo sendo considerado o ponto inicial à parte dos procedimentos metodológicos:

- a) **Fase de concepção** — início da revisão de literatura sobre a TFC, a qual se segue durante as fases de planejamento e execução, permeando quase que todo o período da pesquisa. Essa primeira fase permitiu o levantamento bibliográfico das principais aplicações da teoria em estudo no âmbito educacional, levando em consideração as tecnologias e as estratégias de Ensino e Aprendizagem em Ambientes Colaborativos.
- b) **Fase de planejamento** — são identificadas as estratégias de suporte à aprendizagem, que em conjunto com a fase anterior, são extraídos os determinantes de ambas as áreas de conhecimento, seguindo orientação quanto ao levantamento bibliográfico, documental e método dedutivo quanto aos Objetos de Aprendizagem, hipertextos, além de outros elementos utilizados como recursos tecnológicos em estratégias de ensino. Assim como dentro das possibilidades permitidas com o acesso à *Internet*, o Ensino-Aprendizagem em Ambientes Colaborativos levá-nos a vislumbrar a necessidade de

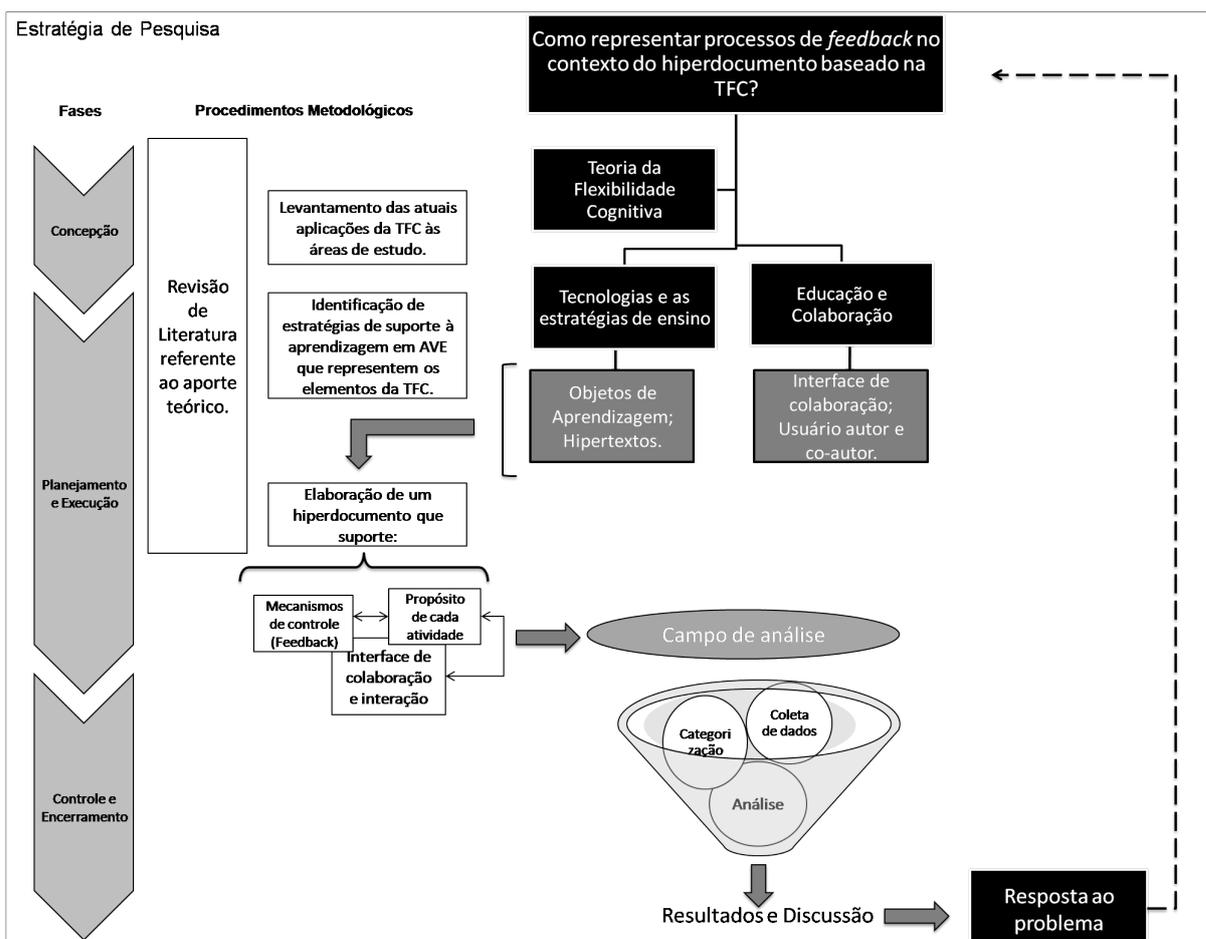


Figura 2: Esquema da Estratégia de Pesquisa

interfaces de colaboração, visto que o estudante necessita ser percebido enquanto **autor** e/ou **co-autor** de conteúdos.

- c) **Fase de execução** — em conjunto com a fase anterior de planejamento, define-se um modelo de hiperdocumento em consonância com os objetivos específicos, e, que atenda as características indicadas como relevantes durante a revisão de literatura. Assim são considerados a indicação do propósito de cada atividade referente a competência que espera ser construída mediante a intervenção didática, procurou também criar mecanismos de controle tanto para a visão do aluno, quanto para a visão do professor. E, buscando perceber o aluno como autor e co-autor, de acordo com a mudança de paradigma da *Internet*, os quais vem refletindo nas relações educacionais, assim segue uma interface de colaboração e interação. Nessa mesma fase, submete-se o hiperdocumento a testes, levando à campo, para análise do referencial teórico, por meio das técnicas utilizadas para coleta de dados.
- d) **Fase de controle** — promove o monitoramento frente aos resultados das fases anteriores, permitindo garantir as condições para realização da pesquisa ou, como foi o caso

durante este trabalho, houve a possibilidade da realização de um piloto (pré-teste), descrito no Capítulo 6, pág. 75, para em seguida ajustar o experimento, representado aqui através do hiperdocumento, e assim proceder com a realização junto a amostra maior, seguindo a partir da coleta de dados, com a categorização e análise dos resultados obtidos.

- e) **Fase de encerramento** — após o término das fases anteriores foi possível realizar a fase de conclusão e resposta ao problema de pesquisa.

2.6 Contexto de Pesquisa

Visando considerar um ambiente para a utilização do hiperdocumento, foi feito de modo a simular a modalidade de ensino a distância, de tal forma que toda e qualquer dúvida ou esclarecimento foi feito mediante ferramentas de comunicação síncronas e assíncronas, assim podemos indicar que o hiperdocumento poderá ser utilizado tanto numa abordagem de ensino presencial, mas principalmente, a distância. Foi escolhido como campo de análise desta pesquisa um grupo de estudantes, da 2ª série do Ensino Médio, da rede pública estadual de ensino do Estado de Pernambuco, em uma escola da Região Metropolitana de Recife, Escola Professora Odete Antunes, cuja única exigência para os participantes era que os mesmos tivessem conhecimentos mínimos de informática. Assim, foram selecionados alunos e alunas na faixa etária entre 14 a 25 anos.

A escolha do campo de pesquisa justifica-se devido a pesquisadora fazer parte do quadro de professores da escola, e também devido ao projeto piloto que dá suporte a esse trabalho ser resultado de um projeto que rendeu à referida Escola o I Prêmio Tecnologia a Serviço da Educação, promovido pela Secretaria de Educação do Governo do Estado.

Assim, foram selecionados três objetos do campo de pesquisa:

- a) **Objeto de Aprendizagem** — através do hiperdocumento proposto sobre o domínio de conteúdo que aborda conceitos da Nanociência e Nanotecnologia. Recentemente, surgiram essas áreas de estudo, que têm por meta dominar parte, pequena que seja, do virtuosismo da natureza na organização da matéria átomo por átomo, molécula por molécula. Esses dois neologismos derivam de nano, prefixo usado na ciência para designar um bilionésimo. Assim, um nanômetro (nm) é um bilionésimo de metro. Para termos de comparação, um átomo mede cerca de 2 décimos de um nanômetro e o diâmetro de um fio de cabelo humano mede cerca de 30.000 nm. Assim, a N&N visam, respectivamente, a compreensão e o controle da matéria na escala nanométrica ou, de forma mais abrangente, desde a escala do átomo até cerca de 100 nm.

- b) **Ferramenta de Autoria** — através da interface que tem a finalidade de indicar como o papel do aluno enquanto autor e co-autor de novos *mini-casos* e/ou *comentários temáticos* contribuem para a compreensão dos conceitos trabalhados durante o processo de ensino-aprendizagem.
- c) **Resolução de Questões e Problemas** — que busquem evidenciar como o propósito das *travessias*, *temas* e/ou *casos* apresentados ao aluno possibilita novos níveis de compreensão da constituição do saber profissional e das próprias produções realizadas.

A escolha desse domínio de conteúdo justifica-se por se tratar de um tema complexo e pouco estruturado, o que permite ser abordado utilizando os elementos da TFC, e por outro lado é importante que desde a Educação Básica, os alunos conheçam as novas perspectivas da Ciência, pois como afirma Toma (2004), no caso da nanotecnologia, é preciso que a sociedade conheça os riscos, mas também os benefícios, os avanços, a parte “bonita”, pois é justamente pelo conhecimento desses riscos que o homem pode atuar com racionalidade.

Nesse sentido Cachapuz, Praia e Jorge (2004, p. 86), corroboram quando afirmam que na tendência racionalista contemporânea, “o conhecimento científico é concebido como empreendimento humano e cultural que procura ser mais acessível aos cidadãos, ajudando-os para que suas opções sejam mais inteligentes na tomada de decisões”.

É importante frisar que os objetos de pesquisa, no caso específico desta pesquisa foram representados com base em expectativas de aprendizagem tendo como pano de fundo a TFC. No campo de pesquisa focou-se a pesquisa em conteúdos *on-line*, pois no contexto da criação e gestão de conteúdos de aprendizagem específicos, dever-se-á ter em conta que as funcionalidades dos AVE estejam intrinsecamente associadas à criação de Objetos de Aprendizagem, que possam ser reutilizáveis não só no que se refere à sua utilização por autores diferentes e/ou em cursos e contextos de aprendizagem diferentes, mas também que possam ser utilizados em plataformas e sistemas de *e-Learning* diferentes. Assim, a criação de Objetos de Aprendizagem reutilizáveis exige não só a sua concepção pedagógica adequada, mas também a sua implementação segundo normas do ponto de vista tecnológico e da descrição dos dados (conteúdos).

Entretanto, há vários desafios que se colocam aos profissionais responsáveis por projetarem cursos ou materiais *on-line*, seja professores ou profissionais de *design* instrucional. Segundo argumenta Wiley (2000), seria possível aos projetistas dos cursos desenvolverem pequenos módulos ou componentes instrucionais que pudessem ser reutilizados diversas vezes em contextos diferentes. Se os resultados das políticas de difusão de TIC não forem acompanhadas de políticas de capacitação e introdução de novas técnicas organizacionais.

A inovação que bate à porta com as possibilidades trazidas com *Internet*, e, princi-

palmente, a *Web 2.0* demonstra a necessidade da qualificação dos profissionais envolvidos na produção de conteúdos adequados às práticas docentes ou pedagógicas voltadas a produção de materiais didáticos que de fato contribuam para o aprendizado, ao invés de se limitarem a repositórios de conteúdos.

O termo *Web 2.0*, é definido por O'Reilly (2005), para indicar a mudança para uma *Internet* como plataforma, e um entendimento das regras para obter sucesso nesta nova plataforma. Entre outras, a regra mais importante é desenvolver aplicativos que aproveitem os efeitos de rede para se tornarem melhores e serem mais usados pelas pessoas, aproveitando a inteligência coletiva. Assim, a *Web 2.0* propicia maior interatividade, tornando o ambiente presencial e virtual mais dinâmico, e os educadores da atualidade não podem deixar de utilizar tais recursos, uma vez que impacta no aprendizado dos alunos quanto ao aprender colaborativamente, e dependendo da abordagem proporciona o desenvolvimento escolar de forma flexível quanto ao alcance de habilidades e competências na iniciação à pesquisa, através da interatividade entre os seus participantes.

A *Web 2.0* é a segunda geração de serviços online e caracteriza-se por potencializar as formas de publicação, compartilhamento e organização de informações, além de ampliar os espaços para a interação entre os participantes do processo. De acordo com Primo (2006, p. 2), a *Web 2.0* tem repercussões sociais importantes, que potencializam processos de trabalho coletivo, de troca afetiva, de produção e veiculação de informações, na (re)construção do conhecimento apoiada pelos recursos tecnológicos.

No [novo] paradigma da *Web*, todos, estudantes e professores, deixam de ser meros expectadores, ou atores passivos na construção do aprendizado, para se tornarem **autores** e/ou **co-autores** do saber, além da imensa possibilidade de compartilhamento de informações e/ou experiências.

3 Ensino e Aprendizagem em Ambientes Colaborativos

A Educação não pode ser indiferente aos contextos sociais em transformação. O bom senso leva a pensar que, se a sociedade muda, a escola só pode evoluir com ela, antecipar, até mesmo inspirar as transformações culturais. Isso na visão de Bourdieu e Passeron (1970), significa esquecer que o sistema educativo beneficia-se de uma autonomia relativa e que a forma escolar, como indica Vincent (1994) é em parte construída para prover uma melhor formação aos mestres e alunos, em relação às demandas sociais e do mundo do trabalho.

Sem dúvida, os professores, os alunos e seus pais fazem parte do mundo do trabalho e, evidentemente, da sociedade civil. Como afirma Morin (2007, p. 43), o mundo está no interior de nossa mente, que está no interior do mundo. Então assim, por meio deles, retomando a fórmula proposta por Mollo (2005), a sociedade está dentro da escola tanto quanto o inverso.

Dessa forma, a escola tem a necessidade de acompanhar o processo evolutivo e tecnológico, na direção de suprir os desafios impostos, integrando-se à sociedade, e buscando soluções às demandas emergentes. Para isso, as possibilidades trazidas com o acesso a *Internet*, faz nos deparar com mudanças nas formas de se relacionar, um aluno de uma escola do subúrbio, de uma capital ou de qualquer cidade do interior pode ser autor e co-autor desse mundo cibernético, seja através das redes sociais, participação em blogs, fóruns, listas de discussão, compartilhamento de fotos entre outros, bem como opinar sobre postagens de outros internautas, independente de sua localização, ou seja, as barreiras do espaço e do tempo foram quebradas.

Atualmente, se você vai trabalhar numa nova empresa, ou mudar de escola, ou passou num concurso de vestibular ou qualquer concurso público, antes mesmo de iniciar suas atividades, já é possível conhecer e estabelecer relações sociais, tirar dúvidas se correspondendo *on-line*, ou seja há tempos que o presencial deixou de ser uma limitação, ora até mesmo entrevistas de emprego, reuniões corporativas tomam uma nova dimensão, permeados pelas tecnologias.

A despeito das novas tecnologias, da modernização dos currículos, da renovação das idéias pedagógicas, o trabalho dos professores evolui lentamente porque, de acordo com Perrenoud (1999), isso depende pouco do progresso técnico, já que a relação educativa obedece a uma trama bastante estável e porque suas condições de trabalho e sua cultura profissional levam os professores em rotinas.

O uso das tecnologias expõe a educação aos desafios que vão além do espaço da sala de aula. Cabe à escola e a universidade promover esta idéia de compartilhamento junto aos alunos, pois estamos na era da flexibilidade.

Assim, as competências exigidas pela sociedade da informação como autonomia, criatividade e pensamento articulado não combinam com o modelo tradicional de ministrar aulas. Ainda predomina a visão fordista de executor de tarefas e não do aluno e profissional reflexivo, pesquisador de novas tendências, este é um trabalho de quebra de paradigma e que exige versatilidade do professor.

Apropriar-se dos meios de comunicação e informação de forma consciente e crítica faz parte do trabalho do professor e o uso de *hipermídia* torna-se fundamental para desenvolver novas formas de leitura, escrita e acesso a informação, no que se refere a prática docente.

3.1 Necessidade de mudança na abordagem de ensino

Imagine-se no exemplo posto por Perrenoud (1999, p. 6), em que um viajante que voltasse à vida depois de um século de hibernação veria a cidade, a indústria, os transportes, a alimentação, a agricultura, as comunicações de massa, os costumes, a medicina e as atividades domésticas consideravelmente mudadas.

Entrando numa escola, ao acaso, encontraria uma sala de aula, um quadro-negro e um professor dirigindo-se a um grupo de alunos. Sem dúvida, o professor não estaria mais de “sobrecasaca” ou de avental. Os alunos não estariam mais de uniformes ou de tamancos. O professor teria descido de sua cátedra e o visitante acharia os alunos impertinentes demais. Uma vez começada a aula, talvez ele percebesse alguns traços de uma pedagogia mais interativa e construtivista, de uma relação mais calorosa ou igualitária do que na sua época. Mas, a seus olhos, não haveria nenhuma dúvida de que se encontrava em uma escola. Talvez houvesse um computador na sala, conectado a uma rede. Mas o visitante observaria que ele é usado para propor exercícios na tela e preparar conferências “surfando” em páginas da *Web*. O triângulo didático estaria no lugar, imutável e os saberes eruditos, muito pouco modernizados, ali onde teriam passado a matemática dos conjuntos ou a nova gramática.

Falar da construção do conhecimento e do desafio de construir competências e habilidades a partir de uma abordagem de ensino que busca se incorporar aos novos recursos disponíveis, nos remete a refletir sobre a resistência de docentes no que tange ao uso dos recursos tecnológicos, que por vezes incorporam à sua prática, apenas como uma nova roupagem do ensino tradicional, mas com pouca ou nenhuma preocupação com a eficácia, eficiência e/ou qualidade da educação escolar.

Toffler (1980), indo para além da perspectiva de Francis Bacon, para quem “o próprio conhecimento é poder”, considera que, na sociedade atual, mais do que a posse do conhecimento, o verdadeiro poder consiste em deter o “conhecimento acerca do conhecimento”. Pois sabemos, que o acesso as formas de comunicação possibilitados pela *Internet*, permite acesso a um grande número de informação, sendo um dos grandes desafios docentes transformar/selecionar a informação necessária à (re)construção do conhecimento.

Assim, um novo paradigma educacional tem que assumir como objetivo da educação e formação a interação e manipulação direta da informação e do conhecimento por parte dos aprendizes. Os computadores em geral, e os sistemas *hipermedia* em particular, são excelentes ferramentas para armazenamento, manipulação e processamento da informação. A este nível, novas potencialidades se abrem aos sistemas de ensino com o desenvolvimento dos sistemas *hipermedia* distribuídos, suportados pelas redes mundiais de computadores. O que exige novos papéis para professores e alunos, visto que ambos tornam-se autores e co-autores.

Pois, dentre as inúmeras possibilidades e recursos tecnológicos utilizados na promoção da aprendizagem, destacamos a utilização das TIC apoiadas por teorias que fortalecem o ensino-aprendizagem, tal qual a TFC, que propõe uma abordagem de ensino através de *travessias temáticas*, mas, de forma que o aluno tem, desde o início da explanação, uma visão holística-integrativa.

3.1.1 Dimensão didático-pedagógica e as modalidades de ensino

Hoje, a formação dos indivíduos deve ser voltada para a inovação, e há evidências de que o desenvolvimento de novas competências é fato constante. Como indica Campos (2009), na mediação pedagógica, o professor precisa acompanhar o processo de aprendizagem do aluno, bem como as dinâmicas sociais do contexto em que atua, independentemente da modalidade de ensino, seja presencial ou a distância.

No que tange a EaD, a dimensão didático-pedagógica talvez seja um dos elementos mais instigantes para o professor que atua nessa modalidade de ensino, pois, a forma como ele organiza, orienta o processo educativo e lida com a questão do conhecimento, pode interferir negativamente na aprendizagem do aluno.

Peters (2001, p. 18) destaca que uma didática do ensino a distância precisa apoiar-se: “[...] na tradição do ensino acadêmico, na didática do ensino superior, na didática da educação de adultos e da formação complementar, na pesquisa empírica do ensino e da aprendizagem, na tecnologia educacional, em resultados científico-sociais específicos e na didática geral”.

Comenta ainda que “Quem se dispuser a desenvolver uma didática da EaD deve, portanto, levar em consideração o que também corresponderia à forte vinculação da didática com a prática”. (PETERS, 2001, p. 25). O autor propõe a análise e aproveitamento de aspectos significativos de cada tendência na EaD sem que, no entanto, isso seja entendido como um ecletismo didático ou, por outro lado, se adotem meramente posturas que estão em auge, devido a modismos.

Dentre as ferramentas utilizadas nas atividades de EaD, surge uma demanda por distribuição de materiais e acompanhamento de atividades discentes, suportadas por computador e *Internet*, os Ambientes virtuais de Ensino, que em princípio relacionava-se com um repositório de arquivos de texto, sem preocupações com a efetividade do aprendizado.

É fundamental ter presente que a utilização de um Ambiente Virtual de Ensino pressupõe o conhecimento e a habilidade para manusear as ferramentas que o compõem, identificando as possibilidades e limitações de cada uma delas. Ou seja, mesmo que o professor possa recorrer a uma assessoria técnica e pedagógica na instituição em que leciona, cabe a ele ter um certo domínio de tal ambiente, assim como de determinadas ferramentas para que seja possível planejar suas aulas de forma dinâmica e criativa, principalmente com as possibilidades dos *hipermedia*.

O desenvolvimento de conteúdos para sistemas de educação *on-line*, independente de sua disponibilização ser para cursos presenciais ou a distância, demanda esforços e custos consideráveis, na forma de recursos humanos e tecnológicos para a sua elaboração. Estes recursos podem ser reaproveitados em maior ou menor nível em função das diferentes situações em que os conteúdos criados podem ser reaproveitados. A reutilização de conteúdos educacionais nos mais variados cenários de ensino e aprendizagem também pode conferir a estes melhores características pedagógicas, já que maiores investimentos de produção são justificados por uma maior abrangência dos materiais criados.

Finalmente, são identificados os efeitos da aplicação dos padrões sobre a *hipermedia* educacional, assim como são apontados os requisitos a serem atendidos pelos padrões de desenvolvimento frente à aplicação da Teoria da Flexibilidade Cognitiva à abordagem de ensino, demonstrar que o uso de uma abordagem de ensino em ambientes virtuais não é papel só do Ensino a Distância, mas também do ensino presencial ou mesmo híbrido. Neste momento, a preocupação se deve ao fato de ensinar os alunos a operar computadores para fins educativos, mas prepará-los para o mercado de trabalho, cada vez mais competitivo

e ávido por profissionais competentes para as novas tecnologias.

3.1.2 Objetos de Aprendizagem

Objetos de Aprendizagem podem ser definidos como recurso suplementar ao processo de aprendizagem, que pode ser reusado para apoiá-la. O termo Objeto de Aprendizagem (*Learning Object*) geralmente aplica-se a materiais educacionais projetados e construídos em pequenos conjuntos com vistas a maximizar as situações de aprendizagem onde o recurso pode ser (re)utilizado.

De acordo com a terminologia adotada pelo *Learning Technology Standards Committee, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*,

“Objetos de Aprendizagem são definidos como uma entidade, digital ou não digital, que pode ser usada e reutilizada ou referenciada durante um processo de suporte tecnológico ao ensino e aprendizagem. Para isso incluem aprendizagem interativa, sistemas instrucionais assistido por computadores inteligentes, sistemas de educação à distância, e ambientes de aprendizagem colaborativa. Exemplos de objetos de aprendizagem incluem conteúdos de aplicações multimídia, conteúdos instrucionais, objetivos de aprendizagem, ferramentas de *software* e *software* instrucional, pessoas, organizações ou eventos referenciados durante o processo de suporte da tecnologia ao ensino e aprendizagem”. (IEEE, 2000).

Diversas metáforas são utilizadas para o entendimento do conceito de Objetos de Aprendizagem. A metáfora começou com o Lego. (WILEY, 2000). A partir desta concepção, qualquer peça pode ser combinada com outra, sem restrições quanto à ordem ou tipo.

Analogamente, os Objetos de Aprendizagem poderiam ser agrupados de qualquer forma, podendo formar um curso ou mesmo Unidades de Aprendizagem, termo resumido utilizado para se referir a qualquer parte específica de educação ou formação, tais como um curso, um módulo, uma lição, etc. Note-se que uma “Unidade de Aprendizagem” representa mais do que apenas uma coleção ordenada de recursos destinados ao aprender, ele inclui uma variedade de atividades prescritas (atividades para a resolução de problemas, atividades de pesquisa, discussão de atividades, de atividades de avaliação pelos pares, etc), serviços de avaliações e facilidades de suporte oferecidas aos professores, formadores e/ou outros papéis.

Entretanto a metáfora descrita acima, referente ao Lego pode não retratar a verdadeira natureza dos Objetos de Aprendizagem, pois o desenvolvimento de um cenário voltado à aprendizagem não pode ser obtido através da combinação de peças sem um contexto representativo.

Wiley (2000) propõe também outra metáfora, desta vez mais consistente e surge na tentativa de representar, de modo a alcançar uma maior fidelidade em relação à realidade dos Objetos de Aprendizagem, apresentando a metáfora do átomo. Nesta metáfora, as partes podem ser combinadas apenas com partes que atendam aos critérios de compatibilidade aceitáveis pelas Unidades de Aprendizagem, já que nem todo átomo é capaz de se combinar com outro, passando a agregar estruturas predefinidas de acordo com Unidades de Aprendizagem de estruturas internas.

Neste contexto, o pensamento sobre os Objetos de Aprendizagem revela novas regras para os diversos atores que os compõem e os organizam, demandando uma preparação adequada para a realização da tarefa de criação de cenários, pois é preciso considerar o contexto do Objetos de Aprendizagem para aplicá-lo em cenários que promovam a aprendizagem.

Há ainda outra metáfora, proposta por Wiley (2000), que retrata os Objetos de Aprendizagem como sendo “a criação do roteiro de um filme ou a composição de uma melodia, onde cada objeto constitui um ator ou nota musical e este entra em cena de acordo com um período de tempo determinado e contracenando com outros objetos e ‘atores’ de forma coordenada”.

A definição formal de um Objeto de Aprendizagem varia desde uma simples imagem até a um conjunto de materiais de um curso. Para este trabalho a concepção adotada é a indicada pelo IEEE (2000), que considera que um Objeto de Aprendizagem apresenta quatro níveis de granularidade, onde este entendimento pode considerar desde uma (i) Mídia isolada, uma (ii) Lição, um (iii) Curso e/ou um (iv) Conjunto de Cursos.

A escolha da granularidade e escopo de um Objeto de Aprendizagem influenciam diretamente nas Unidades de Aprendizagem as possibilidades de reutilização, que não é uma tarefa simples, justamente por depender de decisões dos diversos atores envolvidos, além de questões relacionadas às abordagens educacionais, políticas institucionais e ao público-alvo.

Neste estudo, entende-se que a granularidade do Objeto de Aprendizagem desenvolvido refere-se a (ii) Lição, intitulada de *Mundo dos Nanicos*, que versa uma abordagem sobre N&N, descritos no Capítulo 6, pág 75.

Assim, os Objetos de Aprendizagem são entidades autônomas que interagem por meio de funcionalidades pré-estabelecidas diante do sistema em que estão sendo utilizados. E, as Unidades de Aprendizagem são especificações, modelos de referência que são destinados à elaboração de Unidades e Objetos de Aprendizagem que contemplam funcionalidades de interação, comunicação, atribuição de papéis, além de outros elementos referentes ao contexto de uso.

3.2 Tecnologias e Estratégias de Ensino

3.2.1 Hipertexto e *hipermedia*

O emprego dos termos **tecnologia** e **mídia** como sinônimos, sob um aspecto rigoroso, para Moore e Kearsley (2007), não está correto. Pois a tecnologia é que constitui o veículo para comunicar mensagens e estas são representadas em uma mídia. Existem quatro tipos de mídia, que podem ser do tipo texto, imagens (fixas e em movimento), sons e dispositivos. (MOORE; KEARSLEY, 2007).

Do latim *texere* (construir, tecer), cujo particípio passado *textus* também era usado como substantivo, e significava “maneira de tecer”, ou “coisa tecida”, e ainda mais tarde, ‘estrutura’. Foi no Século 14 que a evolução semântica da palavra atingiu o sentido de “tecelagem ou estruturação de palavras”, ou ‘composição literária’, e passou a ser usado em inglês, proveniente do francês antigo *texte*. Partindo do significado etimológico do termo texto refere-se à ação de tricô e do seu produto, ou seja, podemos entender que um texto trata-se de um emaranhado de informações.

O advento das novas tecnologias possibilitou a construção de hipertextos, os quais diferem dos tradicionais textos, devido a sua estrutura não-linear. Embora, livros, enciclopédias possam incluir algumas propriedades não-lineares, assim não existe, pois, uma fronteira radical entre os textos lineares e os hipertextos, como indica Rouet e Levonen (1996). Pelo contrário, seria um processo contínuo, cujos objetivos podem ser localizado em hipertextos que assumem uma postura crítica da não-linearidade.

Um hipertexto consiste em unidades de informações (*nós*) em redes, que são interligadas através de referências cruzadas ou ligações (*links*) de diferentes tipos, que apóia uma organização de informações em múltiplas dimensões. Assim, o leitor pode acessar informações através de diferentes lugares e seguir um caminho não sequencial, ou seja, navegando a partir de um *nó* para outro pela seleção de *links* específicos, o que faz com que esse processo estabeleça uma estrutura particular. Isto permite, pelo menos em teoria, incentivar a participação ativa, já que o leitor é forçado a escolher, navegar e especificar qual é o foco do seu caminho. (LANDOW, 1992).

