UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ELBY VAZ NASCIMENTO

***Feedback* com qualidade aplicado em um curso a distância de matemática financeira
baseado no modelo de *design* instrucional *ILDF online***

São Carlos

2009

ELBY VAZ NASCIMENTO

***Feedback* com qualidade aplicado em um curso a distância de matemática financeira
baseado no modelo de *design* instrucional *ILDF online***

São Carlos

2009

ELBY VAZ NASCIMENTO

***Feedback* com qualidade aplicado em um curso a distância de matemática financeira
baseado no modelo de *design* instrucional *ILDF online***

Dissertação apresentada ao Departamento de Engenharia
de Produção da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gestão do Conhecimento e
Sistemas de Informação
Orientador: Prof. Dr. José Dutra de Oliveira Neto

São Carlos

2009

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

N244f

Nascimento, Elby Vaz

Feedback com qualidade aplicado em um curso a distância de matemática financeira baseado no modelo de design instrucional ILDF online / Elby Vaz Nascimento ; orientador José Dutra de Oliveira Neto. -- São Carlos, 2009.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Gestão do Conhecimento e Sistemas de Informação) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2009.

1. Educação a distância. 2. *ILDF online*. 3. Teorias de aprendizagem. 4. *Communal knowledge*. 5. Avaliação formativa. 6. *Feedback*. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Bacharel **ELBY VAZ NASCIMENTO**.

Dissertação defendida e julgada em 27/08/2009 perante a Comissão Julgadora:

Prof. Dr. **JOSÉ DUTRA DE OLIVEIRA NETO (Orientador)**
(Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/USP)

Aprovado

Prof. Dr. **EDSON WALDIR CAZARINI**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovado

Prof. Dr. **ILDEBERTO APARECIDO RODELLO**
(Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/USP)

Aprovado

Prof. Associado **AQUILES ELIE GUIMARÃES KALATZIS**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção

Prof. Titular **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

Dedicatórias

À minha querida esposa, que não apenas compreendeu os momentos críticos dessa fase, mas também colaborou para que tudo fosse resolvido com tranquilidade e paciência. A você, Manoela, não dedico apenas o sucesso conquistado neste trabalho, mas também a minha vida e todo o meu futuro.

Aos meus pais, Nelson e Luzia, que me educaram e me ensinaram a encarar a vida com dignidade, honestidade, humildade e confiança. Não poderiam existir melhores pais do que vocês, por isso, dedico mais esta conquista, pois muitas outras ainda estão por vir.

Aos meus irmãos, Samuel e Gustavo, com quem dividi muitos anos da minha vida. Duas pessoas batalhadoras que merecem tudo que a vida está lhes oferecendo. Samuel e Gustavo, eu os admiro muito! Contem comigo sempre!

Agradecimentos

Ao Prof. Dutra, meu orientador, pela atenção, pela paciência e pelo aprendizado proporcionado nesses dois anos de estudo.

Ao verdadeiro amigo, Wesley, que sempre me incentivou a buscar novos desafios e que me ajudou a crescer profissionalmente.

Aos amigos de mestrado, Elenise e Roberval, com os quais iniciei essa árdua jornada. Os momentos tensos existiram, mas com a ajuda recíproca, chegamos à reta final.

Aos professores Dorival Milani e Alberto Senapeschi, pela oportunidade e confiança conferida, possibilitando a validação deste projeto.

Aos meus familiares, aos meus amigos e a todas as pessoas que acreditam no meu potencial e torcem pelo meu sucesso: muito obrigado!

Epígrafes

“Os professores abrem a porta, mas você deve entrar por você mesmo.”

Provérbio chinês

“Aprender com a experiência dos outros é menos penoso do que aprender com a própria.”

José Saramago

“Fale, e eu esquecerei; ensine-me, e eu poderei lembrar; envolva-me, e eu aprenderei.”

Benjamin Franklin

RESUMO

NASCIMENTO, E. V. (2009). ***Feedback com qualidade aplicado em um curso a distância de matemática financeira baseado no modelo de design instrucional ILDF online***. 2009. 131 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

A Educação a Distância tem como característica principal a separação temporal e espacial entre professor e aprendiz. Visando a aplicação de um ensino mais individualizado, esta pesquisa permitiu desenvolver um curso *online* de Matemática Financeira usando HP-12c, o qual contemplou o desenvolvimento, a implementação e a avaliação de um *feedback* personalizado, tempestivo e com qualidade. O curso foi baseado no modelo de *design* instrucional *ILDF* (*Integrative Learning Design Framework*) *online*, na avaliação formativa, nas teorias de aprendizagem (*behaviourism*, *cognitivism* e *socio-constructivism*) e no *communal knowledge*, que defende o fato de que os alunos novos podem aprender com as experiências dos alunos anteriores. O modelo *ILDF online* contempla três aspectos importantes para a elaboração de cursos a distância: modelo pedagógico, estratégias instrucionais e tecnologias instrucionais. A fim de facilitar a implantação das tecnologias instrucionais selecionadas, o Moodle© foi o ambiente virtual de aprendizagem escolhido. A metodologia utilizada neste estudo foi desenvolvida em duas fases: desenvolvimento e implementação do *feedback* e avaliação do *feedback*, na qual foi feito um acompanhamento dos alunos pertencentes à amostra pesquisada (grupo de alunos graduandos, pós-graduandos e profissionais da área financeira) através da coleta dos respectivos dados gerados acerca das atividades disponíveis no ambiente. O *feedback* também foi avaliado de acordo com as respostas dos alunos em uma entrevista realizada. A Educação a Distância mostrou um potencial significativo para que os cursos *online* sejam planejados e desenvolvidos de forma a alcançarem o objetivo do processo de ensino-aprendizagem. Para o exemplo utilizado neste estudo, 66% dos estudantes foram ajudados pelo *feedback* e, entre todos eles, 84% obtiveram evolução na avaliação somativa em relação à avaliação diagnóstica. Segundo os números demonstrados e os depoimentos dos alunos, este trabalho permitiu concluir que a aplicação do *feedback* demonstrou um grande potencial para a efetivação do aprendizado.

Palavras-chave: Educação a distância; *ILDF online*; Teorias de aprendizagem; *Communal knowledge*; Avaliação formativa; *Feedback*.

ABSTRACT

NASCIMENTO, E. V. (2009). ***Feedback com qualidade aplicado em um curso a distância de matemática financeira baseado no modelo de design instrucional ILDF online***. 2009. 131 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

Distance Education has as main feature a temporal and a spatial separation between teacher and learner. Aim to achieve a more individualized education, this research allowed develop an online course of Financial Math using HP-12c. The course contemplated development, implementation and evaluation of a customized, tempestive and quality feedback. The course was based on instructional design model called ILDF (Integrative Learning Design Framework) online, on formative assessment, on learning theories (behaviourism, cognitivism and socio-constructivism) and on communal knowledge, which believe that the new students maybe learn more with experiences from old students. The ILDF online model covers three important issues to elaborate a distance course: pedagogic model, instructional strategies and instructional technologies. The Moodle© was used as a learning management system to make easier to apply the instructional technologies chosen. The methodology used in this research was developed in two stagies: development and implementation of feedback and evaluation of feedback. On this last stage was done a monitoring of students who were included in the students group used in this research (undergraduate and post-graduate students and financial professionals). The monitoring was done by data collect generated by the activities available on the LMS. The feedback was also evaluated by data collected in interviews with the students. The Distance Education showed an important potential to ensure that the online courses to be planned and developed in the way to achieve the teaching-learning process goal. On the study case shown in this research, 66% of students was supported by feedback and, between all of them, 84% obtained improvement on the somative evaluation in comparison with diagnostic evaluation. In accordance with the result shown and the testimony of students, this research allowed to conclude that the use of feedback showed great potential to ensure that learning can be effective.

Keywords: *E-learning; ILDF online; Learning theories; Communal Knowledge; Formative assessment; Feedback.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estruturação temática do trabalho	21
Figura 2 – Arquitetura teórica do trabalho	23
Figura 3 – Ambientes de aprendizagem <i>online</i>	25
Figura 4 – <i>Overlapping theoretical underpinnings for e-learning</i>	26
Figura 5 – Desenvolvimento progressivo do <i>e-learning</i>	35
Figura 6 – Arquitetura dos Sistemas Educacionais Adaptativos	48
Figura 7 – Arquitetura dos Sistemas Inteligentes de Ensino	48
Figura 8 – Processo de desenvolvimento da aprendizagem <i>online</i>	51
Figura 9 – <i>ILDF online</i> : relação entre fases e componentes-chave	53
Figura 10 – Interseção e alinhamento das estratégias instrucionais	59
Figura 11 – Etapas para a construção da proposta	68
Figura 12 – Arquitetura para a implementação da proposta	69
Figura 13 – Composição da amostra por gênero	77
Figura 14 – Composição da amostra por escolaridade	77
Figura 15 – Etapas utilizadas para a implementação do <i>feedback</i>	79
Figura 16 – Arquitetura utilizada no curso de Matemática Financeira usando HP-12c	80
Figura 17 – Aplicação das fases e dos componentes do <i>ILDF online</i>	84
Figura 18 – <i>Feedback</i> personalizado para o acerto	93
Figura 19 – <i>Feedback</i> personalizado para o erro desconhecido	94
Figura 20 – <i>Feedback</i> personalizado para o erro conhecido	94
Figura 21 – <i>Feedback</i> personalizado aplicado no questionário do Módulo 1 - Introdução	97
Figura 22 – <i>Feedback</i> personalizado aplicado no questionário do Módulo 2 – Juros Simples	97
Figura 23 – <i>Feedback</i> personalizado aplicado no questionário do Módulo 3 – Juros Compostos	98
Figura 24 – <i>Feedback</i> personalizado aplicado no questionário do Módulo 4 – Descontos Simples	98
Figura 25 – Aproveitamento dos grupos no Módulo 1 - Introdução	99
Figura 26 – Aproveitamento dos grupos no Módulo 2 – Juros Simples	99
Figura 27 – Aproveitamento dos grupos no Módulo 3 – Juros Compostos	100
Figura 28 – Avaliação diagnóstica x avaliação somativa	101
Figura 29 – Tela inicial do curso: ambiente do aluno	113
Figura 30 – Tópicos de discussão	113

Figura 31 – Fórum de discussão	114
Figura 32 – Comentário do aluno	114
Figura 33 – Tela para <i>upload</i> de arquivos.....	115
Figura 34 – Tela inicial do curso: ambiente do professor.....	116
Figura 35 – Controle de notas	116
Figura 36 – Definição de notas	117
Figura 37 – Aproveitamento do aluno	117
Figura 38 – Opções do professor no módulo Questionário	118
Figura 39 – Criação do questionário: parte 1	118
Figura 40 – Criação do questionário: parte 2.....	119
Figura 41 – Ver resultados	121
Figura 42 – Gráfico de evolução.....	122
Figura 43 – Definição de fórmulas erradas: parte 1	123
Figura 44 – Definição de fórmulas erradas: parte 2.....	123
Figura 45 – Opções do aluno	124
Figura 46 – Lista de questionários	124
Figura 47 – Questões.....	125
Figura 48 – Tabela de respostas: fórmula correta	126
Figura 49 – Tabela de respostas: fórmula errada desconhecida.....	126
Figura 50 – Tabela de respostas: fórmula errada conhecida.....	127
Figura 51 – DFDA nível 0	128
Figura 52 – DFDA nível 1	129
Figura 53 – DFDA nível 2	129
Figura 54 – DFDA nível 3 - acerto	130
Figura 55 – DFDA nível 3 – erro desconhecido	130
Figura 56 – DFDA nível 3 – erro conhecido	131

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de avaliação e suas respectivas características	37
Quadro 2 – Estágios x Fases do <i>ILDF online</i>	52
Quadro 3 – Mapeamento das estratégias instrucionais para os modelos pedagógicos e para as tecnologias e características <i>web</i>	60
Quadro 4 – Modelos pedagógicos x Tecnologias instrucionais x Constructos teóricos	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Definição das novas regras.....	72
Tabela 2 – Tipologia da pesquisa.....	75
Tabela 3 – Características do modelo pedagógico, estratégias e tecnologias instrucionais	83
Tabela 4 – Exemplo de algumas regras cadastradas antes do início do curso	86
Tabela 5 – <i>Feedback</i> personalizado na construção do conhecimento dos alunos	96

SUMÁRIO

1. Introdução	17
1.1 Distribuição temática e estrutura do trabalho	20
2. Fundamentação teórica	23
2.1 Teorias de aprendizagem	24
2.1.1 Teoria da aprendizagem comportamental (<i>Behaviourism</i>).....	27
2.1.2 Teoria da aprendizagem cognitiva (<i>Cognitivism</i>).....	28
2.1.3 Teoria da aprendizagem socioconstrutivista (<i>Socio-constructivism</i>)	31
2.1.3.1 <i>Communal knowledge</i>	33
2.2 Avaliação	36
2.2.1 Unidades de aprendizagem, processo e análise da avaliação formativa.....	40
2.2.2 A previsão dos resultados da avaliação somativa através da avaliação formativa..	42
2.3 Feedback	42
2.4 A tecnologia na educação	44
2.4.1 Sistemas de Aprendizagem Assistidos por Computador.....	46
2.5 Modelo de design instrucional.....	49
2.5.1 Fase Exploração.....	54
2.5.2 Fase Promulgação.....	54
2.5.2.1 Modelos pedagógicos e características pedagógicas	54
2.5.2.2 Estratégias instrucionais	57
2.5.2.3 Tecnologias instrucionais	60
2.5.3 Fase Avaliação.....	64
2.6 O ensino de matemática nos dias de hoje	65
3. Proposta de desenvolvimento e implementação de um <i>feedback</i> personalizado, tempestivo e com qualidade.....	68
3.1 Implementação de um curso a distância (baseado no modelo ILDF online) constituído pelo feedback com qualidade	68
3.1.1 E1 – Elaboração do curso	69
3.1.2 E2 – Cadastro das primeiras regras na base de conhecimento do ambiente.....	70
3.1.3 E3 – Realização do curso	70
3.1.4 E4 – Avaliação formativa e <i>feedback</i>	71
3.1.5 E5 – Geração de novas regras e incorporação à base de conhecimento atual.....	72
4. Metodologia.....	74
4.1 Categorização da pesquisa.....	74

4.2 Local, período e aspectos éticos.....	76
4.3 Amostra.....	76
4.4 Procedimentos para a coleta de dados.....	77
4.5 Fases da investigação	78
4.5.1 Fase 1: desenvolvimento e implementação do <i>feedback</i> com qualidade no curso <i>online</i> de Matemática Financeira usando HP-12c baseado no modelo <i>ILDF online</i>	79
4.5.2 Fase 2: avaliação do <i>feedback</i> com qualidade no curso de Matemática Financeira usando HP-12c	91
5. Resultados e análise dos resultados	93
5.1 Fase 1: desenvolvimento e implementação do feedback com qualidade no curso online de Matemática Financeira usando HP-12c baseado no modelo ILDF online.....	93
5.2 Fase 2: avaliação do feedback com qualidade no curso de Matemática Financeira usando HP-12c	95
6. Considerações finais	103
7. Referências bibliográficas.....	106
APÊNDICE A - Fórum.....	113
APÊNDICE B - <i>Assignment</i>	115
APÊNDICE C - Questionário	118
APÊNDICE D – Diagrama de fluxo de dados adaptado	128

1. Introdução

A forma tradicional de ensino ainda é a mais aplicada em diversas instituições brasileiras. Ela consiste, basicamente, de um professor, de vários alunos e de uma instituição de ensino. Presentes em uma sala de aula, o professor adota um papel ativo e passa o seu conhecimento para os alunos; cada aluno, por sua vez, recebe essas informações de forma passiva. Em geral, uma das características dessa forma de ensino é seguir uma metodologia unidirecional (professor $\rightarrow$ aluno), impedindo que o aluno tenha uma participação ativa e flexível (Dib, 1988). Conforme comentado por Vasconcellos, Oliveira e Berbel (2006), ela caracteriza-se como uma prática limitada ao tempo e ao espaço da sala de aula. A instituição prevê em seu regulamento acadêmico um sistema de avaliação vinculado a notas e procedimentos inerentes aos processos de aprovação e reprovação, justificando práticas de avaliação pontuais que supervalorizam a nota.

Acredita-se que, para os dias de hoje, essa forma de transmissão de conhecimento não seja mais suficiente para atender as necessidades da sociedade. Entende-se que o ensino deva ser emoldurado de outra forma, centrado no aluno, possibilitando que ele próprio conduza o seu conhecimento. Silva (2007) descreve que os modelos dessa nova forma de ensino têm evoluído no sentido de ofertar ao aluno condições para que exercite sua autonomia de aprendizagem, sua capacidade de selecionar informações e transformá-las em conhecimento, bem como sua capacidade de solucionar problemas relacionados ao seu contexto social, cultural e, sobretudo, profissional.

Assim, segundo Barreto (2004), os docentes devem deixar de ser os principais depositários do conhecimento, passando a ser consultores metodológicos e animadores de grupos de trabalho. Essa estratégia tenderá a reformular os objetivos da educação, fazendo que a escola rompa com a sua forma histórica presente a fim de fazer frente aos novos desafios, pois, conforme Hamilton (2002), a aprendizagem tende a ocorrer mais por iniciativa do estudante do que do professor, acarretando na morte agônica dos horários rígidos.

Outra forma de ensino, na qual se baseia este estudo, segue uma metodologia bidirecional (professor $\leftrightarrow$ aluno), não contígua, não presencial e abrange um processo de ensino chamado Educação a Distância. Através desse processo, pode-se perceber uma metodologia flexível capaz de se adaptar às necessidades e aos interesses do aluno (Dib, 1988).

Krammer (1990) define Educação a Distância como

[...] uma forma de ensino que possibilita a auto-aprendizagem com a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes de informação, utilizados isoladamente ou combinados e veiculados pelos meios de comunicação, dando destaque a elementos de abertura à democratização do ensino e autonomia do indivíduo.

Valente (2006) diz que a pedagogia por trás dessa abordagem é a de exploração autodirigida ao invés da instrução explícita e direta. Os proponentes dessa filosofia de ensino defendem a ideia de que a criança, por exemplo, aprende melhor quando é livre para descobrir relações por ela mesma, ao invés de ser ensinada.

A liberdade adquirida pelo aluno nessa forma de ensino tem como objetivo fazer que o mesmo aprenda o conteúdo proposto de uma forma natural, respeitando, assim, suas características de aprendizagem. Nesse caso, o aluno aprende a aprender, tornando-se mais independente em relação ao professor e, conseqüentemente, atingindo os objetivos de acordo com seu perfil. Sobretudo, a essência dessa forma de ensino é possibilitar ao aluno adquirir os conhecimentos da mesma forma como se aprende andar de bicicleta ou dirigir um automóvel, isto é, de forma natural.

Nas primeiras experiências em Educação a Distância, quando os cursos ainda eram oferecidos por correspondência, as atividades eram baseadas na transmissão de informação e calcadas no cumprimento de objetivos. Na época, esse modelo de ensino repercutiu muito negativamente na aceitação da Educação a Distância, pois em seus processos eram identificados os elementos do modelo “fordista” da produção industrial. Com o acompanhamento das mudanças sociais, novas concepções pedagógicas de ensino e aprendizagem passam a influenciar projetos e programas na modalidade a distância. A ênfase que era dada à transmissão de informação e ao cumprimento de objetivos foi substituída pelo apoio à construção do conhecimento e aos processos reflexivos (Barbosa e Rezende, 2006).

A partir daí, como destacam Primo, Furtado e Duarte (2004), a Educação a Distância passou a beneficiar milhares de pessoas em todos os lugares, pois evoluiu-se (da carta para o *e-mail*, do rádio ao pé do ouvido para a videoconferência), modernizou-se e ganhou tecnologia. Reiser (2001a) relata que, pouco antes de os microcomputadores se tornarem disponíveis ao público em geral, o entusiasmo em torno dessa ferramenta levou o crescente interesse em utilizar computadores para fins instrucionais. Muitos educadores foram atraídos pelos computadores por serem relativamente pouco dispendiosos e compactos o suficiente para o uso diário, fornecendo as mesmas funções que antes só eram fornecidas pelos

computadores enormes utilizados até então. Como outras mídias que já tinham sido lançadas e causado certo impacto nas práticas educacionais (rádio, televisão...), o computador também gerou essa expectativa. Hoje, no entanto, as preocupações concentram-se em fazer que a Educação a Distância se concretize através da internet, cujo canal está sendo muito utilizado para tal objetivo.

Atualmente, a internet tem sido vista como um meio de fornecimento de instrução e informação a baixo custo relativo. Em muitos casos, o fácil acesso aos computadores possibilita aos aprendizes receberem instruções quando e onde eles precisam. A Educação a Distância realizada através da internet tem sido vista como um método de baixo custo para o fornecimento de instruções aos estudantes que, mesmo com suas peculiaridades (emprego, responsabilidade familiar e geografia), são capazes de recebê-la. Um significativo avanço da internet tem proporcionado um rápido crescimento e interesse em propósitos instrucionais por esse tipo de tecnologia (Reiser, 2001a).

A partir do momento em que os computadores e a internet começaram a ser utilizados para fins educacionais com mais frequência, alguns *softwares* passaram a ser desenvolvidos especificamente para esse fim. Denominados como “ambientes virtuais de aprendizagem”, eles foram construídos a fim de auxiliar o processo da Educação a Distância visando à melhora no papel de todas as partes envolvidas. Pires e Veit (2006) denominam ambiente virtual de aprendizagem como sendo “uma relação triádica entre o educador, os materiais educativos e o estudante a fim de propiciar a interação estudante-professor, estudante-estudante e estudante-objeto de conhecimento”.

Os ambientes de aprendizagem existentes suportam diversas atividades a fim de propiciarem o conhecimento aos alunos. Além das atividades disponibilizadas através dos ambientes, deve existir também uma forma de avaliar os alunos e, por conseguinte, obter as informações necessárias para saber se o aluno realmente adquiriu o conhecimento. Segundo Piletti (1987): “avaliação é um processo contínuo de pesquisas que visa interpretar os conhecimentos, as habilidades e as atitudes dos alunos, tendo em vista mudanças esperadas no comportamento”. Os tipos de avaliação existentes são:

- (a) diagnóstica: visa identificar as competências do aluno e adequá-lo em um grupo ou nível de aprendizagem;
- (b) formativa: se preocupa com a coleta de dados para a reorientação do processo de ensino-aprendizagem (bússola orientadora);
- (c) somativa: representa uma apresentação concentrada dos resultados obtidos.

Independentemente das atividades disponibilizadas e do(s) tipo(s) de avaliação empregado(s) no curso, este trabalho visa tornar a Educação a Distância uma forma de ensino confiável e presente no dia a dia dos brasileiros. Visa também, através da tecnologia, auxiliar a prática da avaliação formativa e do *feedback* e tornar efetivo o aprendizado do aluno. É importante relatar que se pretende empregar a tecnologia utilizando um modelo pedagógico e algumas estratégias educacionais apropriados. Além disso, este estudo também pretende mostrar a relação existente entre a tecnologia empregada e o processo de ensino-aprendizagem.

Tendo em vista o contexto apresentado, este trabalho tem como objetivo principal avaliar o uso do *feedback* de qualidade em um curso a distância de Matemática Financeira usando o modelo de *design* instrucional *ILDF online*. Para alcançar esse objetivo, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- (a) elaborar um curso *online* de acordo com o modelo de *design* instrucional adotado e com as teorias de aprendizagem comportamental, cognitiva, socioconstrutivista e *communal knowledge*;
- (b) cadastrar algumas regras, provenientes de cursos anteriores, na base de conhecimento do ambiente de aprendizagem;
- (c) implementar o sistema de *feedback* com qualidade;
- (d) oferecer o curso com a prática da avaliação formativa e do *feedback*;
- (e) analisar os resultados e avaliar o uso do *feedback* com qualidade pelos alunos durante o curso;
- (f) gerar dados para análise e elaboração de novas regras obtidas com a realização do curso de tal forma a possibilitar a incorporá-las na base de conhecimento atual.

1.1 Distribuição temática e estrutura do trabalho

Na Figura 1 – Estruturação temática do trabalho são mostradas as seções que fazem parte deste estudo.

Capítulo 1: Introdução
Capítulo 2: Fundamentação teórica
2.1 Teorias de aprendizagem
2.2 Avaliação
2.3 <i>Feedback</i>
2.4 A tecnologia na Educação
2.5 Modelos de <i>design</i> instrucional
Capítulo 3: Proposta de aplicação de um <i>feedback</i> personalizado, tempestivo e com qualidade
Capítulo 4: Metodologia
Capítulo 5: Resultados e análise dos resultados
Capítulo 6: Considerações finais
Capítulo 7: Referências bibliográficas

Figura 1 – Estruturação temática do trabalho

Na introdução, especificada no capítulo 1, foram descritas características de duas diferentes formas de ensino. Foi descrita também a relevância de aplicar a Educação a Distância através dos ambientes virtuais de aprendizagem utilizando os recursos da internet, bem como a importância da avaliação como forma de efetivar a aprendizagem. Tendo em vista o exposto, foi construído o objetivo deste estudo como forma de contribuir para a melhora da qualidade do ensino de matemática financeira.

No capítulo seguinte, intitulado Fundamentação Teórica, foram citadas as teorias de aprendizagem que darão suporte ao trabalho, entre as quais se encontram: (a) a teoria da aprendizagem comportamental (*behaviourism*), cujo objetivo é disponibilizar ao aluno fontes de reforço no momento em que o erro foi cometido; (b) a teoria da aprendizagem cognitiva (*cognitivism*), que visa fazer que o aluno aprenda de acordo com seu perfil, respeitando suas características e seu estilo de aprendizagem e (c) a teoria da aprendizagem socioconstrutivista (*socio-constructivism*), que objetiva consolidar o conhecimento do aluno através de interações com os outros estudantes – e também com o professor - através de atividades colaborativas. Como uma extensão da última teoria citada, foram descritas também características do *communal knowledge*, que defende a hipótese de que os alunos do curso atual possam aprender com o conhecimento armazenado de alunos participantes de cursos anteriores. Dessa forma, acredita-se que o conhecimento possa ser construído ao longo do tempo. Outra teoria

importante para este estudo é a avaliação formativa. Através dela, o professor terá condições de avaliar o aluno durante todo o período do curso, efetuando o *feedback* necessário para a construção do seu conhecimento. O *feedback* é importante principalmente para motivar o aluno durante o curso, corrigir seus erros, consolidar o conhecimento nos acertos e sanar suas dúvidas. A tecnologia também servirá de base para a construção deste trabalho, pois, quando atrelada à educação, oferece muitos recursos que não devem ser dispensados. Sobretudo, não é possível obter um ensino de qualidade utilizando apenas a tecnologia. Estudiosos dizem que, mais importante do que ela, está o modelo de *design* instrucional, que deve servir de infraestrutura para qualquer projeto de curso. Assim, procurar-se-á agregar qualidade e efetividade de ensino no curso em questão.

O capítulo 3 apresenta a proposta do desenvolvimento e implementação do *feedback* personalizado, tempestivo e com qualidade, o qual objetiva demonstrar que o *feedback* aplicado nos acertos e nos erros dos alunos possa contribuir para a construção do conhecimento.