O que nos remete à idéia de um texto “mágico” que abre inúmeros outros textos, e que envolve o leitor como uma parte ativa do processo de criação do trabalho, pois a flexibilidade, interatividade, capacidade de acesso ao complexo e variadas fontes de informação estão entre as suas atrações.

Precisamente, este aspecto interativo do hipertexto é outra das suas características mais importantes. Gerenciar um hipertexto requer a adoção de uma série de decisões que envolvem o usuário em um trabalho de construção, avaliação e controle complexos, na

visão de Rouet e Levonen (1996). No entanto, o grau de liberdade que o leitor tem para controlar e definir a sua utilização está estreitamente relacionado com as características estruturais do presente recurso. Assim, um hipertexto com ligações a uma rede maior como a *Internet*, por exemplo, permitir uma maior abertura e flexibilidade na sua utilização de outros hipertextos cuja estrutura está fechada e com um número limitado de *links*.

Além disso, as características do domínio de conhecimento que é utilizado em um hipertexto também parecem desempenhar um papel importante. Neste sentido, as pesquisas que resultaram na Teoria da Flexibilidade Cognitiva, a qual será abordada com maiores detalhes no Capítulo 4, pág. 43.

Um outro ponto que destacamos dos hipertextos é que estes podem incluir outros formatos para a representação das unidades de informação, como produção audiovisual. Neste caso, foi cunhado o termo *hipermedia* (MARCHIONINI, 1988), que em princípio seria mais extensa. No entanto, parte da literatura costuma usar, e preferiu o termo hipertexto, porque — de acordo com a teoria pós-estruturalista — um texto refere-se a qualquer objeto ou tema de uma interpretação cultural, não importando o suporte em que este se encontra, como indica Spiro e Jehng (1990).

Assim, torna-se urgente repensar as funções e métodos da escola. Pois de acordo com Gomes (1996), é necessário, cada vez mais, uma instituição escolar capaz de dotar os alunos de destrezas ao nível do acesso e processamento da informação. É preciso uma escola que torne os alunos autónomos num mundo onde, cada vez mais, o poder será detido por quem dominar competências de exploração e manuseamento da informação e do conhecimento.

Há ainda o termo hiperdocumento, utilizado neste trabalho, e que segundo Carvalho (1999), é empregado quando se pretende salientar as características genéricas e implícitas destes documentos, como a apresentação da informação sob vários formatos e de forma não linear ou não seqüencial, interação do usuário com o documento e a utilização de um suporte digital, e não as características particulares que estão subjacentes às terminologias documento hipertexto e documento *hipermedia*.

3.3 Considerações finais do capítulo

Nesse Capítulo situamos como no âmbito do Ensino e Aprendizagem em Ambientes Colaborativos, os objetos de aprendizagem, a exemplo de hiperdocumentos é possível vislumbrar novas formas de interação, pois a própria elaboração de conteúdo cria novas perspectivas de abordagem, ampliando as possibilidades de visualização de conteúdos

on-line. Entretanto, não se trata de uma tarefa fácil, pois demanda esforços e custos consideráveis, na forma de recursos humanos e tecnológicos, para a sua elaboração.

Estes recursos podem ser reaproveitados em maior ou menor nível em função das diferentes situações em que os conteúdos criados podem ser utilizados diversas vezes, sob condições quaisquer, com fáceis modificações, para promover a adequação necessária a cada realidade de ensino. A reutilização de conteúdos educacionais nos mais variados cenários de ensino e aprendizagem também podem conferir a estes melhores características pedagógicas, inclusive em se tratando de hiperdocumento que proporcione maior colaboração e interação entre os pares, já que maiores investimentos de produção são justificados por uma maior abrangência dos materiais criados.

4 *Teoria da Flexibilidade Cognitiva*

A Teoria da Flexibilidade Cognitiva foi proposta por Spiro *et al.* (1987), seguindo com os trabalhos de Coulson, Feltovich e Spiro (1989), Feltovich, Spiro e Coulson (1989) cuja teoria traz uma abordagem inovadora para o *design* de hiperdocumentos. Resultado de suas pesquisas em aquisição do conhecimento em domínios complexos, ambientes de ensino, hiperdocumentos, método multimídia caso-base na educação profissional, cognição biomédica e processo construtivista em compreensão da leitura e aplicação do conhecimento em novas situações de forma mais flexível.

As pesquisas que deram origem a Teoria da Flexibilidade Cognitiva partiram das premissas encontradas na obra *Investigações Filosóficas*, Wittgenstein (1987), que aborda a metáfora de “Travessia de Paisagens” perspectivada sob diversas óticas, o que embasou a analogia da paisagem como representação do conhecimento, tratada por Rand Spiro e seus colaboradores desde os anos 80, período que foi proposta a TFC, portanto trata-se de uma teoria relativamente recente. Algumas das publicações de Spiro incluem os livros *Schooling and the Acquisition of Knowledge*, publicado em 1977; *Theoretical Issues in Reading Comprehension: Perspectives From Cognitive Psychology, Linguistics, Artificial intelligence, and Education*, publicado em 1980; *Cognition, Education, and Multimedia: Exploring Ideas in High Technology*, publicado em 1990, e, *Hypertext & Cognition*, publicado em 1996.

É importante salientar que a TFC é uma teoria que se aplica a nível avançado do conhecimento, no que tange assuntos em domínios complexos e pouco estruturados. O que na visão de Carvalho (1999) não implica necessariamente numa limitação, mas uma especificidade que, até então, não havia sido realizada. Uma vez que a TFC visa a aquisição de conhecimentos de nível avançado em domínios complexos e pouco estruturados, bem como favorecer a resolução de problemas vislumbradas sobre novas perspectivas.

Spiro e seus colaboradores recomendam que o aluno use o conhecimento de maneira flexível, o que incorre na adoção de uma abordagem de ensino flexível pelo professor.

Dessa forma, tal estratégia que nos deparamos com a aplicação da TFC permite,

a partir de uma decisão inicial, prever certo número de cenários para a ação, cenários que poderão ser modificados segundo as informações que vão chegar no curso da ação, a exemplo da navegação do hiperdocumento, *Mundo dos Nanicos*, proposto neste trabalho.

Dentre os contextos destinados ao ensino, destacamos a utilização da TFC em ambientes *hipermedia*, deste modo, em se tratando de hiperdocumento deve-se permitir que o aluno acesse várias vezes à mesma informação, desde que atente para finalidades diversas, fazendo analogia às *travessias de paisagem*, que na TFC passa a ser chamado de *travessias temáticas*, abordados no decorrer desse capítulo. Como indica Carvalho (1999), uma mesma informação, visualizada através de diferentes ângulos, possibilitará obter uma visão ampliada do assunto e uma melhor compreensão do assunto abordado.

Os primeiros trabalhos sobre a TFC referem-se a assuntos e estudos realizados em medicina, pois o Professor Rand Spiro nessa época havia sido convidado a examinar a causa de tantos processos causados por negligência médica, nos Estados Unidos. Atualmente, muitas das iniciativas no campo de atuação da TFC têm sido produzidas em diversos pontos do mundo, desde as investigações de Spiro e Jehng (1990), como é o caso dos trabalhos de Portugal, pois na visão de Carvalho e Moreira (2007), vem se destacando de acordo com três correntes principais.

Uma corrente com estudos centrados na própria TFC, através da avaliação de protótipos *hipermedia* de flexibilidade cognitiva e do seu impacto na aprendizagem. (MOREIRA, 1996; CARVALHO, 1998; CARVALHO; DIAS, 2000; FONSECA, 2000; MAGALHÃES, 2002; SOUSA, 2004; MARQUES; CARVALHO, 2004). Uma outra dedica-se a estudos que tentam clarificar como os professores interpretam e aplicam a teoria ao desenvolvimento de materiais com base na TFC (PEDRO, 2005), ao desenvolvimento de portfólios eletrônicos (MOREIRA; ALMEIDA; RAPOSO, 2001) e à constituição de comunidades de prática (MOREIRA; ALMEIDA; RAPOSO, 2005), de entre outros.

Finalmente, uma outra corrente de investigação cujo enfoque se situa na desconstrução do conhecimento de acordo com a TFC e no desafio colocado aos alunos de reflectirem sobre as temáticas estudadas através da participação em discussões suportadas em ambientes distribuídos de aprendizagem. (CARVALHO, 2001; CARVALHO; PEREIRA, 2003; MARQUES; CARVALHO, 2005).

No Brasil, as investigações com base na TFC tem se destacado, principalmente, através dos trabalhos de Leão *et al.* (2006), Leão e Villarouco (2003), Leão, Campos e Araujo (2004), Leão e Lima (2004), Leão e Veras (2005), Leão (2007, 2008), Leão e Souza (2008). Embora, haja também os trabalho de Flores *et al.* (2006), Brito, Pereira e Braga (2006), Rezende e Cola (2004), Dias e Andrade (2005), Dias *et al.* (2007).

Para um melhor entendimento da teoria em questão, são apresentados o domínio de

conhecimento, níveis de (re)construção do conhecimento, considerados por Spiro, bem como os elementos de operacionalização, e ainda suas aplicações, limitações e desafios, propostos a partir dos estudos centrados na TFC.

4.1 Princípios

Os estudos da TFC tiveram início a partir de investigação na área de saúde, a fim de identificar os principais fatores responsáveis pela causa de morte cardiovascular, foi quando Feltovich, Spiro e Coulson (1989, p. 114) constataram que a natureza e os padrões de desenvolvimento de uma variedade de concepções alternativas se baseiam em três causas:

1. **Multiplicidade** — muitas influências contribuem para a aquisição e manutenção de concepções alternativas, podendo estar algumas associadas ao aluno, outras ao processo educativo e outras à prática de investigação em medicina;
2. **Interdependência** — as concepções alternativas podem ser representadas como redes de erros que se influenciam mutuamente e que se suportam;
3. **Exagero de simplificação** — a simplificação dos conceitos e dos fenômenos complexos parecem ter um grande peso na aquisição e manutenção das concepções alternativas.

As bases epistemológicas da TFC consideram que a compreensão vai para além da informação apresentada, implicando a construção do significado Spiro *et al.* (1995), o que implica numa teoria construtivista, cuja abordagem é duplamente construtivista, pois além de alcançar as bases fundamentais da aprendizagem, ainda preocupa-se com os problemas em contexto, partilhando também a posição de que a estruturação do conhecimento durante a aprendizagem, ajuda, posteriormente, a ativar a informação. (MERRIL, 1991). Assim, a compreensão é construída com base no conhecimento anterior para ir para além da informação dada, e, o conhecimento anterior é também reconstruído, em vez de ser apenas recuperado intactamente da memória.

Os proponentes da TFC, Spiro *et al.* (1987), consideram os termos conhecimento, domínio ou assunto como sinônimos, uma vez que essa teoria se aplica a domínios complexos e pouco estruturados, caracterizados pela falta de regras ou princípios gerais que se apliquem aos *casos* concretos.

Posteriormente, sintetizam estas idéias referindo que nos domínios pouco estruturados vários conceitos interagem entre si, de forma pertinentes à aplicação de um *caso* e a combinação desses conceitos é inconsistente em *casos* do mesmo tipo. Para facilitar a

aprendizagem de conhecimentos complexos e pouco estruturados sugerem sete princípios, as quais são explicadas por Carvalho (1999), assim para:

1. **Evitar o excesso de simplificação e de regularidade** — é preciso demonstrar a complexidade e a irregularidade, salientando como as semelhanças superficiais são diferentes quando analisadas em pormenor e como as interações demonstram a combinação conceptual.
2. **Múltiplas representações** — uma única representação impede a compreensão de importantes facetas de conceitos complexos. A flexibilidade cognitiva depende da existência de um repertório variado de modos de pensar sobre um tópico conceptual. O conhecimento que deve ser usado de muitos modos deve ser aprendido, representado e experimentado de muitos modos. Daí, as múltiplas representações não se limitam aos conceitos ou temas complexos, mas estendem-se aos *casos*.
3. **Centrar o estudo no caso** — em domínios pouco estruturados há uma grande variedade na aplicação de temas relevantes de caso para caso. Os princípios gerais não captam adequadamente a dinâmica dos *casos*. A flexibilidade, necessária nestes domínios, resulta da análise de diferentes *casos* para a qual contribuem as análises já realizadas em *casos* precedentes.
4. **Conhecimento conceptual como conhecimento aplicado ao caso** — rege que os domínios complexos e pouco estruturados há uma grande variedade na forma como determinado conceito é usado ou aplicado, é importante dar-se ênfase à sua aplicação em detrimento do conceito abstrato.
5. **Construção de esquemas flexíveis** — os domínios complexos e pouco estruturados não se pode ter um esquema predefinido para cada situação, porque a variedade entre *casos* do mesmo tipo é grande. Deste modo, é necessário construir esquemas flexíveis, que se conseguem criar se vir o conhecimento aplicado em variadas situações, como uma abordagem centrada no *caso* proporciona.
6. **Não compartimentação de conceitos e casos (múltiplas interconexões)** — os conceitos não podem ser tratados como capítulos separados, tem que haver relação entre eles. Os *casos*, embora sejam analisados separadamente para se compreender a complexidade, também se deve estabelecer conexões entre eles para se atentar nas semelhanças e diferenças.
7. **Participação ativa do aluno e orientação no hiperdocumento** — para explorar as paisagens conceptuais em muitas direções, tendo sempre a orientação de entendidos no assunto, através dos comentários que tecem aos *mini-casos*.

A TFC propõe uma abordagem para lidar com os problemas da aquisição de conhecimentos de nível avançado em domínios complexos e pouco estruturados e para obter melhores resultados na transferência de conhecimentos para novas situações.

Numa perspectiva de *ensinar a aprender*, considerando que o aluno é sujeito ativo na construção do seu conhecimento, o professor deve evitar o “nivelamento” entre os alunos, pois, de acordo com Spiro *et al.* (1987, p. 64), a TFC se preocupa com “a aquisição e representação do conhecimento de uma forma condescendente com o uso flexível”, uma vez que essa teoria permite a participação ativa do sujeito na aprendizagem, traz implicações quanto à postura epistemológica da prática docente, pois o professor assume que o aluno não precisa necessariamente seguir um único caminho para a construção do seu conhecimento, sendo possível respeitar e valorizar a identidade do aluno, mas sobretudo considerar o processo ativo da parte de quem aprende, de forma que quanto maior for o envolvimento do aluno, mais rápido será a integração do novo conhecimento no anteriormene adquirido.

4.1.1 Por que diferentes representações de conteúdo?

De acordo com a TFC, a representação de assuntos complexos devem possibilitar ao estudante várias escolhas para responder a diferentes demandas situacionais. Essa teoria também implica que alunos deverão entender problemas em sua total complexidade numa pluralidade de percursos em múltiplas *travessias* com a finalidade de observar como mudanças nas variáveis e metas que alteram o espaço.

Os modelos de aprendizagem linear, que se pautam em abordagens de repetição e memorização, predominam nos esforços iniciais da criação de conteúdos para aprendizagem. Entretanto, estes são contraditórios à organização espacial da memória. Lévy (1999) caracteriza as abordagens multidimensionais como mais adequadas ao modelo cognitivo humano:

A memória humana é estruturada de tal forma que nós compreendemos e retemos bem melhor tudo aquilo que esteja organizado de acordo com relações espaciais, [...] [os hipertextos e *hipermedia*] podem propor vias de acesso e instrumentos de orientação em um domínio do conhecimento sob a forma de diagramas, de redes ou de mapas conceituais manipuláveis e dinâmicos, [...] [estas novas mídias] devem, portanto favorecer de várias maneiras um domínio mais rápido e mais fácil da matéria do que através do audiovisual clássico ou do suporte impresso habitual.

Como forma de romper com o desenvolvimento de conteúdos educacionais lineares, a TFC apresenta características articuladas com o modelo de aprendizagem de Lévy.

De acordo com Spiro *et al.* (1987), esta teoria baseia-se no reagrupamento de conhecimentos existentes de modo a atender necessidades de novas situações e na aquisição e representação do conhecimento em uma forma que permita seu uso flexível.

A aplicação da TFC na aprendizagem exige que os alunos sejam capazes de agrupar conhecimentos sobre determinado domínio, demandando dos mesmos esforços cognitivos de uma ordem diferenciada – possibilitando ao aprendiz a solução de problemas.

4.1.2 Abordagem de ensino centrada na TFC

Carvalho (2000), ao fundamentar a TFC, considera que determinado assunto a ser compreendido completamente assemelha-se a uma paisagem que deve ser cruzada em diferentes direções. Para permitir ilustrar esse cruzamento de visões sobre determinado assunto, é considerada a TFC aplicada em um cenário de aprendizagem baseado em *Casos*.

4.1.3 Estudos de *casos*

Na abordagem da Aprendizagem Baseada em *Casos*, um *caso* consiste em uma situação na qual é aplicado algum conhecimento, de forma que este pode ser decomposto em *mini-casos* que contêm menores quantidades de informação.

Como exemplo, um hiperdocumento educacional para estudo da TFC, desenvolvida segundo os seus conceitos, deve permitir ao aprendiz estudar a ocorrência de determinada doença composta por diferentes sintomas ou, então, analisar a existência de determinado sintoma associado a diferentes doenças.

Assim, a navegação do usuário pode ocorrer a partir de cada *caso*, acessando os *mini-casos* que apresentam os sintomas associados a uma doença, ou, então, a partir de agrupamentos de *mini-casos* que tenham conceitos relacionados, apresentando sintomas que ocorrem em diferentes doenças. Assim, as análises de diferentes doenças comporiam os *casos*, e os estudos sobre cada sintoma associado a diferentes doenças comporiam os *mini-casos*.

Para o exemplo acima, estes *casos* e *mini-casos* poderiam ser apresentados na forma de um Objeto de Aprendizagem SCORM, constituindo uma *hipermedia* que deve ter sua criação apoiada pelos princípios de Arquitetura da Informação.

O SCORM é um modelo para o empacotamento e distribuição de conteúdos e atividades, e oferece diretrizes para a organização das sequências de navegação e do agrupamento de unidades de conteúdos dentro de um Objeto de Aprendizagem. (ADL, 2001).

Neste estudo, foi proposto um hiperdocumento sobre o domínio de conteúdo que

aborda conceitos da Nanociência e Nanotecnologia, o interesse e a decisão por esse assunto foi em decorrência da disciplina, **Introdução à Nanociência**, cursada no Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, nível de Mestrado. Durante as atividades da disciplina foram realizadas oficinas presenciais, apresentando a necessidade de estender e validar a experiência a outros alunos que não puderam participar da oficina presencial, resultando na construção do hiperdocumento que abordava a Nanociência e Nanotecnologia.

A escolha do domínio de conteúdo justifica-se por se tratar de um tema complexo e pouco estruturado, o que permite ser abordado utilizando os elementos da TFC, e por outro lado é importante que desde a Educação Básica, os alunos conheçam as novas perspectivas da Ciência, pois como afirma Toma (2004), no caso da nanotecnologia, é preciso que a sociedade conheça os riscos, mas também os benefícios, os avanços, a parte “bonita”, pois é justamente pelo conhecimento desses riscos que o homem pode atuar com racionalidade.

Para Carvalho (2000), a aplicação da Arquitetura da Informação no desenvolvimento de um hiperdocumento educacional, a identificação dos *casos* e a separação destes em *mini-casos* ocorre durante a fase de projeto conceitual e pode adotar técnicas sugeridas, como sessões de *brainstorming*, exploração de metáforas e estudo de cenários. Assim como, o desenvolvimento dos conteúdos educacionais deve ocorrer de modo que estes “devem ser suficientemente pequenos para permitirem uma visualização rápida e devem ser suficientemente ricos para serem perspectivados de acordo com múltiplos temas”, como abordaremos na seção 4.3, pág. 51.

4.1.4 Interligação das fontes de conhecimentos

Busca-se desta forma a geração de esquemas de navegação e unidades de conteúdo adequadas aos requisitos da TFC, que tratam principalmente da análise do conteúdo sob diferentes perspectivas.

Num artigo publicado por Spiro *et al.* (1987) sintetizam as características de um domínio pouco-estruturado em uma situação na qual:

1. vários conceitos interagindo entre si são pertinentes na aplicação a um *caso* e
2. a combinação desses conceitos é inconsistente em *casos* do mesmo tipo.

Um domínio complexo caracteriza-se por um grande número de elementos que interagem de diferentes modos, sendo necessário atentar no todo e na sua interação com o contexto.

É necessário analisar cada *caso* individualmente e adquirir experiência através de um número considerável de *casos*, atentando na configuração das características, no contexto de utilização e na diversidade das influências contextuais. (SPIRO *et al.*, 1987). Os *casos* reais tendem a possuir uma complexidade multifacetada e, por isso mesmo, necessitam de ser representados de modos muito diferentes para se poder analisar as múltiplas facetas. Por esse motivo é que Moreira (1996) designa os domínios pouco estruturados por domínios de estruturação holístico-integrativa.

Spiro *et al.* (1987) referem que as teorias em Ciências Cognitivas se têm dedicado a estudar mais os processos cognitivos em domínios bem-estruturados, negligenciando para segundo plano os domínios pouco estruturados. Os autores salientam, ainda, que as teorias que são adequadas para ensinar e aprender em domínios bem-estruturados não se aplicam aos domínios pouco estruturados; pois, ao tratarmos os domínios pouco estruturados como se fossem bem-estruturados pode-se dificultar a transferência de conhecimento para novas situações. Deve-se aprender a lidar com a complexidade tal como ela existe em contexto real. (COULSON; FELTOVICH; SPIRO, 1989).

Assim a TFC é corroborada pelos pressupostos do pensamento complexo, que para Morin (2007), o pensamento complexo deve enfrentar o emaranhado jogo infinito de interretroações, a solidariedade dos fenômenos entre si, bem como a bruma e a incerteza. O que é pouco visto nas abordagens de ensino atuais.

4.2 Operacionalização

A flexibilidade cognitiva consiste na capacidade do estudante, perante uma situação nova, reestruturar o conhecimento para solucioná-la. E, a TFC depende da existência de um leque variado de representações sobre um tópico conceitual. (SPIRO *et al.*, 1987). Para se conseguir reestruturar o conhecimento é conveniente que este seja adquirido de uma forma particular e sobre ela nos vamos debruçar nesta subseção.

Para desenvolver a flexibilidade cognitiva são essenciais as abordagens de ensino e representação do conhecimento que dão primazia às representações múltiplas, que vêm a aprendizagem como *travessias* multidirecionais e que fomentam a capacidade de reconstituir o conhecimento, oriundo de diversas fontes, para se adaptar às necessidades da nova situação, em vez de procurar um esquema pré-compilado que se adequa à situação. (SPIRO *et al.*, 1987).

Quando o conhecimento não pode ser mecanizado ou automatizado, como acontece nos domínios complexos e pouco estruturados, deve ser controlado flexivelmente. (SPIRO *et al.*, 1987). As representações flexíveis permitem ao indivíduo adquirir mais controle

sobre o domínio do conteúdo.

Uma dentre muitas para se conseguir aplicar o conhecimento pouco-estruturado, de forma adequada, para novas situações depende da flexibilidade com que o conhecimento é representado na memória e do domínio que o indivíduo tem sobre essas representações flexíveis (SPIRO *et al.*, 1987).

4.2.1 Pressupostos filosóficos

A metáfora da *paisagem* refere-se ao conhecimento, cuja metáfora foi inspirada na obra supracitada, que é um dos princípios centrais da TFC, pois a compreensão de determinado domínio é alcançada depois de se *atravessar a paisagem em várias direções*, ou seja, de acordo com Spiro e Jehng (1990), influenciados por Wittgenstein, entendem que a complexidade de uma região (um *caso*) só será compreendida se elaborar uma sequência de esboços de tal forma que essa região seja analisada por diferentes pontos de vista, contribuindo cada ponto de vista para aclarar aspectos ainda não perspectivados. Ao fim de algum tempo conseguir-se-á ter uma visão cumulativa da região. Deste modo, a riqueza de um assunto não será mutilada, porque o conteúdo é perspectivado por diferentes ângulos.

O conhecimento é construído ao atravessar em várias direções as paisagens conceituais, logo ensinar implica selecionar materiais de aprendizagem que proporcionem explorações multidimensionais da paisagem sob a ativa iniciativa do aluno, como explica Carvalho (2001).

Nesse sentido, as representações do conhecimento refletem as *travessias* em várias direções que ocorrem durante a aprendizagem, diante dos elementos estruturantes da TFC, os quais abordaremos a seguir.

4.3 Elementos

Nessa seção nos deteremos a explicar os elementos característicos, sugeridos pelos autores da TFC, como *temas, casos, mini-casos, travessias temáticas, matrizes temáticas, comentários temáticos*, e ainda a *tabela de conteúdos*.

4.3.1 Casos e Mini-casos

O *caso* pode ser uma sequência de um filme, um capítulo de um livro, um acontecimento, ou seja, são situações em que se aplica o conhecimento conceitual, como indica Spiro *et al.* (1987). Eles não desempenham a função de mera ilustração de um princípio

abstrato, até porque são imprescindíveis. Os autores da TFC centram a atenção no *caso* e não no conhecimento abstrato, pois dão ênfase ao conhecimento aplicado ao *caso*. (SPIRO; JEHNG, 1990).

Um *caso* constitui uma unidade complexa e plurissignificativa, por isso, cada *caso* deve ser decomposto em unidades menores permitindo que aspectos que se esvaneceriam no todo, passem a ter a sua pertinência. (SPIRO *et al.*, 1987; SPIRO; JEHNG, 1990). Estas unidades mais pequenas são designadas por *mini-casos*.

Essa divisão do *caso* em unidades menores não se dá em partes bem definidas, evitando a leitura de que as características são independentes, o que seria contrário aos princípios da TFC.

Como indica Spiro e Jehng (1990), ao proporem uma sequência de *casos* basearam-se na noção de *casos* relacionados e parcialmente sobrepostos. É importante não apresentar sequencialmente os *casos* que são semelhantes para se evitar a formação de generalizações, nem agrupar os *casos* que são diferentes que iriam dificultar encontrar as semelhanças.

Assim, segundo Spiro e Jehng (1990), os *mini-casos*, ou seja, as unidades menores em que os casos são quebrados, devem ser apresentados numa sequência que evite dois extremos da representação:

1. um *caso* não deve ser demasiado próximo das interações temáticas apresentadas, para evitar as generalizações; e
2. um *caso* também não deve ser tão diferente dos *casos* apresentados que possa induzir o aluno na falsa noção de que não há abstração conceitual ao longo dos *casos*, evitando-se a percepção de que cada *caso* é único.

Uma outra forma de organizar a sequência dos *casos* consiste em, segundo Spiro *et al.* (1987), justapor *casos* que permitam atentar em:

1. diferenças em *casos* superficialmente semelhantes; e,
2. semelhanças entre *casos* aparentemente diferentes.

Como demonstrado na Figura 3, pág. 53 (Estruturação dos *casos* e *mini-casos* do experimento deste trabalho).

Os *mini-casos* são segmentos cronológicos ou sequenciais de um *caso*, por exemplo, os primeiros minutos de uma batalha, uma sequência de um filme, dois parágrafos de um capítulo. Pois na visão dos autores da TFC, os *mini-casos* retêm alguma complexidade

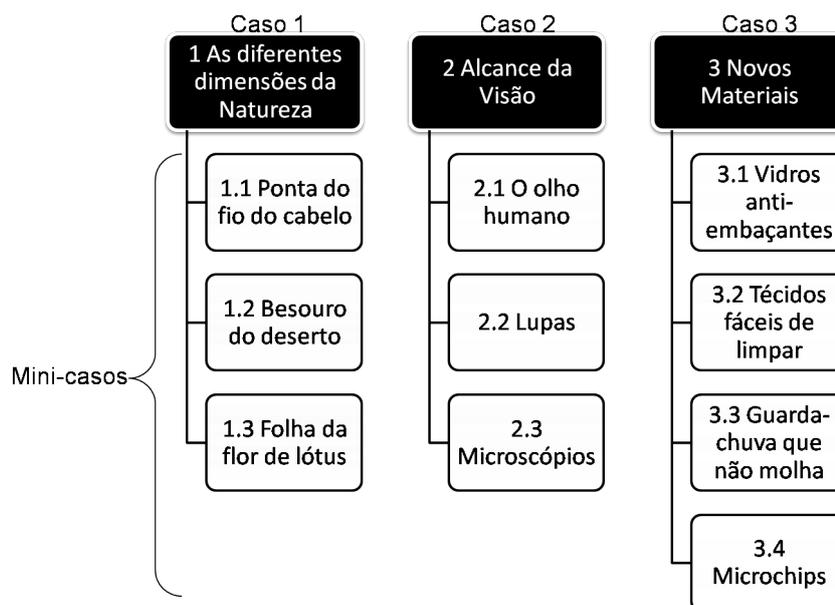


Figura 3: Estruturação dos *Casos* e *Mini-casos* do experimento desta pesquisa

que se encontra no *caso* e, de certo modo, como salientam Spiro e Jehng (1990), eles são microcosmos do *caso*.

Cada *mini-caso* deve ser usado mais de uma vez, isto é, o mesmo local de uma paisagem deve ser visitado durante diferentes *travessias da paisagem* (SPIRO; JEHNG, 1990). O que torna mais fácil estabelecer a relação entre unidades pequenas, os *mini-casos*, do que entre unidades maiores, os *casos*. Num domínio pouco-estruturado é preciso estudar muitos *casos*, porque quantos mais *casos* se analisar maior será a experiência adquirida, aumentando a possibilidade da transferência para novas situações (SPIRO; JEHNG, 1990). Particularmente, devido às múltiplas *travessias* que se fazem no *caso* e ao longo dos *mini-casos*, salientando-se a estrutura conceitual.

4.3.2 Temas ou Perspectivas

Os termos *tema*, *conceito* ou *princípio* são usados, no contexto da TFC, como sinônimos, ultimamente o termo *tema* tem sido substituído por *perspectiva*, pois Carvalho (1998), explica que o primeiro nem sempre é bem entendido em todas as áreas de conhecimentos, por isso a escolha de *perspectivas*, além dos já utilizados pelos autores da TFC. Por isso nessa dissertação adotaremos *perspectivas*.

Cada *mini-caso* é perspectivado de acordo com uma multiplicidade de *perspectivas* que lhes são aplicados, desempenhando um papel crucial na *desconstrução* do *mini-caso* e na aquisição de um conhecimento profundo do mesmo.

As *perspectivas* devem ser ensinadas em contexto e não abstratamente, cada uma das

perspectivas terão mais aplicabilidade numas situações e menos em outras. O *mini-caso* é decomposto através das diferentes *perspectivas* que lhe são aplicadas, para depois ser reconstruído com uma nova e profunda compreensão.

De acordo com Spiro *et al.* (1987), Spiro e Jehng (1990), se os *casos* são estudados através de um número muito limitado de *perspectivas*, a capacidade de processar a análise em *casos* futuros será limitada porque os *casos* aparentam ser mais simples do que realmente são e os alunos sentir-se-ão pouco preparados para aplicarem as *perspectivas* conceituais e teóricas aos *casos*, o que pode ocasionar o insucesso no alcance do desempenho em *casos* futuros que necessitem da inferência de *casos* precedentes.

4.3.3 Travessia Temática e Matriz de Conteúdo

Depois dos *mini-casos* serem *desconstruídos* por uma série de *perspectivas*, há que combinar aspectos dos diferentes *mini-casos*, apresentando sequências em que os *mini-casos* de diferentes *casos* surjam no mesmo contexto de aplicação. (SPIRO *et al.*, 1987). Deste modo, diferentes características são justapostas para fazer sobressair um ou vários aspectos dos *mini-casos*, estabelecendo múltiplas conexões entre os *mini-casos* de diferentes *casos*. Vai ser esta travessia através dos diferentes *mini-casos* (aproximando *mini-casos* tão diferentes) que também vai proporcionar a reestruturação do conhecimento a ser transferido para solucionar uma nova situação. (SPIRO *et al.*, 1987).

Como explica Carvalho (1999), retomando a metáfora da paisagem, pode-se mencionar que não há dois lugares iguais, contudo muitos lugares possuem muitas, mas não todas as características da paisagem. A melhor forma de compreender determinada paisagem é explorá-la em várias direções, utilizando de preferência um guia para salientar características significativas. Ao repetir a apresentação do mesmo *mini-caso* no contexto de outros *mini-casos*, aspectos adicionais são evidenciados, facultando o tipo de conhecimento necessário nestes domínios e desenvolvendo a flexibilidade cognitiva. (SPIRO *et al.*, 1987); (SPIRO; JEHNG, 1990).

Não é só importante atravessar em várias direções uma paisagem é também importante atentar em como essa paisagem é atravessada. (SPIRO; JEHNG, 1990). Cada tópico pode integrar uma ou várias dimensões de análise (*perspectivas*). Ao atravessar em várias direções uma paisagem complexa obtém-se o duplo objetivo de salientar as múltiplas facetas e estabelecer múltiplas ligações, proporcionando um contato com a complexidade e a compreensão dos seus intervenientes (SPIRO *et al.*, 1987).

Em suma, os hipertextos baseados na TFC permitem a desconstrução de um domínio pouco-estruturado para, posteriormente, ocorrer um leque alargado de reconstruções possíveis. Nesse sentido, os hipertextos implementados com base na TFC facultam:

1. descrição das *perspectivas* que vão ser usados na análise do domínio abordado;
2. desconstrução de cada *mini-caso* através dos *perspectivas* que se lhe aplicam e dos respectivos *comentários temáticos*;
3. *travessias* em várias direções a partir de uma *perspectiva*, uma questão ou da combinação de duas ou mais *perspectivas*;
4. possibilidade do usuário fazer uma pesquisa, combinando *casos* e *perspectivas*;
5. acesso à *tabela de conteúdos* e respectiva *matriz temática*.

Em relação à seleção das *perspectivas* escolhidas para esta pesquisa, foi levado em conta os objetivos de aprendizagem a cerca da N&N para abordagem de ensino, no hiperdocumento *Mundo dos Nanicos*, a estruturação dos conteúdos da primeira parte do hiperdocumento e os conselhos de especialistas das áreas da TFC, Química e Engenharia de materiais.

A seleção das *travessias temáticas* não se revelou uma tarefa fácil. Escolhemos as *perspectivas* que julgamos facultar ao estudante uma compreensão mais profunda do domínio em questão e assim possam prepará-los melhor para compreensão e articulação do conhecimento a novas situações.

Com base nestes pressupostos, selecionaram-se cinco *perspectivas*: (A) Escalas (nano)-métricas; (B) Sistemas biológicos; (C) Capacidade de Visão; (D) Inventos tecnológicos; (E) Materiais auto-limpantes.

A Tabela 1, pág. 56 ilustra a matriz de conteúdo preparada para a realização do experimento deste trabalho, pois de acordo com Carvalho (2000), a matriz facilita o entendimento da estruturação e a sequência de *casos*, sendo desejável, como já foi referido, uma sobreposição parcial das *perspectivas*.

4.3.4 Comentários Temáticos

Os *comentários temáticos*, durante o processo de desconstrução do *mini-caso*, explicam como cada *perspectiva* se aplica ao *mini-caso* e, durante as *travessias temáticas*, permitem que se evidencie a aplicação da mesma *perspectiva* a diferentes *mini-casos*. (SPIRO; JEHNG, 1990).

Tabela 1: Matriz temática para o hiperdocumento em estudo

Casos	Mini-casos	Perspectivas(temas)				
		A	B	C	D	E
1	1.1	x				
	1.2	x	x	x		
	1.3	x	x			x
2	2.1		x	x		
	2.2			x		
	2.3	x		x	x	
3	3.1				x	x
	3.2				x	x
	3.3				x	x
	3.4	x			x	

Fonte: A Autora

4.4 Aplicações

Em San Diego, Mishra e Spiro (1998), com o uso TFC e o ensino da Química, propuseram o *design* do CHEM-FLIPS, como hiperdocumento de múltiplas representações do conhecimento no que tange ao domínio da Tabela Periódica.

No Brasil, os estudos sobre TFC, merecem destaque:

Leão *et al.* (2006) tem se dedicado a incorporar a TFC à *WebQuest*, resultante da modificação de alguns dos elementos propostos, por Dodge (2004) na *WebQuest*, desenvolveu-se a *FlexQuest* e *PodCast-Flex*. A partir de então, Leão tem aplicado esses métodos a diversas abordagens em domínios de conteúdo da Química, como é o caso dos trabalhos de Leão, Portela e Araujo (2004) que elaboraram *hipermedia* envolvendo conceito de cinética química. Assim como Leão, Campos e Araujo (2004) desenvolveram *FlexQuest* a partir do conceito de ligação química, além de outras iniciativas no Ensino das Ciências, Leão e Lima (2004) também se dedicado na avaliação de Ambientes Virtuais de Ensino integrando a teoria de Kelly aliada à TFC, e ainda avaliação de softwares educativos a partir da TFC. (LEÃO; VILLAROUCO, 2003).

Rezende e Cola (2004), investiga a relação da TFC aos conceitos de interdisciplinaridade e complexidade. A síntese da discussão aponta para a convergência entre os conceitos de complexidade e interdisciplinaridade no âmbito da aprendizagem avançada e para a hipótese de que sistemas *hipermedia* também podem ser materiais educativos adequados para promover a flexibilidade cognitiva a partir da abordagem interdisciplinar de conteúdos complexos. Apresenta-se também, a descrição do *Design* Instrucional do sistema “Biomec” como exemplo de sistema *hipermedia* de aprendizagem desenvolvido também com base nos fundamentos da TFC.

Flores *et al.* (2006), com base nas teorias cognitivas — Teoria da Carga Cognitiva e da Flexibilidade Cognitiva — que está sendo usadas na elaboração de objetos de aprendizagem construídos pelo “Projeto Coase”. O “Projeto Coase” consiste do estudo, concepção, construção e distribuição de objetos de aprendizagem, que servirão de suporte ao ensino junto aos alunos do ciclo básico da Universidade Luterana do Brasil — Campus Santa Maria/RS, Brasil. Os objetos de aprendizagem, que estão sendo projetados, possuem a finalidade de potencializar habilidades de raciocínio lógico dos alunos, bem como possibilitar aos professores envolvidos a ampliação de seus conhecimentos sobre o uso dos recursos tecnológicos na educação. O desenvolvimento deste projeto tem proporcionando aos seus participantes uma nova área de atuação e de conhecimento, o qual vem ao encontro do enriquecimento da prática docente.

Brito, Pereira e Braga (2006), utilizam a TFC na elaboração de conteúdos para EaD, o que tem tornado um fator importante e crítico no apoio ao processo ensino-aprendizagem. Por isso, verificam a capacidade para o desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem baseadas no padrão SCORM levando-se em consideração os princípios e diretrizes da TFC e da Arquitetura da Informação, pois a aplicação destes princípios e teorias deve ser possível em padrões para conteúdos interoperáveis para EaD. O esforço e custo despendido para o desenvolvimento desses conteúdos justificam que estes tenham características que favoreçam a sua reutilização como forma de melhorar potencialmente as possibilidades para a criação de cenários de aprendizagem.

Dias e Andrade (2005), vem desenvolvendo trabalhos envolvendo a TFC em abordagens voltados para o ensino da Matemática, como por exemplo, envolvendo o conceito de função, inclusive aplicado a alunos de ensino médio, bem com, utilizando a abordagem da TFC com alunos do ensino fundamental, a partir do trabalho de Dias *et al.* (2007), que trabalho conceitos de número racional a partir da TFC.

Lima e Cardoso (2004), discute como a TFC tem contribuído para aprendizagem organizacional baseada em estudos de *casos*, sugerindo as propriedades de armazenamento de informação, processamento e inerente à distribuição dessas interfaces para facilitar o uso de competências criativas e críticas durante a análise organizacional, especialmente em ambientes sócio-construtivista da aprendizagem. O que resultou no PANTEON *Interface*, ferramenta baseada na *Web* para a análise organizacional apoiada por uma estrutura de base de dados, (LIMA; KOEHLER; SPIRO, 2004).

Ainda baseado em Carvalho e Moreira (2007), segue um breve detalhamento dos estudos que tem se destacado em Portugal:

Moreira (1996), explorou a possibilidade de desenvolvimento da flexibilidade cognitiva de alunos futuros professores de Inglês como língua estrangeira com um enfoque na gestão de erros que ocorrem em situação de sala de aula. A partir do uso de diferentes formatos

educativos baseados na aprendizagem mediada por computador e face a ótica da aprendizagem de estágio avançado num domínio de conhecimento complexo e pouco-estruturado, foi desenvolvida uma base de dados em *Hypercard*, denominada *Mistake Management — Cognitive Flexibility Development for Teachers of English as a Foreign Language*, de acordo com os princípios teóricos e de *design* da TFC.

Um dos resultados deste estudo sugerem que os sistemas hipertexto baseados numa abordagem que utiliza *casos* que são estruturados de tal modo que oferecem múltiplas representações do conhecimento e que, por seu turno, enfatizam interligações críticas entre diferentes componentes superficiais e estruturais de conhecimento, podem ser superiores na sua eficácia de preparação dos alunos na utilização do conhecimento de novas maneiras e em novas situações. O que levou o autor, juntamente com a sua equipe de investigação, a desenvolver dois outros protótipos — *Barthes* e *Didaktos*[®] — resultou em vários outros estudos.

Lei (em curso) expandiu o campo deste estudo alargando o escopo de conhecimento do seu hipertexto de flexibilidade cognitiva, desenvolvido em *Didaktos*[®], incluindo, para além do *Present Perfect*, os verbos modais, os *Phrasal Verbs*, etc.

Carvalho (1998) centrou-se na avaliação da TFC e na importância de dois processos, respectivamente, a *desconstrução* e as *travessias temáticas* pré-definidas, tendo por base duas questões de investigação:

1. que importância têm os *comentários temáticos* (*desconstrução*) na transferência do conhecimento para novas situações?
2. que importância têm as *travessias temáticas* pré-definidas na transferência do conhecimento para novas situações?

Sua aplicação se deu em Literatura Portuguesa, com a aplicação do romance de Eça de Queirós, *O Primo Basílio*. Para o estudo do hiperdocumento “*O Primo Basílio: múltiplas travessias temáticas*” houve aplicação a partir de três versões do. A versão da TFC disponibilizava o processo de *desconstrução* e as *travessias temáticas* pré-definidas, a versão *Sem Travessias Temáticas* (STT) integrava o processo de *desconstrução*, mas só indicava o nome das *Travessias Temáticas*, e, a versão *Sem Comentários Temáticos* (SCT), como o nome indica, não disponibilizava os *comentários temáticos*, só os temas indexados no processo de *desconstrução*, além de nas *Travessias Temáticas* pré-definidas também não foram disponibilizados os *comentários temáticos*.

No final do estudo, os grupos STT e SCT foram convidados a explorarem o hiperdocumento TFC e a compararem com o que cada grupo tinha trabalhado. Concluíram que o hiperdocumento TFC era mais completo mas menos desafiante, então com base nos

resultados obtidos nos testes e nas opiniões dos sujeitos STT e SCT, constataram que os alunos devem ser mais desafiados num hiperdocumento TFC, em vez de só terem que ler a informação disponibilizada, o que se tornou objeto, posteriormente, por Carvalho e Dias (2000).

Carvalho e Dias (2000), disponibilizaram a versão TFC de “O Primo Basílio: múltiplas travessias temáticas” *on-line*, através do seu sítio¹, com o mesmo conteúdo apresentado por Carvalho (1998), mas com interface diferente.

Neste estudo, os alunos, depois de desconstruírem um *caso* e percorrerem uma *travessia temática* pré-definida, foram desafiados a tentarem imaginar o *comentário temático* para cada *tema* indexado ao *mini-caso*, verificando os *comentários temáticos* e perante o *tema* proposto (designado por tópico de reflexão), imaginar os *mini-casos* relevantes dos diferentes *casos*, verificando depois a *travessia temática* pré-definida. Apesar dos sujeitos participantes terem gostado da abordagem feita à obra, consideraram as *travessias temáticas* repetitivas, o que evitou de explorar o hiperdocumento na íntegra.

Com base nos estudos de Carvalho (1998), um novo desafio, centrado no envolvimento do aluno na aprendizagem, foi concebido por Carvalho (2001) e testado por Carvalho e Pereira (2003).

Fonseca (2000) centrou sua investigação na melhoria do ensino e aprendizagem da gramática da língua inglesa, a nível universitário. Para este propósito utilizou a aplicação BARTHES. (MOREIRA; ALMEIDA; RAPOSO, 2001). BARTHES é uma interface, desenvolvida a partir de um protótipo, baseada nas orientações teóricas da TFC. Escolheu o *Present Perfect* enquanto domínio de conhecimento devido as dificuldades que os alunos encontram quando tentam estabelecer distinções entre *Present Perfect* e *Past Simple*, um problema que recai parcialmente no fato da forma verbal em português, pretérito perfeito simples, poder ser traduzida para a língua inglesa como *Simple Past* ou *Present Perfect*.

Como tentativa de oferecer soluções possíveis para o problema recorrente do “*Present Perfect*”, foi concebida uma experiência envolvendo dois grupos (experimental e de controle) para testar a aquisição de conhecimento mediada por um hipertexto educativo, contrastando uma estrutura linear — desconstrução — com uma estrutura não-linear — *travessias temáticas* — de apresentação de conteúdo e para avaliar a eficácia deste último na promoção da transferência de conhecimento e competências perante situações detentoras de novidade.

Carvalho (2001), Carvalho e Pereira (2003), tendo presente os resultados obtidos e as opiniões dos alunos, a partir dos trabalhos de Carvalho (1998), Carvalho e Dias (2000), Carvalho (2001), consideraram pertinente manter o processo de desconstrução e solicitar

¹<http://www.iep.uminho.pt/primobasilio/>

aos alunos um papel mais ativo na aprendizagem, em vez de se limitarem a ler as *travessias temáticas* pré-definidas. Os alunos foram convidados a refletir sobre a desconstrução do conhecimento e a fazerem *travessias temáticas* mentais, apresentando a sua posição no fórum perante uma questão ou problema aí colocado (CARVALHO; PEREIRA, 2003). Semanalmente também tinham uma sessão de *Chat* para discutirem o *caso* em análise.

Foi desenvolvida uma plataforma de *e-Learning Flexml*² para implementar esta nova abordagem (CARVALHO; PINTO; MONTEIRO, 2002), que inclui para cada assunto: descrição dos *temas*, os *casos* no processo de desconstrução, pesquisa de *casos* e *temas*, tabela de conteúdos, fórum, *Chat*, bloco de notas, registo de acessos e avisos. A partir do assunto *Sapere Aude* aborda aspectos vários da língua, literatura e cultura latinas e foi implementado na *Flexml*.

Para cada *mini-caso* (texto em *Latim*) foi disponibilizada a sua tradução, os *comentários temáticos*, informação sobre o autor e sobre o contexto (hábitos romanos). Sempre que pertinente proporcionou-se outros textos do mesmo autor (textos afins) ou textos de outros autores sobre o mesmo assunto (leituras complementares). Na bibliografia eram indicadas as fontes de apoio aos *comentários temáticos* e o autor da tradução.

No fórum era lançada semanalmente uma questão ou uma temática a ser respondida pelos alunos, geralmente relacionada com o *caso* em estudo, o que implicava nos alunos fazer *travessias temáticas* mentais, sendo autônomos enquanto sujeitos ativos na aprendizagem, em vez de se limitarem a clicar na seta como acontece nos hiperdocumentos TFC.

Este estudo permitiu avaliar a eficácia da *Flexml* na promoção da aprendizagem e, em particular, na substituição da *travessia temática* pré-definida por uma abordagem mais exigente e participativa do aluno, obrigando-o a refletir e a fazer *travessias temáticas* mentais sobre o conteúdo estudado, através da ferramenta fórum.

Magalhães (2002), se propôs a encontrar a estratégia de aprendizagem mais apropriada — aprendizagem colaborativa ou individual — para a abordagem através de um Hipertexto de Flexibilidade Cognitiva em aulas de Língua Estrangeira, Inglês, o conteúdo selecionado foi o conto Dingo, de F. Bennett, que constituía parte do material de leitura extensiva escolhido na escola onde a investigadora ensinava.

A aplicação utilizada para a sua implementação foi o Didaktos[®] (MOREIRA; ALMEIDA; RAPOSO, 2001), que também havia sido desenvolvida de acordo com os pressupostos teóricos e de *design* da TFC.

Os resultados deste estudo sugerem que o ensino e aprendizagem de um domínio complexo e pouco-estruturado, como é o caso da literatura, através de Hipertextos de

²<http://www2.dsi.uminho.pt/flexml/leitor/>

Flexibilidade Cognitiva, seria mais eficaz e motivador se as atividades de sala de aula, através das quais a interacção com o hipertexto se estabelece, envolvessem aprendizagem colaborativa.

Sousa (2004), incidiu sobre a avaliação da TFC aplicada a crianças do 1º Ciclo do Ensino Básico. A área escolhida foi o meio ambiente e o hiperdocumento intitulou-se *Os Defensores do Ambiente*, tendo sido desenvolvido pelo autor em *HyperStudio*TM.

Todos os *mini-casos* têm imagens alusivas e na descrição dos *temas* surgem pequenas animações para ajudar os alunos usuários a compreender melhor os conteúdos. Os *comentários temáticos* associa uma imagem da Terra com um sorriso ou com ar triste, dependendo se o *comentário temático* apresenta algo de positivo ou de negativo. Como era destinado a crianças, optou-se por incluir jogos para estimular o interesse delas pela temática, dos quais os jogos integraram atividades de escolha múltipla, preenchimento de lacunas, sopa de letras e associação de objectos, podendo ser jogados individualmente ou em pares. Todos os sujeitos consideraram que aprender através do hiperdocumento foi divertido. O autor salientou o entusiasmo com que os alunos se referiam aos jogos, concluindo que “estes foram uma mais valia, acrescentada ao hiperdocumento”. (SOUSA, 2004, p. 128).

Marques e Carvalho (2004), compararam as implicações na aprendizagem de dois hiperdocumentos, um estruturado de acordo com os princípios da TFC *versus* um outro com Exercícios semelhantes aos que habitualmente são realizados na aula do módulo de arquitetura de computadores.

O hiperdocumento *Arquitectura de Computadores*, desenvolvido por Marques (2002), contém dois níveis designados como nível inicial e nível avançado. No nível inicial os alunos aprendem os conteúdos de base à arquitetura de computadores, só depois passam a explorar o nível avançado. De acordo com os resultados obtidos, podemos concluir que o hiperdocumento proporcionou uma melhor aprendizagem, resultante dos dois processos: desconstrução e *travessias temáticas* pré-definidas, como também os sujeitos concluíram no Questionário de Opinião.

Marques e Carvalho (2005), com base nos resultados obtidos por Marques e Carvalho (2004) e por Carvalho e Pereira (2003), delinearam um novo estudo que compara a influência de um hiperdocumento TFC (*Desconstrução e Travessias Temáticas* pré-definidas) com um hiperdocumento com desconstrução e com questões no fórum a serem respondidas por todos os alunos e comentadas pelo docente, em vez de se limitarem a lerem o percurso pré-definido nas *travessias temáticas*. Deste modo, os alunos foram convidados a terem um papel mais dinâmico na aprendizagem e a refletirem sobre os *mini-casos* desconstruídos, fazendo *travessias temáticas* mentais.

Este estudo reforçou a importância do processo de desconstrução na aprendizagem, bem como a importância da aprendizagem ativa, através do envolvimento dos sujeitos nas respostas dadas no fórum e do *feedback* construtivo do docente.

Moreira, Almeida e Raposo (2005), tendo por base o Didaktos[®] (MOREIRA; ALMEIDA; RAPOSO, 2001), foi desenvolvida a plataforma *DidaktosOnLine*[®], hospedada no seu sítio³, o que de acordo com (MOREIRA; ALMEIDA; RAPOSO, 2005), teve os seguintes objetivos:

1. promover a produção de materiais didáticos *hipermedia* através da colaboração entre professores de áreas e interesses comuns;
2. tornar os materiais didáticos produzidos na plataforma universalmente acessíveis;
3. promover o compartilhamento de forma colaborativa destes materiais entre comunidades com mesmos interesses;
4. desenvolver mecanismos de produção de *e-Portifólios* para a construção colaborativa de conhecimento entre comunidades de professores e alunos;
5. promover o desenvolvimento de comunidades de ensino e de aprendizagem, através do compartilhamento de materiais e favorecer contatos entre todos os usuários da plataforma;
6. estabelecer as condições necessárias à formação distribuída de professores nos princípios da TFC, do ensino de acesso aleatório e do ensino baseado em *casos*.

A partir do objetivo de promoção de atividades de construção colaborativa de conhecimento, os *e-Portifólios* resultam em recursos digitais e também no desenvolvimento de *casos*, os quais assumem um carácter grupal quando resultam do trabalho em equipe, ou um carácter individual quando produzidos por um único indivíduo. Entretanto, como a TFC e os seus princípios não são fáceis de dominar, encontram-se em curso um conjunto de atividades de formação (presenciais e a distância) dirigidas a usuários potenciais do *DidaktosOnLine*[®], com o objetivo de formar competências e capacidades requeridas para a adoção plena dessa plataforma.

Encontram-se em curso estudos de avaliação do seu impacto, tanto sobre o trabalho colaborativo desenvolvido por professores e alunos, como sobre as interações desenvolvidas no âmbito da constituição e manutenção de comunidades de prática docente.

Pedro (2005), aborda a problemática de como os professores experientes e inexperientes planificam conteúdos didáticos com base em hipertextos de flexibilidade cognitiva. O estudo teve início em 1999 no âmbito de um projecto de doutoramento com o objetivo

³<http://didaktos.ua.pt/>

de saber como os professores detentores de diferentes graus de experiência selecionam, gerenciam e organizam a informação quando planejam sequências didáticas, utilizando a aplicação BARTHES, um hipertexto de flexibilidade cognitiva. (MOREIRA; ALMEIDA; RAPOSO, 2001).

O fato de que os sistemas *hipermedia* constituem uma metáfora dos nossos dias para a multidimensionalidade do mundo e do conhecimento e, de algum modo, o fato de que facilitam as representações que fazemos do conhecimento, um novo papel está assim reservado ao professor. Para uma integração efetiva das TIC no sistema educacional, para além de uma componente de formação de professores adequada e sólida, os professores terão também que alterar as suas atitudes. Tal transformação envolve mudar a concepção de professores enquanto transmissores para a aceitação de modos diversos de aprendizagem, baseados em estruturas não lineares, completamente diferentes da natureza sequencial do conhecimento tradicional.

As questões de investigação no estudo de Pedro (2005) diz respeito a novos modos de abraçar o ensino e a aprendizagem, a adoção de novas ferramentas e estratégias, e almejam encontrar contribuições eficazes para a formação de professores: Haverá padrões de gestão, seleção e organização de conteúdos na atividade de planificação através de hipertextos de flexibilidade cognitiva? Haverá diferenças relativamente à questão anterior no que diz respeito a níveis de experiência de ensino? Em que medida é que as características individuais dos professores influenciam a utilização destas ferramentas? Serão os hipertextos de flexibilidade cognitiva válidos e eficazes na produção/planificação de materiais de ensino?

Apesar de obter resposta favorável para algumas das suas questões de pesquisa, persiste o problema relacionado ao tempo, o que aumenta o esforço de trabalho dos professores tanto em termos do tempo necessário ao ensino quanto da utilização da própria ferramenta. Portanto, o estudo de Pedro (2005) não permitiu confirmar a eficácia dos materiais desenvolvidos junto aos alunos-alvo para os quais foram construídos, um aspecto que ficou de fora das preocupações deste estudo, mas que enriqueceria, indubitavelmente, os resultados da investigação.

Carvalho (2006), a partir dos estudos realizados e supervisionados no âmbito da TFC, os quais foram citados brevemente acima, têm confirmado os efeitos positivos na aprendizagem e aplicação do conhecimento para novas situações resultantes da estrutura proposta por esta teoria, destaque para o processo de desconstrução e para a utilização de questões no fórum que leva os alunos a uma reflexão sobre a desconstrução realizada e desempenham um papel mais dinâmico na aprendizagem, considerando o aluno sujeito ativo da (re)construção do seu conhecimento.

Tendo presente o interesse da comunidade académica e das instituições de formação pela utilização e reutilização de objetos de aprendizagem, como indica Carvalho e Moreira

(2007), a aplicação da TFC, particularmente do processo de desconstrução na estruturação de objetos de aprendizagem (CARVALHO, 2006), foi proposto o modelo Múltiplas Perspectivas para estruturar Objetos de Aprendizagem (MPOA).

No trabalho de Carvalho e Moreira (2007) foi adotado o termo *perspectiva*, devido ao termo *tema* não ser facilmente compreendido em todas as áreas do saber.

A partir do modelo MPOA, se propõe que cada *caso* seja um objeto de aprendizagem, constituindo-se como unidade única, plurissignificativa e reutilizável. Cada objeto de aprendizagem, segundo o modelo MPOA, é constituído por três componentes: o *caso*, a descrição dos *temas* ou *perspectivas* e o processo de desconstrução, sendo que:

1. O *caso* deve estar acessível na íntegra para que o aluno o conheça antes de começar a desconstruí-lo, podendo ser texto, vídeo, som e/ou imagem de forma contextualizada;
2. As *perspectivas* são utilizadas para desconstruir o *caso* e devem ser apresentadas uma breve descrição de cada uma, o que as tornar essenciais para o processo de desconstrução;
3. A *desconstrução* trata da apresentação dos *mini-casos*, as *perspectivas* de análise ou *desconstrução*, os *comentários* e a informação que o especialista considere contribuir para uma melhor compreensão da situação em análise.

De acordo com Carvalho e Moreira (2007), os objetos de aprendizagem tem toda a vantagem se forem inseridos num *Learning Management System* (LMS), plataforma de apoio ao ensino-aprendizagem, porque facilmente se tira partido das ferramentas de comunicação e de colaboração. Considerando que esta abordagem é adequada para todos aqueles que já costumam dar formação centrada no estudo de *casos* e para aqueles que trabalham com assuntos complexos. Os objetos de aprendizagem com base no modelo proposto podem ser rentabilizados nos diferentes níveis de ensino ou na formação contínua e, até mesmo na formação organizacional, como apoio ao ensino presencial, em regime *e-Learning* (modalidade de ensino a distância), ou *b-Learning* (modalidade de ensino semi-presencial). Na Universidade do Minho está em curso investigação neste campo, pretendendo-se também criar um repositório de objetos de aprendizagem, que facilitará a sua reutilização em diferentes contextos.

4.5 Limitações e Desafios

A delimitação desta teoria a um campo restrito no que tange aos domínios complexos, não é de todo uma limitação, mas uma especificidade que, até então, não havia sido

realizada. Ela visa a aquisição de conhecimentos de nível avançado em domínios complexos e pouco estruturados, mas também a transferência do conhecimento para novas situações.