Na metodologia foram descritas as etapas necessárias para o alcance do objetivo proposto, bem como a forma que elas foram desenvolvidas para o sucesso deste estudo. Ressaltando, a metodologia descreve os procedimentos tomados para a aplicação do *feedback* com qualidade especificamente para o curso em questão.

O capítulo referente aos resultados e à análise dos resultados explicita os dados resultantes da aplicação do *feedback* com qualidade tratado no capítulo anterior, cuja visualização foi facilitada através de gráficos.

No capítulo referente às considerações finais foram descritas todas as conclusões, deduções e desfecho obtidos com o término deste trabalho. Além disso, optou-se também por descrever as contribuições deste estudo, bem como alguns possíveis trabalhos futuros.

Por fim, o último capítulo reúne as referências bibliográficas que propiciaram a construção deste trabalho.

2. Fundamentação teórica

Figura 2 – Arquitetura teórica do trabalho

A Figura 2 ilustra a arquitetura teórica a ser trabalhada neste trabalho. O modelo de *design* instrucional *ILDF online* engloba modelos pedagógicos construtivistas, estratégias instrucionais e tecnologias instrucionais de aprendizagem. Embora o modelo de *design* instrucional *ILDF online* aborde modelos pedagógicos construtivistas, os autores Dabbagh e Bannan-Ritland (2005) comentam a possibilidade da escolha de vários modelos pedagógicos de teorias de aprendizagem diferentes - como *behaviourism*, *cognitivism*, entre outras – a fim de que o sucesso do processo de ensino-aprendizagem seja atingido.

Todo o modelo, representado pela elipse maior, servirá como suporte para a aplicação da avaliação formativa e do *feedback*, ambos trabalhados como os aspectos principais nesta pesquisa. Em suma, adotou-se como pilares deste trabalho: modelo instrucional *ILDF online*, avaliação formativa, *feedback*, teorias de aprendizagem e *communal knowledge*.

2.1 Teorias de aprendizagem

Esta seção mostra a importância, bem como a relação, das teorias de aprendizagem a serem utilizadas para a construção deste trabalho. Dessa forma, este trabalho visa abranger os aspectos relevantes de cada teoria, fazendo que elas sejam utilizadas em conjunto, não contemplando uma única teoria de forma isolada.

Souza (2003), que considera a educação uma área interdisciplinar e aplicada, critica duramente a prática da adoção de uma única teoria como referência ímpar para a prática pedagógica. Assim sendo, ela propõe, como uma conduta correta, um estudo aprofundado de várias e diferentes perspectivas, as quais devem contribuir no real entendimento do processo educativo.

Partidariamente à autora, Bechara e Haguenauer (2007) dizem que o amplo espectro de teorias da instrução provenientes de algumas contribuições deu origem aos três paradigmas dominantes de ensino-aprendizagem: o comportamental (estímulo-resposta, reforço ao comportamento), o cognitivo (processamento da informação, condições de aprendizagem) e o socioconstrutivo (aprendizagem colaborativa).

Não obstante, Johnson e Aragon (2003) descrevem que os ambientes de aprendizagem *online* devem ser compostos por elementos da teoria da aprendizagem comportamental (usando o reforço positivo e a repetição), da teoria da aprendizagem cognitiva (abordando múltiplos sentidos, apresentando novas informações de formas motivacionais, limitando a simples informação apresentada e conectando a nova informação para priorizar o conhecimento) e da teoria da aprendizagem socioconstrutiva (encorajando a interação em grupo e o *feedback* pessoal), conforme Figura 3:

Figura 3 – Ambientes de aprendizagem online

Fonte: Johnson e Aragon (2003)

Entende-se que, através da Figura 3, cada elipse contornada com traço sólido represente uma característica de determinada teoria. Cada característica pode ser trabalhada de várias formas como, por exemplo, a elipse “*encourage social interaction* (promover interação social)” pode ser inserida no ambiente de aprendizagem através de discussão nos fóruns, *chats*¹, *wikis*², dentre outras ferramentas síncronas e assíncronas. A elipse maior – delimitada com traço pontilhado – representa o ambiente de aprendizagem que, de uma só vez, pode contemplar todas as características (elipses sólidas) e, por conseguinte, todas as teorias em questão.

Essas teorias, porém, vêm sofrendo uma evolução. De acordo com Holmes e Gardner (2006), nos últimos cem anos, as teorias de aprendizagem vêm progredindo. Começou com o “*behaviourism*” (aprendizagem comportamental), desenvolveu-se através do “*cognitivism*” (aprendizagem cognitiva) e, enfim, chegou ao “*socio-constructivism*” (aprendizagem social e construtiva). Indiscutivelmente, todas as três perspectivas ocorrem à medida do contexto da aprendizagem, com muitos *overlaps* (sobreposições) nas atividades, cujo objetivo é alavancar o conhecimento dos aprendizes. A Figura 4 mostra, diferentemente da Figura 3, a ocorrência da sobreposição entre as teorias:

¹ Forma de comunicação através de rede de computadores, similar a uma conversação, na qual se trocam, em tempo real, mensagens escritas; bate-papo *online*.

² Identificam um tipo específico de coleção de documentos em hipertexto ou o *software* colaborativo usado para criá-lo.

Figura 4 – Overlapping theoretical underpinnings for e-learning
 Fonte: Holmes e Gardner (2006)

A Figura 4 também mostra a importância da utilização das teorias em conjunto, porém ressaltando a importância da relação entre as atividades de cada uma delas. Entende-se que exista uma relação não apenas entre as teorias, mas também entre suas características. Por exemplo: a partir de uma instrução, é possível participar de uma interação social (*collaborative learning*) para conseguir, por tentativa e erro (*trial and error*), solucionar determinado problema (*problem solving*). O mais importante é que, independentemente das características relacionadas, o objetivo sempre seja o aprendizado – representado pela parte escura localizada no centro da Figura 4.

Deve-se destacar o fato de que um ambiente de aprendizagem não deva ser limitado, mas sim oferecer condições e recursos para que novos recursos possam ser desenvolvidos em busca da evolução do aprendizado. A seguir, serão descritas as características, bem como a importância, de cada uma das teorias.

2.1.1 Teoria da aprendizagem comportamental (*Behaviourism*)

Essa teoria é, segundo Holmes e Gardner (2006), uma das mais antigas e amplamente entendidas das três principais teorias de aprendizagem na Educação a Distância (*behaviourism*, *cognitivism* e *socio-constructivism*). Um dos proponentes mais conhecidos dessa abordagem - John Broadus Watson – foi quem concedeu o termo e foi o “behaviorista” mais extremo, afirmando com veemência a ideia de que a mente e a consciência de uma pessoa não poderiam ser usadas para explicar comportamentos. Em essência, o “*behaviourism*” clássico defende que certos estímulos produzem as reações necessárias em um ser humano. Dessa maneira, uma pessoa pode aprender um comportamento (conduta) em particular, o qual se manifestará no futuro quando apresentado a um estímulo ou a uma experiência apropriada. Essa teoria de aprendizagem tornou-se dominante com a utilização de estímulos seguidos de reforço ou punições.

Bechara e Hagenauer (2007) descrevem que, através da psicologia comportamental, foi proposta a utilização das “máquinas de ensinar” e dos “materiais programados”. Enfatizaram que a máquina em si, naturalmente, não ensina; ela simplesmente deixa o estudante em contato com a pessoa que preparou o material apresentado pela máquina e explica que o êxito das máquinas depende do material didático que nelas for usado. Além da construção ordenada do programa e da utilização de técnicas - como sugerir, dar a entender e apontar (todas elas derivadas da análise do comportamento verbal) - o método enfatiza o *feedback* imediato através do reforço ao aluno para cada resposta.

Assim, Holmes e Gardner (2006) defendem que os tutoriais podem ser perfeitamente enquadrados no “*behaviourism*”, especialmente em sistemas que pressupõem ensinar o conteúdo através da apresentação do tutorial seguida de avaliação do aprendizado através de questões. Se os estudantes não obtiverem sucesso, isto é, responderem algumas questões incorretamente, os sistemas mais simples os colocam frente ao tutorial novamente, enquanto os sistemas mais desenvolvidos lhes dão uma extensão para o trabalho (por exemplo, mais tutoriais ou fontes externas de referência). A recompensa dessa teoria de aprendizagem inclui o progresso para a próxima fase, enquanto as sanções incluem repetição ou realização da extensão das tarefas.

O autor defende a importância dada ao *feedback* imediato, o qual propicia a intervenção do professor (ou do sistema) no momento em que o aluno cometeu o erro,

redirecionando-o para a teoria, proporcionando-lhe um novo estudo e, posteriormente, uma nova tentativa para o aprendizado.

A próxima seção descreve sobre outra teoria que fundamenta este trabalho - o *cognitivism*. Não menos importante do que o *behaviourism*, ela abrange, principalmente, questões particulares de cada aluno.

2.1.2 Teoria da aprendizagem cognitiva (*Cognitivism*)

Esta segunda teoria se apoia no fato de que cada aluno adquire o conhecimento de forma diferente; alguns aprendem melhor ouvindo música, outros no silêncio; uns preferem estudar lendo e escrevendo, outros simplesmente ouvindo. Essas diferenças encontradas não só nos alunos, mas nas pessoas em geral, devem ser respeitadas.

No universo das diferenças individuais, os estilos cognitivos referem-se à maneira que o indivíduo recebe, processa e usa as informações, pois são considerados como formas relativamente estáveis referentes às características cognitivas de uma pessoa, as quais são influenciadas pela cultura. Esses estilos caracterizam tendências diferenciadas nas formas de aprender, de relacionar os dados da realidade e de elaborar conclusões sobre eles (Santos, Bariani e Cerqueira, 2000).

Segundo Johnson e Aragon (2003), cognição é “a forma que alguém adquire o conhecimento, tendo em vista que cada pessoa constrói seu conhecimento de forma diferente”. Esta teoria foca os processos cognitivos envolvidos na observação além do comportamento resultante, com a ideia de que os indivíduos podem regular seus próprios comportamentos e reconhecer suas consequências.

Triantafillou, Orpomtsis e Emetriadis (2003) definem o estilo cognitivo como a dimensão da personalidade, a qual influencia as atitudes, os valores e as interações sociais. Ela se refere à forma preferida como um indivíduo processa a informação.

O *cognitivism* é como se fosse uma antítese do *behaviorism*, pois ele incide sobre a mente, já que os processos de aprendizagem ocorrem no cérebro. Por isso foi introduzido o conceito de *scaffold*, baseado na escalada do desenvolvimento da aprendizagem. Esse conceito pode ser entendido como uma perspectiva do aprendiz, mas geralmente é considerado como parte do papel do tutor. Pela perspectiva do aprendiz, as atividades podem

ser elaboradas em um andaime de passos progressivos de conquista. Um tutorial, por exemplo, pode ser elaborado respeitando uma hierarquia ou prioridade, começando com exemplos concretos e avançando para entendimentos abstratos dos conceitos envolvidos. Por outro lado, pela perspectiva do tutor, o *scaffold* implica no projeto de experiência da aprendizagem, com intervenções apropriadas, as quais são efetuadas a qualquer etapa do programa. A ideia é que o tutor disponibilize tarefas específicas aos estudantes e coloque algumas dificuldades para o alcance da próxima fase. Assim, o aprendiz torna-se capaz de construir seu próprio conhecimento com recursos e atividades suficientes, alcançando calmamente o nível, a habilidade e o entendimento desejados (Holmes e Gardner, 2006).

Verifica-se que, de acordo com o autor, a construção do *scaffold* torna-se possível através das intervenções do professor no processo de aprendizagem do aluno durante o curso. Dessa forma, o aluno pode receber um tratamento individualizado que o motive e, dependendo do seu estilo cognitivo, aprenda melhor.

É perceptível o fato de que cursos a distância propiciem a utilização desta teoria, já que nessa modalidade de ensino os alunos podem acessar o conteúdo do curso a qualquer hora e de qualquer lugar. Podem optar, ainda, por aprenderem acessando o material didático ou interagindo socialmente através das ferramentas colaborativas. O importante é que, devido às diferenças entre os alunos, o tutor identifique essas particularidades e administre o ensino individualmente para cada aluno.

Souza (2003) complementa que o ensino deve estar de acordo com o nível de desenvolvimento mental do estudante, buscando, dessa forma, fazer que o tutor saiba identificar e se adaptar aos diferentes níveis cognitivos de cada aprendiz.

Levando em consideração a questão das diferenças entre os alunos, deve haver uma preocupação na elaboração das estratégias instrucionais para que o ensino seja oferecido aos alunos de forma individualizada, independentemente do número de participantes do curso *online*.

Como destacam Dabbagh e Bannan-Ritland (2005), a mente é retratada como tendo uma estrutura de componentes para processamento da informação (registros sensoriais, memória de curto e longo período) e procedimentos para usar esses componentes (armazenamento, recuperação, transformação e uso). Implícito a esse modelo de aquisição de conhecimento está o princípio de que, na mente, a informação resiste a uma série de transformações, até ser armazenada permanentemente na memória de longo período. O resultado desse modelo de aquisição do conhecimento é a especificação de uma estratégia instrucional que deve acompanhar o aprendiz no processamento da informação nos eventos

distintos e lineares que alinham com o processo cognitivo interno (atenção seletiva, conflito, retenção e recuperação). Implicações adicionais para instrução incluem o fornecimento de instrução organizada, melhorando o autocontrole do aluno no processo da informação.

Nota-se que as estratégias instrucionais são independentes do conhecimento e, diferentemente do resultado do processo de aprendizagem, requerem diferentes processos cognitivos. Portanto, requerem também diferentes estratégias instrucionais.

O processo de aprendizagem cognitivo, segundo Araujo et al. (2008), consiste fundamentalmente na aquisição de conhecimentos baseados em fatos, mudanças de estruturas cognitivas ou estabelecimento de relações significativas entre o novo problema e problemas semelhantes resolvidos anteriormente.

Araujo et al. (2008) descrevem que as atividades de ensino fundamentadas nos preceitos do processamento da informação ou psicologia cognitiva consideram o conhecimento como sistema de tratamento da informação; o aprendizado é um produto resultante do ambiente, das pessoas ou de fatores externos a ele. Portanto, memória, percepção, aprendizagem, resolução de problemas, raciocínio e compreensão, esquemas e arquiteturas mentais correspondem às capacidades intelectuais humanas a serem observadas durante o processo de ensino-aprendizagem.

Silva (2007) mostra que o avanço da ciência cognitiva, apontando para sistemas educacionais mais centrados na aprendizagem do que no ensino, tem influenciado os novos modelos de Educação a Distância. Os processos de ensino e aprendizagem devem, cada vez mais, privilegiar a formação do aprendiz autônomo, com ênfase no aprender a aprender e em ações como: pensar, comunicar-se, criar, inovar, pesquisar, elaborar sínteses, atuar em equipe, entre outras.

Sternberg e Zhang (2001) relatam que, tradicionalmente, psicólogos e educadores têm acreditado que o sucesso e o fracasso das pessoas são atribuídos principalmente às suas diferenças individuais no que diz respeito às suas capacidades físicas e mentais para fazer algo. Renzulli e Dai (2001) argumentam que a aprendizagem ativa, sob o ponto de vista do paradigma do processamento de informação, defendido hoje em dia pelos mesmos psicólogos e educadores, passa pelas diferenças individuais sobre o modo como as pessoas abordam e processam o material de aprendizagem.

Holmes e Gardner (2006) dizem que Vygotsky é o defensor mais influente desta teoria, o qual relata que o aluno tem potencial para aprender a qualquer momento. Sua teoria foca a lacuna existente entre o que o aluno pode fazer no momento e o que escapa do seu alcance; para além do seu alcance torna-se necessário assisti-los para a aquisição do novo

nível de conhecimento, habilidade ou entendimento. Atingindo o próximo passo, o aluno passa a conseguir administrar sua própria aprendizagem. Então, o tutor passa a ser um simples facilitador que pode guiá-lo progressivamente em busca do desafio do aprendizado das atividades.

Na sequência, será vista uma teoria relacionada à interação social, a qual defende que os alunos aprendem segundo suas participações em atividades colaborativas – o *socio-constructivism*.

2.1.3 Teoria da aprendizagem socioconstrutivista (*Socio-constructivism*)

Os proponentes da teoria social incentivam a interação dos aprendizes com o ambiente de aprendizagem. Já os defensores da teoria construtivista dizem que os aprendizes devem ser capazes de construir seus próprios conhecimentos através de suas próprias observações e capacidade de raciocínio. A junção das características dessas duas teorias fez surgir a teoria da aprendizagem socioconstrutivista, a qual se baseia no fato de que os aprendizes constroem seus próprios conhecimentos com o requerimento de uma terceira dimensão para a interação entre os aprendizes e seus ambientes: os outros participantes (Holmes e Gardner, 2006).

Duffy e Cunningham (1996) afirmam que, na colaboração e na negociação social, o objetivo é compartilhar diferentes pontos de vista e ideias para colaborar na resolução de problemas e construir o conhecimento.

A referência social de educação leva em conta o desenvolvimento do aluno na sua interação com os objetos e com os outros. Os autores ainda comentam que o conceito de aprendizagem envolve sempre a pessoa que ensina, a pessoa que aprende e a relação entre elas, incluindo a interdependência entre todos os indivíduos envolvidos nesse processo (Garnier, 1996; Molina e Azevedo Junior, 2002; Silva, 2000).

Roschelle e Teasley (1995) defendem que, em uma atividade colaborativa entre estudantes, o contexto social estimula a comunicação verbal e proporciona a motivação. O objetivo da atividade colaborativa é promover a aprendizagem individual por meio do processo colaborativo entre os membros do grupo. Daí o termo “aprendizagem colaborativa”,

o qual descreve uma situação em que a ocorrência de formas particulares de interação entre as pessoas é esperada, as quais ativariam mecanismos de aprendizagem.

Roschelle e Teasley (1995) definem a aprendizagem colaborativa como “uma atividade coordenada e síncrona que é o resultado de uma tentativa continuada de construir e manter uma concepção compartilhada de um problema”.

Struchiner et al. (1998) dizem que: “cada indivíduo é sujeito da construção de seu próprio conhecimento, um processo individual e particular só possível através da interação com o ambiente e com outros sujeitos e da formação de uma consciência reflexiva sobre sua aprendizagem”.

Os ambientes de aprendizagem, assim como o *Moodle*®³, enfatizam o emprego de atividades colaborativas nos cursos. Dessa forma, torna-se mais fácil a interação do professor com o aluno para uma possível intervenção no seu aprendizado.

Para Jermann, Soller e Muehlenbrock (2001) os ambientes de ensino a distância utilizam, ultimamente, o paradigma de colaboração com o intuito de incentivar os aprendizes a interagirem entre si, melhorando, assim, a comunicação entre o aprendiz e o professor. Quando os alunos interagem, eles se sentem mais motivados e engajados nas atividades do curso e, por isso, obtêm melhores resultados nos estudos. Dizem ainda que esses ambientes trazem inúmeras vantagens, tais como: a competitividade sadia entre os estudantes, o compartilhamento de recursos, o aumento na produtividade da aprendizagem, o desenvolvimento das habilidades sociais e o estímulo à aprendizagem.

Souza (2003) diz que, para caracterizar a perspectiva da aprendizagem social, é importante considerar o aprendizado como resultado de uma atividade interativa. O professor, dentro dessa perspectiva, pode ser visto como um membro mais amadurecido do grupo de aprendizagem que intermedeia o processo interativo. O enfoque central dado na elaboração das diretrizes é a interatividade. O aspecto interativo é visto sob três ângulos: (a) a interação aprendiz-aprendiz; (b) a interação mediador-aprendiz e (c) a interação aprendiz-ambiente.

Em essência, Dornelles, Araujo e Veit (2006) relatam que o fato de se avaliar ao longo de todo o curso, a participação atuante do aluno em todas as aulas, a mediação feita pelo professor entre os materiais instrucionais e os alunos e o estabelecimento de relações interpessoais entre o professor e a turma são imprescindíveis para o sucesso do método colaborativo.

³ Software livre, de apoio à aprendizagem, executado em um ambiente virtual.

Um aspecto importante é a questão de que não apenas o professor ajuda todos os alunos em determinadas situações, mas também os alunos mais adiantados em um determinado assunto ajudam os mais atrasados. Para que esse processo se consolide, o diálogo deve permear constantemente o trabalho de aprendizagem.

O grande educador Newman (1852) afirmou que: “as pessoas aprendem mais quando em contato com outras pessoas do que em classes formais”. E complementou: “se eu tivesse de escolher entre uma universidade que aprova qualquer pessoa que passa no exame e uma universidade que trabalha com um grupo de jovens juntos por três ou quatro anos, eu não me hesitaria em escolher a segunda”.

Em suma, a troca de ideias - com *feedbacks* constantes - predominantemente vincula-se ao processo avaliativo formativo, pois entende-se que ao se inserir nesse processo de grande movimento de ideias, no qual há um grande número de interações entre aluno e aluno, e aluno e professor, o participante torna-se agente de construção do seu próprio conhecimento (Rosa e Maltempi, 2006).

Nas interações que ocorrem no processo de aprendizagem, o aluno pode aprender com o conhecimento dos outros e também ajudá-los a aprender com seu conhecimento. Seria interessante o fato de armazenar o conhecimento compartilhado entre os alunos atuais de forma que os alunos futuros pudessem usufruir dessas informações para, também, aprenderem. O conhecimento compartilhado (ou conhecimento comum) é visto com mais detalhes na seção seguinte.

2.1.3.1 Communal knowledge

Como destacado por Holmes e Gardner (2006), o *socio-constructivism* sustenta o fato de como os indivíduos aprendem em um contexto social e estendem para a aprendizagem organizacional, na qual os indivíduos aprendem juntos, desenvolvendo suas atividades em conjunto e compartilhando suas experiências. Na Educação a Distância, a comunidade dos aprendizes cria seu próprio sustento em um ambiente de aprendizagem comum. Essa extensão do *socio-constructivism* é chamada de *communal knowledge*.

Na literatura podem ser encontrados os termos “*communal knowledge*” e “*communal constructivism*”, os quais apoiam o fato de que os novos alunos de determinado curso possam aprender com as informações armazenadas dos alunos de cursos anteriores. O

processo de cada indivíduo não é apenas aprender socialmente, mas contribuir com uma base de conhecimento comum para outros aprendizes.

Holmes et al. (2008) informam que o conceito de *communal knowledge* deriva da teoria do *socio-constructivism*, que, combinada com avanços nas Tecnologias de Informação e Comunicação, introduzem novas formas de aprendizado.

O *communal knowledge* é definido como uma abordagem do aprendizado na qual os estudantes não apenas constroem seus próprios conhecimentos como resultado da interação com o ambiente (*socio-constructivism*), mas são empenhados ativamente no processo de construção do conhecimento de seus companheiros (Holmes et al., 2008).

“A filosofia do *communal knowledge* se assemelha a um rio que molda seu próprio curso (trajeto), o qual é seguido pelas águas que vêm a seguir” (Holmes et al., 2008).

Os autores ressaltam a importância do armazenamento dos dados gerados pelos alunos durante o curso. Assim, eles podem ser úteis para a construção do conhecimento dos alunos futuros.

Communal knowledge é o termo usado para representar a expansão que a Educação a Distância fornece aos alunos para criarem e contribuírem no armazenamento de seus novos conhecimentos, sob qualquer forma – projetos, artefatos e experiências - em uma base de conhecimento comum para beneficiar os novos alunos existentes na comunidade (Holmes e Gardner, 2006).

Segundo Holmes e Gardner (2006), *communal knowledge* acontece quando os alunos constroem seus próprios conhecimentos como resultado de suas experiências e interações com os outros; também são responsáveis por depositarem seus conhecimentos em uma base de conhecimento comum a fim de beneficiar os novos alunos que estão por vir.

De acordo com Holmes et al. (2008): “o *communal knowledge* é o fato de que os estudantes e os professores não se empenham apenas no desenvolvimento de sua própria informação, mas também se envolvem ativamente na criação de conhecimento que beneficiará outros estudantes”. Nesse modelo, a ideia é que os estudantes não passem pelo curso como a água que passa pela peneira, mas sim que eles deixem suas próprias impressões no decorrer do curso.

Figura 5 – Desenvolvimento progressivo do e-learning

Fonte: Holmes e Gardner (2006)

Na Figura 5, o rio representa o crescimento da complexidade do compromisso do usuário no trajeto que varia de *single user* para *multi-user* e, por fim, para *community of learners*. Nota-se que as atividades de instrução e prática (*Drill and Practice: D&P*) e os tutoriais não interativos (*No-Interactive Tutorial: N-I Tut*) ligados ao *single user* fazem parte da abrangência do *behaviourism*. Percebe-se que existe uma sobreposição entre o *behaviourism* e o *cognitivism* em relação às seguintes atividades: (a) tutoriais interativos (*Interactive Tutorials: I-Tut*), os quais possibilitam que o aprendiz tenha um *feedback* nas questões e (b) sistemas tutoriais inteligentes (*intelligent tutorial systems: ITS*), os quais permitem que o aluno trabalhe no modelo de sistema especialista. As atividades de simulações (*Sim*) e jogos (*Game*) fazem parte do limite (fronteira) do *single-user*. Outra sobreposição pode ser observada entre o *cognitivism* e o *socio-constructivism*. Nesse caso, os ambientes virtuais de aprendizagem (*Virtual Learning Environmens: VLE*) podem facilitar a aprendizagem social, pois ficam no limite entre o *single-user* e o *multi-user*. Explicitamente no *multi-user* são encontradas as atividades de simulações multiusuários (*M-U Sim*) e jogos multiusuários (*M-U Game*). A última etapa é o *communal constructivism* (ou *communal knowledge*), que contempla diferentes formas de aprendizagem especificadas pelas atividades de *blog*⁴, sistemas orientados a objeto multiusuários (*multi-user object oriented systems: MOO*) e sistemas *wiki* multieditores (*wiki*). Em essência, a intenção da Figura 5 é ilustrar um

⁴ Site cuja estrutura permite a atualização rápida a partir de acréscimos dos chamados artigos (ou *posts*). Estes são, de forma geral, organizados de forma cronológica inversa, costuma abordar a temática do *blog* e podem ser escritos por um número variável de pessoas, de acordo com a política do *blog*.

significativo avanço para a Educação a Distância (*e-learning*) baseado nas comunidades de usuários e alunos no contexto da aprendizagem comum (*communal knowledge*).

Discute-se que diversas técnicas devem ser usadas para enriquecer esse tipo de ambiente de aprendizagem (*communal knowledge*), cujo foco é a aprendizagem com e para os outros. Os estudantes podem realizar as atividades de um curso durante o ano, porém não existe a transferência de conhecimento entre os estudantes de um ano para outro. Se o estudante participasse de um processo de aprendizagem de forma que seu conhecimento pudesse ser capturado, então os cursos seriam capazes de possibilitar a construção de conhecimento, ao invés de simplesmente repeti-lo de ano para ano (Holmes et al., 2008).

No estudo realizado por Rosa e Maltempi (2006), foi elaborada uma proposta pedagógica para um curso que discutia questões relativas às teorias de aprendizagem. Nesse curso, verificou-se que a avaliação proposta apresentou-se de acordo com a concepção de conhecimento, ou seja, a avaliação, sob uma perspectiva construtivista, pôde ser evidenciada como um aspecto da Educação a Distância que contribui para a construção do conhecimento do aprendiz.

Frente a todas as características das teorias de aprendizagem expostas, vale ressaltar que em um ambiente de aprendizagem que contemple essas teorias, a avaliação deve ser aplicada de forma a contribuir efetivamente com o aprendizado do aluno. A importância da avaliação, mais especificamente da avaliação formativa, é vista a seguir.

2.2 Avaliação

No Larousse Ilustrado da Língua Portuguesa (2004), encontra-se a seguinte definição para “avaliar/avaliação”: “análise; cálculo do valor de um bem; determinação do valor e a importância; apreciação do mérito de”.

Bloom, Hastings e Madaus (1971) definem avaliação como sendo: “um sistema de controle de qualidade, pelo qual pode ser determinada, etapa por etapa do processo de ensino-aprendizagem, a efetividade ou não desse processo”.

Sobretudo, a avaliação não deve ser vista apenas para apresentar resultados, mas sim para influenciar na melhoria do processo educativo, pois, conforme Dourado (2002), a avaliação tem o objetivo legítimo de contribuir para o êxito do ensino, isto é, para a

construção dos saberes e das competências pelos alunos. Conforme o Quadro 1, existem três tipos de avaliação:

Quadro 1 – Tipos de avaliação e suas respectivas características

	Tipos de avaliação		
	Diagnóstica	Formativa	Somativa
Função	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar a presença ou ausência de habilidades pré-requisitos - Determinar o nível de domínio prévio do aluno 	<ul style="list-style-type: none"> - Informar ao aluno e ao professor sobre o progresso do aluno em determinada atividade - Localizar possíveis falhas no processo de ensino 	<ul style="list-style-type: none"> - Atribuir notas com a finalidade de classificar o aluno ao final de um módulo (conjunto de atividades)
Época de aplicação	- No início de um semestre ou ano letivo	- Durante o processo de aprendizagem	- Ao final de um semestre ou ano letivo

Fonte: adaptado de Zaina (2002)

A avaliação diagnóstica, segundo Tarouco (2008), ocorre em dois momentos diferentes (antes e durante o processo de instrução): no primeiro, tem por funções verificar se o aluno possui determinadas habilidades básicas, determinar quais objetivos do curso já foram dominados pelos alunos, agrupá-los conforme suas características e encaminhá-los às estratégias e aos programas alternativos de ensino. No segundo, busca identificar as causas não pedagógicas dos repetidos fracassos de aprendizagem, promovendo o encaminhamento do aluno a outros especialistas (como psicólogos e orientadores educacionais).

Outro tipo de avaliação - a formativa - exerce por excelência a função informativa, ou seja, fornece informações para que professores e alunos conheçam os pontos fortes e fracos do processo de ensino-aprendizagem, fazendo que ambos possam tomar as providências necessárias para o alcance do sucesso (Dourado, 2002).

Por fim, a avaliação somativa, comentada por Reis (2008), dá maior ênfase aos instrumentos de avaliação como provas, privilegiando a nota como forma de verificar se o aluno alcançou os objetivos pretendidos, considerando como prioridade a assimilação de conteúdo.

Talvez seja necessária uma transformação das práticas de avaliação existentes, substituindo a avaliação tradicional por novos paradigmas, pois questões referentes à avaliação sempre devem ser tratadas visando, cada vez mais, melhorias na educação. Nesse

contexto, descobrir, explorar e extrair lições de práticas positivas de avaliação significa atuar em busca da superação de situações problemáticas ligadas ao ensino em geral, buscando concepções inovadoras de ensino e de avaliação que valorizem a formação, o crescimento e o amadurecimento dos alunos (Vasconcellos, Oliveira e Berbel, 2006).

Segundo D'Ambrósio (2003), a avaliação deve ser uma orientação para o professor na condução de sua prática docente, jamais um instrumento para reprovar ou reter alunos na construção de seus esquemas de conhecimento teórico e prático. Selecionar, classificar, filtrar, reprovar e aprovar indivíduos não são missões de educador.

Como destaca Vasconcellos (2002)

[...] a tarefa de avaliar - sendo um julgamento de valor - envolve tanto aspectos objetivos quanto subjetivos. O professor, em sua função, tem de tomar decisões e empreender ações que envolvam não somente sua competência técnica, mas valores e opções de vida que afetam outras pessoas.

Boas (2005) apresenta um trecho importante em seu trabalho sobre avaliação formativa:

[...] requer mudança de concepção da avaliação: o professor deixa de ser o examinador e o aluno, o examinado. Atua-se em parceria, sem com isso se perder o rigor e a seriedade que a atividade impõe. Pelo contrário, a avaliação torna-se mais exigente porque passa a ser, também, transparente.

É notável a preocupação dos autores em relação à situação em que se encontram os aspectos de avaliação no ensino nacional.

Gipps (1998) complementa que

[...] está em curso uma mudança de paradigma na área de avaliação, passando de um modelo de testes e exames que valoriza a medição das quantidades aprendidas de conhecimentos transmitidos, para um modelo que valoriza as aprendizagens quantitativas e qualitativas no decorrer do próprio processo de aprendizagem.

Maximo, Raabe e Barone (2007) apontaram que, para a ocorrência de um processo de ensino e de aprendizagem qualitativamente eficiente, é necessária a adoção de uma concepção de avaliação mais formativa do que somativa (definida por Bloom, Hastings e Madaus (1971)) como o tipo de avaliação utilizada no final do curso para fins de atribuição de notas e/ou certificados, cuja característica principal é o fato de que o julgamento do aluno, do professor ou do programa, seja feito em relação à eficiência do aprendizado ou do ensino, uma vez concluídos), ou seja, uma avaliação capaz de permitir aos estudantes a regulação do seu próprio processo de aprendizagem.

Segundo Perrenoud (1999), avaliação formativa pode ser entendida como toda prática de avaliação contínua que pretenda melhorar as aprendizagens em curso, contribuindo para o acompanhamento e orientação dos alunos durante todo seu processo de formação. É formativa toda avaliação que ajuda o aluno a aprender e a se desenvolver, que participa da regulação das aprendizagens e do desenvolvimento no sentido de um projeto educativo.

É interessante relatar, para a prática da avaliação formativa, a importância da coleta dos dados gerados pelos alunos durante o curso, pois só assim o professor é capaz de ficar ciente da real situação e se capacitar para uma eventual intervenção.

Como relatam Otsuka et al. (2002), a avaliação contínua em cursos *online* pode ser realizada por meio da análise dos registros das participações dos aprendizes no curso (atividades desenvolvidas, registro de interações e colaboração entre os aprendizes). Essa forma de avaliação tem especial importância no contexto da Educação a Distância por possibilitar a percepção do comportamento do aprendiz, por favorecer a identificação de problemas e por permitir alguma forma de autenticação da identidade do aprendiz.

Rosa e Maltempi (2006) também mostram em seus trabalhos a busca por métodos de avaliação *online* que possibilitem a avaliação formativa. Assim, acredita-se que a formação do estudante será reconhecida como centro dos processos de ensino e de aprendizagem. Dessa forma, cabe ao professor promover a avaliação formativa para haver uma contribuição com o processo cognitivo estabelecido a partir das ações de aprendizagem.

Ferreira e Carvalho (2004) utilizam a expressão “avaliação formativa” para se referirem a todas as atividades empreendidas por professores e alunos que forneçam informação usada como *feedback* para modificar as atividades de ensino e de aprendizagem. Contudo, o trabalho do professor deve livrar os alunos da armadilha do baixo rendimento e desenvolver hábitos necessários para todos eles se tornarem aprendizes para toda a vida. Nesse sentido, o usuário fundamental do aperfeiçoamento da aprendizagem é o aluno, pois somente quando são realizadas adaptações do ensino às suas necessidades é que a avaliação torna-se formativa.

O fato de o professor intervir na aprendizagem do aluno demonstra que ele não age apenas como um simples observador, mas como um interveniente que desafia o sujeito de pesquisa, questionando sua resposta. Um dos objetivos desse comportamento é observar como a interferência de uma pessoa afeta o desempenho de outra.

Triantafyllou, Orpomtsis e Emetriadis (2003) citam três formas de se usar a avaliação formativa: (a) revisão especialista - há uma revisão de instrução por parte dos especialistas; (b) avaliação um-a-um - o aprendiz revisa a instrução com o avaliador e comenta sobre ela e

(c) avaliação em pequeno grupo - experimenta a instrução com um grupo de aprendizes e grava suas performances e comentários.

Em essência, Rosa e Maltempi (2006) destacam: “com a avaliação formativa existe a valorização do processo e não do produto; sua concepção desvincula-se do quantificar saberes e relaciona-se com o formar sujeitos”.

Como a avaliação formativa valoriza o processo, é importante que ela seja aplicada em tópicos separados e continuamente, como mostra a próxima seção.

2.2.1 Unidades de aprendizagem, processo e análise da avaliação formativa

Bloom, Hastings e Madaus (1971) comentam que, como a avaliação formativa deve ser aplicada durante o processo de formação, sugere-se que o curso seja dividido em unidades de aprendizagem (módulos, tópicos) a fim de possibilitar sua aplicação em cada unidade, habilitando o aluno a passar, ou não, para a próxima etapa do curso, dependendo do seu aproveitamento na etapa anterior.

Wilges et al. (2007) dizem que as situações de ensino devem ser apresentadas em pequenas unidades de ensino e em grau de complexidade crescente, pois deve haver, ao final de cada unidade, perguntas e *feedback* como forma de recompensa para acertos e auxílios em caso de erros.

Percebe-se o mérito dado à aplicação do *feedback* para esse tipo de avaliação. É válido ressaltar que o autor não apenas cita o *feedback* para auxílio aos erros dos alunos, mas também sua aplicação como consolidação do conhecimento no caso de acertos.

Bloom, Hastings e Madaus (1971) apontam que a avaliação formativa deve incluir todos os elementos importantes de uma unidade, como se cada unidade fosse um curso. Se for definida uma relação de dependência entre as unidades, evidentemente a unidade de nível mais baixo deverá ser necessária para o sucesso na unidade de nível mais alto. Assim sendo, os alunos que fracassam na unidade mais simples deveriam também fracassar na unidade mais complexa.

Boas (2005) relata que o professor deve avaliar todas as atividades executadas durante um período de trabalho, levando em conta toda a trajetória percorrida. Não é uma avaliação classificatória nem punitiva. Deve-se analisar o progresso do aluno valorizando

todas as suas produções (analisando as últimas e comparando-as com as primeiras, de modo que se perceba o avanço obtido). O que se pretende é justamente praticar avaliação mais justa, isto é, que seja levado em conta todo tipo de produção do aluno por meio de diferentes linguagens (formas).

Para isso, é necessário que o professor tenha as informações dispostas no ambiente de aprendizagem da melhor forma possível, evitando a perda de tempo na coleta dos dados. Recursos como relatórios e gráficos gerados dinamicamente contribuem muito para essa fase do processo de ensino.

Como complemento do exposto, Bloom, Hastings e Madaus (1971) reforçam que, para os indicadores de domínio do assunto, é possível utilizar níveis de precisão relacionados às avaliações formativas. Entretanto, como essa definição é arbitrária, o professor deve ter em mente o seguinte: se o nível de precisão (critério de avaliação) for muito alto, é muito provável que o domínio seja atingido apenas por poucos alunos. Por outro lado, se o nível de domínio for muito baixo, um grande número de alunos poderá, ilusoriamente, achar que dominou a unidade de aprendizagem.

Bloom, Hastings e Madaus (1971) ainda sugerem que o registro de erros venha acompanhado de uma indicação detalhada dos materiais de ensino (livros de texto, tutoriais, *URLs*⁵ ou filmes) que o aluno deva consultar, a fim de corrigir os erros e aumentar o domínio sobre a unidade em questão. É conveniente que essa indicação seja feita de forma bem específica, de preferência indicando as páginas ou o capítulo de um livro, o *site*, determinados *links*, e assim por diante.

Resumidamente, o autor defende o fato de que, no caso do erro do aluno, não basta um simples comentário do tipo: “Você errou, tente novamente”, mas sim indicar o possível erro (como por exemplo: “De acordo com o conceito de Juros Simples, você deve adicionar o valor do montante aos juros apenas uma vez”) e redirecioná-lo para a fonte de conhecimento, fazendo que ele releia o material e possa refazer a questão (ou unidade de aprendizagem) e consolidar seu aprendizado.

A seguir, será descrito como o resultado da avaliação somativa pode ser previsto antes de sua ocorrência, com a prática da avaliação formativa.

⁵ *Uniform Resource Locator* é o endereço de um recurso disponível em uma rede (seja na internet, em uma rede corporativa ou em uma intranet). Uma URL tem a seguinte estrutura: protocolo://máquina/caminho/recurso.

2.2.2 A previsão dos resultados da avaliação somativa através da avaliação formativa

Com a prática da avaliação formativa, de acordo com Bloom, Hastings e Madaus (1971), é possível prever os resultados da avaliação somativa ainda durante o processo de ensino-aprendizagem. Certificados dessa ocorrência, professores e alunos têm plenas condições de modificarem as previsões, principalmente no caso de serem insatisfatórias.

Os autores dizem que os testes formativos são de rendimento relativo a determinadas unidades de aprendizagem. Por outro lado, os somativos são de rendimentos relativos a várias unidades de aprendizagem. Dessa forma, é possível encontrar correlações relativamente altas entre o rendimento dos alunos em dois ou mais testes formativos e seus rendimentos em testes somativos aplicados algum tempo depois.

Eles julgam que os testes formativos tenham vital importância na ajuda ao professor e aos alunos na determinação da qualidade da aprendizagem, permitindo-lhes prever os resultados da avaliação somativa algum tempo antes da sua ocorrência.

Como relatado por Tarouco (2008), a avaliação formativa deve fornecer *feedback* ao aluno em relação ao que aprendeu e ao que precisa aprender; e fornecer *feedback* ao professor em relação à identificação das falhas dos alunos e aos aspectos da instrução que devem ser modificados, buscando o atendimento das diferenças individuais dos alunos e a prescrição de medidas alternativas de recuperação das falhas de aprendizagem.

O *feedback* formativo é uma informação passada ao estudante para ajudá-lo nas mudanças de pensamento/comportamento visando o aumento de seu aprendizado/performance. A ideia-chave é que, imediatamente depois de completar os testes formativos, o estudante receba um *feedback* individual automatizado (baseado na base de conhecimento) para cada resposta (Shute, 2008).

2.3 Feedback

A importância do *feedback* para facilitar o ensino e a aprendizagem tem sido altamente reconhecida, principalmente pelo fato de ele poder ser utilizado como *feedback*

confirmativo (confirmando uma resposta correta) e *feedback* corretivo (identificando os erros e permitindo a correção por parte dos estudantes) (Birenbaum e Tatsuoka, 1987).

Kulhavy (1977) defende que, nesse sentido, seja necessário trabalhar com as respostas corretas e incorretas separadamente. O *feedback* aplicado a uma resposta correta tem o intuito de mostrar ao aprendiz que seu entendimento está adequado à lição ministrada. Uma resposta correta produz o *match* com o *feedback* e o aluno é capaz de perceber que seu entendimento sobre o assunto em questão está correto. Por outro lado, o *feedback* aplicado depois de um erro é mais importante do que o oferecimento da confirmação de uma resposta correta, pois, quando um erro é produzido, o *feedback* não apenas elimina a resposta errada, mas também a substitui colocando a informação correta no lugar. Uma vez que o erro é conhecido, o aluno se atenta a eliminá-lo e busca substituí-lo pela informação correta, recorrendo à teoria e materiais complementares.

Além da utilização do *feedback* como auxílio no processo de aprendizagem dos estudantes, ele também pode ser utilizado em outro sentido. Klecker (2007) diz que o *feedback* aplicado como reforço serve tanto para uma motivação extrínseca – quando todos os outros alunos são envolvidos – quanto para uma motivação intrínseca – quando o aluno é motivado para uma autocorreção.

Feedback pode ser traduzido como regeneração, realimentação e resposta, mas de acordo com Kulhavy (1977), *feedback* é definido como: “ações que são usadas para dizer ao aprendiz se sua resposta para determinada instrução está certa ou errada”. Como complemento a isso, ele ainda pode ser utilizado para disponibilizar uma nova instrução - ao invés de simplesmente informar ao estudante a correção da resposta errada.

Segundo Oliveira Neto, Cornachione Junior e Nascimento (2009), o *feedback* torna-se efetivo quando fornece informações sobre o progresso do estudante e/ou informações auxiliando o aluno em como proceder. Essas informações são geradas com o intuito de ajudá-lo a mudar seu pensamento ou comportamento, melhorando seu aprendizado e sua performance.

Como forma de certificar a importância do uso do *feedback* no aprendizado, foram descritos, sucintamente, o resultado de dois estudos realizados em trabalhos de diferentes autores: (a) Klecker (2007) realizou uma pesquisa com 77 alunos, os quais participaram de avaliações de um curso *online*. Os que foram auxiliados pelo *feedback* nos testes formativos obtiveram pontuação mais elevada do que os outros. (b) Gilman (1969) também realizou um trabalho com 75 alunos divididos em dois grupos, e, em apenas um, utilizou o *feedback* como reforço. Após uma semana de aula, treinamentos e avaliações, o grupo que teve o *feedback*

como parte do processo de aprendizagem foi significativamente superior ao outro grupo. O autor garante que, ao mesmo tempo em que o *feedback* serve como reforço, também complementa com informações adicionais, pois o aluno – independentemente de acertar ou errar a questão – é redirecionado para materiais complementares, os quais facilitam a amplitude dos seus conhecimentos.

Em outro trabalho, Birenbaum e Tatsuoka (1987) também concluíram que os estudantes que receberam *feedback* como guia executaram melhor suas tarefas e aprenderam mais efetivamente do que aqueles que não tiveram apoio algum.

A falta do fornecimento do *feedback* no momento oportuno e de alta qualidade tem sido um fator crítico no processo de ensino-aprendizagem. Habitualmente, nos cursos com muitos alunos são realizadas em média duas avaliações por semestre. Como resultado, os alunos têm oportunidades limitadas para aprenderem com seus erros, pois é difícil para os instrutores monitorarem o progresso dos alunos. A solução, segundo o autor, seria a automatização do processo (Pisan et al., 2002).

Em turmas numerosas, o acompanhamento individual de cada aluno torna-se uma tarefa difícil para o professor, tendo em vista a quantidade de informação gerada no ambiente de aprendizagem. Dessa forma, o emprego da tecnologia pode auxiliar o professor no sentido de recuperar as informações automaticamente e disponibilizá-las através de relatórios ou gráficos. Assim, livre dessa tarefa, o professor pode se preocupar apenas em acompanhar o rendimento dos alunos no curso e intervir naqueles que precisarem de ajuda.

Consequentemente, o aluno passa a ser o maior beneficiado com a aplicação do *feedback* auxiliado pela tecnologia, pois, a partir do momento em que o professor se dedica para o tratamento individualizado dos alunos, estes, por sua vez, podem se sentir mais motivados para a realização das tarefas, para o questionamento das dúvidas, para a interação com o professor e até mesmo com os outros alunos. Em essência, a tecnologia pode ajudar o professor, mas pode favorecer muito mais o aprendizado do aluno no final do curso.

2.4 A tecnologia na educação

Diversos autores entendem que a evolução da Educação a Distância se divide em três gerações: a primeira baseou-se na tecnologia do documento impresso; a segunda já

utilizava multimídia combinando áudio, videocassetes e programas de computador; a última – na qual se vive atualmente – faz uso de tecnologias interativas através das quais os aprendizes estão conectados de forma síncrona (tempo real, ao vivo e conversacional) ou assíncrona (retardada ou adiantada para antes ou depois) (Martins, Barbosa e Geyer, 2003).

Sobretudo, os avanços tecnológicos têm facilitado a vida dos educadores acerca dos projetos de ensino que envolvem interações mais complexas entre os aprendizes e o conteúdo instrucional (Reiser, 2001a). A gestão do conhecimento envolve diversos fatores que, hoje em dia, podem ser gerenciados pelas tecnologias existentes, o que não era possível antigamente (Reiser, 2001b).

Com isso, os educadores começaram a experimentar o uso da tecnologia voltada à educação, desenvolvendo algumas das atividades educacionais - até então disponíveis apenas no ensino presencial – com o auxílio do computador.

Os autores Brandão, Isotani e Moura (2006) descrevem que o computador digital tem sido empregado no ensino desde seu surgimento em 1945, mas só a partir da década de 1980, com o aparecimento dos computadores pessoais (PC's), sua utilização provocou grande impacto na educação.

“O computador configura-se hoje como uma ferramenta potencialmente capacitada para iniciar e difundir novas competências e habilidades dentro da educação” (Olivares e Calvosa, 2007).

Ultimamente, os computadores estão sendo empregados na educação com os recursos disponíveis na internet, que é vista hoje em dia como uma importante ferramenta na prática do ensino.

A eclosão e a difusão da internet no final do século passado possibilitaram o surgimento de ambientes virtuais de aprendizagem. Logo em seguida, iniciou-se o aperfeiçoamento das técnicas e ferramentas associadas a esses ambientes advindas de esforços de pesquisadores nas áreas de Educação a Distância, trazendo melhorias relevantes ao processo de educação (Brandão Neto et al., 2007).

Gomes, Barbosa e Geyer (2005) complementam dizendo que a internet se tornou uma ferramenta poderosa e que chegou com a proposta de globalizar a informação com rapidez e agilidade. Quando bem utilizada, ela permite que as pessoas - independentemente de sua classe social, credo ou posição política - tenham acesso às informações, adquiram e compartilhem o conhecimento.

Mason (1998) informa: “existem poucas dúvidas de que a internet é a ferramenta educacional mais poderosa surgida nos últimos tempos”. A sua utilização com fins

educacionais propicia o crescimento da Educação a Distância no âmbito acadêmico. Peters (2001) ainda diz que esse crescimento concentra-se em buscar alternativas para a criação de ambientes de ensino-aprendizagem inteligentes, mais interativos e adaptativos ao perfil do aluno, uma vez que ela – a Educação a Distância - caracteriza-se por um público heterogêneo.

É importante ressaltar que, independentemente da heterogeneidade do público participante em cursos *online*, a Educação a Distância deve ser planejada de forma a tratar cada aluno individualmente.

De acordo com a importância da internet na educação, bem como a preocupação com a construção de ambientes de aprendizagem efetivos, foram constituídos diversos *softwares* educacionais objetivando uma possível contribuição aos educadores no processo de ensino-aprendizagem.

2.4.1 Sistemas de Aprendizagem Assistidos por Computador

Santoro, Borges e Santos (1999) definem Sistema de Aprendizagem Assistido por Computador como: “uma área que estuda como a tecnologia pode apoiar os processos de aprendizagem promovidos através de esforços colaborativos dos estudantes em determinada tarefa”, porém, uma das questões discutidas no desenvolvimento desses sistemas de aprendizagem, além da preocupação com as questões técnicas inerentes, é como prover de fato uma aprendizagem colaborativa. Não se pode esperar que o simples fato de prover ferramentas para propiciar a colaboração garanta que os usuários estarão predispostos a utilizá-las para este fim.

Diante de tantas mudanças, Souto (2003) diz que o primeiro desafio para o sucesso da utilização desses sistemas na Educação a Distância depende fundamentalmente da conscientização de professores e alunos em relação aos seus papéis, ou seja, de o professor assumir o papel de mediador e estimulador do processo de ensino e o aluno, por sua vez, assumir o papel de agente ativo no seu processo de aprendizagem. O segundo grande desafio para o sucesso refere-se ao projeto e implementação do ambiente computacional que poderá facilitar a atuação dos principais agentes que nele agem.

Como visto, a característica principal desses *softwares* educacionais é a promoção de atividades colaborativas, porém não se deve esquecer que, atrelados à tecnologia, é preciso

elaborar um planejamento efetivo que leve em consideração um modelo pedagógico, bem como as estratégias instrucionais a serem difundidas pela tecnologia para que o sucesso do processo de ensino-aprendizagem venha à tona.

Interessante citar um trecho de Holmes e Gardner (2006) que dizem: “a Educação a Distância é fundamentalmente dependente da tecnologia, mas isso não significa que ela, a Educação a Distância, não deva ter uma sustentação teórica”.

Segundo Johnson e Aragon (2003), o principal fator em qualquer iniciativa de instrução, independentemente do formato ou local, é a qualidade do projeto instrucional que é executado em última instância. Com base na falta de provas de que a tecnologia influencia significativamente o processo de aprendizagem, acadêmicos no campo da tecnologia instrucional concluem que a tecnologia utilizada em um programa *online* não é tão importante como outros fatores, tais como a pedagogia e o projeto do curso. No entanto, como afirma o autor: “a aprendizagem parece ser a mais afetada do que aquilo que é entregue por meio da entrega”.

Souza (2003) complementa abordando duas questões desafiantes: (a) deve-se saber adotar ou desenvolver aplicações computacionais que favoreçam um processo de construção do conhecimento através de atividades efetivamente colaborativas e (b) é preciso ter em mente que o ponto central deve ser sempre a educação e não o meio no qual ela está sendo veiculada.

Vale a pena citar alguns aspectos de dois tipos de sistema utilizados para o processo de ensino-aprendizagem na *web*: Sistemas Educacionais Adaptativos e Sistemas Inteligentes de Ensino.

A principal característica dos Sistemas Educacionais Adaptativos é sua adaptação ao estilo cognitivo e ao nível de conhecimento adquirido pelo estudante. O sistema é organizado em três módulos básicos: o modelo do domínio (conjunto de conceitos sobre o domínio), o modelo do estudante (características individuais de cada estudante) e o módulo de adaptação (adapta a informação de modo a ser apresentada ao usuário de acordo com seu estilo cognitivo e estágio de conhecimento). Esses componentes interagem para adequar o conteúdo de acordo com a prioridade de conhecimento do usuário, adaptando a apresentação do conteúdo através da seleção e da combinação de mídias apropriadas, estratégias de ensino, modificando a seleção de exemplos e *links* e recomendando *hyperlinks* apropriados (Triantafyllou, Orpomtsis e Emetriadis, 2003).

A Figura 6 ilustra a arquitetura de um Sistema Educacional Adaptativo:

Figura 6 – Arquitetura dos Sistemas Educacionais Adaptativos
 Fonte: Triantafillou, Orpomtsis e Emetriadis (2003)

Já os Sistemas Inteligentes de Ensino, segundo Oliveira (1999), baseiam sua inteligência no conhecimento que têm do aluno a partir da análise do seu comportamento na interação com o material instrucional. Com base nessa análise, um agente inteligente artificial identifica o perfil cognitivo de aprendizagem do aluno e, a partir de então, passa a se adaptar às necessidades de aprendizagem desse estilo, de modo que os conteúdos pedagógicos disponibilizados ao aluno se ajustem às suas características de aprendizagem, visando à sua otimização.

Figura 7 – Arquitetura dos Sistemas Inteligentes de Ensino
 Fonte: Oliveira (1999)

De acordo com a Figura 7, o aluno acessa as páginas do curso a partir de um navegador *web*. A cada acesso é iniciado um processo de autenticação e criada uma sessão de estudo. Enquanto o aluno navega pelas páginas, o sistema registra todas as interações no *log* (processo de registro, na base de dados, de todas as interações dos alunos com o ambiente de ensino). Posteriormente, as informações do *log* são analisadas para a identificação do padrão de comportamento do aluno pelos agentes inteligentes e respectiva adaptação dos conteúdos pedagógicos a serem disponibilizados pelo sistema ao aluno.