Spiro *et al.* (1987) designou a tendência para reduzir aspectos importantes da complexidade por *enviesamentos redutores*, distinguindo os enviesamentos de compreensão conceitual dos enviesamentos de aprendizagem. (FELTOVICH; SPIRO; COULSON, 1989).

A aplicação da TFC tem se mostrado eficaz, principalmente, na construção de hiperdocumentos ou Objetos de Aprendizagem que envolva hipertextos, e por isso tem sido satisfatória sua aplicação seja na modalidade presencial ou semi-presencial, e principalmente, a distância. Pois nos dias de hoje a proliferação destes sistemas no que tange produtos informáticos, lançados no mercado, visando sua aplicação educacional, sendo consideradas excelentes ferramentas, desde que se tenha competência para abordá-las de forma satisfatória à (re)construção do conhecimento.

Assim como a abordagem dessa teoria é própria para assuntos complexos e pouco estruturados, o seu entendimento também não é fácil, o que dificulta sua aplicação em maiores âmbitos do saber ou mesmo docentes com competências para aplicação dessa abordagem, no que tange o papel atual dos conteudistas de cursos à distância, pois dependendo do assunto de domínio, a TFC pode se mostrar eficaz na abordagem de ensino, auxiliando no processo de (re)construção do conhecimento.

4.6 Considerações finais do capítulo

A TFC embora tenha surgido no âmbito da Medicina, sua aplicação tem favorecido diversas áreas do conhecimento, pois nesse contexto de hiperdocumentos, podemos encontrar aplicações envolvendo desde a Educação no Ensino Básico ao Ensino Médio, bem como em nível Superior, e mais ainda na Educação a Distância, ou mesmo, Educação Corporativa, visto tratar a abordagem de ensino de tal forma que permite a sua incorporação de forma eficaz, proporcionando a (re)construção do conhecimento.

5 *Ambientes Virtuais de Ensino*

Começamos por tentar contextualizar algumas considerações referentes aos Ambientes Virtuais, principalmente aqueles voltados ao ensino, visto que muito se fala sobre estes como um espaço apto à promoção da Educação a Distância, principalmente depois da regulamentação dessa modalidade de ensino através da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9394/96). É interessante situarmos que o advento dos Ambientes Virtuais se deu a partir da emergência do ciberespaço, o que pressupõe além dos novos suportes à informação, mas sobretudo as formas originais de criação, da navegação no conhecimento e da relação social que esse espaço permite. (LÉVY, 1996).

Também com base em Lévy (1996), podemos reverenciar o ciberespaço como um campo aberto à intercomunicação e ao estabelecimento de interfaces com todos os dispositivos de criação, de registro de comunicação e simulação representadas por ferramentas dispostas na grande rede.

De acordo com Santanché, Braga e Sousa (2000), os Ambientes Virtuais criados a partir da *Internet* privilegiam “as ferramentas de interação síncrona e assíncrona e desenvolvem a percepção para as pesquisas em rede, estimulando a criação de fóruns direcionados e a formação de comunidades de aprendizagem”. Nada mais adequado, portanto, à proposta cooperativa de ensino-aprendizagem.

A concepção do ciberespaço precisa ser encarado como local de construção do conhecimento, mais do que como mera troca de informações, e nisso concordamos com Lévy (1996), quando este sinaliza que não tratamos somente do conhecimento científico, mas também dos espaços de convivência e do pensamento coletivo que poderia organizar a existência e a sociabilidade das comunidades humanas, visto que, em cada espaço, convive um tipo de entidade, um gênero de desejo, uma estrutura psíquica, territorial e afetiva, tal qual as existentes nas relações humanas presenciais (comunidades, grupos, salas de aula).

Para Matta (2002), as transformações provocadas por esses novos ambientes romperam com padrões clássicos de relacionamento e interação vividos principalmente no ambiente comunitário urbano, para galgar novas formas e dimensões, criando possibilidades de inter-relacionamento entre os sujeitos envolvidos.

Quanto às características técnicas, os Ambientes Virtuais, não só quanto a educação formal, destacam-se pela possibilidade de tornar sua interface mais amigável e realista na apresentação ao usuário, devido ao uso de técnicas de realidade virtual e de animação, pois diferentes formas de interação potencializam sua dinamicidade, seu realismo e sua usabilidade.

Segundo Jonassen (1996), os ambientes de aprendizagem devem ser ambientes instigantes, constituídos de problemas relevantes, sobre os quais os alunos devem refletir e buscar soluções. As tarefas a serem disponibilizadas devem originar-se do real, a fim de que a aprendizagem seja, de fato, significativa. Além disso, recuperando aqui o ideário pedagógico cooperativo, devem ser apoiadas pela colaboração entre os participantes e constituídas pelo diálogo pedagógico.

Nesse capítulo indicamos alguns dos principais Ambientes Virtuais de Ensino, os quais detalharemos brevemente na seção que se segue.

5.1 Principais Ambientes Virtuais de Ensino

Dentre os diversos Ambientes Virtuais de Ensino atualmente difundidos na grande rede, estudos como o que foi financiado pelo Programa Operacional de Emprego, Formação e Desenvolvimento Social (POEFDS) e realizado, em 2007, pela Delta Consultores, Perfil Psicologia e Trabalho Ltda. e o Instituto Superior de Psicologia Aplicada (ISPA), demonstra como inquérito base do estudo, respondido por 472 organizações com plataformas *e-Learning* instaladas, entre as quais se destaca o Moodle com uma quota de 57,6%.

Até o presente, não detectamos trabalhos que relacionasse e/ou identificasse um levantamento do número de plataformas utilizadas na EaD, em instituições oficiais ou não oficiais de ensino no Brasil.

Estudos apontam que entre os principais ambientes e ferramentas avaliativas podemos enumerar e descrever sucintamente: TelEduc, Cyberg, Carnegie Mellon University, WebCT, Topclass, Classnet, AulaNet, Smart Hyperlearning Meter System, HotPotates, Question Mark, AvalWeb, Moodle e aTutor, entre outros. (POLAK, 2009; TAROUCO, 1999). Embora dentre os diversos ambientes nacionais e internacionais, os mais utilizados, são principalmente o TelEduc, o AulaNet e o Moodle, dado que além das vantagens oferecidas, são de código aberto.

Das plataformas pontuadas acima, demonstraremos de forma breve as características de algumas principais plataformas de ensino utilizadas atualmente, além do Didaktos, plataforma *OpenShell* baseada na TFC, e também do VirtusClass e o AMADeUs LMS,

ambos desenvolvidos pela UFPE, sendo este último baseado em Micromundos.

As novas tecnologias educacionais oferecem a possibilidade aos professores e alunos de romperem as barreiras do espaço e do tempo, presentes na sala de aula, para o desenvolvimento dos trabalhos de ensino e aprendizagem de forma cooperativa, lançando mão de ferramentas de EaD no ensino presencial. Este capítulo descreve as principais características de Plataformas de Ensino a Distância, mostra a contextualização educacional de Ambientes Virtuais de Ensino com que a *Internet* possibilita ampliar os limites geográficos da educação. Além de observar as principais vantagens de Sistemas de Gestão de Conteúdo para a *Web*.

5.1.1 TelEduc

O TelEduc, um software livre, é um ambiente de ensino a distância pelo qual se pode realizar cursos através da *Internet* e está sendo desenvolvido conjuntamente pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) e pelo Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas.

O ambiente possui um esquema de autenticação de acesso aos cursos e inúmeros recursos (ou ferramentas). Os recursos do ambiente estão distribuídos de acordo com o perfil de seus usuários: alunos e formadores (ou professores).

Entre os recursos disponíveis tanto para alunos como para formadores, destacamos os seguintes: — Dinâmica do Curso, que contém informações sobre a metodologia e a organização do curso; — Atividades, que apresenta as atividades a serem realizadas durante o curso; — Material de Apoio, que apresenta informações úteis relacionadas à temática do curso, subsidiando o desenvolvimento das atividades propostas; — Leituras, que apresenta artigos relacionados à temática do curso e algumas sugestões de revistas, jornais, endereços na *Web*, etc.; — FAQ, que contém a relação das perguntas realizadas com maior frequência durante o curso e suas respectivas respostas. — Correio, que é um sistema de correio eletrônico que é interno ao ambiente. — Grupos, que permite a criação de grupos de pessoas para facilitar a distribuição de tarefas. — Portfólio, ferramenta onde os participantes do curso podem armazenar textos e arquivos a serem utilizados ou desenvolvidos durante o curso, bem como endereços da *Internet*. Esses dados podem ser particulares ou compartilhados; se compartilhados, podem receber comentários.

5.1.2 AulaNet

O AulaNet é um ambiente de aprendizagem cooperativo baseado na *Web*, cujo projeto iniciou em 1997. Desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Software (LES)

do Departamento de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), foi criado o EduWeb, tendo como objetivo a criação e assistência de cursos à distância. Atualmente, o AulaNet está disponível em outras línguas, como inglês e espanhol.

Os professores colaboradores do AulaNet estão desenvolvendo diversos cursos sobre os mais variados assuntos. Segundo os seus idealizadores, o ambiente foi construído sobre uma abordagem cooperativa para a instrução baseada na *Web*, procurando migrar para um modelo de comunidade dinâmica para a aprendizagem.

O ambiente para o curso à distância do Programa Nacional de Informática na Educação (ProInfo) do Ministério da Educação foi desenvolvido para apoiar a Formação Continuada dos Multiplicadores vinculados ao projeto. Diversos grupos participam deste ambiente: os alunos (multiplicadores ou futuros multiplicadores), orientadores (professores que acompanham os alunos nos Seminários e na construção e acompanhamento das atividades desenvolvidas durante as oficinas) e plantonistas (monitores para apoio às atividades desenvolvidas pelos alunos).

5.1.3 WebCT

O WebCT, acrônimo de *Web Course Tools*, foi desenvolvido por Goldberg e Salari (1997), da *University of British Columbia*, fornece um conjunto de ferramentas que facilita a criação de cursos educacionais baseados na *Web*. Também pode ser utilizado como ferramenta complementar de um curso já existente, na disponibilização de material.

A principal vantagem associada ao WebCT está na possibilidade de se estabelecer um ambiente de ensino e aprendizado integrado, contendo uma série de ferramentas educacionais tais como sistema de conferência, *Chat*, correio eletrônico, acompanhamento do aluno, suporte para projetos colaborativos, auto-avaliação, questionários, distribuição e controle de notas, glossário, controle de acesso, calendário do curso, geração automática de índices e pesquisa, entre outras.

O software é executado a partir de um servidor central, podendo ser acessado de qualquer local onde um computador conectado à *Internet* esteja disponível. Além de ferramentas educacionais que auxiliam o aprendizado, a comunicação e a colaboração, o WebCT também fornece um conjunto de ferramentas administrativas para auxiliar o autor no processo de gerenciamento e melhoria contínua do curso.

5.1.4 Dokeos

O Dokeos é uma plataforma de *e-Learning* com seu código aberto, traduzida em 34 idiomas e que vem sendo utilizada por mais de 1.000 organizações, em 65 países para administrar a aprendizagem e colaboração na *Web*. Permite ao professor criar conteúdos pedagógicos, estruturados em rotas de aprendizagem, que permitem a interação entre os alunos.

Dentre suas principais características estão: — Conversão de PowerPoint[®] para *slideshow* educativo — videoconferência integrada — modelos e estilos para criação rápida de conteúdo — Motor de busca — Novos tipos de blocos de perguntas e questionários: imagens sensíveis e respostas abertas — Painéis de informação exportáveis para Excel[®] — Provas — *Blogs* educativos — Conversão de documentos PowerPoint[®] e Word[®] em documentos HTML — Administração de conteúdo e discussões de fórum — Captura de telas — Suporte completo a diversos tipos de relatórios (auto-correção, opções para proporcionar maior interação com alunos, supervisão quantitativa e qualitativa para o processo de aprendizagem). Existem versões do Donkeos para Windows, Linux e MacOS.

5.1.5 Blackboard

O BlackBoard embora não seja gratuito, trata-se de um ambiente de ensino e aprendizado considerado líder em plataforma de *e-Learning* por sua facilidade de uso, larga adoção em instituições de ensino, flexibilidade pedagógica, amplitude de funções e características intuitivas, para aprendizado à distância e para apoio ao ensino presencial.

5.1.6 Formare LMS

O Formare LMS foi desenvolvido a partir da multiplicidade de perfis dos seus parceiros, acompanhando ativamente os 5 componentes principais de um sistema de *e-Learning*: a interação eficaz e intuitiva com o usuário (alunos e professores), o acesso fácil à tecnologia, a disponibilidade de serviços intuitivos e inovadores, a difusão de materiais (conteúdos formativos e informativos em diversos formatos) e a avaliação pedagógica. Dentre as características principais, destacam-se por ser portador de grande conjunto de ferramentas, e facilmente personalizado de acordo com as necessidades de cada integrante. Este serviço contém funcionalidades de gestão de conteúdos, gestão do portal de acesso e gestão de conhecimento, suportada por poderosas ferramentas de edição e gestão de enquetes e questionários bem como de gestão do repositório de recursos didáticos (manuais, ficheiros e *links*) através da constituição de diferentes bibliotecas. No domínio da Gestão e Coordenação das atividades de formação, o Formare LMS disponibiliza funcionalidades como

registro, gestão e controle. Em sua instalação o Formare LMS oferece a possibilidade de criação e gestão do seu próprio ambiente de *e-Learning* e/ou *b-Learning*, em dois regimes ou mesmo nas modalidades de instalação.

5.1.7 Teleformar.Net

A Teleformar.Net é uma plataforma de ensino à distância 100% personalizável através de uma interface com o utilizador, a que chamamos de Ambiente Formativo. É uma nova forma de otimizar os recursos da *Internet* e aplicá-los na formação à distância. Baseia-se na utilização de um navegador da *Internet* para visualizar e interagir com o curso.

Ao contrário das plataformas existentes no mercado, que baseiam-se no modelo de transpor para *Internet* os cursos presenciais mantendo a mesma dinâmica dos materiais pedagógicos, a plataforma Teleformar.Net visa promover a transformação dos materiais didáticos convencionais em módulos formativos multimédia, adotando três formatos: Flash[®], Shockwave[®] e QuickTime[®]. A partir de uma sala de formação virtual, o formando pode acessar aos módulos formativos multimédia dos cursos em que se encontra inscrito, bem como aos respectivos materiais de apoio, quadro negro virtual, *Chat*, FAQ, bibliografia, entre outras ferramentas, a fim de promover a sensação de uma verdadeira sala de formação.

A plataforma teleformar.net é disponibilizada a terceiros mediante contrato de licenciamento, a custos extremamente baixos de forma a permitir que mesmo pequenas empresas de formação possam disponibilizar cursos *on-line*.

5.1.8 Didaktos

O Didaktos, acrónimo de *Didactic Instructional Design for the Acquisition of Knowledge and Transfer to Other Situations*. Foi desenvolvido por pesquisadores portugueses, na Universidade de Aveiro, constitui-se num conjunto de mecanismos distribuídos em rede que, por um lado, fomenta a constituição de comunidades de prática profissional docente que se afirma enquanto produtora de conteúdos de aprendizagem “recicláveis” de qualidade e, simultaneamente, um gestor de conteúdos, inclusive inspirado na TFC. Suas funcionalidades incluem a organização de percursos didáticos múltiplos a partir da mesma base de conteúdos, para além de capacidades de registro de percursos utilizáveis para monitoramento das atividades dos alunos com a finalidade de avaliação e/ou de investigação.

Tendo como base as características de pouca estruturação da maioria dos domínios de conhecimento, nomeadamente no que respeita às atividades de aplicação do conheci-

mento, buscando minimizar as barreiras quando o objetivo é orientado face à complexidade conceitual e a capacidade de utilizar o conhecimento aprendido em situações difere contextualmente da aprendizagem inicial. (MOREIRA, 1996). O programa Didaktos apresenta duas modalidades de utilização. A modalidade gestor (com permissão de escrita, edição e criação) e a modalidade usuário (com permissões de visualização, escolha e edição de um Bloco de Notas). Embora, sua estrutura formal da ferramenta divida os casos ilustrativos do domínio em cenas — fragmentos, extratos ou truncagens do caso — visto que foi desenvolvida com base na própria TFC, sua utilização ainda é pouco difundida em cursos de Educação a Distância, quando comparado a outros Ambientes Virtuais, como abordado anteriormente.

5.1.9 VirtusClass

O VirtusClass é um sistema de salas de aula virtuais desenvolvido pelo Virtus — Laboratório de Hiperídia da UFPE, e está sob a responsabilidade pelo Universia Brasil. A partir do VirtusClass é possível criar uma extensão da aula presencial na *Web*. Os serviços são: publicação de documentos, compartilhamento de materiais didáticos e agenda atividades com alunos.

Esse serviço é gratuito, e qualquer usuário pode utiliza-lo. Várias instituições de ensino já utilizam o VirtusClass como recurso didático.

5.1.10 AMADeUs MM

O AMADeUs-MM, LMS de segunda geração, baseado na integração de mídias digitais diversas que visam aproveitar as propriedades destas do ponto de vista da aprendizagem, de modo a consolidá-lo, ampliando a utilização de variadas mídias.

Este sistema se utilização de um SGBD para gerenciamento do conteúdo multimídia, a possibilidade da implantação de um servidor de jogos multi-usuários, um Middleware que fornece os serviços necessários à integração das várias mídias e do servidor de jogos, viabilizando a utilização plena da informática educativa e do uso de recursos lúdicos no processo ensino-aprendizagem, inclusive com recursos para a TV Digital e Vídeos Colaborativos, além de outros em desenvolvimento. Pode-se observar a interface proposta pelo AMADeUs LMS.

Por se tratar de um ambiente baseado na integração de diferentes mídias digitais, são exploradas diferentes ferramentas e tecnologias, através de Micromundos e extensões, integrados através da camada do *Middleware*.

5.1.11 Moodle

Muitas escolas vêem nesta plataforma uma oportunidade de disponibilizar materiais em formato digital e fazem com elas o portal do estabelecimento ou agrupamento de escolas. Esta utilização estará, em alguns casos, mais próxima de um sistema de gestão de conteúdos que de um verdadeiro ambiente virtual de aprendizagem. A facilidade de utilização desta ferramenta é sem dúvida, a responsável por todo este entusiasmo, muito superior ao gerado à volta das páginas html das escolas que, na maioria dos casos, não envolviam mais do que três ou quatro professores entusiastas em cada escola.

Produzir e disponibilizar conteúdos é agora uma tarefa descentralizada que pode ser realizada em qualquer computador com acesso à *Internet* sem necessidade de software especial, nem das complicadas fases de transferência de informação por FTP. As diversas áreas/disciplinas podem ser geridas por pessoas diferentes que se responsabilizarão por elas sem precisarem ter muita formação em tecnologias.

Estas facilidades estão, no entanto, presentes em muitos outros produtos e serviços como os *blogs*, diversas plataformas de gestão de conteúdos como as plataformas descritas anteriormente, e outras ferramentas colaborativas.

A facilidade de atualização e comunicação enquadra-se na nova geração de *Web* designada por *Web 2.0*. O Moodle parece ser um representante da *Web 2.0* mais presente nas diversas instituições de ensino tomando, em alguns casos, o lugar de ferramentas que estariam mais voltadas para esses fins.

Para possibilitar à comunidade escolar — uma maior integração da escola enquanto integrantes do processo — um melhor proveito dos recursos que a tecnologia proporciona. Trabalharemos ao longo do presente com o Ambiente Virtual Moodle, por disponibilizar, dentre as suas possibilidades um contexto de colaboração e aprendizagem, das quais destacamos alguns dos seus recursos de Fórum, *Chat*, Questionário, entre outros recursos e atividades que proporcionará ainda aos membros da comunidade escolar, estender as potencialidades das relações educacionais, tendo em vista não restringir a uma relação de dependência exclusiva da sala de aula ao abrir discussões sobre o tema abordado.

Ilustramos a potencialidade que pode ser obtida com o uso da ferramenta Moodle, Sistema de Gestão de Cursos, conhecido como LMS que retrata o acrônimo para o seu significado em língua inglesa, *Learning Management System*, o que também justifica sua escolha por se tratar de um software de fonte aberta, *OpenSource Software*, o que significa que se pode instalar, usar, modificar e mesmo distribuir o programa nos termos da *General Public License GNU*.

Far-se-á necessário inclusive que, professores de todos os níveis de ensino e de todas as

disciplinas, tomem conhecimento da variedade de recursos didáticos que podem lançar mão dos Ambientes Virtuais, e com isso poderem ampliar e refinar as características do sistema, identificando assim a qualidade e usabilidade da ferramenta, bem como transformar as relações educacionais atuais em vias de mão dupla, onde não só o professor, mas também os alunos possam construir colaborativamente, enquanto autor e/ou co-autor, junto com os demais, no processo de ensino-aprendizagem.

5.2 Considerações finais

Foram apresentadas plataformas de ensino a distância *open-source* largamente utilizadas pela comunidade de Educação a Distância. Enfim, todos os limites e todas as possibilidades das comunidades virtuais de aprendizagem, aqui descritas e analisadas requerem um estudo mais aprofundado, pois, apesar desta temática ser recente, ela está constantemente sendo ressignificada e ampliada através do aperfeiçoamento das ferramentas interativas, da atuação dos sujeitos e das relações humanas desenvolvidas no ciberespaço. Isso demonstra, cada vez mais, a importância do estudo para a construção do perfil de sujeitos e profissionais participativos na sociedade contemporânea e para a composição de práticas mais interativas de construção do conhecimento frente à sociedade da informação.

6 *Pressupostos metodológicos*

Neste capítulo descreveremos como se deu a aplicação da TFC ao Objeto de Aprendizagem, cujo objeto trata-se de um hiperdocumento intitulado, *Mundo dos Nanicos*, descrito em detalhes nas seções que se seguem.

6.1 Amostragem

No campo desta pesquisa foram envolvidos alunos e alunas da 2ª série do Ensino Médio, da rede pública estadual de ensino do Estado de Pernambuco, em uma escola da Região Metropolitana de Recife, Escola Professora Odete Antunes, cuja única exigência para os participantes era que os mesmos tivessem conhecimentos básicos de informática e uma conta de *e-Mail* válida.

A escolha do campo de pesquisa justifica-se devido a pesquisadora fazer parte do quadro de professores da escola, e também devido ao projeto-piloto que dá suporte a esse trabalho ser resultado de um projeto que rendeu a referida Escola o I Prêmio Tecnologia a Serviço da Educação, promovido pela Secretaria de Educação do Governo do Estado. Durante o ano letivo de 2007, a Escola Professora Odete Antunes, tinha apenas duas turmas da 2ª série do Ensino Médio, sendo uma pela manhã com 38 alunos matriculados e, outra no turno da tarde com 40 alunos matriculados, logo foi divulgado nas respectivas turmas a realização desse experimento. De forma que era preciso realizar sua inscrição gratuitamente *on-line*, divulgado na rede social¹ da escola, conforme a Figura 4, pág. 76, a fim de percebermos os interessados e mapear os alunos que tivessem o perfil mínimo exigido.

O perfil foi traçado a partir de questionário preliminar (Apêndice A), respondido pelos interessados. As questões são relacionadas às principais características dos participantes, idade, tempo de utilização do computador, bem como o motivo pelo qual se interessaram em participar do experimento.

Ao todo, tivemos 23 inscritos, sendo 52% da turma 2AM e 48% da turma 2BT,

¹<http://epoavirtual.ning.com>

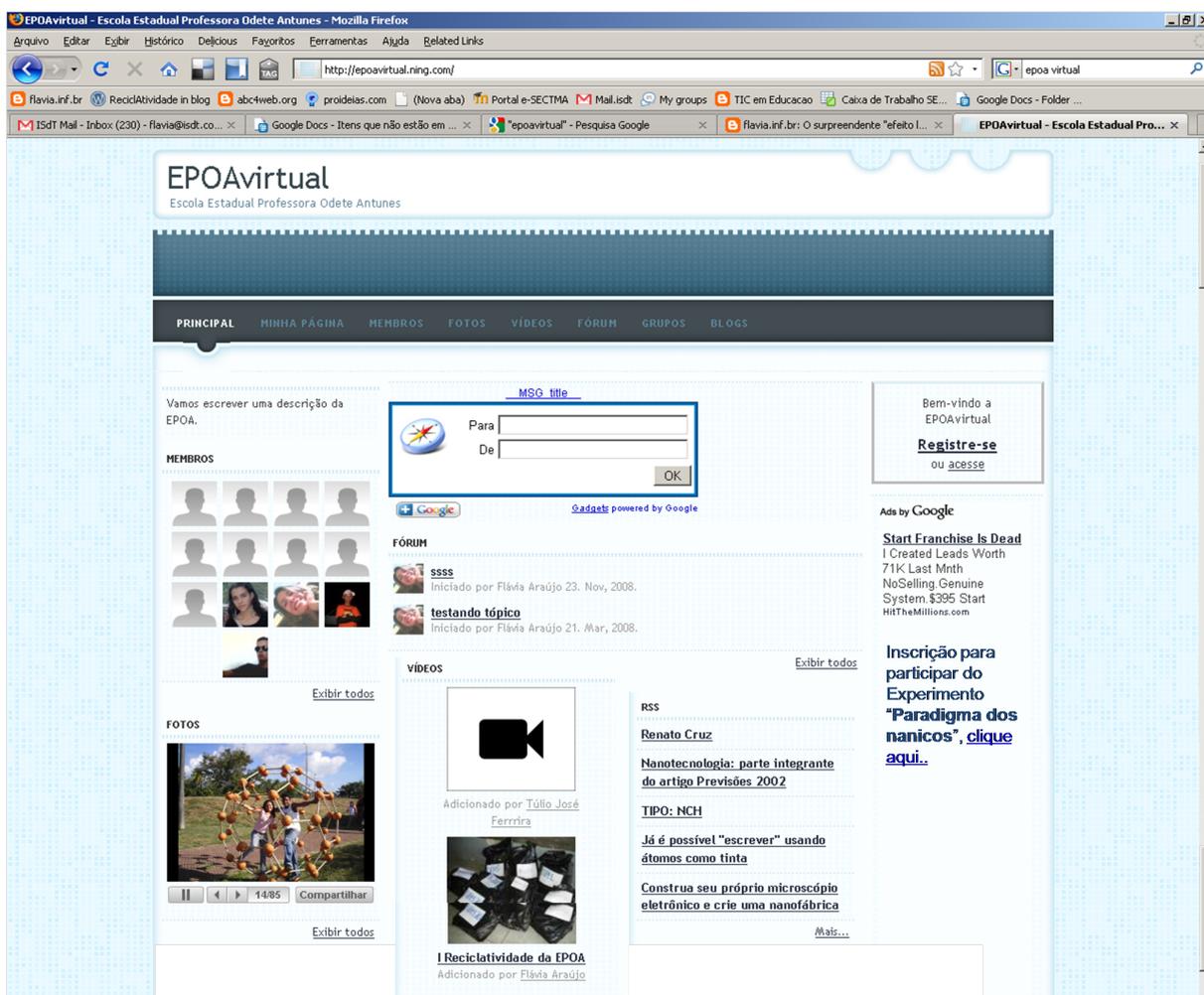


Figura 4: Tela da rede social com link de inscrição

conforme demonstrado no Figura 5, pág. 77.

Em relação aos inscritos, podemos verificar que aproximadamente 96% encontram-se numa faixa etária de 10 a 25 anos, conforme demonstra o Figura 6, pág. 77.

A totalidade dos inscritos marcaram a opção que ratifica o interesse em participar do experimento, como ilustra a Figura 7, pág. 78.

A partir da Figura 8, pág. 78 identificamos o que motivou o interesse da maioria do participantes (57%) foi o fato destes quererem manusear o computador.

A Figura 9, pág 79 demonstra que a maior parte do inscritos (43%) acessam *Internet* somente nos finais de semana, contra 29% que acessam alguma vez no mês e 19% que raramente acessam, enquanto apenas 10% acessam todos os dias.

Do total de inscritos, foram selecionados apenas vinte, pois os outros três não atenderam o requisito mínimo de cadastrar uma conta de *e-Mail*, mesmo sendo procurados e informados do novo prazo para fornecer *e-Mail*, julgamos que perderam o interesse, pois

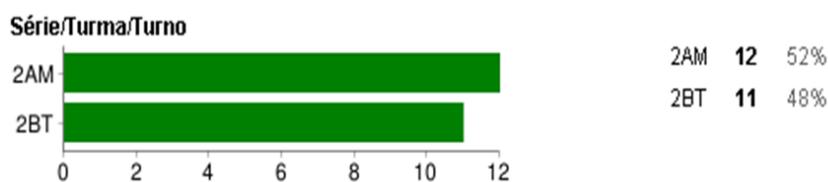


Figura 5: Gráfico com Série, Turma e Turno dos inscritos

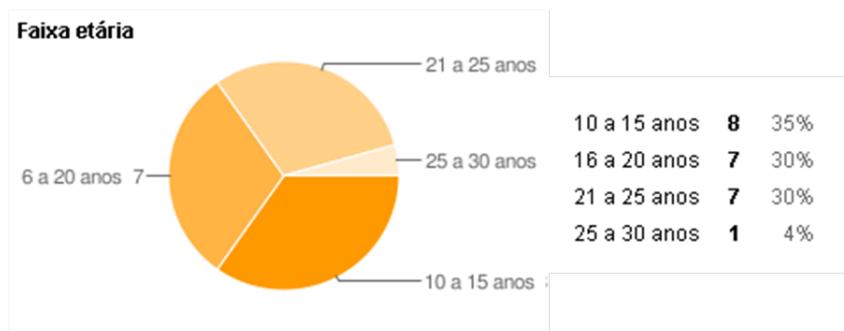


Figura 6: Gráfico que representa a faixa etária

não voltaram a informar seus endereços de *e-Mail* em tempo hábil.