Tendo em vista o exposto até o momento, ou seja, as teorias de aprendizagem, a avaliação formativa, o *feedback* e a tecnologia aplicada na educação, resta tomar como base um modelo adequado de *design* instrucional para viabilizar a implementação e combinação de todos esses aspectos.

2.5 Modelo de *design* instrucional

O *design* instrucional (planejamento instrucional) tem muita importância no planejamento e desenvolvimento de cursos *online*. O conhecimento do modelo pedagógico, dos métodos e das competências necessárias pelos instrutores e alunos, bem como a pesquisa e as estratégias instrucionais (atividades planejadas, técnicas ou processos implementados pelo instrutor), é importante e deve ser considerado durante o projeto e o desenvolvimento de cursos *online*. Dessa forma, são levantadas as seguintes questões: (a) como devem ser incorporadas todas essas informações para a elaboração de um curso efetivo? (b) qual a melhor forma de combinar o planejamento e o desenvolvimento escolhidos? Deve-se perceber que as pessoas envolvidas no processo precisam ter um projeto muito bem elaborado – de preferência flexível - para que seja possível o tratamento de todas as variáveis e diferentes configurações presentes em um curso a distância (Dabbagh e Bannan-Ritland, 2005).

Contudo, para as diferentes configurações encontradas nos ambientes de aprendizagem *online*, foi projetado e desenvolvido o processo adaptado de um sistema instrucional chamado *Integrative Learning Design Framework (ILDF)*, o qual possibilita o estabelecimento de um modelo flexível (Bannan-Ritland, 2003). Esse *framework* inclui os estágios de análise, projeto, desenvolvimento, implementação e avaliação; estabelece uma sistemática para projetar materiais e atividades de cursos *online* que integram os três

componentes-chave da aprendizagem através da internet - (a) modelos pedagógicos, (b) estratégias instrucionais e (c) tecnologia instrucional – descritos a seguir:

Os modelos pedagógicos podem ser descritos como uma concepção do processo de ensino-aprendizagem; são modelos cognitivos ou constructos teóricos derivados das teorias de aprendizagem que possibilitam a implementação de estratégias específicas de instrução e aprendizagem. Em outras palavras, eles são os mecanismos pelos quais a teoria é vinculada à prática (como o conhecimento é construído, armazenado e depois aplicado na prática). Os modelos pedagógicos são, em essência, derivados dos modelos da aquisição do conhecimento, os quais formam a base para a teoria da aprendizagem (Duffy e Cunningham, 1996).

As características instrucionais identificadas em cada modelo pedagógico são sintetizadas em um conjunto de estratégias instrucionais explícitas para fornecer uma ideia de como o responsável pela aprendizagem *online* pode implementar os modelos pedagógicos em um contexto instrucional.

As estratégias instrucionais são o que os instrutores ou sistemas instrucionais fazem para facilitar a aprendizagem do estudante. Jonassen, Grabinger e Harris (1991) descrevem estratégias instrucionais como “planos e técnicas que os instrutores/desenvolvedores instrucionais usam para engajar o aluno e facilitar a aprendizagem”. Na verdade, elas operacionalizam os modelos pedagógicos, colocando-os em prática; são planos, métodos ou uma série de atividades visando à obtenção de um objetivo específico.

As tecnologias instrucionais incorporam características específicas para a implementação das estratégias instrucionais selecionadas. É importante relatar o fato de que a tecnologia é a ponta (extremidade) do processo de planejamento e desenvolvimento de um curso *online*. Por ser volátil (podendo ser alterada a qualquer momento), é válido constituir um planejamento sólido (modelo pedagógico e estratégias instrucionais) para que, caso a tecnologia seja alterada, a qualidade do ensino e da aprendizagem não seja afetada.

O *ILDF online*, voltado ao aprendiz *online*, apresenta diversas opções que, quando combinadas com o discernimento e a intuição dos responsáveis, pode produzir uma instrução *online* efetiva. Qualquer pessoa envolvida na concepção e no desenvolvimento de cursos *online* tem a possibilidade de selecionar atividades (ações) e definir quais as mais adequadas para sua real situação.

O *ILDF online* contempla três fases, conforme Figura 8:

Figura 8 – Processo de desenvolvimento da aprendizagem online

Fonte: Dabbagh e Bannan-Ritland (2005)

Fase de exploração: consiste na investigação e documentação de informações relevantes relacionadas à configuração de instrução, incluindo crenças individuais e coletivas sobre o aprendizado e também informações solicitadas de outras pessoas envolvidas, a fim de efetivar o planejamento. Esta fase direciona o responsável a investigar e documentar suas perspectivas sobre o ensino e o aprendizado e a analisar o contexto da instrução. Direciona também o responsável a coletar e estudar a informação sobre outras perspectivas relacionadas à assistência, ao cenário (configuração), ao conteúdo e ao resultado. Essa fase resulta no entendimento do ensino, aprendizado e contexto utilizado para identificar um modelo pedagógico específico apropriado. Em suma, ela dá a oportunidade de o responsável investigar as diferentes facetas do problema instrucional, incorporar múltiplas perspectivas e produzir informações úteis que podem resultar no aprendizado efetivo.

Fase de promulgação: tem como objetivo mapear a informação coletada na fase de exploração sobre os processos de aprendizagem, o conteúdo e o contexto para o modelo pedagógico atual. Considerando as características do modelo pedagógico selecionado, visa identificar e implementar as estratégias instrucionais *online* mais adequadas. É nessa fase que as estratégias instrucionais são geradas e disponibilizadas aos alunos através da tecnologia. Resumidamente, ela permite ao responsável ajustar suas perspectivas com o aprendizado estabelecido. Esse processo permite ao responsável resolver problemas e tomar as decisões relacionadas para adotar a estratégia instrucional mais apropriada para um contexto em específico.

Fase de avaliação: determinados o propósito, os resultados desejados e os métodos de avaliação de um projeto de aprendizagem *online*, essa fase se baseia na incorporação da avaliação formativa e da revisão de ciclos que resultam na implementação efetiva e nos resultados informativos. Devem-se revisar os materiais *online* de acordo com os resultados obtidos através da avaliação formativa e também avaliar os resultados de acordo com os objetivos identificados. O *ILDF online* reforça um processo que integra múltiplas perspectivas para instruir o planejamento e a promulgação da teoria baseada em estratégias instrucionais para produzir a melhor instrução possível. Através da avaliação, ele – o responsável - pode saber se os alunos ficaram satisfeitos, se foi provocado o aprendizado ou se promoveu mudanças de comportamento. Dadas as múltiplas formas possíveis de se avaliar um aprendizado *online*, o responsável deve selecionar métodos apropriados para seus objetivos e avaliar o contexto instrucional e de desenvolvimento.

É possível relacionar os estágios com as fases do modelo, conforme Quadro 2:

Quadro 2 – Estágios x Fases do *ILDF online*

Estágio	Fase	Tarefa do responsável
Análise	Exploração	Investigar, Estudar
Projeto	Exploração	Documentar
Desenvolvimento	Promulgação	Mapear
Implementação	Promulgação	Disponibilizar, Implementar
Avaliação	Avaliação	Avaliar, Revisar

A seguir são descritos detalhes na união das três fases (exploração, promulgação e avaliação) com os três componentes-chave do modelo (modelos pedagógicos, estratégias instrucionais e tecnologia instrucional).

O sucesso da implementação do modelo em um curso *online* pode ser comprometido se as três fases não forem consideradas nos processos de planejamento e desenvolvimento. Através da Figura 9, é possível perceber a relação entre as fases e os componentes-chave do modelo proposto:

Figura 9 – ILDF online: relação entre fases e componentes-chave
 Fonte: Dabbagh e Bannan-Ritland (2005)

Os três componentes-chave são contemplados na fase *Enactment* (Promulgação) do modelo *ILDF online*. É nessa fase (Promulgação) que os responsáveis pelo curso selecionam as características do modelo pedagógico (baseadas nos resultados da fase Exploração, na qual é explorado um contexto instrucional sob diferentes perspectivas do processo de ensino-aprendizagem) e definem as estratégias instrucionais (de acordo com as características definidas no modelo pedagógico) e tecnologias instrucionais apropriadas (de acordo com as estratégias escolhidas). Depois disso, na fase Avaliação, todo o processo é avaliado de tal forma que a fase Exploração pode ser revisitada, dando início ao ciclo. Sobretudo, o modelo *ILDF online* emprega a interação dos responsáveis com todo o ciclo até que o contexto instrucional desejado seja atingido.

Ainda deve ser levada em consideração a experiência e o conhecimento dos responsáveis (contexto sociocultural) para escolha dos componentes apropriados, tornando possível uma evolução contínua dos resultados a fim de validar o método de desenvolvimento da aprendizagem *online*.

Os autores sugerem que todas as formas de aprendizagem *online* devam inserir o processo de avaliação formativa.

A seguir serão descritas as três fases e os três componentes-chave do modelo *ILDF online*.

2.5.1 Fase Exploração

O termo “Desenvolvimento da aprendizagem *online*” foi utilizado pelos autores por acreditarem que profissionais de diversas áreas (professores, estudantes de graduação, projetistas instrucionais, programadores ou uma combinação deles) possam contribuir no planejamento e desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem. Assim sendo, o responsável pelo planejamento do processo de ensino-aprendizagem deve, na fase de exploração, projetar e planejar o desenvolvimento do curso juntamente com sua equipe, explorando suas experiências e perspectivas relacionadas ao ensino e à aprendizagem, fazendo que elas sejam praticadas na fase de promulgação.

2.5.2 Fase Promulgação

Esta segunda fase contempla os três componentes-chave do modelo *ILDF online*. Por isso eles serão vistos na próxima seção.

2.5.2.1 Modelos pedagógicos e características pedagógicas

De acordo com Dabbagh e Bannan-Ritland (2005), todos os modelos pedagógicos descritos adiante seguem os seguintes princípios instrucionais: (a) encaixam a aprendizagem em um contexto complexo, real e relevante; (b) estabelecem a interação social como parte da

aprendizagem; (c) apoiam múltiplas perspectivas e uso de diversos modelos de representação; (d) promovem a propriedade do aprendizado e (e) nutrem a autoconsciência do processo de construção do conhecimento.

Problem-based Learning (PBL): envolve o estudante em atividades de solução de problemas complexos, cuja experiência anterior e todo o conhecimento do aluno são assumidos (as instruções começam com um problema a ser resolvido, e não com um conteúdo a ser ministrado). Tutores são atribuídos para cada grupo estabelecendo os recursos apropriados e facilitando a solução dos problemas. Seu maior objetivo é fornecer aos estudantes o desenvolvimento de habilidades de aprendizagem colaborativa.

Cognitive Apprenticeship: a aprendizagem também é focada no mundo real e os alunos são envolvidos em atividades significativas. Porém, os estudantes devem interagir com especialistas que modelam e explicam suas ações e decisões, mostrando quais estratégias estão sendo usadas para o domínio do conhecimento. Enfatizam habilidades cognitivas e reflexão capacitada por tecnologia, articulação e exploração.

Cognitive Flexibility Hypertexts: baseia-se em uma teoria de aprendizagem que enfatiza a complexidade do mundo real. Envolve o uso do conhecimento seletivo para aplicá-lo na tomada de decisão. Em essência, é um ambiente de aprendizagem hipermídia que fornece aos usuários vários caminhos não lineares de navegar pelo conteúdo através de casos, temas e outras perspectivas. A internet é um meio ideal para projetar esse modelo pedagógico porque é possível adicionar ricos conteúdos.

Communities of Practice: comunidades são formadas quando membros são unidos por um propósito comum envolvendo atividades mútuas mediando valores comuns, interesses e objetivos. Podem ser definidos como ambiente a exploração sustentada por estudantes e professores que os capacita a entenderem os tipos de problemas e oportunidades que especialistas em várias áreas encontram e o conhecimento que esses especialistas usam como ferramentas.

Computer-Supported Intentional Learning Environment (CSILEs): é um modelo instrucional auxiliado por computador que suporta a aprendizagem generativa (construção do conhecimento) através de interações colaborativas. Ele estabelece um banco de dados comum, no qual vários arquivos de diversas mídias são armazenados e recuperados. Também possibilita ao aluno construir a representação do conhecimento na compreensão de textos, figuras, áudio, vídeo e fazer essas representações de conhecimento acessíveis a outros estudantes através do banco de dados comum. Seu principal objetivo é construir um ambiente

de aprendizagem colaborativa, através da qual os alunos estudam problemas autênticos, expondo suas idéias ou participando em grupos.

Microworlds, Simulations and Virtual Learning Environments: no *Microworlds* os estudantes geram hipóteses e usam seus conhecimentos e experiências para supor o que poderá acontecer, testam essas suposições e as reformulam com base nos resultados de suas ações dentro da simulação. É estruturado para combinar o nível cognitivo do usuário que é apropriado às necessidades e nível de experiência do usuário. O *Simulations*, por sua vez, simula o espaço físico, escritórios e as tarefas de todos os dias, imergindo os alunos em cenários reais ou com limitações de tempo impedindo a avaliação e sofrendo as consequências. Fornecem ambientes elaborados com interfaces de imersão que levam os alunos a um mundo virtual. Já os *Virtual Learning Environments* são ambientes de aprendizagem em 3D (três dimensões) e também imergem os alunos em um mundo virtual imitando as experiências virtualmente.

Situated Learning: promove atividades de forma a assegurar que a aprendizagem seja situada no contexto que reflete a forma que o conhecimento será útil nas situações da vida real. O ambiente desse modelo pedagógico estabelece a instrução através da exploração de cenários, casos ou problemas autênticos, possibilitando vários domínios de conteúdo e conjunto de habilidades. Os estudantes experimentam a ambiguidade e a complexidade do mundo real, trabalhando em grupo para a solução dos problemas que tem em mãos, refletindo sobre as soluções e sobre as atividades da aprendizagem com a ajuda do professor. Este, por sua vez, monta o ambiente de aprendizagem estabelecendo atividades colaborativas estruturadas, recursos de aprendizado e suporte instrucional. Em suma, o modelo é baseado em quatro crenças: (a) aprendizado decorrente de ações do dia a dia; (b) aquisição do conhecimento em contexto e transferências de situações similares; (c) aquisição do aprendizado através da interação social e (d) não separação entre o conhecimento e as ações do mundo.

Percebe-se, através do último modelo, a importância do trabalho em grupo, propiciado pelas atividades colaborativas, e também da ajuda dada pelo professor (*feedback*).

É válido ressaltar que cada modelo pedagógico contempla várias características, dentre as quais, apenas as utilizadas neste estudo serão descritas no capítulo Metodologia. Além das características, esses modelos são classificados em três categorias.

2.5.2.2 Estratégias instrucionais

As treze estratégias instrucionais seguintes, segundo Dabbagh e Bannan-Ritland (2005), personificam as características instrucionais e as implicações dos modelos pedagógicos, as quais visam promover: (a) atividades autênticas de aprendizagem; (b) resolução de problemas; (c) colaboração e negociação social; (d) exploração; (e) geração de hipóteses; (f) atividades *role-playing*⁶; (g) articulação; (h) reflexão; (i) múltiplas perspectivas; (j) modelagem e explanação; (k) treinamento; (l) *scaffolding* e (m) aprendizagem autodirigida.

A primeira estratégia citada - atividades autênticas de aprendizagem - é vinculada (ancorada) a uma configuração real que foca a solução de problemas ao invés do aprendizado de conteúdo. Os estudantes aplicam seus conhecimentos e adaptam-no a novas situações e problemas e, assim, ampliam seus conhecimentos para caminhos significativos. Em geral, essas atividades são apresentadas em ambientes de aprendizagem através do uso de cenários, casos ou problemas. Reeves, Herrington e Oliver (2002) identificaram dez atributos dessas atividades de aprendizagem autênticas, como seguem: (a) tem relevância com o mundo real; (b) elas são mal definidas e requerem que os estudantes definam tarefas e subtarefas necessárias para completarem as atividades; (c) compreendem tarefas complexas para os estudantes investigarem durante um bom período de tempo; (d) estabelecem uma oportunidade a eles de usarem uma variedade de recursos para examinarem as tarefas de diferentes perspectivas; (e) fornecem-lhes a oportunidade de colaborarem; (f) propiciam-lhes a oportunidade de refletirem e envolverem suas crenças e valores; (g) podem ser integradas e aplicadas em diferentes domínios (áreas) e ampliar os resultados do domínio específico; (h) são integradas com a avaliação; (i) criam produtos valiosos com direito próprio ao invés de uma simples preparação para outra coisa e (j) permitem soluções competentes e diversidade de resultados.

É importante citar que os dez atributos citados são estáticos, pois descrevem o conceito. Por outro lado, as treze estratégias são dinâmicas, pois invocam a ação, a promulgação e a implementação prática.

Ainda existem algumas abordagens relacionadas às estratégias instrucionais que suportam as características dos modelos pedagógicos, pois de acordo com Dabbagh e Bannan-Ritland (2005), os modelos pedagógicos são vistos sob três categorias – de acordo com suas

⁶ Modelo de ensino que ajuda o aluno a compreender o comportamento social, seu papel nas interações sociais e as formas de resolver problemas de uma forma mais eficaz.

características instrucionais – (a) exploratório; (b) dialógico (colaborativo) e (c) de suporte. Essas categorias facilitam a associação entre as características instrucionais desses modelos e das tecnologias de aprendizagem. Logo adiante segue a descrição de cada uma das categorias:

Exploratórios: estabelecem aos alunos um tipo de inquérito científico ou um problema autêntico em um dado domínio. Esses alunos são questionados a gerar hipóteses, recolherem informações relevantes usando uma variedade de recursos e fornecem soluções, planos de ação, recomendações e interpretações das situações. Esta categoria é estabelecida dentro da aprendizagem *online* através do uso de várias tecnologias, incluindo hipermídia, animação, gráficos e módulos instrucionais em geral.

Dialógicos: esta categoria enfatiza o auxílio aos alunos a construírem seus conhecimentos através da interação social, ou seja, através do diálogo e da conversação. As tecnologias de aprendizagem que dão suporte à implementação dos modelos dialógicos incluem ferramentas síncronas e assíncronas tais como: *e-mail*, videoconferência e *chat*.

De suporte: são baseados em ferramentas proprietárias baseadas na internet (como *Dreamweaver* e *Front Page*) e sistemas de gerenciamento de cursos (como *WebCT* e *Learning Space*). Esses sistemas ou ferramentas integrativas permitem elementos dos modelos exploratórios e dialógicos serem fundidos aos cursos baseados na *web*, ambientes de aprendizagem *online* e portais de conhecimento de *e-learning* que podem ser criados sem o extenso conhecimento da programação. As ferramentas baseadas na *web*, bem como os sistemas de gerenciamento de cursos, apresentam aos usuários a oportunidade de incorporar várias estratégias instrucionais em um projeto de curso.

A relação entre as abordagens e as estratégias instrucionais pode ser melhor visualizada através da Figura 10:

Figura 10 – Interseção e alinhamento das estratégias instrucionais

Fonte: Dabbagh e Bannan-Ritland (2005)

A Figura 10 mostra que as atividades autênticas de aprendizagem são a essência que abrange todas as outras estratégias instrucionais. Mostra também a promoção da aprendizagem autodirigida como uma consequência (ou um resultado) de uma implementação coletiva de todas as estratégias. É notável que as estratégias instrucionais convergem - promovendo as atividades autênticas de aprendizagem - e divergem - promovendo a aprendizagem autodirigida. Essas convergências e divergências, representadas pela sobreposição das três estratégias apresentadas (exploratórias, dialógicas e de suporte) representam a interseção hierárquica ou o alinhamento das estratégias instrucionais.

As duas primeiras estratégias - exploratórias e dialógicas - representam o mapeamento entre os modelos, as tecnologias de aprendizagem e os constructos teóricos. Já a terceira – estratégias de suporte – tem o objetivo de auxiliar os aprendizes durante a execução de suas tarefas.

O objetivo da Figura 10 é mostrar que as atividades autênticas de aprendizagem, se projetadas apropriadamente de acordo com os dez atributos identificados previamente, devem envolver os alunos na resolução de problemas, na colaboração, na negociação social, na exploração, na reflexão e na consideração de múltiplas perspectivas. Quando eles são engajados nessas atividades, conseqüentemente, outras atividades são invocadas como: *role-playing*, geração de hipóteses e articulação. Além disso, para que essas atividades sejam sustentadas, o ambiente de aprendizagem deve incluir treinamento, modelagem e explanação e *scaffolding*. Por conseguinte, a promulgação dessas estratégias instrucionais deve promover a aprendizagem autodirigida, que é uma importante característica do aluno *online*.

2.5.2.3 Tecnologias instrucionais

O último componente-chave do modelo *ILDF online* é a tecnologia instrucional. Escolhidas as características do modelo pedagógico e as estratégias instrucionais, resta mapeá-las com a tecnologia disponível mais apropriada, conforme mostrado no Quadro 3. A tecnologia instrucional em questão pode ser escolhida de acordo com os recursos e as características que ela oferece.

Quadro 3 – Mapeamento das estratégias instrucionais para os modelos pedagógicos e para as tecnologias e características *web*

Estratégia instrucional	Modelo pedagógico	Tecnologias <i>web</i>	Características <i>web</i>
Estratégias exploratórias			
Promovendo resolução de problemas	<i>PBL</i> , <i>Situated learning</i>	<i>Hyperlinks</i> , Fóruns de discussão, Tecnologias de compartilhamento de documentos, Base de dados <i>online</i> , Repositório de conhecimento	Hipermídia, Registro de pesquisa <i>online</i> , Sincronia, Assincronia
Promovendo exploração	<i>Simulations</i> , <i>Microworlds</i> , <i>Virtual learning environments</i> , <i>WebQuests</i> ,	<i>Hyperlinks</i> , Motores de pesquisa, Base de dados <i>online</i> , Linguagens <i>script</i> , Ferramentas autoritárias	Hipermídia, Multimídia, Pesquisa <i>online</i> , Interatividade

	<i>PBL,</i> <i>Situated learning,</i> <i>Cognitive flexibility</i> <i>hypertexts</i>	baseadas na <i>web</i> , Módulos instrucionais autocontidos	
Promovendo geração de hipóteses	<i>Simulations,</i> <i>Microworlds,</i> <i>Virtual learning environments,</i> <i>WebQuests,</i> <i>PBL,</i> <i>Situated learning</i>	<i>Plug-ins,</i> Ferramentas autoritárias e animação baseadas na <i>web</i> , Áudio e vídeo digitais, Páginas <i>web</i> dinâmicas	Hipermídia, Multimídia, Pesquisa <i>online</i> , Interatividade
Promovendo <i>role-playing</i>	<i>Cognitive apprenticeships,</i> <i>Communities of practice,</i> <i>Virtual learning environments,</i> <i>Simulations,</i> <i>CSILEs,</i> <i>PBL</i>	<i>Chat,</i> Videoconferência	Assincronia, Sincronia, Multimídia, Interatividade
Estratégias dialógicas			
Promovendo articulação	<i>Knowledge networks,</i> <i>CSILEs,</i> <i>Communities of practice,</i> <i>Cognitive apprenticeships,</i> <i>PBL</i>	Quadros de boletim, Fóruns de discussão, <i>Chat,</i> Tecnologias de compartilhamento de documentos, <i>E-mail,</i>	Sincronia, Assincronia
Promovendo reflexão	<i>PBL,</i> <i>Cognitive apprenticeships,</i> <i>CSILEs,</i> <i>Situated learning</i>	Quadros de boletim, Fóruns de discussão, <i>E-mail,</i> Ferramentas de anotações	Sincronia, Assincronia
Promovendo colaboração e negociação social	<i>CSILEs,</i> <i>PBL,</i> <i>Situated learning,</i> <i>Communities of practice</i>	Fóruns de discussão, Quadros de boletim, Tecnologias de compartilhamento de documentos, Videoconferência, <i>Chat,</i>	Sincronia, Assincronia, Pesquisa <i>online</i> , Multimídia

		Base de dados compartilhada	
Promovendo múltiplas perspectivas	<i>Cognitive flexibility</i> <i>hypertexts</i> , <i>Communities of practice</i> , <i>CSILEs</i>	<i>Hyperlinks</i> , Gráficos, Áudio e vídeo digitais, Fóruns de discussão, Motores de pesquisa	Hipermídia, Multimídia, Assincronia, Sincronia, Interatividade, Pesquisa <i>online</i>
Estratégias de suporte			
Promovendo modelagem e explanação	<i>Cognitive apprenticeships</i> , <i>Simulations</i> , <i>CSILEs</i> , <i>Communities of practice</i>	Fóruns de discussão, Gráficos, Animação, Videoconferência, Áudio e vídeo digitais, <i>E-mail</i>	Hipermídia, Multimídia, Sincronia, Assincronia, Interatividade
Promovendo treinamento	<i>Microworlds</i> , <i>Simulations</i> , <i>Cognitive apprenticeships</i> , <i>Situated learning</i> , <i>PBL</i>	<i>E-mail</i> , <i>Hyperlinks</i> , Áreas de discussão síncronas e assíncronas, Módulos instrucionais autocontidos, Ferramentas autoritárias baseadas na <i>web</i>	Hipermídia, Multimídia, Sincronia, Assincronia, Interatividade
Promovendo <i>scaffolding</i>	<i>CSILEs</i> , <i>Cognitive apprenticeships</i> , <i>Cognitive flexibility</i> <i>hypertexts</i> , <i>PBL</i> , <i>Microworlds</i>	<i>Hyperlinks</i> , <i>E-mail</i> , Motores de pesquisa, Áreas de discussão síncronas e assíncronas, Base de dados <i>online</i>	Hipermídia, Multimídia, Sincronia, Assincronia, Interatividade, Pesquisa <i>online</i>

Fonte: Dabbagh e Bannan-Ritland (2005)

É possível, ainda, mapear as tecnologias de aprendizagem com os modelos pedagógicos e também com os constructos teóricos, como visto no Quadro 4:

Quadro 4 – Modelos pedagógicos x Tecnologias instrucionais x Constructos teóricos

Modelos Pedagógicos e aplicações	Tecnologias instrucionais associadas	Constructos teóricos associados
Estratégias exploratórias		
<i>Microworlds,</i> <i>Simulations,</i> <i>Virtual learning environments,</i> <i>Cognitive flexibility hypertexts,</i> <i>Cognitive apprenticeships,</i> <i>Situated learning,</i> <i>Case-based learning,</i> <i>PBL,</i> <i>WebQuests</i>	Hipertexto e hipermídia, Gráficos, Animação, Interface de manipulação direta, Áudio e vídeo digitais, Ferramentas autoritárias, Motores de pesquisa, Módulos instrucionais autocontidos, <i>Plug-ins</i>	Controle do aprendiz, Interatividade, Atividade autêntica, Aprendizagem contextualizada, Aprendizagem experimental, Aprendizagem baseada em perguntas, Flexibilidade cognitiva, Aprendizagem baseada na temática, Aprendizagem autodirigida
Estratégias dialógicas		
<i>Asynchronous learning networks,</i> <i>Knowledge networks,</i> <i>Communities of practice,</i> <i>Learning communities,</i> <i>Knowledge-building communities,</i> <i>Virtual classrooms,</i> <i>Shared synthetic environments,</i> <i>CSILEs,</i> <i>Telelearning</i>	<i>E-mail,</i> Quadros de boletim, Fóruns de discussão, Videoconferência, Tecnologias de compartilhamento de documentos, <i>Chat,</i> <i>IRC</i>	Comunicação mediada por computador, Aprendizagem colaborativa, Aprendizagem distribuída, Aprendizagem autodirigida, Aprendizagem flexível ou aberta
Estratégias de suporte		
<i>Online learning,</i> <i>E-learning,</i> <i>Web-based instruction,</i> <i>Web-based courseware,</i> <i>Knowledge portals</i>	Cursos baseados na <i>web</i> de ferramentas autoritárias, Sistemas de gerenciamento de cursos, Objetos de aprendizagem, Tecnologias orientadas a objeto, Módulos interativos autocontidos, Tecnologias de base de dados, Páginas <i>web</i> dinâmicas	Comunicação mediada por computador, Interatividade, Aprendizagem colaborativa, Controle do aprendiz, Aprendizagem distribuída, Aprendizagem autodirigida, Aprendizagem flexível ou aberta

Fonte: Dabbagh e Bannan-Ritland (2005)

Como uma das intenções deste trabalho é melhorar o processo de ensino-aprendizagem *online* no curso de Matemática Financeira, é de suma importância descrever as condições atuais do ensino de matemática.