Para o piloto participaram ao todo oito participantes do grupo dos vinte selecionados, dos quais foram divididos em duas turmas, pois a capacidade do Laboratório de Informática da referida escola, embora disponha de dez computadores, apenas seis desses estão conectados à grande rede, sendo necessário dividi-los para que todos pudessem ter sua participação de forma efetiva e não como meros expectadores, caso tivéssemos optado em disponibilizar uma máquina para cada dois participantes.

Enquanto, para o experimento seguinte conseguimos a presença de apenas cinco participantes, embora tenha sido convocado os outros doze selecionados, quatro não puderam comparecer, no ato da realização do experimento, em virtude da sua realização ter ocorrido fora do horário escolar, pois estes passaram a trabalhar em outro expediente, uma participante justificou sua ausência por motivo de doença, e outros dois participantes não informaram os motivos da ausência.

Para ambos os grupos de alunos, houve uma aula anterior, de forma expositiva, envolvendo conceitos de Ordem de Grandeza e Notação Científica, visto que estes são considerados conceitos necessários para o entendimento das dimensões nano.



Figura 7: Gráfico do aceite de participação

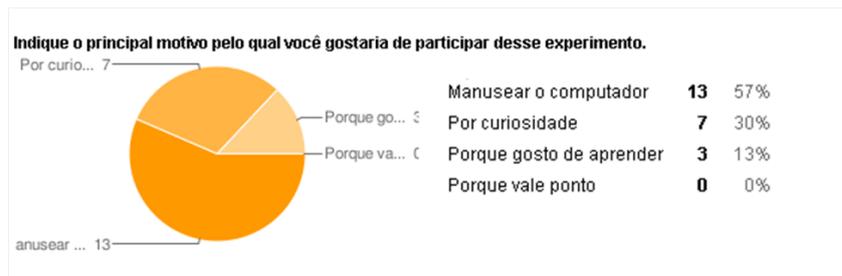


Figura 8: Gráfico referente à motivação em participar do experimento

6.2 Aplicação da TFC a um Objeto de Aprendizagem

Considerando que desde a Educação Básica é importante que os alunos conheçam novas *perspectivas* dessa área de conhecimento das Ciências, o assunto escolhido para aplicação dos elementos da TFC refere-se a N&N, e foi intitulado, Mundo dos Nanicos, uma vez que as soluções que se baseiam em N&N são simples e complexas ao mesmo tempo, por exemplo, o besouro *Stenacara sp.* consegue coletar água da neblina trazida pelos ventos no deserto da Namíbia, ou seja, baseados nesse besouro cientistas tem desenvolvido mecanismos para coletar água em regiões secas. Um outro exemplo que pode ser ilustrado são os tecidos que não sujam, desenvolvidos com base na folha da flor de lótus que permanece sempre limpa, além de outras aplicações.

Assim, trabalhar conteúdos que podem ser relacionados a N&N, nem sempre é trivial, o que pode ser enquadrado nos pressupostos da TFC, por se tratar de um tema complexo e pouco estruturado.

Pois como afirma Schulz (2007, p. 4),

a percepção da nanociência é muitas vezes associada à imagem de que se trata de uma atividade humana desenvolvida em laboratórios demasiadamente sofisticados e caros. Associações desse tipo podem criar barreiras à predisposição de crianças, jovens e adultos leigos em se deixar instigar pelo tema, que pode ser considerado interessante em si, mas cuja compreensão mais aprofundada é socialmente relevante e constitui uma nova oportunidade para fortalecer o debate público de novas tecnologias.

Então, começamos por definir os *casos* e as *perspectivas* (*temas*) considerados per-

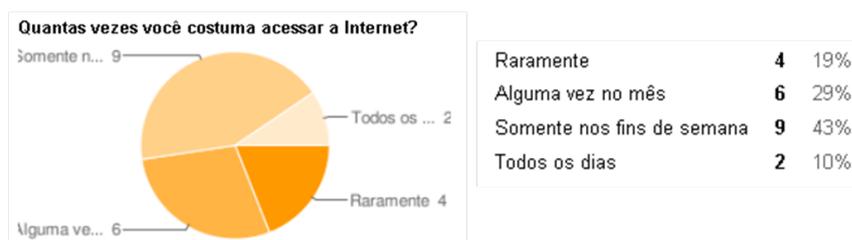


Figura 9: Gráfico referente a frequência de acesso à *Internet*

tinentes para a abordagem dos conceitos de N&N, procedendo à elaboração da matriz temática, demonstrada na Tabela 1 da subseção 4.3.3, a que se seguiu a definição das *travessias temáticas*.

Foram destacados três *casos*, considerados potencialmente portadores de situações verossímeis, eleitas como fundamentais aos objetivos de aprendizagem no *Mundo dos Nânicos*: (i) Diferentes dimensões da Natureza; (ii) Alcance da Visão; (iii) Novos Materiais.

Cada *caso* foi dividido em mais de um *mini-caso*, como sugere Marques (2002) em seus trabalhos sobre aplicação da TFC, cada um dos *mini-casos* devem ser suficientemente pequenos para permitirem uma leitura rápida e suficientemente rica para serem visitados de acordo com as diversas *perspectivas*. Os títulos dos *casos* e dos *mini-casos* devem ser sugestivos, mas não demasiado longos, como se pode verificar na Tabela 2, pág. 79.

Tabela 2: Lista de *casos* e respectivos *mini-casos*

Casos	Mini-casos
1. Dimensões da natureza	1.1. Fio de cabelo
	1.2. Besouro do deserto
	1.3. Efeito lótus
2. Alcance da visão	2.1. Olho humano
	2.2. Lupas
	2.3. Microscópios
3. Novos materiais	3.1. Vidros anti-embassantes
	3.2. Tecidos fáceis de limpar
	3.3. Guarda-chuva que não molha
	3.4. Microchips

Fonte: A Autora

Para cada *caso*, foram indicadas as *perspectivas* que devem ser visitadas, redigindo-se os *comentários temáticos*, havendo também a necessidade de contextualizar o estudante na informação apresentada no *mini-caso*.

Através do propósito, fornecem-se explicações adicionais para uma melhor compreensão do *caso*. Por exemplo, no *mini-caso* Efeito lótus do *caso* Dimensões da Natureza apresentamos porque as folhas da flor de lótus permanecem sempre limpas; explicamos o funcionamento de potencializar nossa capacidade de visão no *mini-caso* Microscópios do

caso Alcance da Visão; Indicamos as aplicações realizadas em vidros para se manterem limpos e anti-embaçantes no *mini-caso* Vidros anti-embaçantes do *caso* Novos Materiais, conforme será detalhado na seção 6.2.1.1, pág. 82

Neste estudo, foi proposto um hiperdocumento sobre o domínio de conteúdo que aborda conceitos da N&N, o interesse e a decisão por esse assunto foi em decorrência da disciplina, **Introdução à Nanociência**, cursada no Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, nível de Mestrado. Durante as atividades da disciplina foram realizadas oficinas presenciais, apresentando a necessidade de estender e validar a experiência a outros alunos que não puderam participar da oficina presencial, resultando na construção do hiperdocumento que abordava a Nanociência e Nanotecnologia.

A escolha do domínio de conteúdo justifica-se por se tratar de um tema complexo e pouco estruturado, o que permite ser abordado utilizando os elementos da TFC, e por outro lado é importante que desde a Educação Básica, os alunos conheçam as novas perspectivas da Ciência, pois como afirma Toma (2004), no caso da nanotecnologia, é preciso que a sociedade conheça os riscos, mas também os benefícios, os avanços, a parte “bonita”, pois é justamente pelo conhecimento desses riscos que o homem pode atuar com racionalidade.

Em relação à seleção das *perspectivas*, foi levado em conta os objetivos de aprendizagem a cerca da N&N para abordagem de ensino, no hiperdocumento *Mundo dos Nanicos*, a estruturação dos conteúdos da primeira parte do hiperdocumento e os conselhos de especialistas das áreas da TFC, Química e Engenharia de materiais.

Com base nestes pressupostos, selecionaram-se cinco perspectivas: (i) Escalas (nano)-métricas; (ii) Sistemas biológicos; (iii) Capacidade de Visão; (iv) Inventos tecnológicos; (v) Materiais auto-limpantes.

A seleção destas perspectivas permite percorrer as principais áreas da N&N, facultando ao usuário uma compreensão mais enriquecida dos conteúdos deste ramo da Ciência. Assim, como defendem Spiro e Jehng (1990), as *perspectivas* também se sobrepõem ligeiramente entre si, uma vez que estão relacionadas. Os *comentários temáticos* foram revistos por especialistas da área de Engenharia de Materiais e Química.

A seleção das *travessias temáticas* não se revelou uma tarefa fácil. Escolhemos as *perspectivas* que julgamos facultar ao estudante uma compreensão mais profunda do domínio em questão e assim possam prepará-los melhor para compreensão e articulação do conhecimento a novas situações.

Foram propostas cinco *travessias temáticas* que evidenciam uma ou duas *perspectivas*, conforme indicado no Tabela 3, pág. 81: (i) Viagem rumo ao nano; (ii) O que temos para aprender com a Natureza? (iii) Qual o melhor instrumento óptico? (iv) Como será a

humanidade do futuro? (v) A Ciência imita a natureza?

Tabela 3: Lista das *travessias temáticas* e as respectivas *perspectivas*

Propósito	Travessia	Perspectivas	Mini-casos
Ter noção de tamanho ao comparar escalas métricas e nanométricas.	Viagem rumo ao nano	Escalas (nano) métricas	1.1
			2.3
			1.2
			3.4
			1.3
Perceber como os sistemas biológicos podem fornecer soluções inovadoras.	O que temos para aprender com a Natureza?	Sistemas biológicos	1.3
			2.1
			1.2
Comparar os benefícios e limitações dos instrumentos ópticos.	Qual o melhor instrumento óptico?	Capacidade de Visão	2.1
			2.2
			2.3
Vislumbrar como a nanotecnologia oferece novas possibilidades de solucionar problemas.	Como será a humanidade do futuro?	Inventos tecnológicos	1.2
			3.4
			2.3
			3.1
			3.2
			3.3
Perceber como a Ciência busca soluções inspirados na natureza.	A Ciência imita a natureza?	Materiais auto-limpantes	3.3
			3.1
			3.2
			1.3

Fonte: A Autora

Após a definição dos elementos imprescindíveis aos princípios da TFC, procedemos com o Design Instrucional para construção de um protótipo do hiperdocumento para experimentação em um Ambiente Virtual de Ensino, sendo escolhido o Moodle, pois mediante revisão de literatura verificou-se que este ambiente oferecia maior disponibilidade para receber alterações e/ou aplicações desenvolvidas a partir de recursos externos.

Descreveremos a seguir a aplicação do pré-teste desenvolvido para este trabalho, seguida do experimento, que visa atender os objetivos propostos.

6.2.1 Hiperdocumento (pré-teste)

Como a plataforma escolhida foi o Moodle, inicialmente a idéia do pré-teste era validar a abordagem de ensino baseado na TFC a partir da FlexQuest, que de acordo com Leão e Souza (2008), diferentemente da *WebQuest*, a FlexQuest parte de *casos* existentes na *Internet* e não de explicações e interpretações sobre os conteúdos, ou seja é uma *WebQuest* adaptada aos elementos da TFC. Assim os *casos* são desconstruídos pelo professor em

mini-casos no menu (Recursos), e, posteriormente indicadas no menu (Processos) algumas *travessias temáticas* com links aos *mini-casos* anteriores, e o menu (Tarefa) é encontrar *casos* que pode ser executada com mais facilidade se o professor se apoiar inicialmente em motores de busca específicos de notícias.

Entretanto, a partir da revisão de literatura identificamos que o Moodle já dispõe de um pacote que pode ser adicionado com o módulo *WebQuest*, o que inviabilizou a utilização da *FlexQuest*, no AVA Moodle.

Então, inspirados no trabalho desenvolvido por Marques (2002) foi proposto a aplicação para ser utilizado em abordagens de ensino, em Ambientes Virtuais, a qual foi realizado em formato de hiperdocumento. O hiperdocumento *Mundo dos Nanicos* foi testado no Ambiente Moodle, sendo carregado como *frame* e, sua estrutura foi disponibilizada em seis abas: *Casos*, *Travessias temáticas*, *Perspectivas*, Tabela de conteúdos, Pesquisa e Referências, conforme relatamos a seguir.

6.2.1.1 Abas: Casos, Travessia Temática e Perspectiva

A aba *casos* apresenta a lista de *casos* referida na Tabela 2, pág. 79, da subseção anterior, e, é carregada automaticamente sempre que o usuário acessa o *frame* do hiperdocumento. A estrutura destas abas é ligeiramente diferente do resto do hiperdocumento, uma vez que a *frame* encontra-se dividida em 4 partes, conforme demonstrado na Figura 10, pág. 83.

A parte lateral e superior será comum a todas as abas, porém a parte central na aba *casos* e *mini-casos* dividem-se em superior. A parte central superior indica o nome do *caso* e *mini-caso* escolhido, se estivermos na aba *casos*, enquanto que na aba *travessia temática*, essa parte indica o nome da *travessia* e o nome do *mini-caso* escolhido. Em ambas as abas a parte central superior é seguida dos *comentários temáticos* existentes. Na aba *casos* é possível escolher o *comentário temático* desejado, enquanto que na aba *travessia temática* só aparecerá um único *comentário temático* para cada *mini-caso* escolhido, então o *comentário temático* escolhido é carregado na parte central inferior do *frame*.

Para explorar um *caso*, o usuário deve começar por selecioná-lo no *frame* esquerda, clicando sobre sua escolha. Por ser um *link*, ficará destacado dentro de um quadrado, ao mesmo tempo que surge na *frame* central superior o primeiro *mini-caso* selecionado.

Se o usuário clicar num dos *comentários temáticos*, surge no *frame* central inferior o referido comentário ou informação sobre o modo de proceder. Os *comentários temáticos* apresentam o título em negrito e com fonte aumentada. Em alguns dos *comentários temáticos* surgem também vídeos e imagens com o intuito de facilitar a compreensão do *mini-caso*.

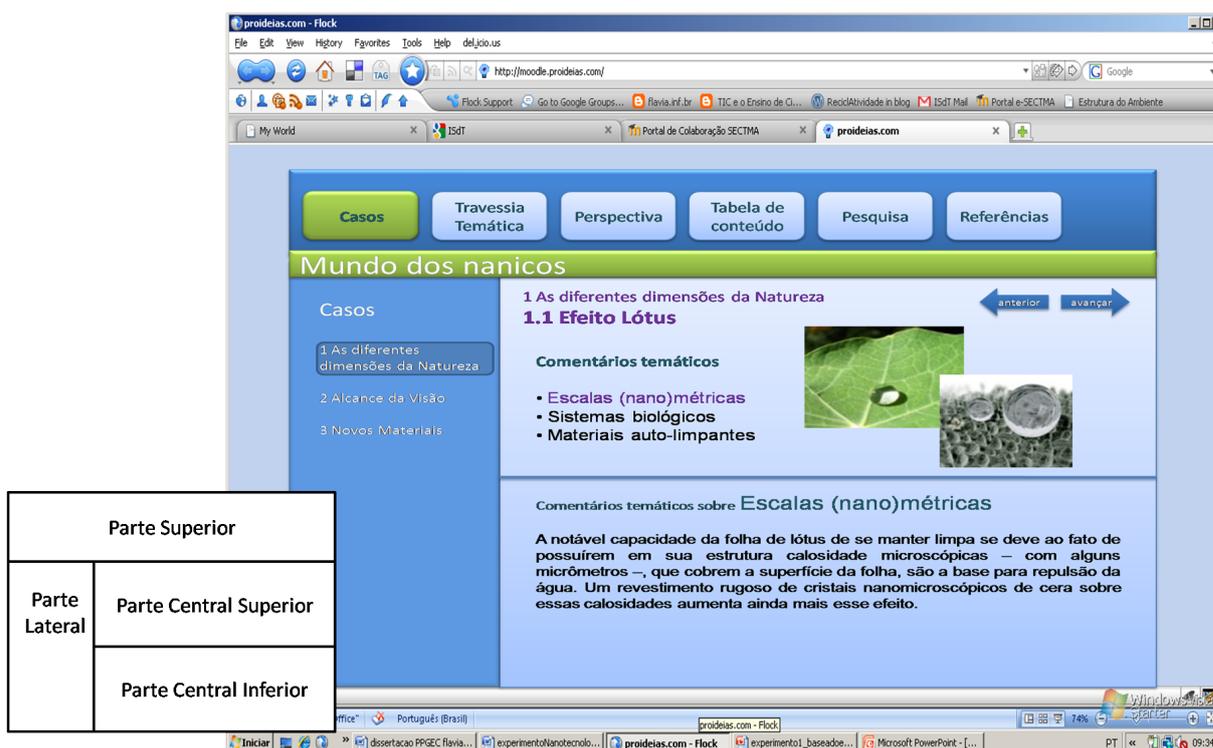


Figura 10: Parte do hiperdocumento na aba *Casos*

Seguindo as mesmas orientações de Marques (2002), procuramos desconstruir os *mini-casos* de forma não muito longa, sem que isso afetasse a sua riqueza. Para que a aprendizagem tenha sucesso, o usuário deve começar por ler atentamente cada *mini-caso* para que possa ter condições de responder o questionário de avaliação proposto.

Já a aba *travessia temática* apresenta as *travessias* referidas na Tabela 3, pág. 81, da subseção anterior. A estrutura das páginas desta aba é igual à estrutura da aba *Casos*, exceção feita à primeira página de cada *travessia*, uma vez que a sua função é disponibilizar a lista de *mini-casos* que constitui a *travessia*, como ilustra a Figura 11, pág. 84.

A sequência em que os *mini-casos* são apresentados não tem a ver com a sua sequência nos *casos*, devendo antes ser agrupados de modo a que façam mais sentido, pois como indica Carvalho (1999), se o usuário não quiser seguir a ordem definida pode clicar no *mini-caso* de seu interesse.

A aba *perspectiva* apresenta uma descrição geral das cinco *perspectivas* propostas. Optamos por uma descrição sucinta para que os usuários não a considerassem cansativa. Para acessar à referida descrição, o usuário deve clicar na *perspectiva* escolhida, que se encontra listado na *frame* lateral. Vale ressaltar que a partir dessa aba *perspectiva* e as seguintes, a *frame* central não tem mais a divisão, sendo uma *frame* única, como ilustrado na Figura 12, pág. 85.

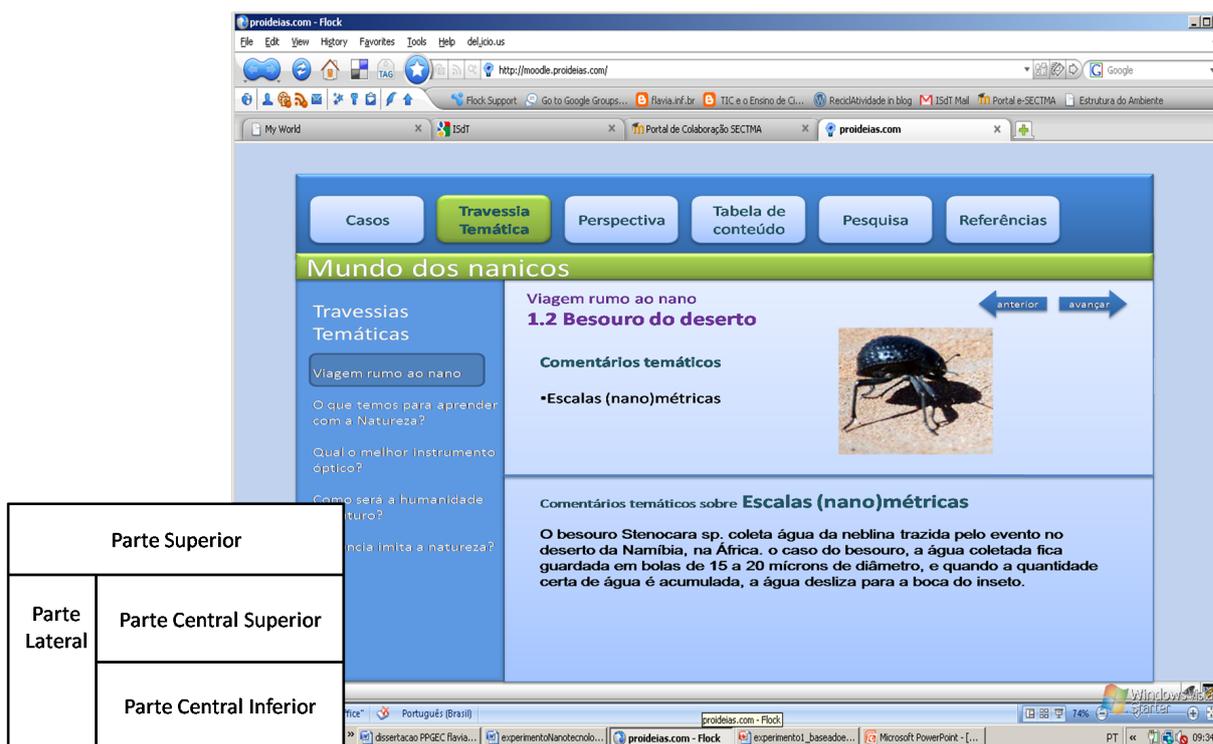


Figura 11: Aba *Travessia Temática* do hiperdocumento em estudo

6.2.1.2 Abas: Tabela de Conteúdo, Pesquisa e Referências

A aba Tabela de Conteúdos disponibiliza ao usuário a lista de todos os *casos* e respectivos *mini-casos*, seguindo o padrão apresentado na Tabela 1, pág. 56, do Capítulo 4. Indicamos as *perspectivas* que lhe são aplicáveis. Os nomes dos *mini-casos* são interativos, facultando, por isso, a ligação aos mesmos se for de interesse do usuário.

A aba Pesquisa Temática permite ao usuário efetuar uma pesquisa combinado *casos* e *temas* que sejam do seu interesse. Para efetuar uma pesquisa, o usuário precisará selecionar os *casos* e os *temas*. Seguidamente, e pressionar o botão “pesquisar” para obter os resultados, que surgirão no final da página juntamente com a indicação dos *casos* e *temas* selecionados. Como resultado da pesquisa é apresentada uma lista de *mini-casos*. Nesse sentido, como indica Marques (2002), considera-se uma *travessia temática*, em que a pesquisa é determinada pelo próprio usuário, em vez dos percursos serem definidos por quem propôs o hiperdocumento.

A aba Referências apresenta um conjunto de referências bibliográficas que permitirão aprofundar o estudo de cada uma das cinco *perspectivas* apresentados. Para acessar às referências bibliográficas, o usuário deverá clicar à sua escolha, e desde que a referência escolhida esteja disponível na *Web*, será carregada na *frame* central.

Mediante os resultados analisados, os quais são apresentados no capítulo seguinte,

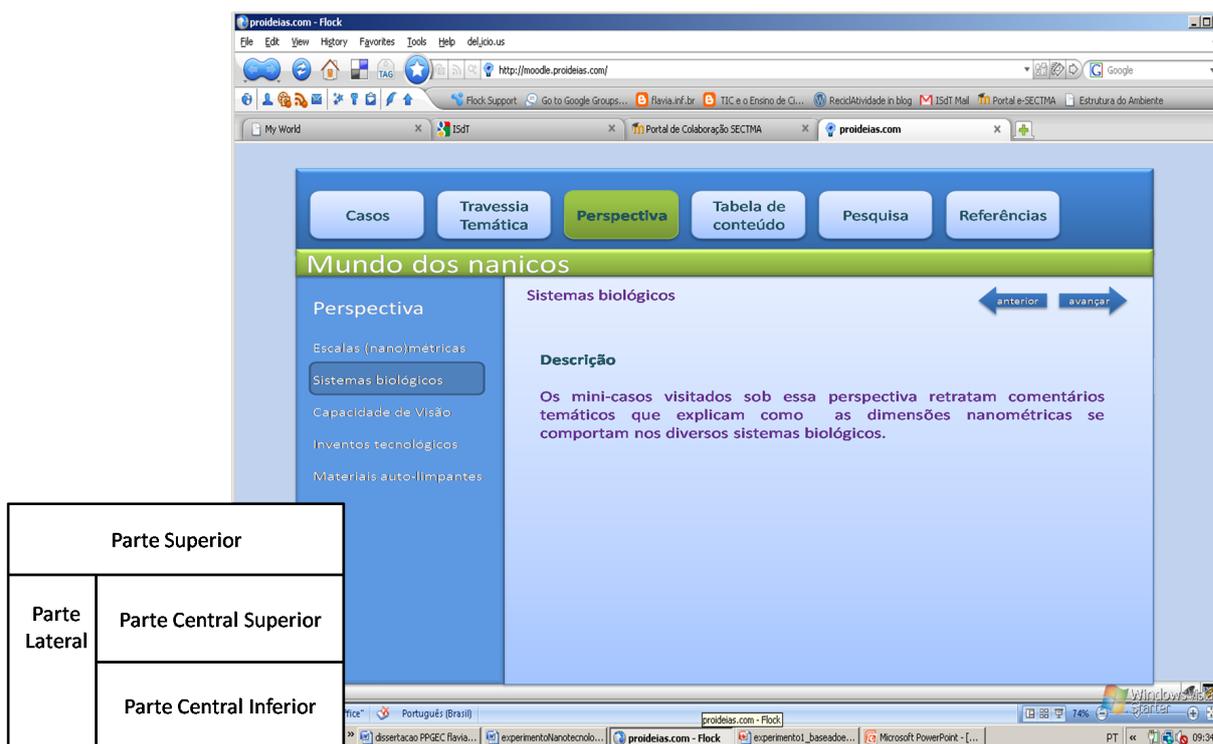


Figura 12: Aba *Perspectiva* do hiperdocumento

identificamos algumas dificuldades dos participantes, o que nos motivou a propor um hiperdocumento com algumas modificações que atendessem os objetivos propostos neste trabalho, o qual denominamos hiperdocumento CogniFlex, abordado na próxima seção.

6.2.2 Hiperdocumento (CogniFlex)

Como citado anteriormente, o propósito desta pesquisa era propor um módulo *Flex-Quest* para ser incorporado a Ambientes Virtuais de Ensino, o qual não foi realizado, porque identificamos que o ambiente em estudo, Moodle, já dispõe de um pacote adicional para instalação desse módulo.

Diante disso, iniciamos uma investigação a cerca do hiperdocumento pré-teste, o qual foi desenvolvido a partir dos trabalhos de Marques (2002). Entretanto, durante a aplicação, constatamos que embora se proponha a resolver questões de navegação, mantendo o usuário orientado diante do roteiro proposto, mas por outro lado, não possibilita muita dinâmica de acesso, se mostrando como um limitador na escolha da navegação.

Então, para o experimento, fruto desta pesquisa, aqui denominado CogniFlex, foi elaborado um novo hiperdocumento que suporte os requisitos: (i) mecanismo de controle (*feedback*); (ii) propósito de cada atividade; o que compõem uma (iii) interface de colaboração e interação. A seguir, descreveremos cada um desses itens, com o intuito de ratificar a importância dos requisitos indicados.

6.2.2.1 Mecanismo de controle (*feedback*)

O controle operacional de tarefas realizadas pelos alunos tem recebido o nome de *feedback*, e que por vezes, tem sido traduzido como retroalimentação ou devolutiva, uma espécie de conceito-mãe que engloba várias práticas em educação, até o retorno qualificado sobre os processos de construção de significados; da resposta devolutiva massificada sobre resultados pontuais até um acompanhamento personalizado de longo prazo; de uma realimentação automatizada, gerada eletronicamente, até uma realimentação construída entre pares.

Percebe-se que significado clássico do termo *feedback*, em atividade voltadas à educação, envolve retornar informações ao aprendiz durante, ou mesmo, após a conclusão de uma atividade.

Em testes objetivos de perguntas e respostas, o *feedback* pode retornar correções do tipo certo/errado ou verdadeiro/falso. Podemos lançar mão de uma estratégia para motivação do aluno, muitas vezes considerado como reforço positivo, pode ser utilizado na correção da resposta proposta, como por exemplo: “Você conseguiu com SUCESSO!!! Avance para a próxima tarefa” (SKINNER, 1954).

O *feedback* pode remeter o aluno a uma seção específica do material didático ou mesmo a materiais complementares que tratem do tema em questão, podendo se encontrar automatizado e exibido ao aluno após cada questão corrigida ou ao final de um bloco de questões.

Para a presente pesquisa, consideramos o que afirma Filatro (2008), em que atividades de aprendizagem mais complexas, que envolvem habilidades cognitivas de nível superior, como no caso das abordagens de ensino, centradas na TFC, foco de estudos no presente trabalho, geralmente permitem mais de uma solução, ao planejarmos e desenvolvermos investigações através de estudos de caso, resolução de problemas e desenvolvimento de projetos, recomenda-se que o *feedback* seja oferecido durante a realização da atividade, e não apenas após a sua conclusão.

Enfatizamos ainda que, o *feedback* deve estar voltado tanto para os processos quanto para os resultados da aprendizagem e deve incluir ações de (i) orientação do aluno sobre as etapas do processo; (ii) identificação de erros durante o processo, assim como das causas desses erros e possíveis correções na condução dos trabalhos, além de (iii) proporcionar mecanismos para avaliação individual ou pelos pares.