2.5.3 Fase Avaliação

A fase de avaliação do modelo *ILDF online* reflete todo o esforço do projeto e desenvolvimento do processo, pois determina o valor da instrução. Através da avaliação, os responsáveis podem compreender melhor o impacto das estratégias e tecnologias instrucionais na aprendizagem (Dabbagh e Bannan-Ritland, 2005).

Entretanto, para que isso seja possível, os autores relatam que um processo sistemático de avaliação deve ser adotado: (a) determinar o propósito, os resultados desejados e os métodos de avaliação; (b) avaliar o projeto e o desenvolvimento prévio para oferecer o curso *online*; (c) revisar o material *online* para os resultados da avaliação formativa e (d) implementar a experiência da aprendizagem *online* e a avaliação dos resultados de acordo com os objetivos identificados.

Essa fase ainda promove um interativo e sistemático envolvimento para projetar e desenvolver a aprendizagem *online* através de testes ordenados, podendo promover autoconsciência, mudança e autorrenovação, providenciando informações úteis para informar um amplo alcance de decisões.

De acordo com Dabbagh e Bannan-Ritland (2005), os esforços de avaliação podem ser categorizados em uma abordagem “informal para formal”, cujas diferenças são determinadas pelos objetivos dos desenvolvedores e pelo contexto sociocultural, pois deve ser determinado o nível de formalidade do processo de avaliação mais apropriado para o contexto, selecionar e adaptar esse processo para seus propósitos.

A avaliação deve examinar, cuidadosamente, como as características dos modelos pedagógicos e as estratégias são ordenadas com as ferramentas de aprendizagem.

Os métodos de avaliação devem ser implementados no ambiente *online*, refletindo a complexidade e as características autênticas das tarefas instrucionais. Outra consideração feita pelos autores é que, a avaliação da aprendizagem deve incorporar múltiplas perspectivas. Entretanto, os avaliadores formam suas próprias percepções que impactam nos esforços de avaliação. Talvez uma melhor forma de avaliar os materiais de aprendizagem *online* são envolver múltiplos avaliadores, contribuindo com múltiplas perspectivas no valor da instrução *online*.

Em suma, o processo de avaliação apresentado deve incorporar múltiplos métodos (formal ou informal), múltiplas perspectivas (aluno, colega, tutor, administrador) e também

múltiplos níveis (reações, aprendizagem, comportamentos) para efetivar a avaliação da aprendizagem *online*.

Descritas as três fases do modelo *ILDF online*, a seguir estão algumas informações sobre como anda o ensino de matemática atualmente.

2.6 O ensino de matemática nos dias de hoje

Atualmente, os cursos *online* de matemática fornecem avaliações automatizadas com questões “verdadeiro ou falso” ou questões de múltipla escolha, as quais informam o estudante apenas sobre a correção e não sobre a precisão da sua resposta em relação ao seu conhecimento. Esse tipo de sistema automatizado é de uso limitado para uma aprendizagem mais profunda, mas poderiam ter benefício substancial se fornecessem *feedback* imediato e de alta qualidade (Pisan et al., 2002).

Seguem dois estudos – um bem sucedido e outro não - relacionados ao processo de ensino e de aprendizagem em cursos *online* de matemática:

Luksic et al. (2007) começaram, em 2005, um projeto piloto para introduzir aos estudantes e membros da Faculdade de Matemática da Universidade de Ljubljana, Eslovênia, um processo de aprendizagem moderna e interativa. Na época, decidiram utilizar uma solução *open source*⁷, ou seja, um *software* com o código-fonte disponível. Essa decisão possibilitou o desenvolvimento de soluções para o atendimento das suas necessidades específicas. Os *softwares* escolhidos foram o *Plone*®⁸ e o *Moodle*®, porém, depois de um ano, este último foi escolhido como o preferido. Através dessa pesquisa, os autores concluíram que, a partir do momento em que utilizaram o *Moodle*® como ambiente de aprendizagem, os alunos da faculdade de matemática passaram a participar mais ativamente na construção de seus conhecimentos. A partir daí, ressaltaram ainda que com a utilização da Educação a Distância, as aulas tornaram-se um processo de aprendizagem interativa e colaborativa. Uma das questões discutidas entre os responsáveis por esse projeto foi: como armazenar e gerenciar o

⁷ Open source: ou código aberto, deve garantir distribuição livre, cujo programa deve ser distribuído com o código-fonte (ou haver algum meio para obtê-lo).

⁸ Sistema de gerenciamento de conteúdo que pode ser usado para a construção de portais de informação e também para construir sistemas de publicação de documentos ou até como ferramenta para trabalho colaborativo.

conhecimento produzido pelos alunos a cada ano para que eles e o professor possam acessá-los facilmente? Iniciaram, então, um projeto de transferência de conhecimento com o propósito de criarem uma enciclopédia *online*, a qual tinha o objetivo de compartilhar o conhecimento entre todos os professores e alunos da faculdade.

Nota-se a visível preocupação com o armazenamento e com a recuperação do conhecimento produzido e adquirido pelos alunos. Pode-se perceber ainda que a intenção, nesse caso, é a reutilização do conhecimento produzido pelos alunos que viriam depois, ou seja, nos próximos anos.

O caso de fracasso foi desenvolvido em Portugal e é resultado do estudo de Gonçalves e Kaldeich (2007). Eles afirmam que os professores de matemática têm utilizado suas técnicas e métodos de ensino como a memorização e a repetição de regras de cálculo, dando ao estudante uma visão abstrata da ciência, a qual é desconectada da realidade. Assim, foi apresentado um gráfico mostrando o baixíssimo rendimento dos alunos no Exame Nacional, com periodicidade anual.

Acredita-se que, se o de Exame Nacional fosse aplicado com maior frequência durante o ano (a cada bimestre por exemplo), a média dos alunos não continuaria baixa; e ainda, se o resultado da aplicação do Exame no primeiro bimestre fosse insatisfatório, os responsáveis provavelmente teriam tempo suficiente para repensarem sobre o ensino de matemática na tentativa de aumentarem as médias dos alunos para o próximo bimestre.

Alguns aspectos foram responsáveis pelo fracasso do ensino de matemática em Portugal:

(a) os professores: (i) utilizam métodos mecânicos de ensino, ou seja, explanação do conteúdo seguido de exercícios (ii) utilizam estratégia pobre de ensino-aprendizagem e (iii) não passam a importância do real significado da matemática para os alunos, fazendo que eles não assimilem a ciência de forma a ser aplicada no dia a dia;

(b) os alunos (i) muitos deles não têm o hábito de estudo (ii) não são críticos, ou seja, simplesmente aceitam, passivamente, a informação transmitida (iii) muitos estudantes não gostam de ir à escola, deixando a sala de aula frequentemente e

(c) o Ministério da Educação (i) definiu um limite de reprovações dos alunos, ou seja, alguns são “passados de ano” obrigatoriamente, mesmo não obtendo o resultado desejado (ii) a quantidade de horas/aula de matemática nas escolas é pequena.

Tendo em vista esses problemas, os autores sugeriram algumas soluções: (a) motivar os alunos, prevenindo a evasão (b) tornar a escola mais interessante (c) combinar o ensino de matemática com a expectativa dos estudantes (d) respeitar o ritmo de cada estudante (e)

adotar atitudes para que o estudante possa participar mais ativamente do processo de aprendizagem.

É notável que as soluções sugeridas pelos autores estão direta ou indiretamente relacionadas aos aspectos teóricos citados anteriormente neste trabalho como: *feedback*, atividades colaborativas e cognitivismo.

Enfim, o próximo capítulo descreve detalhes da implementação desta pesquisa. Nela, serão contemplados aspectos referentes ao modelo *ILDF online*, responsável por abranger o modelo pedagógico, as estratégias instrucionais, as ferramentas e o ambiente de aprendizagem. Quanto às teorias de aprendizagem, o estudo abordará questões referentes aos estados comportamental e cognitivo dos alunos, às atividades colaborativas a fim de proporcionar a construção do conhecimento, e também à recuperação das informações armazenadas em cursos anteriores, bem como ao armazenamento de novas informações geradas no curso atual (*communal knowledge*). Paralelamente, a prática da avaliação formativa e do *feedback* será essencial para a construção e avaliação do aprendizado dos alunos durante o curso.

3. Proposta de desenvolvimento e implementação de um *feedback* personalizado, tempestivo e com qualidade

A construção desta proposta deve ser constituída por cinco etapas, conforme Figura 11:

Figura 11 – Etapas para a construção da proposta

3.1 Implementação de um curso a distância (baseado no modelo *ILDF online*) constituído pelo *feedback* com qualidade

Para a implementação desta proposta, a estrutura da Figura 12 deve ser seguida:

Figura 12 – Arquitetura para a implementação da proposta

Por meio da Figura 12, é possível notar os passos adotados para a realização desta proposta, bem como a relação de cada passo com cada etapa citada na Figura 11.

A partir das interações do aluno com o ambiente de aprendizagem, os dados são armazenados para que sejam analisados. No caso das atividades fórum, *chat* e *assignment*, esses dados são analisados pelo próprio professor, que se for o caso, fornece o *feedback* adequado ao aluno. Por outro lado, se a interação do aluno for com a atividade questionário, um algoritmo, ao invés do professor, é que analisa os resultados gerados em tempo real, compara-os com as informações armazenadas na base de conhecimento e, então, fornece o *feedback* ao aluno (maiores detalhes sobre o Algoritmo estão no APÊNDICE D – Diagrama de fluxo de dados adaptado). Finalizado o curso, o professor consulta todos os resultados gerados pelos alunos na atividade questionário e, por tentativa e erro, tenta identificar novas regras que, por sua vez, serão incorporadas na base de conhecimento do ambiente e utilizadas pelos alunos do próximo curso.

3.1.1 E1 – Elaboração do curso

A implementação deste estudo deve levar em consideração a escolha das características mais adequadas dos diversos modelos pedagógicos que o modelo *ILDF online*

sugere. Escolhidas essas características, deverão ser eleitas as estratégias instrucionais mais apropriadas e, por sua vez, serem promulgadas através das tecnologias instrucionais disponíveis para o atendimento das reais necessidades do curso em questão.

É válido ressaltar que as tecnologias instrucionais selecionadas devem possibilitar o emprego de características pedagógicas oriundas de diversas teorias de aprendizagem (*behaviourism, cognitivism, socio-constructivism e communal knowledge*).

3.1.2 E2 – Cadastro das primeiras regras na base de conhecimento do ambiente

As primeiras regras a serem cadastradas na base de conhecimento do ambiente virtual de aprendizagem têm o intuito de servir como base para o *feedback* dos alunos no Módulo Questionário (APÊNDICE C - Questionário). Levando em consideração que, ao ofertar o curso pela primeira vez, a base de conhecimento não contenha nenhuma regra, é válido ressaltar a importância desse primeiro cadastro.

Assim, essas primeiras regras identificadas deverão ser cadastradas de forma que cada questão tenha, dentre outros atributos, uma fórmula errada (variação da fórmula correta que eventualmente poderá ser utilizada pelo aluno na resposta da questão), uma sugestão (mensagem informativa do porquê do erro do aluno) e também uma *URL* (*link* para redirecionamento do aluno (nos erros e nos acertos) para materiais e exercícios complementares). Na verdade, deve existir uma *URL* para o acerto do aluno, uma *URL* para o erro conhecido do aluno (*feedback* com suporte) e uma terceira *URL* para o erro desconhecido (*feedback* sem suporte).

3.1.3 E3 – Realização do curso

O curso deve ser realizado conforme sua elaboração descrita na primeira etapa “E1 – Elaboração do curso”. A utilização de um ambiente virtual de aprendizagem apropriado pode ajudar o emprego das tecnologias instrucionais escolhidas. Independentemente do uso – ou

não – de um ambiente de aprendizagem, essas tecnologias devem proporcionar aos alunos *feedbacks* necessários nos seus erros e acertos, auxiliar a construção do conhecimento através da intervenção do tutor e também dos *links* extra-ambiente com indicação de materiais e exercícios complementares.

Além da leitura do material didático, é interessante que os alunos também participem colaborativamente da resolução das atividades e exercícios. Essa participação faz que um aluno possa aprender com os outros e também ajudar que outros alunos aprendam. Na discussão sobre tópicos do curso, o professor também deve se mostrar “presente” de forma a solucionar eventuais dúvidas ou complementar com materiais até então não programados para o curso.

O *feedback* a ser obtido pelo aluno – independentemente se for do professor, de outro aluno ou do próprio ambiente – pode fazer que ele tenha um tratamento mais individualizado, de forma a construir seu aprendizado.

3.1.4 E4 – Avaliação formativa e *feedback*

A prática da avaliação formativa e do *feedback* deve ser o ponto principal para a realização do curso em questão. Ainda com o curso em andamento, todas as informações referentes às interações dos alunos com os módulos propostos deverão ser armazenadas. A partir daí, o tutor terá condições de acompanhar os respectivos rendimentos dos alunos através de relatórios ou gráficos informando-o sobre as participações de todos eles. De alguma forma, o professor deverá intervir no aprendizado dos alunos para tentar motivá-los de alguma forma (enviando mensagens de *e-mail* ou sugerindo a leitura de algum material complementar). Não se deve esquecer que o *feedback* deverá ser praticado sempre que possível, independentemente de os alunos estarem corretos ou não.

Além da avaliação formativa e do *feedback* praticados de acordo com as interações dos alunos com o ambiente, é possível também atendê-los através de outras ferramentas como o *e-mail* e outras tecnologias para comunicação como o *Windows Live Messenger*© e o *Skype*©.

Esta etapa poderia estar implícita na etapa anterior (E3 – Realização do curso), porém sua separação foi proposital, tendo em vista a importância desses dois aspectos

(avaliação formativa e *feedback*) para o alcance dos objetivos, bem como o sucesso da realização desta proposta. Nessa fase, é imprescindível o monitoramento (visita) diário da participação dos alunos a fim de coletar os dados que são gerados.

3.1.5 E5 – Geração de novas regras e incorporação à base de conhecimento atual

Finalizado o curso, deverá ser gerado um relatório para o professor contendo o enunciado de todas as questões de cada módulo. Nesse relatório, cada questão deve conter a fórmula correta e, para cada interação dos alunos com essa questão, os valores corretos no momento da resposta (já que as variáveis da questão são geradas aleatoriamente) e os valores correspondentes às respostas dos alunos. Com isso, o professor tem a possibilidade de identificar, por meio de tentativas e erros, algumas fórmulas erradas (novas regras) utilizadas pelos alunos em suas respostas. Para um melhor entendimento desta etapa, segue um exemplo - verificado na Tabela 1 - cujo valor da variável [var1] foi adotado como 600:

Tabela 1 – Definição das novas regras

Questão	Fórmula correta	Resposta correta	Resposta do aluno	Nova regra identificada
A quanto equivale a taxa diária (% a.d.), em juros comercial, [var1]% a.a.?	$[var1] / 360$	1,67	0,167	$[var1] / 3600$

Com a ajuda da experiência do tutor, quando uma nova regra é identificada, ele efetua o cadastro na base de conhecimento atual a fim de utilizá-la para o *feedback* personalizado dos alunos em cursos futuros. Além do cadastro da fórmula errada propriamente dita, o tutor também cadastra uma mensagem que servirá de *feedback* personalizado aos alunos, bem como as *URLs* (correspondentes ao acerto e aos *feedbacks* com e sem suporte) que os redirecionarão para materiais e exercícios complementares. Para o caso acima, a mensagem poderia ser:

“Levar em consideração que a taxa diária deve ser calculada em porcentagem.”

Essas novas regras deverão ser cadastradas e utilizadas em conjunto com as regras armazenadas antes do início do curso (E2 – Cadastro das primeiras regras na base de

conhecimento do ambiente). Assim, o ciclo entre as etapas recomeça, e um novo curso pode ser iniciado.

4. Metodologia

A real intenção que se teve com este trabalho foi seguir critérios de consistência, coerência, objetivação e, principalmente, originalidade.

Houve a preocupação de se definir um objetivo claro e mensurável que, por conseguinte, permitisse a estruturação dos passos para a realização e validação deste estudo, tornando-a confiável.

Além da pesquisa em si – através da qual foram garimpados dados e informações que sustentaram os referenciais deste estudo –, o trabalho iniciou-se com a leitura e análise dos materiais publicados na área, constituído de artigos nacionais, internacionais e de reconhecimento científico. Assim, sempre que possível, optou-se pela priorização da pesquisa diretamente nas fontes das informações (não em suas releituras).

Sobretudo, Richardson (1989) ressalta sobre a atitude do pesquisador quando descreve que toda afirmação, todo princípio, toda deliberação feita pelo próprio pesquisador devem ser examinados quanto à sua veracidade e também como ela pode ser medida. Para isso, a atitude do pesquisador exige reorganização do conceito de saber, nova visão que permita reconhecer a incerteza, falta de clareza, relatividade, instrumentalização e ambiguidade do conceito “verdade científica”.

4.1 Categorização da pesquisa

Segundo Andrade (2003), “pesquisa é o conjunto de procedimentos sistemáticos, baseado no raciocínio lógico, que tem por objetivo encontrar soluções para problemas propostos, mediante a utilização de métodos científicos”.

Gil (1987) define pesquisa como: “procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”.

Marconi e Lakatos (2002) dizem que a pesquisa é um procedimento formal com pensamento reflexivo, a qual requer tratamento científico e se constitui ao longo do tempo para se conhecer a realidade ou se descobrir conformidades parciais.

A Tabela 2 mostra a categorização da pesquisa segundo Tognetti (2006):

Tabela 2 – Tipologia da pesquisa

Critério	Tipologia
(a) Finalidade	Básica Aplicada
(b) Objetivos	Exploratória Descritiva Explicativa
(c) Procedimentos	Bibliográfica Documental Experimental Post-facto Levantamento Estudo de caso Pesquisa-ação
(d) Natureza dos dados	Qualitativa Quantitativa
(e) Local e realização	Campo Laboratório

Considerando-se os itens descritos, esta pesquisa pode ser classificada como:

(a) **aplicada**, pois caracteriza-se pela aplicação prática e visa aplicar teorias na descoberta de soluções; (b) **descritiva**, pois aborda a descrição, o registro, a análise e a interpretação dos objetos atuais, objetivando o seu funcionamento no presente e requerendo um forte embasamento teórico; (c) **levantamento**, pois foram coletados dados de um grupo significativo de pessoas e, mediante análise quantitativa, foi possível obter conclusões sobre as informações obtidas a partir desses dados coletados; (d) **quantitativa**, pois os dados levantados para a análise são expressos com medidas numéricas e (e) **campo**, pois os dados foram coletados *in natura*, ou seja, onde acontecem os fatos.

De acordo com a categorização de Tognetti (2006), pode-se dizer que esta pesquisa se classifica, ainda, como: (i) **monodisciplinar** quanto aos setores de conhecimento, pois a pesquisa foi realizada apenas em um campo do conhecimento científico; (ii) **observacional** quanto aos processos de estudo, pois consiste na observação para a coleta dos dados que se quer investigar, possibilitando a precisão na captação desses dados; (iii) **dados secundários** quanto à procedência dos dados, pois a fonte para a realização deste estudo baseou-se em livros ou outros documentos bibliográficos já utilizados em outros estudos ou pesquisas; (iv) **censitária** quanto ao grau de generalização dos resultados, pois abrange a totalidade dos

componentes do universo, ou seja, foi analisada toda a população e (v) **observação direta não participante** quanto às técnicas e instrumentos de observação, pois registrou-se o máximo de ocorrências interessantes para este trabalho, no qual o investigador (observador) não fez parte do grupo observado. Também se enquadra nesse instrumento de observação a realização de entrevistas.

4.2 Local, período e aspectos éticos

A validação deste estudo aconteceu com a realização de um curso a distância de Matemática Financeira usando HP-12c, no segundo trimestre de 2009, oferecido por uma instituição de ensino superior da cidade de São Carlos.

O curso de Matemática Financeira usando HP-12c é um curso *online* de extensão mantido pela FEA-RP (Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP de Ribeirão Preto). Visando exclusivamente a validação deste projeto, o curso foi disponibilizado virtualmente para o público, sob devida autorização.

4.3 Amostra

Dos 23 alunos inscritos inicialmente no curso, 16 desistiram na primeira semana em função da disponibilidade de tempo exigida pelo curso, além de alegarem motivos particulares. O número total de alunos que concluiu o curso foi 6.

Dentre esses 6 participantes que finalizaram o curso, percebe-se o equilíbrio entre os sexos masculino e feminino, conforme Figura 13:

Figura 13 – Composição da amostra por gênero

Quanto à escolaridade, através da Figura 14 é possível verificar que a maioria é composta por alunos de graduação:

Figura 14 – Composição da amostra por escolaridade

4.4 Procedimentos para a coleta de dados

Este trabalho teve como objetivo final avaliar a aplicação do *feedback* com qualidade aos alunos do curso. Para isso, foi necessário acompanhar o comportamento dos indivíduos participantes, dos quais foram coletados dados acerca das atividades disponíveis

no ambiente de aprendizagem para, em seguida, obter conclusões correspondentes aos dados coletados.

Para isso, foram analisados, diariamente, os dados referentes às mensagens que os alunos postaram nos fóruns e nos *chats*, o conteúdo dos arquivos enviados como resultado dos trabalhos em grupo e também os aproveitamentos dos alunos nas avaliações modulares, a fim de atribuir-lhes as notas compatíveis com o mérito de cada um deles.

Além do aspecto “nota”, também foi possível verificar o sucesso do *feedback* através da evolução dos alunos nas sucessivas interações com as avaliações modulares, ou seja, quando o aluno errava uma questão de determinado questionário, o *feedback* era colocado em prática, fazendo que ele não cometesse o mesmo erro ao responder o mesmo questionário novamente.

Outra forma de avaliar a ajuda efetiva do *feedback* com qualidade foi através da entrevista feita com alguns alunos, a qual contemplou perguntas abertas referentes ao *feedback* personalizado e, mais especificamente, se ele – o *feedback* – os ajudou a evoluir nas respostas das questões.

Então, esta pesquisa buscou evidenciar se o *feedback* com qualidade realmente ofereceu o suporte necessário para a evolução do aprendizado dos alunos pertencentes à amostra pesquisada, ou seja, com a intervenção do tutor nas atividades de fórum, *chat* e *assignment*, e também com a aplicação do *feedback* personalizado pelo próprio ambiente de aprendizagem nas avaliações modulares.

4.5 Fases da investigação

A metodologia utilizada neste estudo deve ser desenvolvida em duas fases: a primeira constitui-se do desenvolvimento e implementação do *feedback* com qualidade; a segunda trata da avaliação do *feedback* implementado na etapa anterior.

4.5.1 Fase 1: desenvolvimento e implementação do *feedback* com qualidade no curso *online* de Matemática Financeira usando HP-12c baseado no modelo *ILDF online*

Das etapas idealizadas na Figura 11, as seguintes foram utilizadas neste trabalho (Figura 15):

E1 - Elaboração do curso de Matemática Financeira usando HP-12c
E2 - Cadastro das primeiras regras na base de conhecimento do Moodle
E3 - Realização do curso de Matemática Financeira usando HP-12c
E4 - Avaliação formativa e <i>feedback</i> aplicados no curso de Matemática Financeira usando HP-12c
E5 - Geração de novas regras e incorporação à base de conhecimento atual

Figura 15 – Etapas utilizadas para a implementação do *feedback*

A etapa 5 (E5 – Geração de novas regras e incorporação à base de conhecimento atual) não foi utilizada para o curso em questão, pois nenhuma nova regra foi identificada (Figura 15).

A Figura 16 representa a arquitetura utilizada para a aplicação do *feedback* no curso em questão:

Figura 16 – Arquitetura utilizada no curso de Matemática Financeira usando HP-12c

Através da Figura 16, é possível notar que, no curso oferecido para validação deste estudo, não foi identificada nenhuma nova regra a ser cadastrada na base de conhecimento. Por isso, se comparada com a Figura 12, é possível verificar que os passos “5. Análise das respostas erradas pelo professor (após o curso)” e “6. Armazenamento” foram omitidos. Dessa forma, o próximo curso iniciará com as mesmas regras que já faziam parte do banco de dados no início do curso atual. Vale lembrar que, pelo fato de a base de conhecimento ter recebido as primeiras regras no início do curso, o passo “3. Consulta das regras armazenadas (E4)” foi mantido.

Abaixo são descritas, em detalhes, as quatro etapas utilizadas nessa primeira fase da metodologia:

(E1) Elaboração do curso de Matemática Financeira usando HP-12c

As três fases descritas abaixo pertencem ao modelo *ILDF online*, no qual foi baseada a elaboração do curso:

(i) Fase exploratória:

Essa primeira fase do modelo é importante para que o contexto instrucional seja definido pelo responsável a fim de que as características mais apropriadas dos modelos pedagógicos para o desenvolvimento do processo de aprendizagem dos alunos participantes possam ser escolhidas.

Sobretudo, este estudo está fundamentado nas teorias de aprendizagem *behaviourism*, *cognitivism*, *socio-constructivism* e *communal knowledge*. Muito embora esta

pesquisa também se baseie no modelo de *design* instrucional *ILDF online* – que propõe modelos pedagógicos construtivistas -, buscou-se definir características relacionadas, de certa forma, às teorias supracitadas.

Essas características, bem como as estratégias e tecnologias instrucionais, foram definidas na segunda fase do modelo *ILDF online*, a fase de promulgação.

(ii) Fase de promulgação:

O curso foi elaborado seguindo o modelo *ILDF online*, no qual cada modelo pedagógico, dentre os vários propostos, é composto por diversas características. Optou-se, então, por escolher características de diferentes modelos (visando à efetivação do processo de ensino-aprendizagem *online*) e não escolher um modelo único. Essas características fizeram parte do planejamento e do desenvolvimento do curso em questão, pois foram postas em prática com o auxílio do ambiente aprendizagem (através de suas tecnologias e ferramentas disponíveis ou através dos módulos computacionais adicionais). Segue a descrição de cada característica escolhida - entre parênteses encontra-se o modelo pedagógico ao qual ela pertence:

(a) promover o aprendizado autêntico através de atividades coerentes, significativas que correspondam aos propósitos e que representem a prática das situações da vida real (*Situated Learning*);

(b) promover a aprendizagem colaborativa, na qual os estudantes trabalham em grupo para resolverem os problemas através da negociação social, colaboração e não apenas da divisão de trabalho (*Situated Learning*);

(c) enfatizar múltiplas representações de conteúdo, as quais apoiam a reestruturação do conhecimento do aluno permitindo a eles a oportunidade de desenvolverem suas próprias representações pessoais e significativas de domínio de conteúdo (*Cognitive Flexibility Hypertexts*);

(d) dar apoio e *feedback* em tempo real (*Microworld*);

(e) dar apoio personalizado/individualizado à aprendizagem (*Simulation e Virtual Learning Environment*).

De acordo com a necessidade do curso implantado, seguem as estratégias instrucionais escolhidas - entre parênteses encontra-se a categoria do modelo pedagógico da qual ela pertence:

(a) promover a exploração (estratégia instrucional exploratória): os estudantes tentam diferentes estratégias e hipóteses e observam seus efeitos. Na aprendizagem exploratória o instrutor fornece instruções limitadas, e a ênfase é sobre o aprendizado gerado

pelo próprio estudante através da exploração e descoberta da informação. Através dessas características, o professor pode fornecer aos estudantes *links* relacionados aos materiais extra-ambiente para que possam buscar informações além das propostas no curso, agregando, assim, mais informações ao seu conhecimento;

(b) promover colaboração (estratégia instrucional dialógica): envolve a interação entre dois ou mais alunos a fim de potencializar seu próprio aprendizado, bem como o aprendizado dos outros. Sob uma perspectiva construtivista ou cognitiva, a colaboração pode ser definida como uma coleção de atividades que enfatiza a construção conjunta de conhecimento, a negociação conjunta de alternativas através de argumentações e debates, e a autossuficiência por parte dos estudantes sobre os outros estudantes e também sobre o professor como recursos de aprendizagem. Instrutores podem promover a prática colaborativa levantando uma questão e disponibilizando nos fóruns de discussão ou solicitar a elaboração de um artigo em grupo através de ferramentas como *assignment* ou *wiki*;

(c) promover treinamento (estratégia instrucional de suporte): consiste na observação e no monitoramento dos estudantes quando estão completando uma tarefa, fornecendo guia ou ajuda apropriada quando necessário. O propósito do treinamento é melhorar a performance do aprendiz. Por isso, um bom instrutor motiva os aprendizes, monitora e analisa suas performances, fornece comentários e *feedbacks* e promove reflexão e articulação sobre as novas informações aprendidas (essas características também podem se encaixar na avaliação formativa, na qual o curso de Matemática Financeira se baseará). A instrução (ou *feedback*) deve ser aplicada nas seguintes condições: (i) no estabelecimento de ajuda direta em dificuldades reais; (ii) no estabelecimento de ajuda nas horas críticas; (iii) sempre que possível no acompanhamento das tarefas e (iv) na ajuda para que o aluno possa enxergar o processo de diferentes perspectivas.

Por fim, as tecnologias instrucionais escolhidas para a implementação deste estudo foram: materiais didáticos para leitura, exercícios com animação, vídeos, *links* para materiais complementares extra-ambiente, fórum, *chat*, *e-mail*, questionários e ferramentas para trabalho em grupo.

A Tabela 3 mostra a relação entre as características do modelo pedagógico, as estratégias instrucionais e as tecnologias instrucionais utilizadas no curso:

Tabela 3 – Características do modelo pedagógico, estratégias e tecnologias instrucionais

Características do modelo pedagógico	Estratégias instrucionais	Tecnologias instrucionais
Aprendizado autêntico	Exploração	Materiais didáticos
Representações de conteúdo		<i>Links</i> extra-ambiente Exercícios com animação Vídeos
Aprendizagem colaborativa	Colaboração	Fórum <i>Chat</i> <i>Assignment</i>
<i>Feedback</i> imediato	Treinamento	Questionário
Apoio individualizado	Treinamento	Questionário <i>E-mail</i>

O ambiente virtual de aprendizagem *Moodle*® foi escolhido para disponibilizar as tecnologias instrucionais escolhidas. Este – o *Moodle*® - segundo os autores Romero, Ventura e García (2007), é um sistema de gerenciamento da aprendizagem *open source* para ajudar os educadores a criar comunidades de aprendizado efetivo de forma *online*. Ele é uma alternativa para as soluções de aprendizagem *online* proprietárias e é distribuído livremente sob a licença de código aberto do *Moodle*® instalada nas universidades e instituições em todo o mundo. Uma organização pode ter acesso completo ao código-fonte e fazer alterações, caso necessário; o *Moodle*® é um projeto modular que torna fácil a criação de novos cursos, tendo ainda um arranjo flexível de módulos, atividades e recursos para criar alguns tipos de material didático estático (uma página de texto, uma página *web* e *links* para outra página *web*) bem como outros tipos de interação (avaliação, múltipla escolha e *quiz*) e ainda alguns tipos de atividades para os estudantes interagirem entre si (*chat*, fórum e *wiki*). Ele - o *Moodle*® - armazena os *logs* detalhados de todas as atividades dos estudantes no sistema gerenciador de banco de dados relacional MySQL®, os quais podem ser usados pelos instrutores para determinar quem tem estado ativo no curso, o que eles fizeram, quando eles fizeram (Rice, 2006).

Em seguida, é descrita a terceira fase do modelo *ILDF online*, a fase de avaliação.

(iii) Fase de avaliação:

Nessa fase deverá ser avaliado os resultados de todo o processo realizado nas duas fases anteriores. Dependendo das consequências geradas, deve-se voltar para a primeira fase (exploratória) e rever o contexto instrucional para, assim, redefinir novas características dos modelos pedagógicos, novas estratégias e novas tecnologias. Esse ciclo deve ser refeito até

que o objetivo do processo de ensino-aprendizagem esteja de acordo com o planejamento elaborado pelo responsável.

A aplicação das fases e dos componentes do modelo *ILDF online* no curso em questão foi traduzida na Figura 17:

Figura 17 – Aplicação das fases e dos componentes do *ILDF online*

A Figura 17 representa a aplicação do modelo *ILDF online* especificamente no curso de Matemática Financeira usando HP-12c. O *ILDF online* propõe que o responsável (professor) tenha controle sobre as três fases do modelo (Exploração, Promulgação e Avaliação). A segunda fase contempla as cinco características (C1 a C5) dos quatro modelos pedagógicos (MP1 a MP4) definidos. Note-se que as duas primeiras características (C1 e C2) pertencem ao mesmo modelo pedagógico (MP1). Tem-se, ainda, na segunda fase, as três estratégias instrucionais (EI1 a EI3) em suas respectivas abordagens (A1 a A3) e, finalizando, as nove tecnologias instrucionais (TI1 a TI9) mais adequadas para o curso.

Com o curso elaborado, a próxima etapa adotada foi a realização do cadastro das primeiras regras na base de conhecimento do *Moodle*®.

(E2) Cadastro das primeiras regras na base de conhecimento do *Moodle*®

O curso de Matemática Financeira já tinha sido oferecido algumas vezes pela FEA-RP antes do início dos estudos para o desenvolvimento deste projeto. A partir dos dados resultantes das interações dos alunos com os questionários disponíveis, foram identificadas algumas fórmulas erradas utilizadas por eles em algumas questões. Essas fórmulas, na verdade, referem-se às regras, as quais foram cadastradas na base de conhecimento do ambiente de aprendizagem com o intuito de servirem como base para o *feedback* dos alunos no módulo Questionário (APÊNDICE C - Questionário).

Ao todo, foram cadastradas 27 novas regras (distribuídas entre as questões modulares do curso), as quais foram escolhidas de acordo com as questões que apresentaram maior índice de erro dos alunos. Algumas delas estão exemplificadas na Tabela 4:

Tabela 4 – Exemplo de algumas regras cadastradas antes do início do curso

Questão	Fórmula correta	Fórmula errada (regra)	Feedback personalizado	Caminho para a teoria
Determinar a taxa bimestral de juros simples (% a.b.) que faz que o capital multiplique [var1] vezes seu valor após [var2] anos.	$\frac{(((\text{var1}) - [\text{1}]) / [\text{var2}]) / [\text{6}]) * [\text{100}]}{[\text{100}]}$	$\frac{(((\text{var1}) - [\text{1}]) / [\text{var2}]) / [\text{6}])}{[\text{6}]}$	Conforme o conceito exposto na teoria dos Juros Simples, a taxa deve ser calculada em porcentagem, portanto, o valor obtido deve ser multiplicado por 100.	http://...
Um empréstimo no valor de R\$ [var1],00 e efetuado pelo prazo de [var2] anos a taxa nominal (linear) de juros de [var3]% ao ano, capitalizados trimestralmente. Pede-se determinar o montante do empréstimo.	$[\text{var1}] * (\{[\text{1}] + ([\text{var3}] / [\text{400}])\} P \{[\text{var2}] * [\text{4}]\})$	$[\text{var1}] * (\{[\text{1}] + ([\text{var3}] / [\text{1200}])\} P \{[\text{var2}] * [\text{4}]\})$	De acordo com a fórmula disponibilizada na teoria de Juros Compostos, deve-se efetuar a divisão por 400, não por 1200.	http://...
Determinar a taxa de desconto "por fora" de um título negociado [var1] dias antes de seu vencimento, sendo seu valor de resgate igual a R\$ [var2],00 e valor atual na data do desconto de R\$ [var3],00.	$\frac{(([\text{var2}] - [\text{var3}]) / ([\text{var2}] * ([\text{var1}] / [\text{30}])) * [\text{100}]}{[\text{100}]}$	$\frac{(([\text{var2}] - [\text{var3}]) / ([\text{var2}] * ([\text{var1}])) * [\text{100}]}{[\text{100}]}$	A taxa de desconto correta pode ser obtida dividindo o número de dias por 30, de acordo com o conceito de Descontos Simples.	http://...

As informações da Tabela 4 referem-se ao *feedback* personalizado (com suporte) dado ao aluno, ou seja, a cada utilização de fórmula errada que coincidissem com a fórmula errada cadastrada no ambiente, o aluno recebia as informações acima a fim de que, da próxima vez que ele respondesse o questionário (com valores de variáveis diferentes), não cometesse o mesmo erro novamente.

(E3) Realização do curso de Matemática Financeira usando HP-12c

Com a infraestrutura pronta, o curso de Matemática Financeira usando HP-12c foi oferecido por uma instituição de ensino de São Carlos, a qual se responsabilizou pela divulgação do curso, inscrição dos alunos, recebimento da taxa de inscrição e também pela emissão de certificado para os alunos. Foram oferecidas 20 vagas, porém, ao término das inscrições havia 23 alunos inscritos, dentre eles, alunos de graduação, de pós-graduação e profissionais da área financeira.

Quanto à estrutura do curso, além da disponibilização dos materiais didáticos para leitura e do Módulo *Chat* para solução de dúvidas, foram contemplados outros três módulos para que os alunos pudessem interagir e efetivar o aprendizado. São eles: (a) Módulo Fórum; (b) Módulo *Assignment* e (c) Módulo Questionário. Cada um desses módulos está descrito mais detalhadamente nos APÊNDICE A - Fórum, APÊNDICE B - *Assignment* e APÊNDICE C - Questionário, respectivamente.

Dos quatro módulos propostos, três já existiam no ambiente (*Chat*, Fórum e *Assignment*) e um foi desenvolvido (Questionário).

O módulo *Chat* permitiu aos alunos a possibilidade de contatarem o tutor de forma síncrona, já que as atividades desse módulo eram pré-agendadas e disponibilizadas no ambiente.

O módulo Fórum ofereceu recursos para que os participantes do curso (estudantes e professor) discutissem sobre determinado assunto, promulgando atividade colaborativa.

O módulo *Assignment* possibilitou aos alunos desenvolverem atividades em grupo e enviá-las através do ambiente para futura correção.

No módulo Questionário, desenvolvido para este trabalho, o aluno pôde responder questões e submeter suas respostas à correção automática do sistema (ambiente de aprendizagem). A partir daí, o aluno obtinha o *feedback* personalizado e automático, independentemente de sua resposta estar correta ou não. Para as respostas corretas, o sistema sugeria materiais complementares para a consolidação do aprendizado. As respostas erradas, o sistema corrigia apresentando a resposta correta e, então, uma das duas situações seguintes era apresentada: (a) se a resposta errada fosse resultado de uma fórmula errada cadastrada (regra),

o sistema apresentava uma sugestão para a correção da questão (por exemplo: “Caro aluno, levar em consideração que a taxa diária deve ser calculada em porcentagem”), além de apresentar ao aluno um *link* que o redirecionava para material e exercício complementares; e (b) caso a resposta errada fosse resultado de uma fórmula errada e desconhecida, o sistema mostrava a resposta correta e apresentava um *link* para o redirecionamento do aluno para materiais complementares.

Durante o curso, o ambiente armazenou todas as interações dos alunos referentes aos módulos disponíveis, ou seja, quantidade e conteúdo das mensagens postadas nos *chats* e nos fóruns de discussão, arquivos enviados para a correção do professor e também as respostas das questões dos questionários.

Para dar suporte aos alunos durante o curso, foi montada uma equipe de três pessoas: uma delas ficou responsável pela manutenção técnica do funcionamento do Moodle® e as outras duas se responsabilizaram pela atividade de tutoria.

O curso teve a carga horária equivalente a seis semanas, tendo sido disponibilizado em cada uma, um tópico diferente, a saber: Pré-curso (Semana 1); Módulo 1 – Introdução (Semana 2); Módulo 2 - Juros Simples (Semana 3); Módulo 3 - Juros Compostos (Semana 4); Módulo 4 - Descontos Simples (Semana 5) e Estudos e Avaliação final (Semana 6). Abaixo, estão descritas as particularidades e atividades de cada semana.

O objetivo do Pré-curso (Semana 1) foi possibilitar aos alunos uma maior familiaridade com as atividades do Moodle® e permitir a eles sanarem suas dúvidas em relação ao curso propriamente dito, por exemplo: forma de avaliação, conteúdo programático, objetivos educacionais, dentre outros aspectos. Esse objetivo foi alcançado através da realização das atividades iniciais disponibilizadas pelo tutor, como: (a) fórum geral: foi criado um tópico relacionado aos jogos olímpicos, no qual os alunos puderam debater sobre o assunto postando suas mensagens (ou criando novos tópicos); (b) *chats* programados: foram programados 6, sendo 2 por dia, em horários diferentes, através dos quais os alunos puderam solucionar qualquer tipo de dúvida; (c) *assignment*: foi solicitado aos alunos que enviassem um único arquivo (e individual) resultado de uma breve pesquisa sobre *wiki*; (d) avaliação: foram elaboradas 10 questões de múltipla escolha abordando conhecimentos gerais e (e) avaliação diagnóstica: foram disponibilizadas 10 questões contemplando o conteúdo de todo o curso. Essa avaliação teve como intenção medir o conhecimento inicial dos alunos, a fim de permitir o traçado das respectivas evoluções no final do curso.

No final desta primeira semana, após a realização das atividades individuais, o tutor dividiu os alunos em cinco grupos (Manga, Abacate, Limão, Carambola e Marmota) para que

fossem realizadas, a partir da segunda semana, algumas atividades em conjunto. Como havia 23 alunos inscritos, foram formados três grupos de cinco pessoas e dois grupos de quatro.

O Módulo 1 - Introdução (Semana 2) teve como objetivo mostrar aos alunos os conceitos básicos sobre matemática financeira necessários para a compreensão do curso. As seguintes atividades foram contempladas nesta segunda semana: (a) fórum particular: fórum fechado para os alunos do mesmo grupo discutirem sobre o exercício proposto; (b) fórum geral: fórum aberto no qual os alunos puderam solucionar dúvidas em relação às outras atividades disponíveis; (c) 2 *chats* programados (sendo 1 por dia): através deles os alunos tiveram a possibilidade de solucionar dúvidas gerais; (d) *assignment*: atividade em que cada grupo teve de resolver um exercício sobre “transação comercial” e enviar o arquivo (com prazo definido) para correção do tutor; (e) avaliação: 10 questões de múltipla escolha relacionadas aos conceitos básicos da matemática financeira, as quais os alunos puderam responder quantas vezes quisessem e (f) avaliação diagnóstica: pelo fato de poucos alunos terem respondido na primeira semana, esta atividade ficou disponível até o final desta semana.

Para as duas semanas seguintes (“Semana 3 - Módulo 2 – Juros Simples” e “Semana 4 - Módulo 3 – Juros Compostos”) foram disponibilizadas as mesmas atividades da “Semana 2 – Módulo 1 – Introdução”, porém, vale ressaltar que, para cada atividade, o assunto abordado era referente ao módulo em questão.

Na “Semana 5 - Módulo 4 – Descontos Simples”, foram disponibilizadas as atividades de leitura, fórum geral e questionário.

Na sexta semana (Semana 6 – Estudos e avaliação final) não foi disponibilizada nenhuma atividade, pois o objetivo foi fazer que os alunos regularizassem suas situações e estudassem para a avaliação somativa. Esta - avaliação somativa - por sua vez, pôde ser realizada por qualquer aluno, quantas vezes desejasse, porém, foram corrigidas apenas as respostas dos alunos que obtiveram média igual ou maior que oito (média $\geq 8,0$) nas avaliações modulares, levando em consideração a maior nota de cada módulo. As avaliações modulares (questionários referentes a cada módulo) também puderam ser respondidas pelos alunos quantas vezes desejassem. Para cada avaliação modular, a maior nota foi levada em consideração para efeito do cálculo da média.

Para a obtenção do certificado, os alunos tiveram de atingir nota final (NF) igual ou maior que cinco (NF $\geq 5,0$), conforme fórmula abaixo:

$$\text{NF} = \text{nota_aval_somativa} + \text{bônus_chat} + \text{bônus_fórum} + \text{bônus_assignment}$$

Essa nota final foi composta pela nota da avaliação somativa acrescida da soma dos pontos-extras (bônus) conquistados pelos alunos como consequência de suas participações

nos fóruns (0,50 pontos), *chats* (0,25 pontos) e *assignments* (0,25 pontos), conforme fórmula abaixo:

(E4) Avaliação formativa e *feedback* aplicados no curso de Matemática Financeira usando HP-12c

Os dados dos alunos foram coletados e armazenados em uma planilha elaborada com o seguinte conteúdo: (a) uma coluna com o nome do aluno; (b) uma coluna com o nome do grupo do qual o aluno fez parte; (c) uma coluna informando se o aluno tinha calculadora HP-12c; (d) uma coluna com sua atividade (estudante de graduação, estudante de pós-graduação, profissional da área financeira, outros); (e) uma coluna com o resultado da primeira tentativa de resposta da avaliação diagnóstica; (f) uma coluna com a nota na atividade *assignment*; (g) três colunas referentes à avaliação modular, contendo o número de tentativas do aluno, a menor e a maior notas; (h) uma coluna referente ao número de mensagens postadas no fórum do grupo; (i) uma coluna referente ao número de mensagens postadas no fórum geral; (j) uma coluna referente ao número de mensagens postadas no *chat*; (l) uma coluna com a maior nota obtida na avaliação final; (m) uma coluna com o bônus referente aos *chats*; (n) uma coluna com o bônus referente às atividades *assignment*; (o) uma coluna com o bônus referente aos fóruns e (p) uma coluna contendo o número de acessos de cada aluno no curso inteiro.

Os itens (f), (g), (h), (i), (j) e (l) foram duplicados na planilha, referenciando cada módulo do curso.

É válido ressaltar que as únicas atividades para o Módulo 4 – Descontos Simples foram a avaliação modular e o fórum geral.

Para a atribuição das notas e dos pontos-extras (bônus) aos alunos, o tutor analisou todas as mensagens nos fóruns e nos *chats*, bem como o conteúdo dos arquivos enviados pelo módulo *assignment*.

A partir daí, optou-se pela elaboração de alguns gráficos de forma a facilitar a visualização dos resultados dos alunos no curso.

Após a Fase 1, caracterizada pelo desenvolvimento e implementação do *feedback* com qualidade, deve ser iniciada a Fase 2, avaliação do *feedback*, descrita com mais detalhes na seção seguinte.

4.5.2 Fase 2: avaliação do *feedback* com qualidade no curso de Matemática Financeira usando HP-12c

Esta avaliação, de classificação formativa e somativa, tem o intuito de avaliar o aprendizado dos alunos participantes do curso elaborado conforme as etapas descritas anteriormente. É válido ressaltar que os alunos foram avaliados sob a ótica das respectivas notas obtidas através das participações nos fóruns, *chats* e trabalho em grupo. Além disso, também foi levado em consideração o aproveitamento nas avaliações modulares. Assim, para atender os objetivos deste estudo, a avaliação será restrita sob o aspecto do *feedback* com qualidade.

Esta avaliação se inicia juntamente com o curso e continua após sua finalização, utilizando, como dados de origem, os que forem coletados na etapa “E4 – Avaliação formativa e *feedback* aplicados no curso de Matemática Financeira usando HP-12c”, levando em consideração os critérios definidos pelo tutor.

Os dados coletados diariamente na etapa “E4 – Avaliação formativa e *feedback* aplicados no curso de Matemática Financeira usando HP-12c” deverão ser adicionados em uma planilha para que fiquem organizados de forma a facilitar o acompanhamento da evolução dos alunos. A partir desses dados, poderão ser construídos diversos gráficos – conforme Figura 21 a Figura 28 - para facilitar a visualização e a identificação da evolução e do aprendizado de cada aluno.

Com todas as informações necessárias em mãos, os resultados deverão ser analisados a partir do cruzamento dos dados resultantes das participações dos alunos com o critério de avaliação definido pelo tutor (normas e regras do curso). Para que o aluno tenha direito de realizar a avaliação final, por exemplo, ele deve obter a média mínima definida no regulamento do curso. Após a realização da avaliação final – ou somativa –, o aluno ainda deve obter uma nota mínima necessária para a obtenção do certificado. A coleta desses dados também é importante para que o tutor conheça os alunos com baixa participação nas atividades, bem como os que estão com algum tipo de dificuldade em determinado assunto. Assim, sempre que necessário, o tutor pode intervir na aprendizagem do aluno a fim de ajudá-lo a melhorar seu rendimento naquele tópico.

De forma geral, o aprendizado dos alunos deve ser avaliado de acordo com seus respectivos aproveitamentos (avaliações e participações). Um aspecto muito importante é

verificar se a prática da avaliação formativa e a do *feedback* realmente contribuem para a efetivação do aprendizado e para a evolução do aluno no curso.

5. Resultados e análise dos resultados

Neste capítulo, serão descritos todos os resultados encontrados na implementação deste estudo, bem como na avaliação do *feedback* com qualidade, inclusive com a mesma divisão de tópicos utilizada no capítulo anterior – Metodologia.

5.1 Fase 1: desenvolvimento e implementação do *feedback* com qualidade no curso *online* de Matemática Financeira usando HP-12c baseado no modelo *ILDF online*

O curso em questão atendeu os requisitos do modelo de *design* instrucional *ILDF online*, cuja concepção seguiu as três fases (exploração, promulgação e avaliação) e os três componentes-chave (modelo pedagógico, estratégias instrucionais e tecnologias instrucionais) propostos. Sobretudo, o desenvolvimento do *feedback* com qualidade (registrado como *feedback* personalizado) foi resultado desse processo de construção.

O *feedback* personalizado das avaliações modulares aconteceu de forma automática, ou seja, pelo próprio ambiente de aprendizagem. No caso de acerto, o aluno recebia o *feedback* personalizado (Figura 48 do APÊNDICE C - Questionário) e era redirecionado para uma página que indicava complementos para o seu aprendizado, conforme Figura 18:

Figura 18 – *Feedback* personalizado para o acerto

Para o erro desconhecido (Figura 49 do APÊNDICE C - Questionário), o aluno era redirecionado para outra página, conforme Figura 19:

Figura 19 – Feedback personalizado para o erro desconhecido

Finalmente, para o erro conhecido (Figura 50 do APÊNDICE C - Questionário) – aquele cuja fórmula errada foi previamente cadastrada no ambiente – foi construída a seguinte página (Figura 20):

Figura 20 – Feedback personalizado para o erro conhecido

É válido ressaltar que os leiautes das Figura 19 e Figura 20 são parecidos, mas o conteúdo é diferente.

Além da aplicação do *feedback* personalizado, o professor ainda auxiliou os alunos nas atividades de fórum, *chat* e *assignment*, dando-lhes o apoio necessário no momento solicitado.

Os resultados referentes à avaliação do *feedback* aplicado nesta fase são relatados na próxima seção.

5.2 Fase 2: avaliação do *feedback* com qualidade no curso de Matemática Financeira usando HP-12c

Com relação aos quatro fóruns criados no curso, houve a participação de 4 alunos, totalizando vinte e duas mensagens. As discussões nos fóruns eram sempre acompanhadas pelo tutor que, sempre que necessário, postava algumas mensagens a fim de esclarecer eventuais problemas relacionados com as atividades do curso.

Quanto às atividades de *chats*, foram programados três ao longo do curso, nos quais foram computadas cento e trinta e três mensagens dos 6 alunos participantes. Em todos os *chats* programados, pelo menos um membro da equipe responsável pelo curso esteve presente para responder as dúvidas dos alunos.

As atividades de *assignment* também foram bem realizadas pelos alunos. Na primeira semana, todos os alunos enviaram os arquivos solicitados pelo tutor e todos, sem exceção, obtiveram aproveitamento máximo. Para as semanas seguintes foram elaboradas mais três atividades *assignment*, nas quais, novamente todos os alunos (atividade colaborativa) enviaram seus arquivos e demonstraram assimilação do conteúdo devido à qualidade dos trabalhos enviados, recebendo, além de uma boa nota, sugestões, dicas e comentários por parte do tutor, caracterizando, assim, a prática do *feedback*.

Outra atividade importante disponibilizada aos alunos foi a avaliação diagnóstica. Dos 6 alunos do curso, todos realizaram essa atividade. É válido ressaltar que eles puderam realizar a avaliação diagnóstica quantas vezes desejassem, porém, para efeito de análise dos resultados, apenas a primeira nota foi levada em consideração, já que o número de tentativas não afetou o seu desempenho nos outros módulos do curso. A menor nota atingida nessa atividade foi 0,0 (zero) e a maior foi 5,0 (cinco). A média geral calculada foi 2,5 (dois e meio), já que 15 (quinze) foi o resultado da soma das notas de todos os alunos. A partir daí, foi possível concluir que os alunos, em geral, não possuíam um bom conhecimento inicial a respeito do conteúdo programado para o curso.