A esta forma de *feedback* remete-se a idéia de imprevisibilidade nas respostas, o que dificulta a automatização do processo. Ele exige a participação do educador, de colegas ou de observadores externos para a confecção de devolutivas personalizadas e contextua-

lizadas.

De acordo com o tipo de aprendizagem, vários níveis de *feedback* podem ser oferecidos no aprendizado eletrônico, como destacado por Filatro (2008):

- a) Indicar se a resposta está certa ou errada, sem nenhuma informação extra;
- b) Indicar se a resposta está certa ou errada e explicar por quê;
- c) Fornecer subsídios para que o próprio aluno determine se a resposta está certa ou errada e por quê;
- d) Apontar estratégias mais apropriadas para o encaminhamento de uma questão, sem explicitar se o aluno está certo ou errado;
- e) Mostrar ao aluno as conseqüências de suas respostas, especialmente com o uso de jogos e simulações, nos quais cada ação do aluno é seguida por uma reação (*feedback*) do sistema;
- f) Oferecer informação cumulativa sobre o progresso do aluno durante uma atividade — por exemplo, informar sobre padrões de erros repetidos ou quão próximo o aluno está de alcançar um critério preestabelecido;
- g) Registrar em forma de foto ou vídeo demonstrações de aprendizagem psicomotora ou afetiva, que devem ser observadas pelo aluno individualmente ou em grupo, a fim de verificar passo a passo os efeitos de cada ação;
- h) Oferecer atividades extras para que o aluno possa aplicar o *feedback* recebido a novas situações.

Baseando-se no levantamento bibliográfico, realizado até o momento, bem como nos pressupostos da TFC, abordamos questões elementares de *feedback*, através do hiperdocumento proposto neste experimento.

Em relação ao controle do profissional de Educação (professor/tutor), no hiperdocumento proposto por Marques (2002), salientamos que tratava-se de hiperdocumento distribuído em CD-ROM, ao montarmos o hiperdocumento (pré-teste) do presente trabalho, desenvolvido para ser acessado na *Web*, percebemos a ausência de monitoramento das atividades, o que resultava na impossibilidade de *feedback*.

Na Tela do Aluno, representada pela Figura 13, pág. 88, destacamos na visualização do aluno, informações sobre o andamento das suas atividades, enfatizando em modo gráfico, o cumprimento das tarefas propostas e elementos de orientação, identificando os *mini-casos* já visitados e desconstruídos, além da (re)estruturação das opções de navegação, através

da nuvem de tags, largamente utilizadas na *Web 2.0*, que são etiquetas ou palavra-chaves relacionadas ao conteúdo postado, o que permite ao aprendiz, visualizar informações mais postadas sobre os temas abordados, ou mesmo, os mais visitados, pois esse recurso aparece de forma dinâmica negritando e aumentando o tamanho da fonte das palavra-chaves referente àquelas que foram mais postadas. O monitoramento para o perfil de professor não é objeto deste trabalho.



Figura 13: Tela do hiperdocumento com mecanismo de controle

Então, o aproveitamento inteligente das novas possibilidades de classificação em interfaces inovadoras pode significar uma ferramenta que melhora a sinalização para navegação na *Web*. Bem como a indicação do propósito de cada atividade, conforme descrito na seção seguinte.

6.2.2.2 Propósito de cada atividade

Os objetivos de aprendizagem descrevem um resultado esperado e indicam o que o aprendiz deverá saber, saber fazer, saber ser, dependendo da habilidade ou competência designada, ou seja trata-se do propósito de cada atividade. Em se tratando de abordagem de ensino, inclusive de EaD, não podemos deixar de levar em conta a importância de nortear o usuário em relação objetivos de aprendizagem propostos.

O planejamento e desenvolvimento dos cursos à distância, eventualmente, ficam nas mãos de editores de cursos, e mesmo que estes sejam professores, é preciso ter em mente que os objetivos de aprendizagem precisam ser descritos de forma a auxiliar o aprendiz na condução da atividade e as tarefas relacionadas, o que descreve o Design Instrucional para elaboração de cursos, que Filatro (2004) define Design Instrucional como sendo resultado da ação intencional e sistemática de ensino, que envolve o planejamento, o desenvolvimento e a utilização de métodos, técnicas, atividades, materiais, eventos e produtos educacionais em situações didáticas específicas, facilitam a aprendizagem humana a partir dos princípios de aprendizagem e instrução.

Inclusive Filatro (2008), nos chama atenção quanto a importância do preenchimento de uma matriz de Design Instrucional, quanto a definir os objetivos de aprendizagem, e não os objetivos do educador ou do material a ser produzido, ou seja, colocar-se sob a ótica exclusivamente do aluno e não apenas do conteúdo a ser produzido e/ou trabalhado.

Os estudos de Dias *et al.* (2006), depois de analisar as várias taxonomias, concluíram que, dependendo do contexto em que decorre o problema, os objetivos a serem atingidos ou as competências a serem desenvolvidas pelos estudantes podem ser definidos de acordo com a taxonomia que ofereça maior adequação. Visto que independentemente da taxonomia e/ou das estratégias usadas, o importante é que os indivíduos tenham uma percepção clara e inequívoca dos percursos e finalidades a alcançar.

Embora Perrenoud (1999), recomende que o desenvolvimento curricular precisa ser baseado em competências e não apenas em objetivos. Destacamos aqui a taxonomia de Bloom (1964), que considera três tipos domínios de objetivos de aprendizagem: o cognitivo, que refere-se ao saber; o afetivo, que refere-se saber atitudinal; e, o psicomotor, relacionado ao saber fazer.

Pois de acordo com Bloom (1964), os domínios cognitivo e afetivo são complementados com o domínio psicomotor, cuja taxonomia até certo ponto é corroborada por Zabala (1998), no que tange a tipologia dos conteúdos de aprendizagem relativo aos conteúdos factuais, procedimentais e atitudinais, pois é preciso ter um conhecimento significativo dos conteúdos conceituais associados ao conteúdo procedimental que se exercita ou se aplica.

Assim, desenhamos os propósitos (objetivos de aprendizagem) de cada uma das *travessias* relacionadas a cada *perspectiva*, conforme apresentado na Tabela 3, da seção 6.2. Sendo que para os *mini-casos* que são perspectivados por mais de uma *travessia* serão apresentados mais de um propósito de acordo com a *travessia* que o *mini-caso* é desconstruído sob a ótica da *perspectiva* em questão, como apresentado na Figura 14, pág. 90.

Figura 14: Tela do hiperdocumento com objetivo de aprendizagem

6.2.2.3 Interface de colaboração e interação

Com a rapidez de evolução do conhecimento, a educação deve dar prioridade à “aquisição da capacidade intelectual necessária para *aprender a aprender* e *aprender colaborativamente* durante toda a vida, obtendo informação armazenada digitalmente, ressignificando para produzir conhecimentos para o objetivo desejado em cada momento”. (CASTELLS, 1999, p. 320).

Pois de acordo com Rodrigues (2000), são poucos ou quase nenhum modelo de EaD que possibilitem a avaliação formal e informal integradas, no geral propõe-se a avaliação formal, cuja função é classificar o aluno ou o grupo. Que é corroborado por Portal (2001), quando afirma que temos de cuidar para não reduzir o ato de avaliar a um checklist, tampouco reproduzir o modelo de avaliação do ensino presencial na modalidade à distância. A EaD deve ser vista no espaço colaborativo como um entrelugar, no qual sejam priorizadas as interação, as colaborações e os relacionamentos de aprendizagem.

Nesse sentido, percebemos que o professor tem um novo papel a desempenhar diante do [novo] perfil exigido pelas demandas de EaD, o que o torna um facilitador da aprendiza-

gem, apoiando o aluno na sua construção individual e colaborativa do conhecimento, bem como proporcionando-lhe maior autonomia na aprendizagem, e, incentivando o desenvolvimento de pensamento crítico, a capacidade de tomada de decisão e a aprendizagem de nível elevado, como é o caso de conteúdos abordados com base na TFC.

Para isso, foi proposto um hiperdocumento com interfaces diferenciadas para o perfil de professor e para o perfil de aluno. Para o perfil de aluno foi proposto o campo *Postar comentários* que permite upload de arquivos, como ilustrado na tela de aluno, demonstrado na Figura 15, pág. 91. Além de outros mecanismos de controle e propósitos de cada atividade (objetivos de aprendizagem) no hiperdocumento, tal qual é objeto da presente pesquisa, abordados nas subseções que se seguem.

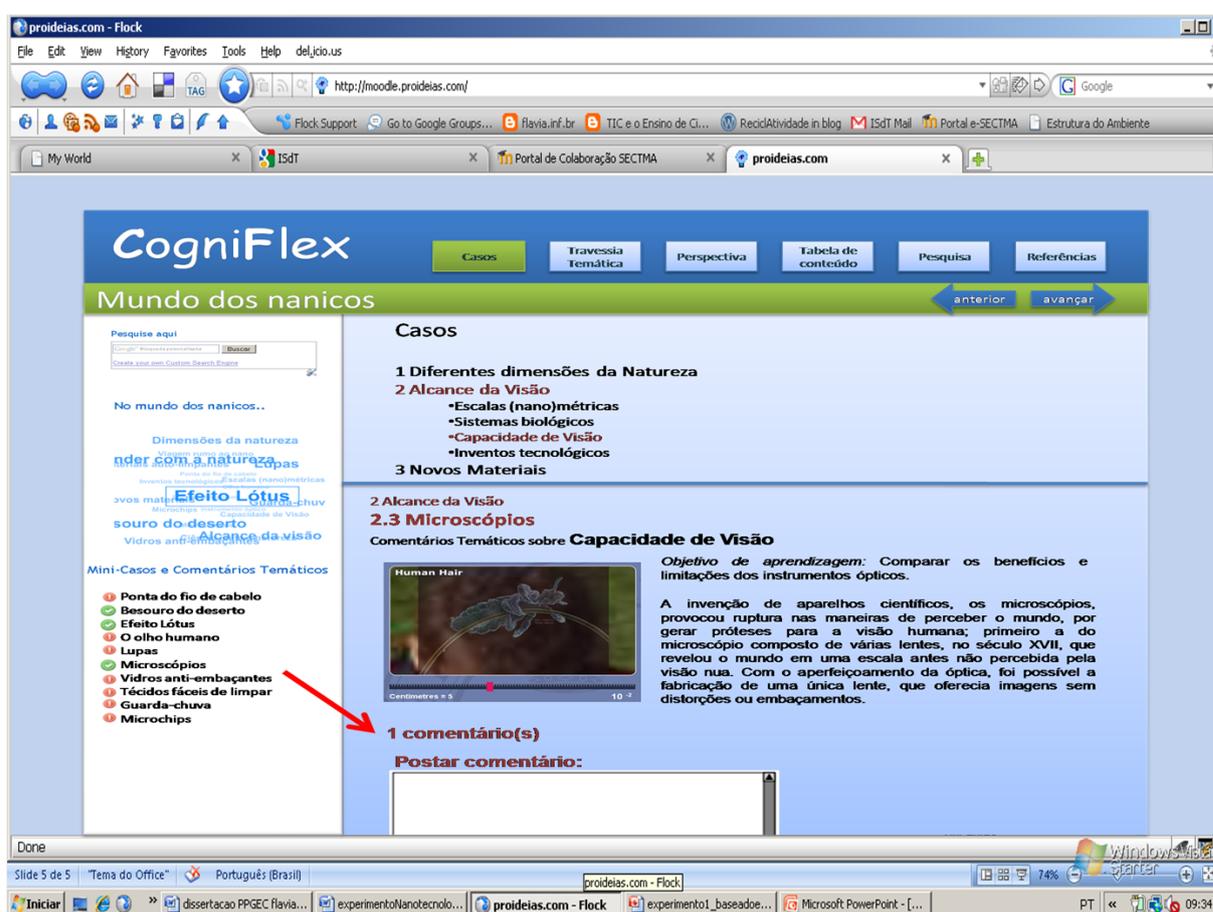


Figura 15: Tela do hiperdocumento com o campo de comentários

6.3 Procedimentos para coleta de dados

A coleta de dados será proposta a partir dos registros de logs e da análise das interações registradas disponíveis no Moodle.

Também será utilizado programas que capturem as telas de acesso do usuário quando

do uso do Moodle, a fim de identificar a usabilidade das atividades pressupostas pela TFC. E ainda, aplicação de questionários avaliativos aos participantes, a fim de identificar subsídios que revelem aos alunos e professores os pontos positivos e negativos da aprendizagem colaborativa baseada na TFC, a fim de avaliar as condições necessárias, vantagens e necessidades de expansão do projeto para os demais alunos da escola.

6.3.1 Questionários

O instrumento de pesquisa Questionário foi utilizado em duas ocasiões, ambos a partir de formulários *on-line*, o primeiro trata-se de um Questionário pré-liminar, conforme Apêndice A, que foi preenchido por todos os estudantes interessados em participar da intervenção didática, ou seja foi utilizada como formulário de inscrição.

O segundo questionário conforme Apêndice B, aplicado tanto no momento de pré-teste quanto no experimento proposto, na tentativa de perceber como se deu o aprendizado, ou mesmo se houve alguma diferença entre os resultados das respostas dos participantes.

6.3.2 Observação

Como o nome já diz, esta técnica diz respeito a um observador registrando os fatos ocorridos durante o experimento. Possui um caráter direto, visto que nada é perguntado e nem afirmado. Apenas se registra o que viu. Tem a desvantagem de influenciar a realização das atividades, pois nunca se sabe como seria o comportamento dos indivíduos se não estivessem sendo observados.

Para executar de forma rigoosa esta coleta de dados é preciso que os observadores estejam bem cientes dos objetivos da observação. Os observados devem saber quais tarefas que eles farão e que a finalidade é testar a ferramenta a ser utilizada e não os usuários.

Salientamos que na tentativa de simular a modalidade de ensino a distância, as interações e comunicação entre os pares foi acordada por ferramenta de Mensagem Instantânea, embora algumas vezes os participantes tentavam interagir com o colega presencialmente.

6.3.3 *Think Aloud*

É uma metodologia de teste de usabilidade onde o pesquisador procura sensibilizar os sujeitos da pesquisa para que estes, enquanto executam tarefas específicas, falem em voz alta o que eles estão vendo, fazendo, pensando e sentindo na medida em que realizam as tarefas. Enquanto isto, o observador toma notas de forma objetiva de tudo que os usuários

dizem, buscando ao máximo interpretar suas ações e suas palavras. Nesse experimento utilizou-se o **Free Screen Video Capture**, Figura 16, pág. 93, para captura de tela e áudio (*Think Aloud*) dos participantes no experimento, descrito na próxima Seção.

Normalmente, as sessões de teste são documentadas em vídeo e/ou áudio permitindo que os pesquisadores possam analisar posteriormente de forma mais detalhada o que os participantes disseram e como eles reagiram durante o experimento. O objetivo deste método é tornar explícito aquilo que está implícito nos sujeitos da pesquisa durante a realização de tarefas específicas. Levando-se em consideração a preocupação com os estágios intermediários, e não apenas com os resultados finais da Pesquisa Qualitativa.

6.3.4 Ferramentas

6.3.4.1 Captura de Tela

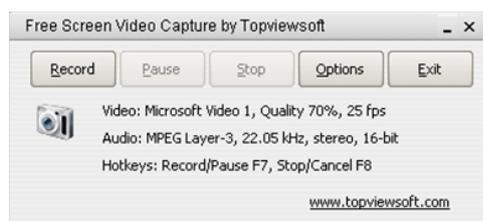


Figura 16: Aplicativo utilizado para captura de tela durante o experimento

Este método consiste em reproduzir as informações visuais da tela do computador em um arquivo de vídeo. Isto permite entender melhor a interação do usuário com o software. Toda a seqüência de ações dos participantes foi registrada permitindo uma melhor análise. O software utilizado para efetuar a captura de tela foi o **Free Screen Video Capture**, conforme mostra a Figura 16, pág. 93, por ser compacto e de fácil operação, instalado nos computadores para este experimento.

Para esta pesquisa deu-se atenção à captura de tela enquanto o hiperdocumento era utilizado pelo alunos.

6.4 Análise qualitativa de dados

O NVivo, ferramenta utilizada nesta pesquisa, permite a criação de categorias de análise através de recortes nos textos. Há possibilidade de uma mesma categoria ser associada a vários trechos de arquivos os quais podem ser visualizados ao mesmo tempo. A Figura 17, pág. 94 ilustra os principais recursos deste software.

Para a técnica de observação desta pesquisa, considerado um processo de construção

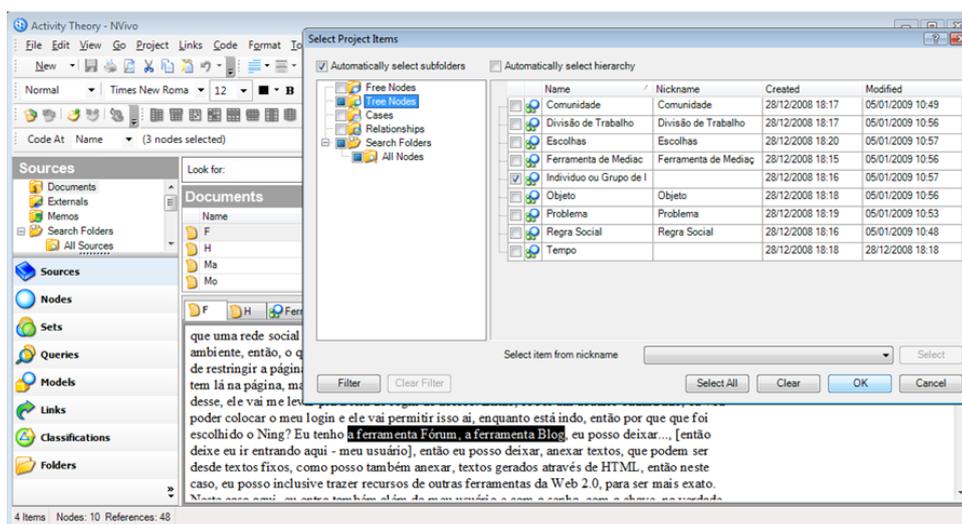


Figura 17: Tela do NVivo: realizando a categorização

de indicadores que deve ocorrer em constante diálogo com as categorias conceituais, foi utilizado o software NVivo, que possibilita um horizonte ampliado no que tange a transformação dos dados coletados em informações que retratam as categorias de análise.

O NVivo permite a criação de categorias através de recortes nos textos, cuja uma ou mais de uma categoria pode ser associada a vários trechos de arquivos, os quais podem ser visualizados ao mesmo tempo. A Figura 17, pág. 94, ilustra os principais recursos deste software.

Durante a etapa de codificação (categorização), refinamos a definição das categorias, o que implica em constante negociação do significado atribuído às informações textuais. Outro ponto interessante da ferramenta é a sua capacidade de buscar padrões e expressões nos textos que podem vir a ser tratados como categorias. O estabelecimento das categorias no NVivo também pode ser hierarquizado em forma de árvore. A referida hierarquização permite uma forma de estruturar as informações e com isto facilitar a descrição das hipóteses que muitas vezes são originadas do relacionamento entre categorias.

Evidente, que o/a autor(a) da pesquisa deve inicialmente criar os códigos, para em seguida, realizar uma leitura atenciosa dos documentos, a fim de identificar o conjunto das categorias, denominado *nós*, que são as unidades de informações do hiperdocumento.

Os nós são recipientes que armazenam a codificação, ou seja, os nós irão conter a referência a uma porção de texto codificado. Este é o princípio básico de ação do NVivo: a codificação do texto e o armazenamento dessas referências em nós específicos. O conjunto dos nós formam a index tree root, ou uma árvore onde todos os nós estão dispostos de forma hierarquizada e relacional. (TEIXEIRA; BECKER, 2001, p. 97).

No presente estudo, as transcrições dos participantes foram importadas para o pro-

grama NVivo. O que nos permitiu investigar a utilização de um hiperdocumento baseado na TFC, procurando identificar necessidades de feedback no contexto do hiperdocumento, através das categorias de análise que descreveremos na subseção seguinte.

6.4.1 Categorias de análise

As percepções sobre o início das atividades no hiperdocumento foram conduzidas explicitando-se como deveria utilizar o Ambiente Virtual de Ensino, para ter acesso ao hiperdocumento. Fatores de comportamento individual e/ou coletivo, ou mesmo de como deveriam realizar a atividade, não foram abordados, para efeito de investigação, para que os alunos não se sentissem limitados ou restritos a adotarem qualquer tipo de estratégia para a (re)construção da competência esperada. Ou seja, os participantes estavam livres para escolher qualquer estratégia, sejam conversas entre os pares, utilização da *Internet*. A única orientação foi acordada era que para qualquer conversa entre os pares fosse utilizado o bate-papo, para não atrapalhar a técnica *Think Aloud*, a fim de simularmos um momento de interação a distância.

Para a utilização do NVivo é extremamente necessário criar categorias e valores que são expressados nos discursos dos participantes. Salientamos que a utilização do NVivo não deve ser entendida como um procedimento mecânico:

Devemos entender esses sistemas como ferramentas, como catalisadores do processo de pesquisa e usar todas possibilidades que são oferecidas. Cabe salientar que um programa é somente um facilitador, não um fim em si mesmo. Além disso, um programa jamais substituirá a criatividade, o bom senso e o olhar sociológico do pesquisador. (TEIXEIRA; BECKER, 2001, p. 100).

A escolha das categorias não foi aleatória, pois procedemos a partir das transcrições a partir da técnica de *Think Aloud*, além do embasamento na revisão de literatura e objetivos desta investigação, visando responder a questão chave desta pesquisa: “como representar processos de feedback no contexto de hiperdocumento baseado na TFC?”. Em seguida, os discursos entre os pares e as observações realizadas no desenvolvimento das atividades foram indexados a três nós, um nó criado para Mecanismos de controle (navegação entre os *comentários temáticos*), o segundo nó para Objetivos de aprendizagem, e, o terceiro nó Interação e colaboração. Os nós possuem informações diferentes sobre a mesma pergunta, pois refletem os discursos e as interações entre os pares participantes.

Para cada um dos nós (categorias) foram designados os atributos (valores), descritos na Tabela 4, pág. 96.

Para a categoria Mecanismos de controle, encontramos a necessidade de informação

Tabela 4: Lista de categorias e valores

Nós (categorias)	Mecanismos de controle	Objetivos de aprendizagem	Interação e colaboração
Atributos (valores)	<ul style="list-style-type: none"> – Reconhecimento em em lugar da lembrança – Elementos de orientação navegacional 	<ul style="list-style-type: none"> – Ausência – Saber fazer 	<ul style="list-style-type: none"> – Interação entre pares – Aluno-participante – Autonomia

Fonte: A Autora

sobre as partes já visualizadas, designados através dos seus atributos Reconhecimento em lugar de lembrança e Elementos de orientação navegacional.

Na categoria Objetivos de aprendizagem, retrata a indicação do resultado pretendido e do que se deseja que o participante realize quando os tiver dominado, destacados através dos atributos de Ausência e Saber fazer.

Uma vez que aprender trata-se de um fenômeno social que envolve interação com outras pessoas, além de ferramentas e o mundo físico, diante do contexto histórico e seus significados, a linguagem e os artefatos culturais próprios, o que nos levou a indicar a categoria Interação e colaboração, identificadas através dos atributos, Interação entre pares, Aluno-participante e Autonomia.

Na pesquisa os dados externos são orais, e internamente após transcrição trabalha-se com vocabulários e sintaxe. A transformação destes dados coletados em resultados de pesquisa envolve a utilização dos presentes procedimentos, métodos e técnicas para sistematizar, categorizar e tornar possível a análise, como descreveremos a seguir, no Capítulo 7, pág. 97.

7 *Resultados e Discussões*

Como já dito anteriormente, para a realização do pré-teste (piloto) participaram ao todo um grupo de oito participantes, dos quais foram divididos em duas turmas, pois a capacidade do laboratório de Informática da referida escola, embora disponha de dez computadores, apenas seis desses estão conectados à grande rede, para que não fosse preciso ficar dois participantes por computador, até mesmo devido ao pouco espaço do Laboratório de Informática, e também para não prejudicar as técnicas *Think Aloud* e Capturas de Telas, nos momentos de navegação dos participantes.

Enquanto para o experimento seguinte, CogniFlex, conseguimos a presença de apenas sete participantes, embora tenham sido convocados os outros doze selecionados, dois não puderam comparecer no ato da realização do experimento por ter sido realizado fora do horário escolar, pois estes passaram a trabalhar em outro expediente, uma participante justificou sua ausência por motivo de doença, e outros dois participantes e outros dois participantes não informaram os motivos da ausência.

a) Mecanismos de controle Durante o pré-teste, em relação aos atributos Reconhecimento em lugar de lembrança e Elementos de orientação navegacional, percebemos nos discursos dos participantes que aproximadamente 75% para ambos os atributos, demonstraram dificuldade em reconhecer as partes do hiperdocumento já visitadas, o que é possível notar através de trechos dos vários discursos, entre os quais destacamos:

P(b): [...] Eitaaa, eu já vi esse aqui. Peraí, vô na seta [referindo-se ao botão avançar do browser]. P(p): Não (b), tais fazendo errado. Não é pra voltar ali em cima não [referindo-se ao botão avançar do browser] / [(b) toma o mouse de (p) e demonstra como se faz], você tem que vir aqui onde tem o nome do *caso*, aí você escolhe a que você quer, você tava em qual? Nessa aqui era? (referindo-se a 3ª opção), aí você clica aqui [...]. [nesse momento a professora tecla com P(p) pelo bate-papo] Professora: (p) lembre-se do nosso combinado? Você pode ajudar o colega sem problemas, mas qualquer ajuda só pode ser pelo bate-papo, faça de conta que você não está vendo ele, ok? Estamos a distância, lembra? [...]

Foi possível perceber também que muitos não lembravam as partes já visitadas, como encontramos na fala abaixo:

P(g): [...] Agora vou ver o próximo texto, oxe texto não, o *mini-caso*, clico aqui nesse e depois tenho que ir lá no *mini-caso* [navegando o hiperdocumento]. Oxe, oxe eu já vi esse aqui, vou de novo, vou de novo, oxe será que eu já vi esse, deixa ver (voltou a procurar as opções no menu). [...]

Quando comparado ao experimento CogniFlex notamos uma redução nessa categoria de análise, com cerca de 57%, embora ainda se perceba alguma falta de orientação no novo hiperdocumento proposto, foram rapidamente sanadas com a informação que indicava a quantidade dos *comentários temáticos* já visualizados de cada *mini-caso*.

E(a): [...] Eita, é muita coisa e não acaba mais não é, oh professora, professora vem cá, professoraaa, me ajude aqui! (gritando) [nesse momento a professora tecla com E(a) pelo bate-papo] Professora: Oie (a), fala comigo aqui, se todos ficarem me chamando sou só uma não dá para estar em vários lugares ao mesmo tempo, diga lá como posso ajudá-la. E(a): professora, a senhora deixa eu sair mais cedo porque tenho que ficar com meu irmão pra minha mae trabalha, falta muito pra acabar? Eu faço mais o que depois da tela do vídeo? Eu já vi o vídeo. Professora: (a) sintá-se à vontade para ir quando quiser, ok? Olhe veja aí um quadradinho, quer dizer um retângulo, está vendo? E(a): sim. Professora: esse retângulo vai mostrando pra você tudo que já foi visto, então o que tiver com o vezinho verde é porque você já viu, certo? agora a questão é se você leu mesmo, entendeu, entende? E quando tiver vermelhinho com essa exclamação é porque falta ser visualizado. E(a): certo professora, acho q agora entendi, então falta bem poquinho para eu acabar, né? Oxe, so tem 5 no vermelho. [...]

b) Objetivos de aprendizagem No pré-teste, 87% e 62%, respectivamente correspondem aos valores de Ausência e Saber Fazer. Portanto, as dificuldades dos participantes são associados à ausência de informações quanto ao objetivo de aprendizagem, ou mesmo quanto ao que se pretende que o participante consiga fazer ou resolver, a cerca de cada uma das *travessias* propostas, permeados pela inquietação destes sobre o que tinha que ser feito em relação ao hiperdocumento, como delimitamos nos trechos relatado a seguir.

[nesse momento P(g) tecla no bate-papo com a professora] P(g): Professora é só pra gente lê tudinho e pronto, é? Acabei faço o que agora? Professora: Oi (g), que rápido você foi? Você tem alguma dúvida? P(g): Depende do que é pra fazer [...]

Enquanto no experimento CogniFlex, 100% dos participantes perceberam o objetivo de aprendizagem (propósito), embora 43% tenham ainda solicitado orientações sobre o que era para ser feito e/ou como fazer, como destacado no trecho:

[E(g) teclando com E(k)] [...] E(g): (k), a gente pode usar a calculadora do celular para transformar fazer a continha de metro? E(k): acho

que pode que é comparar escalas metro e nanométricas [referindo-se ao propósito da *travessia* Viagem rumo ao nano] E(g): Divide ou multiplica por 109, nunca sei isso [...]

Para essa categoria em análise, não descartamos a possibilidade de que a ausência dos objetivos de aprendizagem tenha ocasionado o baixo percentual de acertos no questionário de avaliação proposto no momento de pré-teste, quando comparado aos resultados encontrados durante o mesmo questionário aplicado ao experimento.

c) Interação e colaboração

Ao considerar a categoria Interação e colaboração, primeiramente em relação ao atributo Interação entre os pares, destacamos que os esclarecimentos prestados tanto no pré-teste quanto no experimento, ocorreram tanto na relação aluno/aluno quanto na relação aluno/professor, principalmente porque estávamos simulando uma situação de aprendizagem a distância, nos próprios trechos destacados acima constata-se que tais interações estavam presentes em 100% das observações.

Para o atributo Aluno-participante, 13% dos participantes durante o bate-papo estabelecido com a professora comenta sobre outras aplicações da Nanociência, o que poderia ter sido comentado no próprio *mini-caso*, se houvesse um campo disponível no pré-teste, como segue o trecho abaixo:

[P(k) teclando com a Professora] [...] P(k): Professora assisti na TV que tem uma tinta de carro agora mesmo que arranhe um carro, o carro não se arranha, isso tem haver não tem com o que fizeram com esse vidro? Professora: Oi P(k), de certa forma tem a ver sim, você viu onde? foi no jornal, comercial, foi em que? [...]

Notamos pouca ou nenhuma Autonomia dos participantes, os quais permaneceram restritos ao hiperdocumento do pré-teste, diferentemente do que observamos no experimento CogniFlex, pois 57% dos participantes, além dos *mini-casos* visitados, demonstraram maior autonomia em utilizar a *Internet* para pesquisar a respeito dos *mini-casos* apresentados, como podemos perceber nos trechos a seguir:

[E(v) teclando com E(e)] [...] E(v): eita, achei um site aqui que fala disso, de microchip E(e): oxe, tais procurando na *internet* é? eu so to usando esse de pesquisar [referindo-se ao botão de busca dentro do próprio experimento] E(v): oh bixa b...! é a mesma coisa, né não é? E(e): sabia não, t.....! E(v): eu tou lendo isso aqui oh (Sítio¹) vê aí se é o mesmo que tu achou? E(e): é não, oxe eh não tou vendo outro E(v): então copia o endereço do link que aparece lá em cima e cola aqui no bate-papo, quero ver também. Tu botou q palavra pra procurar E(e): oxe, procurar o q? [...]

¹http://www.ofitexto.com.br/conteudo/deg_230778.htm

Após a intervenção didática feita a partir da exploração do hiperdocumento *Mundo dos Nanicos*, tanto no pré-teste quanto no experimento CogniFlex, foi aplicado ao final um questionário de avaliação, a fim de perceber a (re)construção dos conceitos e a percepção dos alunos em relação ao assunto abordado sobre N&N.

Segue a apresentação dos resultados para procedermos com nossa análise.

7.1 Respostas dos participantes após a intervenção didática

Em relação a questão para identificar objetos ou estruturas em dimensões nanométricas, as Figuras 18 e 19, a seguir, ilustram que a opção de átomos e moléculas teve um percentual de acertos elevado, sendo 88% na aplicação do pré-teste e 100% na aplicação do experimento CogniFlex.

Ao comparar os dois gráficos, nota-se que no pré-teste hemáceas e fio de cabelo foram enquadrados, com cerca de 38% no pré-teste, contra 14% no experimento CogniFlex, o que pode nos indicar que para o experimento foi possível perceber o número de acertos maior, visto que esses itens de fato não são de escala nanométrica. O mesmo se aplica para vírus, que embora não pertença as dimensões nanométricas, no pré-teste obteve 63% de marcações, o qual houve uma redução desse percentual quando aplicado no experimento CogniFlex, com apenas 29%.

No pré-teste também é possível perceber 38% de marcações na opção de calosidades de folha de lótus, as quais na verdade tem dimensões micrométricas, o fato de não ter tido nenhuma marcação no experimento, nos indica que a exploração do mini-casos efeito lótus, foi melhor perspectivado no hiperdocumento em experimento CogniFlex, visto que os participantes compreenderam que eram de dimensões micrométricas, como iremos perceber no decorrer dessa análise.

Para a questão que buscava identificar objetos ou estruturas em dimensões micrométricas, as Figuras 20 e 21 ilustram que a opção de átomos e moléculas teve um percentual de marcações de apenas de 14% no pré-teste e nenhuma marcação no experimento CogniFlex.

Observa-se também que no pré-teste alguns participantes tiveram alguma dúvida sobre as dimensões em estudo, pois 25% dos participantes marcaram a opção formiga, o que não se observa no hiperdocumento CogniFlex.

No pré-teste, apenas metade (50%) dos participantes marcaram a opção calosidades de Folha de lótus, 63% marcaram vírus, e 88% marcaram igualmente hemáceas e fio de cabelo. Comparando com os resultados encontrados após o hiperdocumento CogniFlex,

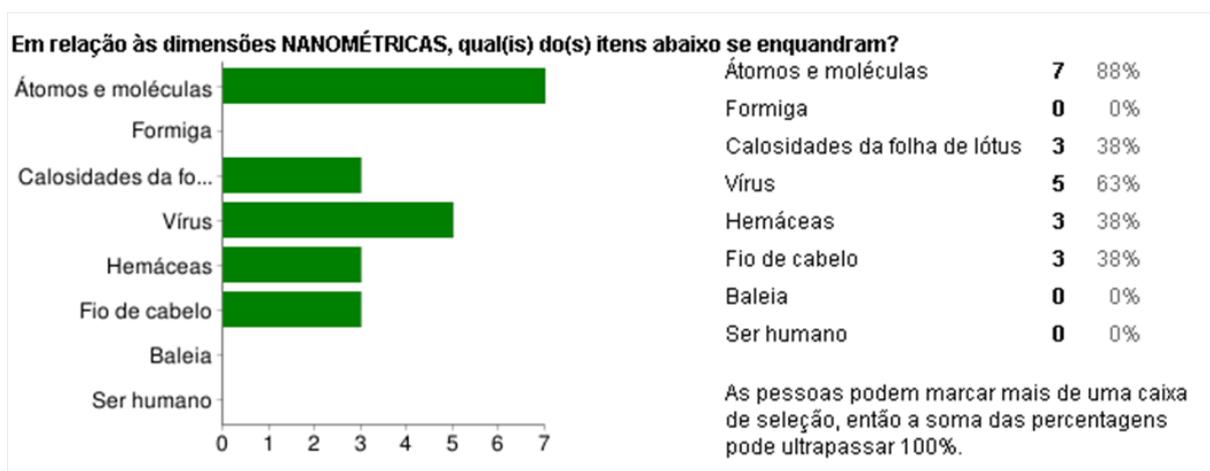


Figura 18: Respostas sobre as dimensões nanométricas (pré-teste)

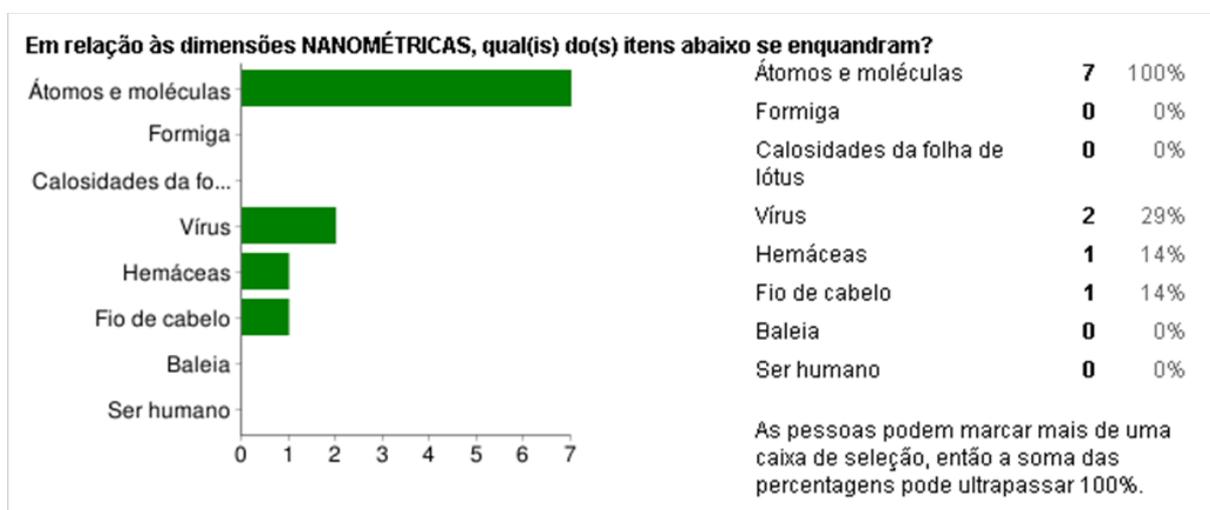


Figura 19: Respostas sobre as dimensões nanométricas (experimento)

percebemos um percentual de maior acertos, visto que 100% dos participantes marcaram igualmente as opções calosidades da folha de lótus e hemáceas, assim como percebemos um maior número de respostas corretas, pois 88% dos participantes, marcaram igualmente as opções vírus e fio de Cabelo.

Na questão referente a objetos ou estruturas de dimensões métricas, as Figuras 22 e 23 ilustram que a opção de Baleia e Ser Humano não houve diferença entre as marcações do participantes no pré-teste e dos participantes no hiperdocumento CogniFlex, pois 100% em ambos os hiperdocumentos marcaram igualmente esta opção.

Porém, no pré-teste 50% dos participantes marcaram a opção formiga, assim como 13% dos participantes marcaram igualmente as opções hemáceas e fio de cabelo. Enquanto que no hiperdocumento CogniFlex percebemos que apenas 14% dos participantes marcaram a opção formiga, sem nenhuma marcação para hemáceas, mas 43% dos parti-

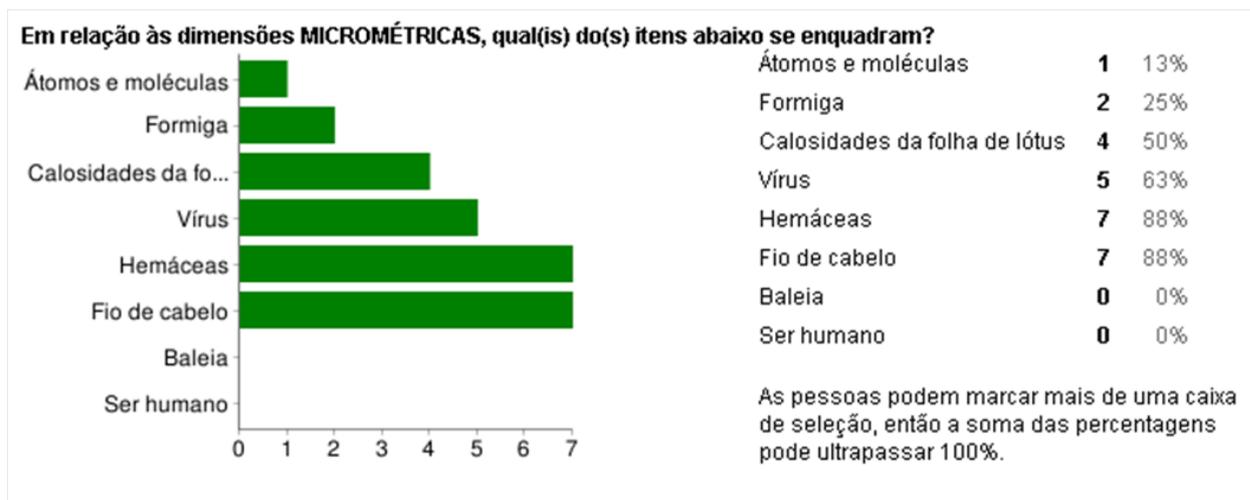


Figura 20: Respostas sobre as dimensões micrométricas (pré-teste)

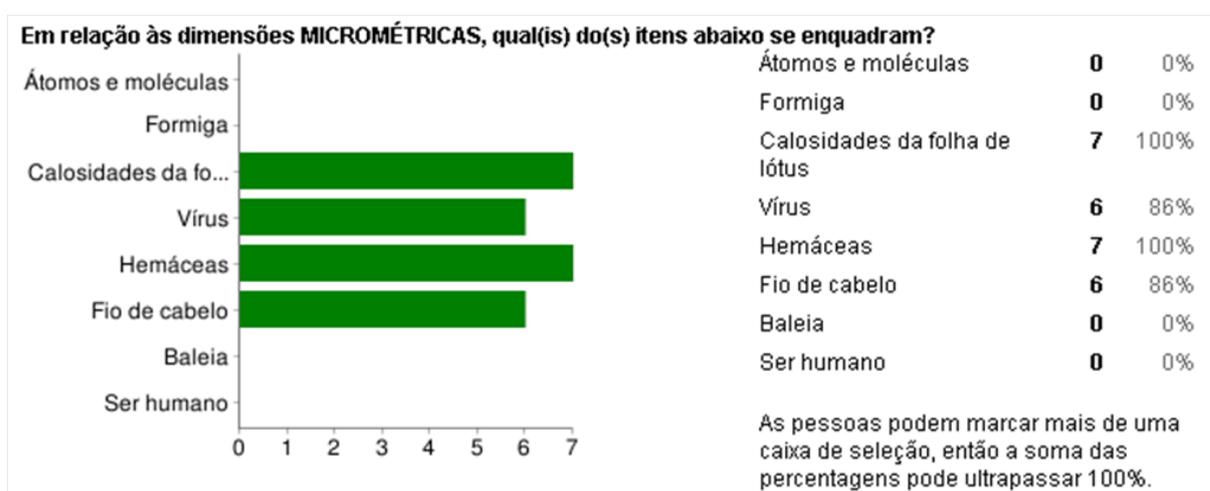


Figura 21: Respostas sobre as dimensões micrométricas (experimento)

participantes também marcaram FIO de cabelo. Então para esta última opção, percebemos que os participantes referiram-se ao cumprimento do fio do cabelo, visto que na opção do questionário não foi expresso “ponta” do fio de cabelo.

Para a questão relacionada à transformação de medidas em que foi solicitado verificar quantos pedacinhos de $1 \mu m$ caberia em um fio de cabelo que medisse $1 m$, a partir das Figuras 24 e 25, notamos que ambos os resultados, pré-teste e o experimento CogniFlex, foram muito próximos, pois 88% dos participantes marcaram a opção correta no pré-teste, assim como 86% também marcaram a opção corretamente no hiperdocumento em experimento. E apenas, 13% e 14% referiram-se no pré-teste e no experimento CogniFlex, respectivamente, a marcaram a resposta que não correspondia a opção correta.

Em relação a percepção dos alunos a identificar o melhor instrumento óptico, a Figura 26 mostra que no pré-teste, 75% dos participantes consideraram o microscópio contra 25% que marcaram o olho humano como melhor instrumento óptico, notamos que a maioria

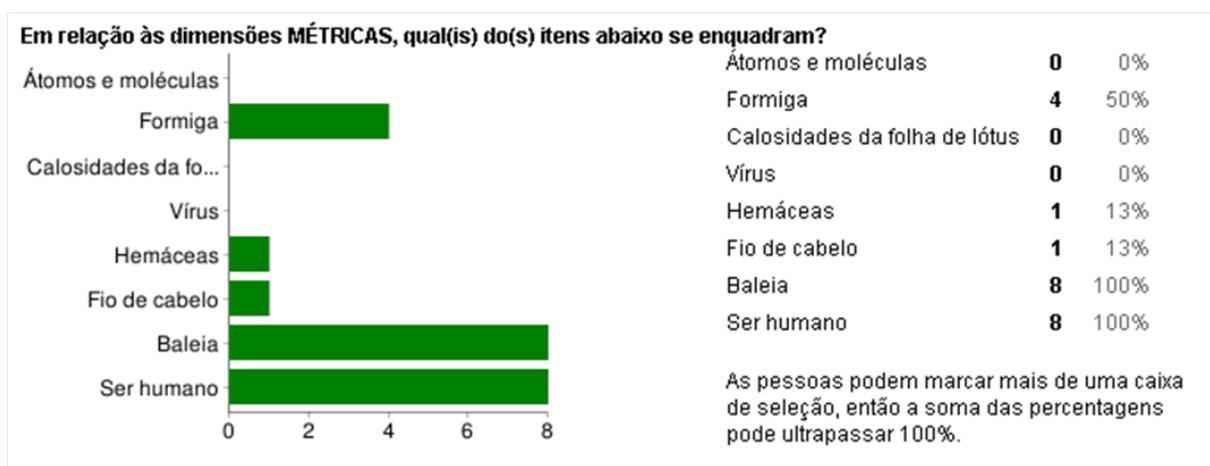


Figura 22: Respostas sobre as dimensões métricas (pré-teste)

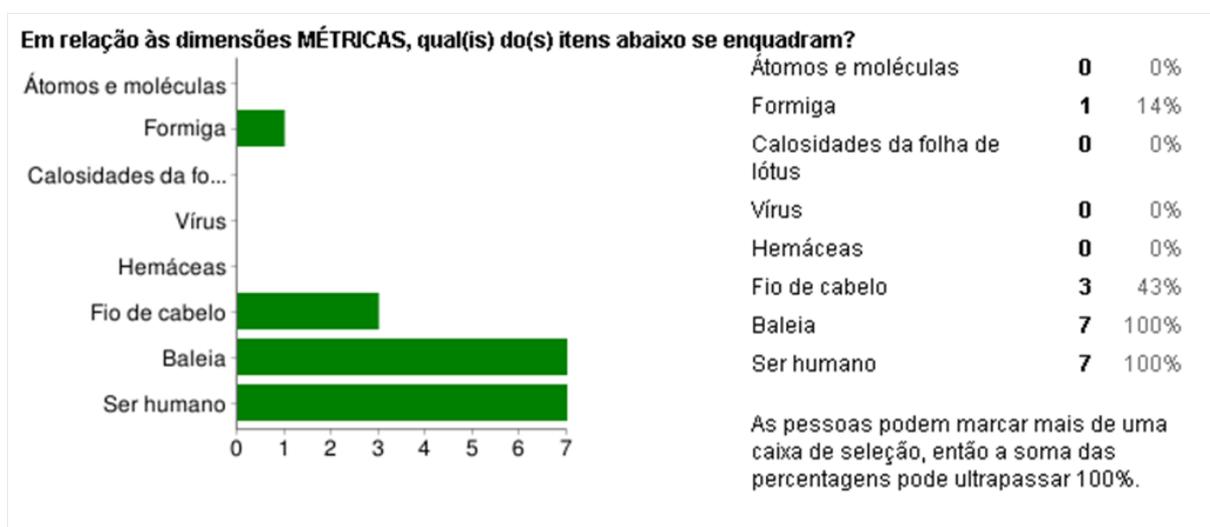


Figura 23: Respostas sobre as dimensões métricas (experimento)

dos participantes em relação as limitações dos microscópios, como podemos observar na maioria das justificativas, a exemplo da afirmação de um das participantes, P(g), que diz porque ele permite enxergar coisas menores do que com os outros dois.

Essa mesma questão no hiperdocumento CogniFlex há uma inversão do percentual de respostas, e conforme a Figura 27 apresenta que apenas 14% dos participantes consideraram o microscópio como melhor instrumento óptico, e 86% consideraram o olho humano como melhor instrumento óptico. Isso demonstra que a interação entre os pares forneceu maiores esclarecimentos, pois a possibilidade dos participantes postar comentário pode ter influenciado no aumento de respostas corretas. Como destacamos o comentário do participante E(v) que postou, porque podemos ver a qualquer momento, agora claro se for coisas muito pequenas, realmente não dá. Outro comentário que é interessante destacar é o de E(k), porque o microscopio é muito caro.

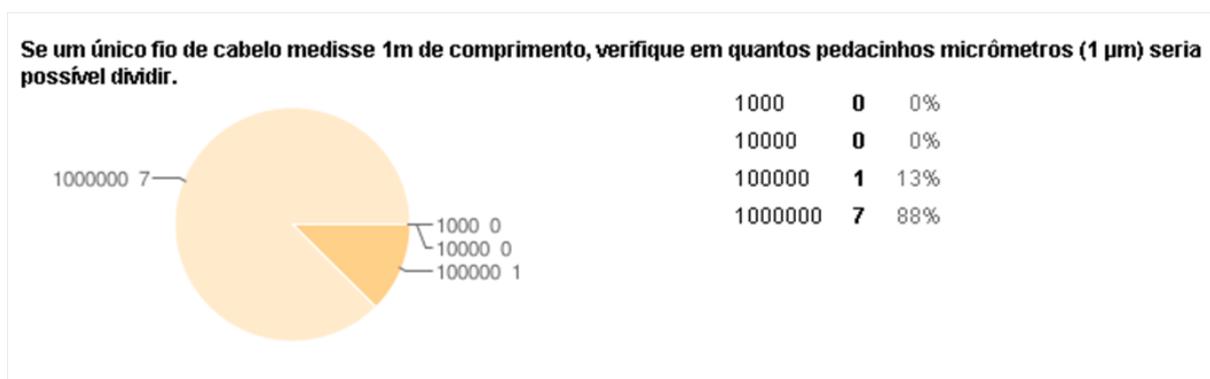


Figura 24: Respostas sobre transformação de medidas (pré-teste)

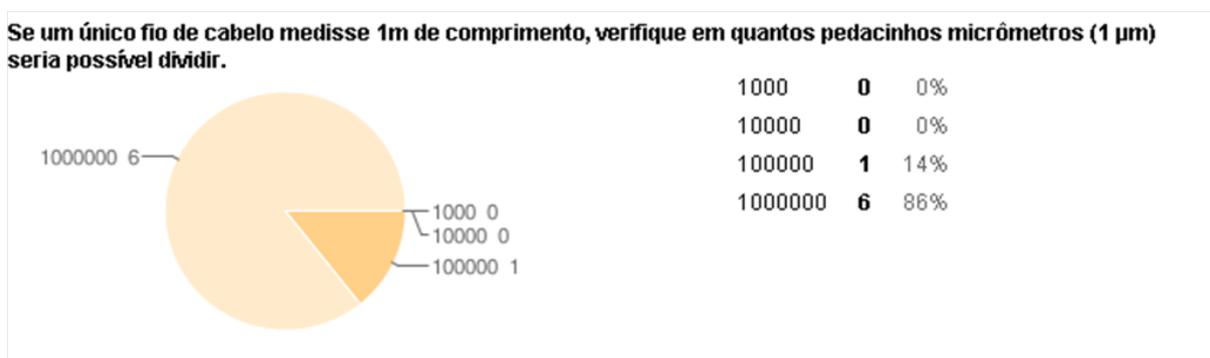


Figura 25: Respostas sobre transformação de medidas (experimento)

Sobre a percepção dos participantes quanto a considerar que a Ciência imita a Natureza, notamos, conforme demonstrado nas Figuras 28 e 29, que as respostas no experimento CogniFlex foram mais favoráveis do que no pré-teste.

No pré-teste, apenas 13% e 38% dos participantes consideraram que lupa e microscópios, respectivamente, são instrumentos na tentativa da Ciência imitando a Natureza, bem como 75% dos participantes consideraram vidros anti-embaçantes, 88% consideraram guarda-chuva que não molha, e, 100% dos participantes consideraram tecidos auto-limpantes.

Nesse sentido, esses resultados representam com relação aos mecanismos de controle, que torna-se essencial além de ajudar aos educadores um melhor acompanhamento quanto à indicação dos objetivos de aprendizagem (propósitos) denota maior envolvimento por parte dos alunos-participantes durante o desenvolvimento das atividades.

Quanto ao processo de autoria e co-autoria dos alunos no que tange à colaboração os resultados indicam que a existência da visualização de monitoramento das atividades desenvolvidas, bem como das atividades a serem desenvolvidas pelos alunos, a exemplo dos *mini-casos* e *comentários temáticos*, contribuíram para fornecer maior autonomia ao aluno, colocando-o em posição de vanguarda na (re)construção do saber, enquanto autor



Figura 26: Respostas sobre o melhor instrumento óptico (pré-teste)

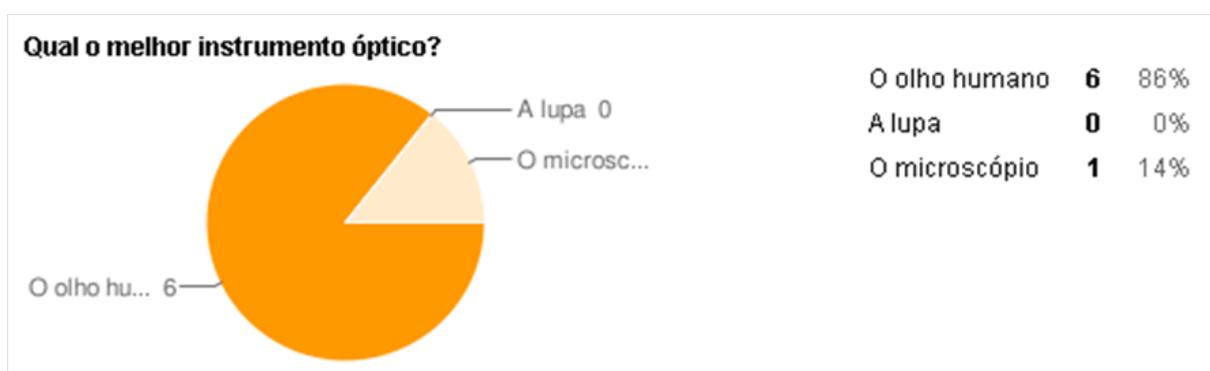


Figura 27: Respostas sobre o melhor instrumento óptico (experimento)

e/ou co-autor, e não apenas, como mero expectador no processo de ensino e aprendizagem.

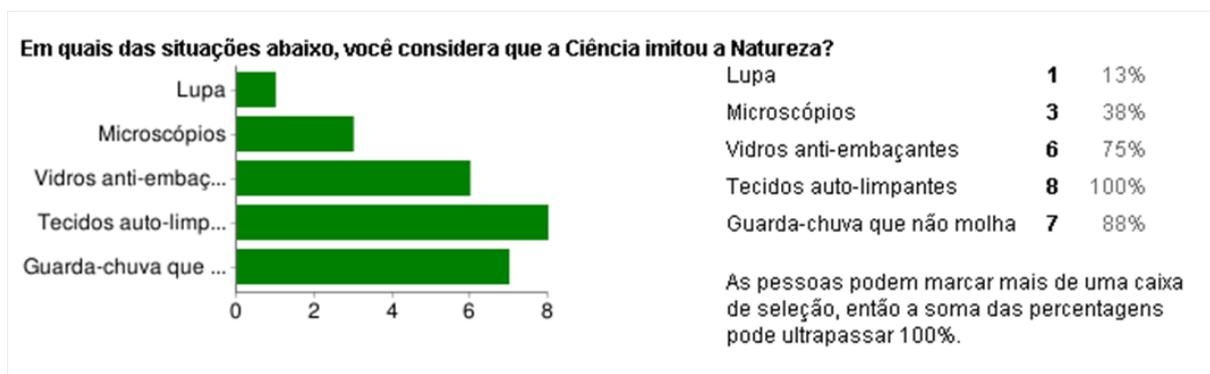


Figura 28: Percepção sobre como a Ciência imita a Natureza (pré-teste)

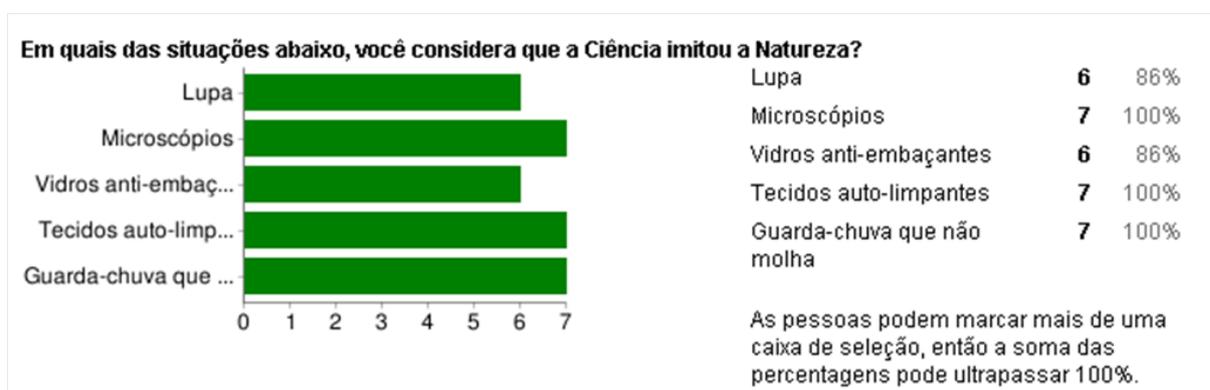


Figura 29: Percepção sobre como a Ciência imita a Natureza (experimento)

8 *Conclusões*

O presente trabalho possibilitou a imersão em uma teoria que trata da Flexibilidade Cognitiva, abordada como pano de fundo para a proposta apresentada. Com base em nossos estudos, passamos a expor algumas reflexões, visto que a teoria estudada aponta caminhos que facilitam o uso do computador para a construção de material didático em forma de hiperdocumentos, o que foi fundamental para entendimento do nosso campo de pesquisa.

Esta teoria aponta novas formas dos Educadores quanto às potencialidades de apresentação de conteúdos como hiperdocumentos e a interação na *Internet* que requer um tratamento próprio para hipermídia, e que pode ser utilizado na elaboração de materiais didáticos, ao mesmo tempo que oferece recursos diferenciados despertando a curiosidade dos educandos, pois a popularização da *Internet* e o acesso a computadores desafiam os Educadores a oferecerem formas diferenciadas de interagir com o conteúdo a ser estudado.

Por outro lado, não podemos deixar de observar os impactos negativos, causados por certa dificuldade no entendimento da TFC, bem como o tempo demandado para elaboração de materiais que envolvam os elementos estruturantes dessa teoria.

A adoção e implementação de novas (ou reformuladas) estratégias de ensino, com a utilização da TFC em hiperdocumentos depende, sobretudo, de um procedimento sensível e muito bem planejado. Precisam-se levar em consideração aspectos sociais, principalmente quanto ao aprendizado de conhecimentos complexos e pouco estruturados, sobretudo, problemas que resultam de diferentes graus de familiarização com hiperdocumentos disponibilizados.