Quanto às avaliações modulares – aquelas com questões referentes ao conteúdo de cada módulo do curso – os alunos puderam realizá-las quantas vezes desejassem, e apenas a maior nota de cada módulo seria levada em consideração para o cálculo da média modular. Assim, todos eles realizaram essa atividade no decorrer do curso e, além disso, mais de uma vez (para as questões do mesmo módulo), obtendo evolução entre as interações. Foram, ao todo, 58 tentativas de resposta.

Como forma de reforçar que o *feedback* personalizado utilizado no curso realmente demonstrou um grande potencial no auxílio à construção do conhecimento dos alunos pertencentes à amostra pesquisada, é válido citar um exemplo ocorrido, no qual uma aluna respondeu uma questão de forma errada – e conhecida pelo ambiente – e, na próxima interação, ela obteve sucesso ao responder a mesma questão (lembrando que as variáveis das questões são geradas de forma aleatória e, portanto, não se repetem). Observe-se a Tabela 5 – *Feedback* personalizado na construção do conhecimento dos alunos:

Tabela 5 – *Feedback* personalizado na construção do conhecimento dos alunos

1ª interação			
Questão	Resposta do aluno	Resposta correta	<i>Feedback</i> personalizado
2.09) Qual o rendimento gerado por uma aplicação de R\$ [var1],00 a uma taxa de [var2]%?	15.311,10	8.654,10	De acordo com o conceito de Juros Simples, o rendimento gerado não deve incluir o capital.
No caso acima, o valor do capital (aplicação) gerado foi: 6.657,00			
2ª interação			
Questão	Resposta do aluno	Resposta correta	<i>Feedback</i> personalizado
2.09) Qual o rendimento gerado por uma aplicação de R\$ [var1],00 a uma taxa de [var2]%?	2.349,52	2.349,52	

Percebe-se que, na primeira interação da aluna, ela somou o rendimento (8.654,10) ao capital (6.657,00), obtendo o resultado 15.311,10. Assim, após o *feedback* personalizado oferecido pelo ambiente, ela pôde acertar a mesma questão na segunda interação, ou seja, não adicionou o capital ao resultado, definindo, assim, o valor correto do rendimento.

Com base na amostra estudada, dos alunos que erraram a questão citada como exemplo, 66% utilizaram o *feedback* personalizado e evoluíram na interação seguinte.

Ainda em relação ao Módulo Questionário (APÊNDICE C - Questionário), todos os alunos – dentre os 6 - que responderam as questões modulares mais de uma vez obtiveram evolução. Isso mostra que o *feedback* personalizado ajudou-os a aprender com seu próprio erro e também os motivou a tentar melhorar seu desempenho. Os gráficos representados pelas

Figura 21, Figura 22, Figura 23 e Figura 24 mostram as interações e a evolução desses alunos em cada módulo do curso:

Figura 21 – Feedback personalizado aplicado no questionário do Módulo 1 - Introdução

Figura 22 – Feedback personalizado aplicado no questionário do Módulo 2 – Juros Simples

Figura 23 – *Feedback* personalizado aplicado no questionário do Módulo 3 – Juros Compostos

Figura 24 – *Feedback* personalizado aplicado no questionário do Módulo 4 – Descontos Simples

É válido ressaltar que todos os alunos, sem exceção, evoluíram a cada interação com os questionários, porém só foram impressas as menores e as maiores notas, para que os gráficos não ficassem com muita informação.

O estudo de Klecker (2007), que dividiu os alunos de sua amostra populacional em dois grupos (duas classes), também mostra que o *feedback* auxiliou a construção dos respectivos aprendizados, concluindo que a classe que recebeu o *feedback* obteve melhor aproveitamento do que os alunos da classe que não recebeu *feedback*.

Outro aspecto importante trabalhado no curso foi a participação colaborativa dos alunos (trabalho em grupo). Os alunos, integrantes dos grupos formados no curso, obtiveram notas satisfatórias, confirmando, assim, que o acompanhamento do tutor durante a realização dos trabalhos, propiciando a construção do conhecimento de forma colaborativa, também pode efetivar o aprendizado dos alunos. As Figura 25, Figura 26 e Figura 27 ilustram o aproveitamento de cada um dos 6 alunos em cada um dos módulos:

Figura 25 – Aproveitamento dos grupos no Módulo 1 - Introdução

Figura 26 – Aproveitamento dos grupos no Módulo 2 – Juros Simples

Figura 27 – Aproveitamento dos grupos no Módulo 3 – Juros Compostos

Como verificado, para o Módulo 4 – Descontos Simples não foi solicitada nenhuma atividade em grupo.

Vale lembrar que para os exercícios em grupo (atividades *assignment*) foram atribuídas notas de 0 (zero) a 10 (dez).

Na última semana do curso, os alunos concluintes puderam se preparar para a realização da avaliação final, a qual ficou disponível em uma única data das 00:00 às 23:59. Todos responderam as questões do questionário final e atingiram o aproveitamento mínimo necessário exigido para a obtenção do certificado.

Também é importante descrever que, na avaliação somativa, 5 dos 6 alunos obtiveram evolução em relação à avaliação diagnóstica, e apenas 1 manteve a mesma média, conforme comparação mostrada pela Figura 28:

Figura 28 – Avaliação diagnóstica x avaliação somativa

Esses números mostram que o curso ajudou os alunos a aprenderem mais sobre os conceitos de Matemática Financeira utilizando a calculadora HP-12c. Não se deve esquecer, ainda, que para os questionários modulares ocorreu a aplicação do *feedback* personalizado.

O trabalho de Gilman (1969) retrata a importância da aplicação do *feedback* na avaliação formativa. Nesse estudo, os alunos foram divididos em dois grupos e, em apenas um, utilizou esse recurso (avaliação formativa com *feedback*). Os alunos do grupo que não recebeu *feedback* tiveram a aprendizagem significativamente inferior ao outro grupo, mostrando, assim, que a avaliação formativa com *feedback* auxilia os alunos na construção do conhecimento.

Com o intuito de verificar se o *feedback* personalizado realmente auxiliou os alunos na construção do conhecimento, alguns deles foram entrevistados a fim de que essas informações fossem coletadas. Dentro da amostra pesquisada, todos os alunos, de maneira geral, disseram que gostaram do curso, apesar de nunca terem participado de um curso a distância. Esses alunos também afirmaram que o *feedback* personalizado os ajudou diretamente, em pelo menos uma vez, a responderem corretamente a mesma questão em interações diferentes, ou seja, ao receberem o *feedback* personalizado após cometerem um erro conhecido pelo sistema, a dica sugerida na tabela de respostas os ajudou a acertar a

mesma questão na próxima vez em que interagiram com o questionário. Ao ser perguntado se o *feedback* personalizado o auxiliou na evolução em algum aspecto, um determinado aluno respondeu:

[...] com certeza a dica mostrada na tabela de respostas foi muito útil para aumentar minha nota no questionário. Teve uma questão que pedia a taxa mensal e eu calculei a taxa diária. Quando vi o *feedback* personalizado do ambiente, sugerindo que eu multiplicasse o resultado por 30, logo entrei no questionário para responder novamente e, dessa vez, acertei a resposta. (informação verbal)⁹

Embora o foco do trabalho seja a aprendizagem e a construção do conhecimento, é possível perceber que o aluno acaba dando maior importância à nota.

Outro aluno também disse que:

[...] sempre que enviava as respostas, me baseava nas mensagens do *feedback* personalizado para tentar acertar as questões que tinha errado. Dessa forma, consegui aumentar meu aprendizado em várias interações. (informação verbal)¹⁰

Apenas a título de curiosidade, a média de acessos dos alunos durante o curso foi 487,33; o aluno com menos acessos visitou o ambiente 387 vezes, e o aluno com 653 visitas foi o que teve o maior número de acesso.

Para a avaliação do *feedback* com qualidade, o aprendizado dos alunos foi avaliado de acordo com os critérios definidos pelo tutor, incluindo os pontos-extras, a definição de média modular mínima para terem direito à avaliação somativa e também à definição de nota mínima na avaliação final a fim de que tenham direito ao certificado.

⁹ Informação fornecida por um aluno do curso de Matemática Financeira usando HP-12c em 30 de junho de 2009.

¹⁰ Informação fornecida por outro aluno do curso de Matemática Financeira usando HP-12c em 30 de junho de 2009.

6. Considerações finais

A Educação a Distância oferece um grande potencial para a construção de um ensino mais personalizado, na qual os alunos devem ser trabalhados individualmente, respeitando o estilo cognitivo de cada um. Para isso, é necessário que as instituições de ensino ofereçam cursos a distância com qualidade, fazendo que os alunos possam, realmente, adquirir o aprendizado.

Independentemente do número de alunos inscritos em um curso *online*, a Educação a Distância tem potencial para dar o suporte necessário para que os cursos sejam planejados e desenvolvidos a fim de alcançar o objetivo do processo de ensino-aprendizagem. Por conseguinte, é capaz de propiciar que cada aluno seja tratado de forma individualizada - com a aplicação de um *feedback* com qualidade - e auxiliar na construção do respectivo conhecimento através das experiências de alunos dos cursos anteriores.

Tendo em vista o cenário exposto, as seguintes contribuições merecem destaque:

(a) consolidação de um planejamento necessário para que determinado curso alcance um considerável nível de qualidade. No caso deste trabalho, este planejamento foi viabilizado através do modelo de *design* instrucional *ILDF online*, o qual tornou possível a definição de algumas características dos diversos modelos pedagógicos propostos, a escolha das estratégias instrucionais e a promulgação dessas estratégias nas várias tecnologias instrucionais selecionadas. Além disso, o *Moodle*® foi escolhido como ambiente virtual de aprendizagem de forma a facilitar a utilização dessas tecnologias. É importante ressaltar que as características do modelo pedagógico, bem como as estratégias e tecnologias instrucionais, são independentes do ambiente em questão, tornando possível a migração da estrutura criada para qualquer outro ambiente que contemple os recursos necessários para o emprego das características definidas para o curso;

(b) auxílio à construção do aprendizado dos alunos através do *feedback* que, por sua vez, teve papel fundamental na aplicação do curso. Neste estudo, o *feedback* pelo próprio ambiente caracterizou a prática da avaliação formativa. Conclui-se, então, que a arte da aplicação da avaliação formativa e do *feedback* demonstrou um grande potencial a ponto de fazer que um determinado erro cometido pelo aluno pudesse ajudá-lo no processo de aprendizagem. Dessa forma, este estudo mostrou que o *feedback* personalizado teve totais condições para auxiliar os alunos na construção dos seus conhecimentos durante o curso. No

caso de erro, facilitou-lhes obterem evolução na próxima interação com o ambiente e, no caso de acerto, ajudou a consolidação do conhecimento através de materiais complementares. Assim sendo, a avaliação do *feedback* de qualidade no curso a distância de Matemática Financeira usando HP-12c baseado no modelo de *design* instrucional *ILDF online* foi positiva, mostrando que foi capaz de socorrer os alunos durante o processo de aprendizagem, edificando um aprendizado efetivo;

(c) utilização das experiências passadas como fator de ajuda no processo de aprendizagem dos próximos alunos (*communal knowledge*). Como parte de um processo cíclico, as novas regras identificadas a cada curso (utilizadas na aplicação do *feedback* personalizado) terão condições de auxiliar a construção do conhecimento dos alunos que estão por vir. O curso realizado para a validação deste trabalho, por exemplo, utilizou dados de cursos anteriores. Do mesmo modo, os dados gerados no curso atual serão utilizados em cursos futuros.

Sobretudo, uma das principais contribuições que este trabalho pode deixar é que, a fim de preencher as lacunas deixadas, os aspectos levantados possam ser utilizados para a continuidade de novos estudos que, como sugestão, seguem:

(a) identificar, através de entrevistas ou outro tipo de coleta de dados, o motivo pelo qual os alunos cometem os erros, visando, dessa forma, a prevenção dos erros, não apenas a respectiva correção;

(b) automatizar a geração das regras no momento em que o aluno envia as respostas das questões. Assim, essas regras poderiam ajudar os alunos do mesmo curso, não apenas os do próximo curso. Outro benefício deste trabalho seria o fato de poupar o professor da árdua tarefa de identificar as novas regras manualmente e, ainda, cadastrá-las na base de conhecimento;

(c) automatizar a avaliação formativa confrontando os dados gerados pelos alunos com o critério de avaliação definido pelo tutor, possibilitando a geração dinâmica de relatórios e gráficos e viabilizando a aplicação de um *feedback* mais individualizado por parte do professor;

(d) aumentar a amostra em uma nova aplicação do curso de Matemática Financeira usando HP-12 a fim de consolidar o potencial do *feedback* personalizado no auxílio à construção do conhecimento dos alunos participantes;

(e) utilizar o modelo *ILDF online* com outras teorias de aprendizagem, pois o mesmo tem potencial para ser aproveitado com outras teorias diferentes da construtivista.

Em suma, as diferentes formas de avaliação – principalmente as que contemplem o *feedback* - podem ser aplicadas sob diversas combinações, porém o que realmente importa é que, no final de todo o processo, o aluno possa ter construído um aprendizado efetivo.

7. Referências bibliográficas

- ANDRADE, M. M. de. Pesquisa científica: noções introdutórias. In: ANDRADE, M. M. de **Introdução à metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 2003. p. 121-127.
- ARAUJO, E. M., SANTOS, E. M., NASCIMENTO, E. V., MELLI, N. C. de A., OLIVEIRA NETO, J. D. de. Design instrucional de uma disciplina semipresencial de pós-graduação em engenharia de produção: uma proposta baseada na taxionomia de Bloom. In: 14º CONGRESSO INTERNACIONAL ABED DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA CIAED, 2008, Santos. **Anais...** Santos: ABED, 2008. p. 1-10.
- BANNAN-RITLAND, B. The role of design in research: the integrative learning design framework. **Educational Researcher**, Washington, v.32, n.1, p.21-24, jan./feb.2003.
- BARBOSA, M. de F. S. O.; REZENDE, F. A prática dos tutores em um programa de formação pedagógica à distância: avanços e desafios. **Interface (Botucatu)**, v.10, n.20, p.473-486, dez. 2006.
- BARRETO, R. G. Tecnologia e educação: trabalho e formação docente. **Educação e Sociedade**, Campinas, v.25, n.89, p.1181-1201. dez. 2004.
- BECHARA, J. J. B.; HAGUENAUER, C. J. Revisitando a fundamentação pedagógica dos modelos educacionais a distância mediados pela tecnologia. In: 13º CONGRESSO INTERNACIONAL ABED DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA CIAED, 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABED, 2007. p. 1-11.
- BIRENBAUM, M.; TATSUOKA, K. K. Effects of "online" test feedback on the seriousness of subsequent errors. **Journal of Educational Measurement**, v.24, n.2, p.145-155, Summer, 1987.
- BLOOM, B. S., HASTINGS, J. T., MADDAUS, G. F. Avaliação formativa. In: _____. **Manual de avaliação formativa e somativa do aprendizado escolar**. São Paulo: Biblioteca Pioneira de Ciências Sociais, 1971. p. 129-152.
- BOAS, B. M. de F. V. O portfólio no curso de pedagogia: ampliando o diálogo entre professor e aluno. **Educação e Sociedade**, Campinas, v.26, n.90, p.291-306, abr. 2005.
- BRANDÃO NETO, P., LABIDI, S., MARTINS, A., MOREIRA, T. Mecanismo de apoio no acompanhamento do aprendiz no ambiente de ensino-aprendizagem colaborativa Net Class. In: 4th CONTECSI INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGY MANAGEMENT. 2007, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: USP, 2007. p. 1-18.
- BRANDÃO, L. de O., ISOTANI, S., MOURA, J. G. Imergindo a geometria dinâmica em sistemas de educação a distância: iGeom e SAW. **Revista Brasileira de Informática e Educação**, Porto Alegre, v.14, n.1, jan./abr. 2006.

DABBAGH, N.; BANNAN-RITLAND, B. **Online learning**: concepts, strategies and application. São Paulo: Pearson, 2005.

DIB, C. Z. Formal, non-forma and informal education: concepts/applicability. **American Institute of Physics**, New York, v. 173, p.300-315, 1988.

DORNELLES, P. F. T., ARAUJO, I. S., VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I - circuitos elétricos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v.28, n.4, p.487-496, dez. 2006.

DOURADO, M. H. d. M. Avaliar a aprendizagem em larga escala: um grande desafio. **Gestão em ação**, Salvador, v.5, n.1, p.17-23, jan./jun. 2002.

DUFFY, T. M.; CUNNINGHAM, D. J. Constructivism: implications for the design and delivery of instruction. In: JONASSEN, D.H. **Handbook of research for educational communications and technology**. New York: Simon & Schuster/Macmillan, 1996. p. 170-198.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação matemática**: da teoria à prática. Campinas: Papirus, 2003.

FERREIRA, M. C.; CARVALHO, L. M. O. de. A evolução de jogos de física, a avaliação formativa e a prática reflexiva do professor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.26, n.1, p.57-61, jan./mar. 2004.

GANE, C., SARSON, T. **Análise estruturada de sistemas**. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 1995.

GARNIER, C. **Após Vygotsky e Piaget**: perspectiva social e construtivista. Escolas russa e ocidental. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1987.

GILMAN, D. A. Comparison of several feedback methods for correcting errors by computer-assisted instruction. **Journal of Educational Psychology**, Washington, v.60, n.6, p.503-08, dec.1969.

GIPPS, C. Avaliação de alunos e aprendizagem para uma sociedade em mudança. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVALIAÇÃO EDUCACIONAL. 1998, Brasília. **Anais...** Brasília: INEP, 1998.165 p.

GOMES, R. S. BARBOSA, D. N. F., GEYER, C. F. R. Lassalinho: um agente pedagógico animado em um ambiente multiagente para educação a distância. **Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v.3, n.1, p.1-8, maio 2005.

GONÇALVES, M. J.; KALDEICH, C. E-learning in the school: applied to teaching mathematics in Portugal. In: INFORMING SCIENCE AND IT EDUCATION JOINT CONFERENCE, 2007, Ljubljana. **Proceedings...** Ljubljana, 2007. p. 23-47.

HAMILTON, D. O revivescimento da aprendizagem? **Educação e Sociedade**, Campinas, v.23, n.78, p.187-198, abr. 2002.

HOLMES, B.; GARDNER, J. E-learning theory - communal constructivism. In: **E-LEARNING: concepts and practice**. Londres: Sage, 2006. p. 76-89.

HOLMES, B., TANGNEY, B., FITZGIBBON, A., SAVAGE, T., MEHAN, S. Communal constructivism: students constructing learning for as well as with others. In: SOCIETY FOR INFORMATION TECHNOLOGY AND TEACHER EDUCATION INTERNATIONAL CONFERENCE, Dublin, 2008. **Proceedings**. Disponível em: <<https://www.cs.tcd.ie/publications/tech-reports/reports.01/TCD-CS-2001-04.pdf>> Acesso em: 25 jan. 2009.

JERMANN, P., SOLLER, A., MUEHLENBROCK, M. From mirroring to guiding: a review of the state of the art technology or supporting collaborative learning. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, Washington, v. 15, p. 261-290, 2001. Disponível em: <<http://www.muehlenbrock.de/publications/Muehlenbrock-EuroCSCL-2001.pdf>> Acesso em: 22 nov. 2008.

JOHNSON, S. D.; ARAGON, S. R. An instructional strategy framework for online learning environments. **New Directions for Adult and Continuing Education**, Silver Spring, n.100, p.31-43, winter 2003.

JONASSEN, D. H., GRABINGER, R. S., HARRIS, N. D. C. Instructional strategies and tactics. **Performance Improvement Quarterly**, Silver Spring, v.3, n.2, p.29-47, june 1991.

KLECKER, B. M. The impact of formative feedback on student learning in an online classroom. **Journal of Instructional Psychology**, Washington, v.34, n.3, p.161-165, sept. 2007.

KRAMMER, E. A. W. C. **Educação à distância: da teoria à prática**. Porto Alegre: Alternativa, 1990.

KULHAVY, R. W. Feedback in written instruction. **Review of Educational Research**, v.47, n.2, p.211-232, jan.1977.

LAROUSSE ILUSTRADO DA LÍNGUA PORTUGUESA. **Larousse ilustrado da língua portuguesa**. São Paulo: Larousse do Brasil, 2004.

LUKSIC, P., HORVAT, B., BAUER, A., PISANSKY, T. Practical E-learning for the Faculty of Mathematics and Physics at the University of Ljubljana. **Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects**, v.3, p.73-83, 2007.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

MARTINS, F. J., BARBOSA, D. N. F., GEYER, C. F. R. jXChat - um sistema de comunicação eletrônica inteligente para apoio a educação a distância. Rio de Janeiro, 2003. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBIE, 2003. p. 1-10 Disponível em: <http://www.inf.lasalle.tche.br/semelai/SBIE2003_Artigo_jXChat.pdf> Acesso em: 25 maio 2008.

MASON, R. **Globalising education**: trends and applications. London: Routledge, 1998.

MAXIMO, L. F., RAABE, A. L. A., BARONE, D. A. C. Avaliação formativa assistida por computador no ensino a distância. **Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, Brasil, v.5, n.1, p.1-16, jul. 2007.

MOLINA, M. L. A.; AZEVEDO JUNIOR, W. **Uma experiência em educação assistida por redes**. 2002. Disponível em: <<http://www.educeng.ufjf.br/viiiieee/Pdf/eee36.pdf>>. Acesso em: 3 jan. 2009.

NEWMAN, J. H. **The idea of a university**: defined and illustrated in nine discourses delivered of the catholics of Dublin in occasional lectures and essays addressed to the members of the catholic university. London: Martin J. Svaglic, 1852.

OLIVARES, G. L.; CALVOSA, M. V. D. **Projeto e desenvolvimento de um tutor inteligente virtual de apoio ao processo de ensino-aprendizagem de administração**. 2007. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/Semead/9semead/resultado_semead/trabalhosPDF/420.pdf>. Acesso em: 15 oct. 2007.

OLIVEIRA NETO, J. D. de., CORNACHIONE JUNIOR, E., NASCIMENTO, E. V. Paving the path for those who come after: designing online instruction to make the best use of previous student's experiences in light of communal knowledge. In: **Proceedings...** Washington: Academy of Human Resource Development, 2009.

OLIVEIRA, J. P. M. de. Sistemas Inteligentes de Ensino na Internet. **Cadernos de Informática**. 1999. Porto Alegre, v.2, n.1, [21--].

OTSUKA, J. L., LACHI, R. L., FERREIRA, T. B., ROCHA, H. V. da. Suporte à avaliação formativa no ambiente de educação a distância Teleduc. In: VI CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 6., 2002, Vigo. **Anais...** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2002. p. 1-12.

PERRENOUD, P. **Avaliação**: da excelência à regulação das aprendizagens entre duas lógicas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

PETERS, O. **Didática do ensino a distância**: experiências e estágio da discussão numa visão internacional. São Leopoldo: Unisinos, 2001.

PILETTI, C. **Didática geral**. São Paulo: Ática, 1987.

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Tecnologias de informação e comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.28, n.2, p.241-248, jun. 2006.

PISAN, Y., SLOANE, A., RICHARDS, D., DALE, R. **Providing timely feedback to large classes**. 2002. Disponível em: <<http://web.science.mq.edu.au/~rdale/publications/papers/2002/15090413.pdf>> Acesso em: 23 ago. 2008.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software**. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1995.

PRIMO, L., FURTADO, E., DUARTE, J. B. F. **Metodologia de avaliação adaptativa de competências no contexto da educação profissional a distância**. Fortaleza: [s.n.], p. 1-11, 2004. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/170-TC-D4.htm>> Acesso em: 23 maio 2008.

REEVES, T. C., HERRINGTON, J., OLIVER, R. Authentic activity as a model for Web-based learning. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION. **Paper...** New Orleans, apr. 2002. Disponível em: <http://www.bamaed.ua.edu/sciteach/AERA_Online_Learning_Papers/reeves.pdf> Acesso em: 12 fev. 2008.

REIS, I. S. C. L. **Avaliação e o processo de ensino-aprendizagem online**. 2008. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/054tcf3.pdf>>. Acesso em: 19 dec. 2008.

REISER, R. A. A history of instructional design and technology: part I: a history of instructional media. **ETR&D - Educational Technology Research and Development**, Bloomington, v.49, n.1, p.53-64, mar. 2001a.

_____. A history of instructional design and technology: part II: a history of instructional design. **ETR&D - Educational Technology Research and Development**, Bloomington, v.49, n.2, p.57-67, 2001b.

RENZULLI, J.; DAI, D. Y. Abilities, interests and styles as aptitudes for learning. In: _____. **Perspectives on Thinking, Learning and Cognitive styles**. London: Lawrence Erlbaum Associates, 2001. cap.2.

RICE, W. H. **E-learning course development**: a complete guide to successful learning using Moodle. Birmingham: Packt Publishing, 2006.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1989.

ROMERO, C., VENTURA, S., GARCÍA, E. Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial. **Computers & Education**, n.51, p.368-384, july 2007.

ROSA, M.; MALTEMPI, M. V. A avaliação vista sob o aspecto da educação a distância. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v.14, n.50, p.57-76, mar.2006.

ROSCHELLE, J.; TEASLEY, S. The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In: _____. **Computer supported collaborative learning**. Berlin: C.E.O'Malley, 1995. p. 69-100.

SANTORO, F. M., BORGES, M. R. S., SANTOS, N. Um framework para estudo de ambientes de suporte à aprendizagem cooperativa. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v.4, p.51-68, abr. 1999.

SANTOS, A. A. A. dos., BARIANI, I. C. D., CERQUEIRA, T. C. S. Estilos cognitivos e estilos de aprendizagem. In: FERNANDES, F.; OLIVEIRA, G. d. C.; TOLAINE, L. D. (Eds.). **Leituras de psicologia para formação de professores**. Petrópolis: Vozes, 2000. p. 44-57.

SHUTE, V. Focus on formative feedback. **Review of Educational Research**, v.78, n.1, p.153-189, mar. 2008.

SILVA, A. P. C. e. **Aplicações de sistemas tutores inteligentes na educação a distância: possibilidades e limites**. 2007. Disponível em: <http://www.abed.org.br/seminario2006/pdf/tc056.pdf>. Acesso em: 15 oct. 2007.

SILVA, V. T. **Módulo pedagógico para um ambiente hipermídia de aprendizagem**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SOUTO, M. A. M. **Diagnóstico on-line do estilo cognitivo de aprendizagem do aluno em um ambiente adaptativo de ensino e aprendizagem na web**: uma abordagem empírica baseada na sua trajetória de aprendizagem. 2003.148 f. Tese (Doutorado em Computação) - Instituto de Informática - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SOUZA, P. C. de. **Diretrizes para a construção de mediadores sócio-construtivistas em sistemas de aprendizagem colaborativa apoiada por computador**. 2003.155 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

STERNBERG, R. J.; ZHANG, L. **Perspectives on thinking, learning and cognitive styles**. London: Lawrence Erlbaum Associates, 2001.

STRUCHINER, M., REZENDE, F., RICCIARDI, R. M. V., CARVALHO, M. A. P. Elementos fundamentais para o desenvolvimento de ambientes construtivistas de aprendizagem à distância. **Tecnologia Educacional**, [S.l.], v.26, n.142, jul./set.1998.

TAROUÇO, L. O. **O processo de avaliação na educação à distância**. Disponível em: <http://www.pgje.ufgrs.br/webfolioead/biblioteca/artigo6/artigo6.html>. Acesso em: 19 dec. 2008.

TOGNETTI, M. A. R. **Metodologia da pesquisa científica**. 2006. Disponível em: http://sbi-web.ifsc.usp.br/metodologia_pesquisa_cientifica.pdf. Acesso em: 6 jul. 2009.

TRIANAFILLOU, E., ORPOMTSIS, A., EMETRIADIS, S. The design and the formative evaluation of an adaptive educational system based on cognitive styles. **Computers & Education**, [S.l.], n.41, n.1, p.87-103, aug. 2003.

VALENTE, J. A. **Diferentes usos do computador na educação**. 2006. Disponível em: <<http://educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/educacao/educ27c.htm>>. Acesso em: 20 jun. 2006.

VASCONCELLOS, M. M. M. **Avaliação e ética**. Londrina: UEL, 2002.

VASCONCELLOS, M. M. M., OLIVEIRA, C. C. de, BERBEL, N. A. N. O professor e a boa prática avaliativa no ensino superior na perspectiva de estudantes. **Interface (Botucatu)**, v.10, n.20, p.443-456, dez. 2006.

WILGES, B., MATEUS, G. P., SILVEIRA, R. A., NASSAR, S. M. Comportamento adaptativo baseado no caminho de aprendizagem do estudante em um ambiente virtual de ensino aprendizagem - AVEA. **Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v.5, n.1, p.1-12, jul. 2007.

ZAINA, L. A. M. **Acompanhamento do aprendizado do aluno em cursos à distância através da web: metodologias e ferramentas**. 2002. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

APÊNDICE A - Fórum

Este módulo é um recurso que está disponível no ambiente de aprendizagem Moodle© e visa proporcionar atividades colaborativas. Depois de habilitar esse módulo para o curso, o professor pode utilizá-lo para a elaboração de várias atividades (todas referentes ao módulo Fórum). Geralmente, o professor posta um ou mais temas que deverão ser discutidos entre os alunos, contribuindo, assim, com o conhecimento de cada um. Para o exemplo a seguir, o módulo Fórum foi habilitado e a atividade [Discussão do grupo](#) foi criada. Para que o aluno participe dessa atividade, ele deve acessar, através da tela inicial do curso, o [link](#) [Discussão do grupo](#) (Figura 29).

Figura 29 – Tela inicial do curso: ambiente do aluno

Nessa tela são visíveis todas as atividades (de todos os módulos) disponibilizadas pelo professor. No caso, tem-se apenas uma atividade fórum disponível (Discussão do grupo). Clicando sobre o [link](#), o aluno é redirecionado para os temas de discussão já iniciados (Figura 30).

Tópico	Autor	Comentários
Olá	Aluno 3	16

Figura 30 – Tópicos de discussão

Clicando na quantidade de comentários referentes a determinado assunto

[Comentários](#)
([16](#)), o aluno é redirecionado para a tela que contém todas as mensagens postadas para o assunto escolhido (Figura 31).

Figura 31 – Fórum de discussão

Com um clique em [Responder](#), o aluno segue para a Figura 32 e digita seus comentários como resposta da mensagem escolhida.

Figura 32 – Comentário do aluno

Finalmente, o aluno envia seu comentário para que todos os outros participantes do curso possam ler.

APÊNDICE B - *Assignment*

Este módulo é outro recurso também disponível no projeto *Moodle*© e, através dele, o aluno tem a possibilidade de fazer o *upload* de arquivos. Da mesma forma que o módulo Fórum, as atividades para o módulo *Assignment* só podem ser instanciadas a partir do momento em que o professor habilita o módulo para o curso em questão. Então, o professor pode solicitar que os alunos desenvolvam algum trabalho e que os arquivos sejam enviados para uma futura correção. Dependendo da solicitação do professor, esta atividade também pode ser desenvolvida por um grupo de alunos, praticando a colaboração entre eles.

Na tela inicial do curso (Figura 29), o aluno deve selecionar a opção para enviar o arquivo (Upload de arquivos). Então, o aluno é redirecionado para a Figura 33.

Figura 33 – Tela para *upload* de arquivos

O aluno deve selecionar o arquivo desejado através do botão e fazer o *upload* do mesmo clicando no botão .

Após o envio do arquivo, o professor, em seu próprio ambiente, pode visualizar quais alunos realizaram a tarefa, bem como o conteúdo dos arquivos enviados. A Figura 34 mostra a tela inicial do ambiente do professor.

Figura 34 – Tela inicial do curso: ambiente do professor

O link [Upload de arquivos](#) redireciona o professor para outra tela que possibilita seu acesso aos trabalhos de cada aluno para a definição das respectivas notas. Para cada arquivo enviado, o professor atribui uma nota que varia de 0 (zero) a 10 (dez). A tela para controle de notas e arquivos enviados pelos alunos encontra-se a seguir (Figura 35):

Matemática Financeira usando HP-12C						
http://elby.moodle.br ► MatFin ► Tarefas ► Upload de arquivos ► Tarefas enviadas						
Nome : Todos ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ						
Sobrenome : Todos ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ						
Nome / Sobrenome	Nota	Comentário	Última atualização (Estudante)	Última atualização (Tutor)	Status	
Aluno 1	94 / 100	ok	cr.txt quarta-feira, 12 novembro 2008, 20:50	quarta-feira, 12 novembro 2008, 21:06	Atualizar	
Aluno 2	77 / 100	ok	gb.txt quarta-feira, 12 novembro 2008, 20:48	quarta-feira, 12 novembro 2008, 21:06	Atualizar	
Aluno 3	100 / 100	Parabéns!	meu_arquivo.txt terça-feira, 19 agosto 2008, 22:14	terça-feira, 19 agosto 2008, 22:46	Atualizar	
Aluno 4	80 / 100	Quase bom.	meu_arquivo.txt terça-feira, 19 agosto 2008, 22:15	quarta-feira, 12 novembro 2008, 21:05	Atualizar	
Aluno 5	10 / 100	ok	rg.txt quarta-feira, 12 novembro 2008, 20:50	quarta-feira, 12 novembro 2008, 21:06	Atualizar	
Aluno 6	70 / 100	ok	ss.txt quarta-feira, 12 novembro 2008, 20:46	quarta-feira, 12 novembro 2008, 21:06	Atualizar	
Teste de Teste	-				Nota	

Envios mostrados por página: 10 ?
 Permitir avaliação veloz: ☐ ?
 Salvar

Figura 35 – Controle de notas

Ao clicar no link referente ao arquivo enviado pelo aluno (por exemplo: [meu_arquivo.txt](#) enviado pelo Aluno 3), é aberta uma caixa de diálogo a fim de que o professor abra ou salve o arquivo para, assim, acessar seu conteúdo. Acessando o link [Nota](#), é aberta a tela representada pela Figura 36:

Figura 36 – Definição de notas

Nela, o professor atribui uma nota referente ao arquivo (trabalho) enviado pelo aluno e, caso queira, insere suas observações. As notas e observações inseridas pelo professor podem ser visualizadas, de uma só vez, nas colunas **Nota** e **Comentário** da Figura 35.

Depois de definida a nota para o trabalho do aluno, este pode acessar novamente o link **Upload de arquivos** no seu ambiente e visualizar a nota e os comentários inseridos pelo professor, conforme Figura 37:

Figura 37 – Aproveitamento do aluno

As informações referentes ao cumprimento dessa atividade, bem como as notas definidas pelo professor, também são armazenadas pelo banco de dados do Moodle©.

APÊNDICE C - Questionário

Este módulo não pertencia ao Moodle®; ele foi desenvolvido a partir de uma versão anterior criada pela equipe do NPT *Research Group* (Núcleo para o Desenvolvimento de Tecnologia e Ambientes Educacionais) da FEA-RP e adaptado para o atendimento das necessidades desta pesquisa. O professor, através da sua tela inicial (Figura 34), acessa a funcionalidade clicando no link [Grupo de questões](#). A partir daí ele é redirecionado para a tela com as seguintes opções (Figura 38):

Figura 38 – Opções do professor no módulo Questionário

A funcionalidade [Criar um novo questionário](#) tem o objetivo de agrupar várias questões, as quais são posteriormente disponibilizadas e respondidas pelos alunos do curso.

Figura 39 – Criação do questionário: parte 1

Para criar um questionário, é necessário informar um título, uma breve descrição, o número de questões, a taxa de erro aceita para cada resposta dada pelo aluno (em porcentagem) e o número de casas decimais que as respostas deverão conter.

Após o preenchimento dessa primeira parte, o professor deve clicar no botão a fim de ser redirecionado para a tela de cadastro das questões do questionário criado (Figura 40).

Questão 1 de 1

Coloque o texto da questão:

Coloque a fórmula da questão:

Coloque o assunto da questão:

Coloque o caminho para a teoria (acerto):

Coloque a variação dos valores	Limite inferior:	Limite superior:
[var1]	<input type="text" value="4000"/>	<input type="text" value="10000"/>
[var2]	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="13"/>
[var3]	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="18"/>

Figura 40 – Criação do questionário: parte 2

Para cada questão, é necessário definir o texto (a questão propriamente dita), a fórmula correta que deverá ser utilizada pelo aluno no momento da resposta, o assunto a que essa questão está relacionada, o caminho (*path*) que referencia a teoria para a consolidação do conhecimento (para os acertos) e a faixa de valores que cada variável contida na fórmula deverá receber quando a questão for impressa na tela. O caminho pode referenciar, por exemplo, uma página da *web* ou um arquivo “.pdf”. O fato de as variáveis receberem uma faixa de valores possibilita que o aluno, ao responder o mesmo questionário mais de uma vez, não se depare com questões de valores repetidos. Por exemplo: pode aparecer, para o aluno que acessa pela primeira vez o questionário, a seguinte questão:

“Uma pessoa obteve emprestada a quantia de **R\$ 4.000,00** para ser liquidada após **7 meses**, tendo sido acertada a taxa de juros simples de **10% ao semestre**. Qual o valor da dívida assumida pela pessoa?”.

Caso o aluno não tenha tido um aproveitamento satisfatório nas respostas das questões, ele pode acessar o questionário novamente. Assim, caso isso aconteça, a mesma questão pode ser elaborada, dinamicamente pelo sistema, da seguinte forma:

“Uma pessoa obteve emprestada a quantia de **R\$ 10.000,00** para ser liquidada após **13 meses**, tendo sido acertada a taxa de juros simples de **18% ao semestre**. Qual o valor da dívida assumida pela pessoa?”.

Isso é possível pelo fato de o professor ter definido, na criação da questão, uma faixa de valores para cada variável pertencente à fórmula. No caso dessa questão, as variáveis são: a quantia emprestada, o tempo de liquidação e a taxa de juros simples. Assim, quando o professor cadastrar a questão, ela deve ser definida da seguinte forma:

“Uma pessoa obteve emprestada a quantia de **R\$ [var1],00** para ser liquidada após **[var2] meses**, tendo sido acertada a taxa de juros simples de **[var3]% ao semestre**. Qual o valor da dívida assumida pela pessoa?”

Com a questão criada, o professor define a fórmula correta:

$$[\text{var1}] * ((([\text{var3}] / [600]) * [\text{var2}]) + [1])$$

e o intervalo de valores para cada variável:

[var1] – variando de 4.000 a 10.000 (reais)

[var2] – variando de 7 a 13 (meses)

[var3] – variando de 10 a 18 (por cento)

Portanto, a cada tentativa de resposta por parte do aluno, o sistema dinamicamente altera os valores das variáveis, fazendo que o aluno não responda a mesma questão com os mesmos valores mais de uma vez.

Outra opção disponível ao professor é a funcionalidade [Ver resultados](#) (Figura 38), através da qual ele pode acompanhar o aproveitamento dos alunos em suas interações com os questionários (Figura 41).

	Avaliação:	Data da avaliação:	Nota:
5	Aluno 3		
	Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	19/08/2008	3.08
	Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	19/08/2008	3.08
	Avaliacao final	24/08/2008	0.00
	Questionario demonstrativo	03/01/2009	0.00
	Questionario demonstrativo	03/01/2009	10.00
	Questionario demonstrativo	03/01/2009	0.00
	Questionario demonstrativo	03/01/2009	0.00
	Avaliacao preparatoria	01/04/2009	0.00
	Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	01/04/2009	1.54
	Questionario teste	01/04/2009	5.00
	Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	02/04/2009	1.54
	Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	03/04/2009	1.54
	Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	03/04/2009	0.00
	Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	03/04/2009	0.77
	Avaliacao 1 - Modulo 1 - Introducao	06/04/2009	2.50
	Média de todas as avaliações feitas: 1.94		
6	Aluno 4		
	Avaliacao 1 - Modulo 1 - Introducao	03/01/2009	0.00
	Média de todas as avaliações feitas: 0.00		
7	Aluno 6		
	Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	12/11/2008	2.31
	Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	12/11/2008	3.08
	Questionario teste	28/11/2008	5.00
	Questionario teste	28/11/2008	0.00
	Questionario teste	28/11/2008	0.00
	Questionario teste	28/11/2008	5.00
	Questionario demonstrativo	03/01/2009	0.00
	Média de todas as avaliações feitas: 2.20		

Figura 41 – Ver resultados

A intenção da Figura 41 é mostrar a evolução do aprendizado do aluno em relação ao módulo Questionário, disponibilizando o questionário respondido por cada aluno, bem como a data em que isso ocorreu e o aproveitamento (em porcentagem) de cada interação. Na última linha referente a cada aluno é mostrado o aproveitamento geral (também em porcentagem) referente a todas as suas respectivas interações. (média aritmética).

O link [Gráfico de evolução](#) (Figura 38) tem o mesmo objetivo da funcionalidade [Ver resultados](#), porém as informações são disponibilizadas de forma gráfica (Figura 42).

Avaliação:	Data da avaliação:	Gráfico:
5	Aluno 3	
Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	19/08/2008	3.08
Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	19/08/2008	3.08
Avaliacao final	24/08/2008	0.00
Questionario demonstrativo	03/01/2009	0.00
Questionario demonstrativo	03/01/2009	10.00
Questionario demonstrativo	03/01/2009	0.00
Questionario demonstrativo	03/01/2009	0.00
Avaliacao preparatoria	01/04/2009	0.00
Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	01/04/2009	1.54
Questionario teste	01/04/2009	5.00
Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	02/04/2009	1.54
Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	03/04/2009	1.54
Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	03/04/2009	0.00
Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	03/04/2009	0.77
Avaliacao 1 - Modulo 1 - Introducao	06/04/2009	2.50
Média de todas as avaliações feitas: 1.94		
6	Aluno 4	
Avaliacao 1 - Modulo 1 - Introducao	03/01/2009	0.00
Média de todas as avaliações feitas: 0.00		
7	Aluno 6	
Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	12/11/2008	2.31
Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	12/11/2008	3.08
Questionario teste	28/11/2008	5.00
Questionario teste	28/11/2008	0.00
Questionario teste	28/11/2008	0.00
Questionario teste	28/11/2008	5.00
Questionario demonstrativo	03/01/2009	0.00
Média de todas as avaliações feitas: 2.20		

Figura 42 – Gráfico de evolução

É válido ressaltar que as funcionalidades [Ver resultados](#) e [Gráfico de evolução](#) também estão disponíveis no ambiente dos alunos, porém cada qual visualiza apenas informações referentes aos seus respectivos aproveitamentos.

A última opção do professor é a funcionalidade [Definir fórmulas erradas](#) (Figura 38). Através dessa funcionalidade, o professor é capaz de definir, para cada questão de cada questionário, uma ou mais fórmulas erradas para que, caso o aluno utilize esta fórmula errada para a resposta da questão, o sistema ofereça o *feedback* apropriado, a fim de que ele não cometa o erro novamente. Clicando no link [Definir fórmulas erradas](#), o professor é redirecionado para a tela seguinte (Figura 43):

Acesso aos questionários	
Curso de Matemática Financeira usando HP-12C	
Usuário Logado: Jos.Á. Dutra de Oliveira Neto Sair	
Painel Administrativo: Criar um novo questionário Ver resultados Gráfico de evolução Definir fórmulas erradas	
Título:	Ação:
Avaliacao final	Adicionar sugestões
Avaliacao final	Adicionar sugestões
Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	Adicionar sugestões
Avaliacao 3 - Modulo 3 - Juros compostos	Adicionar sugestões
Avaliacao 4 - Modulo 4 - Desconto	Adicionar sugestões
Avaliacao preparatoria	Adicionar sugestões
Avaliacao 5 - Modulo 5 - Inflacao	Adicionar sugestões
Avaliacao 1 - Modulo 1 - Introducao	Adicionar sugestões
Questionario teste	Adicionar sugestões
Questionario demonstrativo	Adicionar sugestões

Figura 43 – Definição de fórmulas erradas: parte 1

A Figura 43 mostra a lista de questionários do curso. Clicando no *link* [Adicionar sugestões](#) relacionado a um questionário específico (por exemplo **Questionario demonstrativo**), o professor é redirecionado para a tela da definição de fórmulas erradas (Figura 44).

<p>Questão 1: Uma pessoa obteve emprestada a quantia de R\$ 5163,00 para ser liquidada apos 10 meses, tendo sido acertada a taxa de juros simples de 11% ao semestre. Qual o valor da dívida assumida pela pessoa?</p>		
Fórmula errada:	<input type="text" value="[var1]*(((var3)/[6000])*[var2])+[1]"/>	Mensagem: <input type="text" value="Levar em consideração que a taxa"/>
		Caminho para a teoria: <input type="text" value="http://www.jurossimples.com.br"/>
<input type="button" value="Enviar"/>		

Figura 44 – Definição de fórmulas erradas: parte 2

De acordo com as questões cadastradas pelo professor, sabe-se que a fórmula correta é:

$$[\text{var1}] * ((([\text{var3}] / [600]) * [\text{var2}]) + [1])$$

Porém, por experiência, o professor sabe que muitos alunos costumam dividir a variável 3 ([var3]) por 6000 (seis mil) e não por 600 (seiscentos), a fim de que a taxa diária seja calculada em porcentagem, como segue:

$$[\text{var1}] * ((([\text{var3}] / [6000]) * [\text{var2}]) + [1])$$

Assim, ele cadastra a fórmula errada (dividindo por seis mil) e, caso o aluno a utilize para a resposta desta questão, o sistema emite a mensagem cadastrada pelo professor

[Levar em consideração que a taxa](#) e também disponibiliza o *link* para a teoria que também foi cadastrado pelo professor <http://www.jurossimples.com.br>. É válido ressaltar que esta mensagem foi cadastrada apenas a título de ilustração. No curso real, a mensagem deve ser mais bem elaborada.

Com o questionário criado, o aluno tem a possibilidade de acessar o *link* [NP T Grupo de questões](#) (Figura 29) e ser redirecionado para a Figura 45.

Acesso aos questionários	
Curso de Matemática Financeira usando HP-12C	
Usuário Logado: Aluno 3 Sair	
Painel: Fazer avaliação Ver resultados Gráfico de evolução	

Figura 45 – Opções do aluno

Clicando no *link* [Fazer avaliação](#), o aluno visualiza todos os questionários disponíveis, conforme Figura 46:

Acesso aos questionários	
Curso de Matemática Financeira usando HP-12C	
Usuário Logado: Aluno 3 Sair	
Painel: Fazer avaliação Ver resultados Gráfico de evolução	
Título:	Ação:
Avaliacao final	Iniciar
Avaliacao 5 - Modulo 5 - Inflacao	Iniciar
Questionario demonstrativo	Iniciar
Avaliacao preparatoria	Iniciar
Avaliacao 1 - Modulo 1 - Introducao	Iniciar
Avaliacao 2 - Modulo 2 - Juros simples	Iniciar
Avaliacao 3 - Modulo 3 - Juros compostos	Iniciar
Avaliacao 4 - Modulo 4 - Desconto	Iniciar
Avaliacao final	Iniciar
Questionario teste	Iniciar

Figura 46 – Lista de questionários

Clicando no *link* [Iniciar](#) correspondente ao questionário escolhido (por exemplo: [Questionario demonstrativo](#)), serão listadas todas as questões do questionário selecionado. Na

tela das questões são disponibilizados o texto das questões e uma caixa de texto para que o aluno digite apenas o resultado. A Figura 47 ilustra a disponibilização das questões de um questionário:

Acesso aos questionários

Curso de Matemática Financeira usando HP-12C

Usuário Logado: **Aluno 3** | [Sair](#)

Painel: [Fazer avaliação](#) | [Ver resultados](#) | [Gráfico de evolução](#)

Questionario demonstrativo

Este question

Questão 1: Uma pessoa obteve emprestada a quantia de R\$ 5163,00 para ser liquidada após 10 meses, tendo sido acertada a taxa de juros simples de 11% ao semestre. Qual o valor da dívida assumida pela pessoa?

Resposta:

[Enviar respostas](#)

[Voltar](#)

Figura 47 – Questões

Após a digitação das respostas, o aluno as submete para correção clicando no botão [Enviar respostas](#). O sistema, então, recupera os valores atuais das variáveis e os substitui na fórmula correta (apenas uma) e nas fórmulas erradas (uma ou mais) de cada questão. Depois da correção das respostas pelos algoritmos do ambiente, o aluno é redirecionado para outra tela, na qual ele visualiza uma tabela com as seguintes colunas: número da questão, resposta do aluno, resposta correta, caminho para a teoria com *link* para a teoria e uma mensagem. Quanto à coluna **Resposta correta**, seu conteúdo pode ser preenchido de duas formas: (a) se o valor da resposta correta for igual ao valor da resposta do aluno, significa que ele usou a fórmula correta e, assim, a resposta é impressa na tela na cor verde, ou (b) se o valor da resposta correta for diferente do valor da resposta do aluno, significa que ele usou uma das fórmulas erradas conhecidas (cadastradas) ou nenhuma delas e, por isso, a resposta é impressa na tela na cor vermelha.

Caso o aluno tenha acertado a questão, ou seja, a fórmula utilizada por ele for a mesma cadastrada pelo professor como correta, a tabela de respostas é vista como a Figura 48:

Questão	Resposta do aluno	Resposta correta	Feedback personalizado [®]	Mensagem
Uma pessoa obteve emprestada a quantia de R\$ 5163,00 para ser liquidada após 10 meses, tendo sido acertada a taxa de juros simples de 11% ao semestre. Qual o valor da dívida assumida pela pessoa?	6109.55	6109.55	Juros Simples	
<p>Clique no link do Feedback personalizado para maiores informações</p> <p>Resultados Porcentagem de acertos: 100%</p>				

Figura 48 – Tabela de respostas: fórmula correta

O conteúdo da coluna **Caminho para a teoria** refere-se ao que foi cadastrado pelo professor (**Coloque o assunto da questão:** e **Coloque o caminho para a teoria (acerto):**) na Figura 40.

Caso o aluno erre a resposta e a fórmula utilizada por ele não coincida com nenhuma das fórmulas erradas cadastradas pelo professor, a tabela de respostas é vista como a Figura 49:

Questão	Resposta do aluno	Resposta correta	Feedback personalizado [®]	Mensagem
Uma pessoa obteve emprestada a quantia de R\$ 5163,00 para ser liquidada após 10 meses, tendo sido acertada a taxa de juros simples de 11% ao semestre. Qual o valor da dívida assumida pela pessoa?	4456.55	6109.55	Juros Simples	
<p>Clique no link do Feedback personalizado para maiores informações</p> <p>Resultados Porcentagem de acertos: 0%</p>				

Figura 49 – Tabela de respostas: fórmula errada desconhecida

Nota-se que as duas últimas colunas estão vazias, pois, nesse momento do curso, ainda não se sabe qual fórmula o aluno utilizou (apenas se sabe que não foi nenhuma das cadastradas). Todas as respostas com utilização de fórmulas desconhecidas serão analisadas pelo professor no final do curso para uma eventual identificação de novas fórmulas erradas (regras).

Por fim, caso o aluno erre a resposta e a fórmula utilizada coincida com uma das fórmulas erradas cadastradas pelo professor, a tabela de respostas é vista conforme Figura 50:

Questão	Resposta do aluno	Resposta correta	Feedback personalizado®	Mensagem
Uma pessoa obteve emprestada a quantia de R\$ 5163,00 para ser liquidada após 10 meses, tendo sido acertada a taxa de juros simples de 11% ao semestre. Qual o valor da dívida assumida pela pessoa?	5257.65	6109.55	http://www.url_erro_conhecido.com.br	Levar em consideracao que a taxa diaria deve ser calculada em porcentagem
<p>Clique no link do Feedback personalizado para maiores informações</p> <p>Resultados Porcentagem de acertos: 0%</p>				

Figura 50 – Tabela de respostas: fórmula errada conhecida

O conteúdo das colunas **Caminho para a teoria** e **Mensagem** é oriundo da

Caminho para a teoria: <http://www.jurossimples.com.br> e Mensagem

[Levar em consideração que a taxa](#) contidos na Figura 44.

Nota-se ainda que, na parte inferior da tabela de respostas, o aluno pode ainda visualizar a porcentagem de acertos do questionário respondido.

APÊNDICE D – Diagrama de fluxo de dados adaptado

Para um melhor entendimento do fluxo dos dados tratados no algoritmo, optou-se por adaptar o diagrama de fluxo de dados, o qual foi intitulado de diagrama de fluxo de dados adaptado, ou DFDA

O diagrama de fluxo de dados adaptado (DFDA) a seguir foi desenvolvido em alguns níveis para o melhor entendimento do algoritmo responsável pelo fornecimento do *feedback* personalizado.

Considere que o DFDA abaixo abranja a resposta de um aluno para uma questão específica. Entretanto, o fluxo de dados apresentado tem o mesmo funcionamento para as respostas dos alunos em qualquer questão.

DFDA nível 0

Figura 51 – DFDA nível 0

DFDA nível 1 **Figura 52 – DFDA nível 1****DFDA nível 2: expansão do processo 3 – Fornecer *feedback* personalizado** **Figura 53 – DFDA nível 2**

Percebe-se que o processo 3.3 – Aplicar *feedback* personalizado recebe dois fluxos de entrada, os quais são referentes às comparações da resposta do aluno com a resposta

correta ou com as respostas erradas conhecidas. O segundo fluxo de entrada – Resposta do aluno – é gerado independentemente se o resultado do processo 3.2 – Comparar resposta do aluno com respostas erradas conhecidas for igual ou diferente. Por isso, abaixo foi elaborado um diagrama para cada situação (*feedback* personalizado no acerto do aluno, *feedback* personalizado no erro desconhecido do aluno e *feedback* personalizado no erro conhecido do aluno). Sobretudo, é válido ressaltar que todos os diagramas abaixo são resultados da expansão do processo 3.3 – Aplicar *feedback* personalizado.

DFDA nível 3 (acerto): expansão do processo 3.3 – Aplicar *feedback* personalizado

Figura 54 – DFDA nível 3 - acerto

DFDA nível 3 (erro desconhecido): expansão do processo 3.3 – Aplicar *feedback* personalizado

Figura 55 – DFDA nível 3 – erro desconhecido

DFDA nível 3 (erro conhecido): expansão do processo 3.3 – Aplicar *feedback* personalizado

Figura 56 – DFDA nível 3 – erro conhecido

A notação utilizada para o desenvolvimento dos diagramas acima foi uma adaptação às normas do desenvolvimento de diagramas de fluxos de dados recuperadas em Pressman (1995) e Gane e Sarson (1995).