Neste estudo ratificou-se o uso da TFC na elaboração de um hiperdocumento que tratava do *Mundo dos Nanicos*. Como a referida teoria se centra nos elementos designados por *mini-caso*, *comentários temáticos*, e *travessias temáticas*, que permitem obter um conhecimento perspectivado sob vários ângulos a partir de cada *mini-caso*, e ao mesmo tempo um conhecimento transversal do tema em estudo. Para tanto, foram utilizados dois hiperdocumentos, um no pré-teste e, outro no experimento proposto denominado CogniFlex.

A investigação a cerca do hiperdocumento pré-teste, que foi construído com base nos trabalhos de Marques (2002), se apresentou pouco dinâmico na praticidade do acesso, se mostrando como um limitador nas escolhas da navegação. Enquanto o experimento, fruto desta pesquisa, CogniFlex, foi aperfeiçoado ao indicar ao usuário (i) mecanismo de controle (*feedback*); (ii) propósito de cada atividade; além de apresentar uma interface que permite aos pares (iii) colaboração e interação. E, embora possam ocorrer alguns problemas de navegação, quanto a possíveis dificuldades na visualização do posicionamento ou desenvolvimento da atividade pelo próprio aluno, consideramos fundamental, com base nos resultados apresentados.

A existência da visualização de monitoramento das atividades desenvolvidas, bem como das atividades a serem (des)construídas pelos alunos, a exemplo dos *mini-casos* e *comentários temáticos*, cujos elementos são próprio da teoria em estudo, que contribuiriam para fornecer maior autonomia ao aluno, colocando-o em posição de vanguarda na (re)construção do saber, enquanto autor e/ou co-autor, e não apenas, como mero expectador no processo de ensino e aprendizagem.

Constatamos também que a indicação dos objetivos de aprendizagem (propósitos) denota maior envolvimento por parte dos alunos-participantes durante o desenvolvimento das atividades.

Ainda, tivemos a oportunidade de publicar o artigo intitulado “A incorporação da Teoria da Flexibilidade Cognitiva na Plataforma Moodle para prototipação de um novo recurso na abordagem de ensino e aprendizagem” no II MoodleMoot, 2008, onde foi possível mostrar que a TFC se adapta bem para o tratamento de hiperdocumento e o artigo “A incorporação da Teoria da Flexibilidade Cognitiva em Ambientes Virtuais de Aprendizagem para incrementar a aprendizagem em sala de aula presencial”, no II Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação: Multimodalidade e Ensino, 2008, onde foi possível aplicar os elementos da TFC, em contexto de sala de aula presencial, para posteriormente, ampliarmos para a plataforma virtual. Estas discussões foram realizadas junto à comunidade científica, a fim de relacionarmos o grau de importância da gestão e adequação em contextos de hipermídia.

Portanto, no que se refere à produção de conteúdos *on-line*, a TFC tem se mostrado eficaz em relação a solucionar problemas de desorientação na navegação de hiperdocumentos, embora como esse próprio trabalho ratifica a importância de incrementar às estratégias de ensino com utilização do computador, permeados por ferramentas que promovam colaboração e interação entre os envolvidos no aprendizado, meta principal deste trabalho.

Por outro lado, consideramos ser de extrema importância que o tratamento efetuado ao hiperdocumento proposto no nosso experimento, baseado na TFC, mas incrementado

com recursos de *feedback*, indicação de objetivos de aprendizagem e ferramentas de interação e colaboração, seja replicado em outras áreas de estudo, a fim de verificar se os resultados a serem obtidos irão se aproximar dos encontrados nesta pesquisa.

8.1 Trabalhos futuros

Com base nos resultados obtidos nesta investigação, parece-nos ser conveniente replicar o estudo num ambiente de cursos à distância, talvez assim tenhamos resultados o mais próximo possível da realidade.

Indicamos também a importância de construir um módulo (*template*) de atividades, para Ambientes Virtuais de Ensino, com base na TFC, mas dentro dos moldes da *Web 2.0* e de padrões interoperabilidade, que permita a incorporação e exportação de códigos que podem ser utilizados em qualquer serviço, pois assim seria possível investigar como professores-conteudistas poderia utilizar tal módulo para abordagem de assuntos complexos e pouco-estruturados, bem como observar como a interoperabilidade permite professores-conteudistas exportar seus conteúdos para qualquer curso ou ambiente que desejasse. Inclusive, já estamos trabalhando nessa ideia, que por sinal já encontra-se em andamento, motivo pelo qual acabamos por obter o sítio para hospedagem da aplicação, denominado CogniFlex¹, para que posteriormente possamos alocar o *template* sugerido acima como mais uma ferramenta da *Web 2.0*.

Também sentimos a necessidade de incrementar a interação proposta no hiperdocumento em experimento, no sentido de agregar ao *feedback*, ao disponibilizar ferramentas de expressão “facial”, podendo estas, representar estados e/ou níveis de compreensão do aluno, como por exemplo, estou compreendendo, não estou compreendendo, e estou indiferente, entre outras, de modo que, à medida que o aluno manifestasse sua compreensão através das “carinhas”, alguns agentes (sistema, professores e tutores) seriam alertados automaticamente, o que possibilitaria fornecer *feedback* a fim de auxiliá-lo na (re)construção do conhecimento.

Em especial, para o tema do hiperdocumento em estudo, *Mundo dos Nanicos*, consideramos favorável, contemplar o hiperdocumento baseado na TFC, também com jogos e/ou simulações que possam auxiliar na construção do conhecimento sobre o assunto estudado. Em relação aos mecanismos de *feedback*, embora a visualização dada aos alunos do quantitativo e especificação em uma mesma tela dos *mini-casos* existentes. Julgamos ser de grande valia desenvolver uma visualização diferenciada para o professor-conteudista a fim de que estes visualizem num formato de grade geral o nome de todos os usuários bem como o monitoramento dos *mini-casos* já visitados e os que restam ser visitados.

¹<http://cogniflex.org>

Como tanto o pré-teste quanto o hiperdocumento CogniFlex foi realizado em formato de *frame* no ambiente Moodle, e por este ambiente ser uma plataforma já bem consolidado no Brasil e no mundo, indicamos a necessidade de fazer o levantamento de requisitos do Moodle para que seja desenvolvido para plataforma como pacote adicional, assim como já existe o pacote adicional *WebQuest* para Moodle.

Referências

- ADVANCED DISTRIBUTED LEARNING. *Sharable Content Object Reference Model Version: The scorm overview*. 1.2. ed. [S.l.], 2001. Disponível em: <<http://www.adlnet.gov/>>. Acesso em: 14 set. 2008.
- ALLY, M. Designing effective learning objects. In: MCGREAL, R. (Ed.). *Online Education Using Learning Objects*. London: Routledge Falmer, 2004. p. 87–97.
- BERNERS-LEE, T. *et al.* The World-Wide Web. In: ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY. *Communications of the ACM*. [S.l.], 1994. v. 37, n. 8, p. 76–82.
- BLOOM, B. S. *Taxonomy of Educational Objectives*. New York: David McKay Company Inc, 1964.
- BOURDIEU, P.; PASSERON, J. C. *La reproduction: éléments pour une théorie du système d'enseignement*. Paris: Ed. de Minuit, 1970.
- BRASIL. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: Ministério da Educação, SEMTEC, 2002.
- BRITO, R. F.; PEREIRA, A. T. C.; BRAGA, M. G. Desenvolvendo objetos de aprendizagem scorm aplicando a arquitetura da informação e teoria da flexibilidade cognitiva. In: *Informática na Educação: teoria & prática*. Porto Alegre: [s.n.], 2006. v. 9, n. 1. ISSN 1516-084X.
- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. In: *Ciência & Educação*. [S.l.: s.n.], 2004. v. 20, n. 3, p. 363–381.
- CAMPOS, G. H. B. EaD: mediação e aprendizagem durante a vida toda. In: LITTO, F. M.; FORMIGA, M. M. M. (Org.). *Educação a Distância: o estado da arte*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009. ISBN 978-85-7605-197-8.
- CARVALHO, A. A. A. *Os Hipermpédia em contexto educativo: aplicação e validação da teoria da flexibilidade cognitiva*. Braga: Instituto de Educação e Psicologia, Centro de Estudos em Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 1999.
- CARVALHO, A. A. A. *Os Documentos Hipermedia Estruturados Segundo a Teoria da Flexibilidade Cognitiva: importância dos comentários temáticos e das travessias temáticas na transferência do conhecimento para novas situações*. Tese (Doutorado) — Universidade do Minho, Braga, 1998.
- CARVALHO, A. A. A. A representação do conhecimento segundo a teoria da flexibilidade cognitiva. In: *Revista Portuguesa de Educação*. Braga: Universidade de Minho, 2000. v. 13, n. 1, p. 169–184.

CARVALHO, A. A. A. Knowledge deconstruction and anchors to promote collaborative learning in a web course. In: ASSOCIATION FOR TEACHER EDUCATION IN EUROPE. *ATEE 2001*. Stocolm, 2001.

CARVALHO, A. A. A. Learning objects structured according to cognitive flexibility theory. In: WORLD CONFERENCE ON DISTANCE EDUCATION. *22nd International Council for Open and Distance Education (ICDE)*. Rio de Janeiro, 2006.

CARVALHO, A. A. A.; DIAS, P. A. Teoria da flexibilidade cognitiva na formação a distância.: um estudo na world wide web. In: *Actas do 1. Simpósio Ibérico de Informática Educativa*. [S.l.: s.n.], 2000.

CARVALHO, A. A. A.; MOREIRA, A. A. Resenha da investigação sobre a teoria da flexibilidade cognitiva em português. In: COSTA, F.; PERALTA, H.; VISEU, S. (Ed.). *As TIC em Educação em Portugal: Concepções e práticas*. Porto: Porto Editora, 2007. p. 71–99.

CARVALHO, A. A. A.; PEREIRA, V. Aprender através da plataforma de e-learning flexml: estudo sobre a utilização do “sapere aude”. In: DIAS, P.; FREITAS, C. V. (Ed.). *Actas da III Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação: Desafios 2003, challenges 2003*. Braga: Centro de Competência Nónio Século XXI da Universidade do Minho, 2003. p. 197–211.

CARVALHO, A. A. A.; PINTO, C. S.; MONTEIRO, P. J. M. Flexml: Plataforma de ensino a distância para promover flexibilidade cognitiva. In: NISTAL, M. L.; IGLESIAS, M. J. F.; RIFÓN, L. E. A. (Ed.). *IE 2002*. VI Congresso Iberoamericano de Informática Educativa, 2002. ISBN 848158-227-1. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/372/1/FleXml-vigo-final.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2008.

CASTELLS, M. *A sociedade em rede*. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

COULSON, R. L.; FELTOVICH, P. J.; SPIRO, R. J. Foundations of a misunderstanding of the ultrastructural basis of myocardial failure: a reciprocation network of oversimplifications. In: *The Journal of Medicine and Philosophy*. [S.l.: s.n.], 1989. p. 109–146.

D’ÁVILA, C. M. Pedagogia cooperativa e educação a distância: uma aliança possível. In: *Revista Educação e Contemporaneidade*. Salvador: FAEEBA, 2003. v. 12, n. 20, p. 273–282.

DIAS, A. B. *et al.* *A Colaboração e a avaliação como primeiros princípios do Instructional Design em contextos de e-Learning*. Portugal: [s.n.], 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/2386/64>>. Acesso em: 23 mar. 2008.

DIAS, M. A.; ANDRADE. A questão da flexibilidade cognitiva associada ao ensino aprendizagem do conceito de função. In: *Anais do XI Encontro Baiano de Educação Matemática (EBEM)*. Salvador: [s.n.], 2005.

DIAS, M. A. *et al.* Flexibilidade cognitiva e níveis de conhecimento no ensino fundamental: A noção de número racional. In: *IX Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM)*. Belo Horizonte: [s.n.], 2007.

- DODGE, B. *WebQuest: uma técnica para aprendizagem na rede internet*. San Diego: Faculdade de Educação de San Diego, State University, 2004.
- FAZENDA, I. C. A. *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. 15. ed. São Paulo: Papirus, 1994.
- FELTOVICH, P. J.; SPIRO, R. J.; COULSON, R. L. The nature of conceptual understanding in biomedicine: The deep structure of complex ideas and the development of misconceptions. In: EVANS, D.; PATEL, V. (Ed.). *The cognitive sciences in medicine*. Cambridge, MA: MIT Press, 1989. p. 113–172.
- FERREIRA, S. L.; BIANCHETTI, L. As tecnologias da informação e da comunicação e as possibilidades de interatividade para a educação. In: *Revista Educação e Contemporaneidade*. Salvador: FAEEBA, 2004. v. 13, n. 22, p. 253–263.
- FILATRO, A. *Design Instrucional contextualizado*. São Paulo: SENAC, 2004.
- FILATRO, A. *Design Instrucional na prática*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008.
- FLORES, M. L. P. *et al.* Contribuições das teorias cognitivas na construção de objetos de aprendizagem. In: *Jornada de Pesquisa: Ulbra Santa Maria*. [S.l.: s.n.], 2006.
- FONSECA, P. *Developing Cognitive Flexibility in 1st Year University Students: Understanding the present perfect*. Dissertação (Mestrado) — Universidade de Aveiro, Aveiro, 2000.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GOLDBERG, M. W.; SALARI, S. An update on webct (world wide web course tools): a tool for the creation of sophisticated web-based learning environments. In: *Proceedings of NAUWeb 1997: Current practices in web-based course development*. Arizona: Flagstaff, 1997. p. 12–15.
- GOMES, M. Algumas reflexões em torno da fundamentação da utilização educativa de sistemas hipermedia: um problema sem solução ou uma solução à procura de fundamentação? In: INSTITUTO DE EDUCAÇÃO E PSICOLOGIA. *Revista Portuguesa de Educação*. Braga, 1996. v. 9, n. 2, p. 43–59.
- IEEE. INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICAL ENGINEERING. *Draft Standard for Learning Object Metadata*. New York, 2000.
- JONASSEN, D. O uso das novas tecnologias na educação a distância e a aprendizagem construtivista. In: *Revista em Aberto sobre Educação a Distância*. Brasília: INEP/MEC, 1996. v. 16, n. 70.
- LANDOW, G. P. *Hipertext. The Convergence of Contemporary Critical Theory and Technology*. Londres: Johns Hopkins University Press, 1992.
- LEÃO, M. B. C. Teoría de la flexibilidad cognitiva en la elaboración del multimedia educacional de ciencias. In: *Anais do X Congresso Iberoamericano EDUTECH*. Buenos Aires: [s.n.], 2007.

- LEÃO, M. B. C. FlexQuest: una incorporación de la teoría de la flexibilidad cognitiva en el modelo webquest. In: *Anais do IX Congresso Iberoamericano de Informática Educativa*. Caracas: [s.n.], 2008.
- LEÃO, M. B. C.; CAMPOS, A. F.; ARAUJO, T. Elaboração e aplicação de uma hipermídia educacional sobre o conceito de ligação iônica baseada na teoria da flexibilidade cognitiva. In: *Anais do Encontro Nacional de Ensino de Química*. Goiania: [s.n.], 2004. Único.
- LEÃO, M. B. C.; LIMA, J. R. B. A relação entre a teoria da flexibilidade cognitiva e a teoria de Kelly em ambientes virtuais de estudo. in: In: *Anais da IV Jornada de Ensino, Pesquisa Extensão (JEPEX)*. Recife: [s.n.], 2004. v. 1.
- LEÃO, M. B. C.; PORTELA, F. P. B.; ARAUJO. A construção de uma hipermídia educacional sobre cinética química: um enfoque a partir da teoria da flexibilidade cognitiva. In: *Anais da IV Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão (JEPEX)*. Anais. [S.l.: s.n.], 2004.
- LEÃO, M. B. C.; SOUZA, F. N. FlexQuest: incorporando a teoria da flexibilidade cognitiva no modelo WebQuest para o ensino de química. In: *Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química*. Curitiba: [s.n.], 2008.
- LEÃO, M. B. C. *et al.* FlexQuest: una webquest con aportes de la teoría de la flexibilidad cognitiva. In: MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA NACION ARGENTINA. *Libro del Proyecto de Articulación Universidad-Enseñanza Media*. Salta: Editora da Universidade de Salta, 2006. p. 128–143.
- LEÃO, M. B. C.; VERAS, U. O modelo webquest no processo de ensino-aprendizagem: uma análise à luz da teoria da flexibilidade cognitiva. In: *Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Bauru: [s.n.], 2005.
- LEÃO, M. B. C.; VILLAROUÇO, V. Softwares educacionais como auxiliares no ensino de ciências: uma avaliação sob o enfoque da teoria da flexibilidade cognitiva. In: *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC)*. Bauru: [s.n.], 2003.
- LÉVY, P. *As tecnologias da inteligência: o futuro da inteligência coletiva na era da informática*. São Paulo: Editora 34, 1996. 203 p. ISBN 8585490152.
- LÉVY, P. *Cibercultura*. São Paulo: Editora 34, 1999. 260 p. ISBN 8573261269.
- LIMA, M. C.; CARDOSO, C. Cognitive flexibility hypertexts: An alternative to harvard-style case studies. In: *I Congresso Anual de Tecnologia da Informação. I CATI*. São Paulo: [s.n.], 2004.
- LIMA, M. C.; KOEHLER, M.; SPIRO, R. J. Cognitive flexibility hypertexts and the development of creative and critical thinking in business education: The panteon project. In: *XXVIII Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação em Administração (ENANPAD)*. Anais. Curitiba: [s.n.], 2004.
- MAGALHÃES, M. *Aprendizagem colaborativa versus aprendizagem individual em aula de Língua Inglesa: diferenças de desempenho na utilização de um hipertexto de flexibilidade cognitiva*. Dissertação (Mestrado) — Universidade do Porto, Porto, 2002.

- MARCHIONINI, M. Hypermedia and learning: Freedom and chaos. In: *Educational Technology*. NJ USA: Englewood Cliffs, 1988. v. 28, n. 11, p. 8–12. ISSN 0013-1962.
- MARQUES, C. *Concepção e Desenvolvimento de um Sistema Hipermédia em Contexto Educativo*: aplicação da teoria da flexibilidade cognitiva à arquitectura de computadores. Dissertação (Mestrado em Comunicação Educacional Multimédia) — Universidade Aberta, 2002.
- MARQUES, C. G. C.; CARVALHO, A. A. A. Aprender arquitectura de computadores através de um hiperdocumento: reacções dos alunos aos princípios da teoria da flexibilidade cognitiva. In: PÉREZ, J. S. (Ed.). *Artículos Revisados del VI Simpósio Internacional de Informática Educativa (SIIE 2004)*. Cáceres: Universidad de Extremadura, 2004. ISBN 84-7723-653-4.
- MARQUES, C. G. C.; CARVALHO, A. A. A. O fórum como meio de reflexão na aprendizagem do módulo de arquitectura de computadores. In: MENDES, A.; COSTA, I. P. R. (Ed.). *Simposio Internacional de Informática Educativa*. Leiria: Escola Superior de Educação de Leiria, 2005. p. 183–188.
- MATTA, A. E. R. Transurbanidades e ambientes colaborativos em redes de computadores. In: *Revista da FAEEDA: Educação e Contemporaneidade*. Salvador: [s.n.], 2002. v. 11, n. 18, p. 383–389.
- MERRIL, D. Constructivism and instructional design. In: *Educational Technology*. [S.l.: s.n.], 1991. XXXI, n. 5, p. 45–53.
- MISHRA, P.; SPIRO, R. J. Multiple representations of the periodic system: A cognitively based multimedia hypertext. In: *Annual Meeting of the American Educational Research Association*. San Diego: University of Illinois of Urbana-Champaign, 1998.
- MOLLO, S. *L'école dans la société: psychosociologie des modèles éducatifs*. Paris: Dunod, 2005.
- MOORE, M. G.; KEARSLEY, G. *Educação a Distância: uma visão integrada*. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- MOREIRA, A. *Desenvolvimento da flexibilidade cognitiva dos alunos-futuros-professores: uma experiência em didáctica do inglês*. Tese (Doutorado) — Universidade de Aveiro, Aveiro, 1996.
- MOREIRA, A. A.; ALMEIDA, P.; RAPOSO, R. *DIDAKTOS*: Didactic instructional design for the acquisition of knowledge and transfer to other situations. (CD-ROM) v.1.0 (beta). Aveiro: Universidade de Aveiro, 2001.
- MOREIRA, A. A.; ALMEIDA, P.; RAPOSO, R. *DidaktosOnLine*: Projecto radical, aveiro digital. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2005.
- MORIN, E. *Introdução ao pensamento complexo*. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 2007. 120 p.
- NURMI, S.; JAAKKOLA, T. *Problems Underlying the Learning Object Approach*. [S.l.]: E-Learning News, 2006.

- O'REILLY, T. What is web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. In: . [s.n.], 2005. Disponível em: <<http://www.oreillynet.com/lpt/a/6228>>. Acesso em: 13 jan. 2008.
- PEDRO, L. A. *Construção de materiais didáticos por recurso a um hipertexto de flexibilidade cognitiva: um estudo multidimensional contrastando professores experientes e não experientes*. Tese (não publicada) — Universidade de Aveiro, Aveiro, 2005.
- PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. *Programa de Educação a Distância*. Recife, PE, 2007. 120 p.
- PERRENOUD, P. Formar professores em contextos sociais em mudança prática reflexiva e participação crítica. In: CATANI, D. B. (Trad.). *XXII Reunião Anual da ANPEd*. Genebra: Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação. Universidade de Genebra, 1999.
- PETERS, O. *A Educação a distância em transição: tendências e desafios*. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2001.
- POLAK, Y. N. S. A avaliação do aprendiz em ead. In: LITTO F. M.; FORMIGA, M. M. M. (Ed.). *Educação a distância: o estado da arte*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.
- PORTAL, L. L. F. Educação a distância: uma opção estratégico-metodológica em busca de espaços de distância ou de relacionamento para a aprendizagem. 2001.
- PRIMO, A. O aspecto relacional das interações na web 2.0. In: *XXIX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação. Anais*. Brasília: [s.n.], 2006. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/limc/PDFs/web2.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2007.
- REZENDE, F.; COLA, C. S. D. Hipermídia na educação: Flexibilidade cognitiva, interdisciplinaridade e complexidade. In: FACULDADE DE EDUCACAO. *publicacion — Ensaio: Pesquisa em educação em ciências*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2004. v. 6, n. 2. ISSN 1415-2150. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br:8080/ensaio/v6_n2/rezendeecola.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2008.
- RODRIGUES, A. P. O processo de avaliação do ensino e aprendizagem em educação a distância. Rio Grande do Sul, mai. 2000.
- ROUET, J. F.; LEVONEN, J. L. Studying and learning with hypertext: empirical studies and their implications. In: ROUET, J. F. *et al.* (Ed.). *Hypertext and cognition*. [S.l.]: Erlbaum, 1996.
- SANTANCHÉ, A.; BRAGA, C.; SOUSA, M. C. *Manual em EAD*. Salvador, 2000.
- SCHULZ, P. A. B. Nanociência de baixo custo em casa e na escola. In: *Física na Escola*. Campinas: Instituto de Física, Universidade Estadual de Campinas, 2007. v. 8, n. 1.
- SKINNER, B. F. The science of learning and the art of teaching. In: *Harvard Educational Review*. Harvard: [s.n.], 1954. p. 86-87.

- SOUSA, A. *Aplicação da Teoria da Flexibilidade Cognitiva ao 1º Ciclo do Ensino Básico: um estudo sobre a qualidade do ambiente*. Dissertação (Mestrado em Educação, área Tecnologia Educativa, Instituto de Educação e Psicologia) — Universidade do Minho, Braga, 2004.
- SPIRO, R. *et al.* Knowledge acquisition for application: Cognitive flexibility and transfer in complex content domains. In: BRITTON, B. C.; GLYNN, S. M. (Ed.). *Executive Control in Process in Reading*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1987. p. 177–199.
- SPIRO, R. J. *et al.* Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. In: STEFFE, L. P.; GALE, J. E. (Ed.). *Constructivism in education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1995. p. 85–107.
- SPIRO, R. J.; JEHNG, J. Cognitive flexibility and hypertext: Theory and technology for the non-linear and multidimensional traversal of complex subject matter. In: NIX, D.; SPIRO, R. J. (Ed.). *Cognition, Education, and Multimedia*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1990. p. 163–205.
- TAROUCO, L. Educação a distância: tecnologias e métodos para implantação e acompanhamento. In: *Anais do Workshop Internacional sobre Educação Virtual*. Fortaleza: [s.n.], 1999.
- TEIXEIRA, A. N.; BECKER, F. Novas possibilidades da pesquisa qualitativa via sistemas CAQDAS. In: *Sociologias, Metodologias Informacionais*. Porto Alegre: UFRGS, IFCH, 2001. p. 96–97.
- TOFFLER, A. A. *A terceira vaga*. Lisboa: Livros do Brasil, 1980.
- TOMA, H. E. *O mundo nanométrico: a dimensão do novo século*. São Paulo: Oficina de textos, 2004.
- VIANNA, D. M.; ARAÚJO, R. S. Buscando elementos na internet para uma nova proposta pedagógica. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Thomson, 2004. p. 135–151.
- VINCENT, G. *L'éducation prisonnière de la forme scolaire*. [S.l.]: Presses Universitaires de Lyon, 1994.
- WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. In: WILEY, D. A. (Ed.). *The Instructional Use of Learning Objects: Digital Learning Environments Research Group*. Utah State University. Logan: The Edumetrics Institute, 2000.
- WITTGENSTEIN, L. *Tratado lógico-filosófico: Investigações filosóficas*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1987.
- ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

APÊNDICE A – Questionário preliminar (Formulário on-line)

Escola Estadual Professora Odete Antunes
Laboratório de Informática
Inscrição para participação no Experimento **Paradigma dos Nanicos**

Olá,

Se você tem interesse em participar do Experimento “Paradigma dos Nanicos” lembre-se que é necessário ter uma conta de e-mail válido, caso você ainda não tenha e-mail, acesse algum servido gratuito como gmail, yahoo, hotmail entre outros, mas não deixe de informar seu *e-Mail*.

* Obrigatório

NOME COMPLETO * (apenas primeira letra maiúscula)

Série/Turma/Turno

* 2AM

* 2BT

Faixa etária * sua idade

* 10 a 15 anos

* 16 a 20 anos

* 21 a 25 anos

* 25 a 30 anos

Informe seu endereço de e-mail * Para ser selecionado(a) você precisa ter uma conta de *e-Mail* válida.

Quero me inscrever para participar do experimento “Paradigma dos Nanicos”? *

* Sim

* Não

Indique o principal motivo pelo qual você gostaria de participar desse experimento. *

* Manusear o computador

* Por curiosidade

* Porque gosto de aprender

* Porque vale ponto

Quantas vezes você costuma acessar a Internet? *

* Raramente

* Alguma vez no mês

* Somente nos fins de semana

* Todos os dias

APÊNDICE B – Questionário de avaliação (Formulário on-line)

Escola Estadual Professora Odete Antunes
Laboratório de Informática
Experimento **Paradigma dos Nanicos**

Questionário de avaliação (aluno)

Questionário de avaliação utilizado no pré-teste e no experimento voltado à validação do hiperdocumento em estudo nesse experimento.

* Obrigatório

Nome (opcional)

Em relação às dimensões NANOMÉTRICAS, qual(is) do(s) itens abaixo se enquadram? * Lembre-se: 1 nm (nanômetro) = 0,000000001 metro

- Átomos e moléculas
- Formiga
- Calosidades da folha de lótus
- Vírus
- Hemáceas
- Fio de cabelo
- Baleia
- Ser humano

Em relação às dimensões MICROMÉTRICAS, qual(is) do(s) itens abaixo se enquadram? * Lembre-se: 1 μ m (micrômetro) = 0,000001 metro

- Átomos e moléculas
- Formiga
- Calosidades da folha de lótus
- Vírus
- Hemáceas
- Fio de cabelo
- Baleia
- Ser humano

Em relação às dimensões MÉTRICAS, qual(is) do(s) itens abaixo se enquadram? *

- Átomos e moléculas
- Formiga
- Calosidades da folha de lótus
- Vírus
- Hemáceas
- Fio de cabelo
- Baleia
- Ser humano

Se um único fio de cabelo medisse 1m de comprimento, verifique em quantos pedacinhos micrômetros (1 μ m) seria possível dividir. * Lembre-se: 1 μ m (micrômetro) = 0,000001 metro

- a) 1000
- b) 10000
- c) 100000
- d) 1000000

Existe alguma disciplina específica para estudar a Nanociência? *

Indique qual a menor estrutura ou objeto que você consegue observar a olho nú. *

E qual a maior estrutura ou objeto que você consegue observar a olho nú. *

Qual o melhor instrumento óptico? *

- a) O olho humano
- b) A lupa
- c) O microscópio

Justifique a sua resposta anterior. *

Como será a humanidade do futuro, que tipo de invento você sugere com base nos mini-casos estudados? *

O que temos para aprender com a Natureza? *

Em quais das situações abaixo, você considera que a Ciência imitou a Natureza? *

- Lupa
- Microscópios
- Vidros anti-embaçantes
- Tecidos auto-limpantes
- Guarda-chuva que não molha

Como base no que voce viu no hiperdocumento “Paradigma dos Nanicos”, comente o que você entende por Nanociência & Nanotecnologia, e, qual a importância de conhecer um pouco sobre o assunto? *