

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE INFORMÁTICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

LUCAS EISHI PIMENTEL MIZUSAKI

**Grafos de Avaliação: um modelo conceitual para avaliação escolar apoiada  
por computador**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação, Instituto de Informática Aplicada da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Computação.

Orientado: Prof. Dr. Leandro Krug Wives

Porto Alegre

2016

## CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

MIZUSAKI, Lucas Eishi Pimentel

Grafos de Avaliação: um modelo conceitual para avaliação escolar apoiada por computador

80 f.:il.

Orientador: prof. Dr. Leandro Krug Wives

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação. Porto Alegre, BR – RS, 2016.

1. Avaliação escolar. 2. Construtivismo. 3. Grafos de Avaliação. 4. Decision support systems. 5. Learning management systems. I. Wives, Leandro Krug. II. Grafos de Avaliação: Um modelo conceitual para avaliação escolar apoiada por computador

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Prof. Rui Vicente Oppermann

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Vladimir Pinheiro do Nascimento

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Luís da Cunha Lamb

Coordenador do PGMICRO: Prof. Gilson Inácio Wirth

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

## **AGRADECIMENTOS**

Esta dissertação não teria sido escrita sem o apoio de muitas pessoas. Seja tanto pela colaboração no trabalho, quanto pela convivência enriquecedora, gostaria de agradecer a:

O professor Leandro Wives, pelo acolhimento no PPGC, apoio inestimável na empreitada e orientação ao longo de três anos.

Minha família, pelo constante apoio e união, principalmente em tempos de dificuldades e desentendimentos.

Os professores, funcionários e colegas do PPGC, pelo rico ambiente acadêmico de pesquisa e discussão.

Os professores do Projeto Amora do Colégio de Aplicação da UFRGS, tanto pela participação nesta pesquisa, quanto pelas parcerias prévias que a inspiraram.

Os membros de outros grupos da universidade cujo contato tornou minha vida acadêmica ainda mais instigante e intrigante.

Por fim, mas não menos importante, os amigos pelo companheirismo.

## RESUMO

Seja por meio de novas metodologias, por novas ferramentas, ou pela simples presença nas salas de aula, as Tecnologias de Informação e Comunicação estão alterando profundamente as práticas educativas. Este trabalho se debruça sobre a interação entre as teorias de aprendizagem e as diferentes ferramentas computacionais para educação. Apontando uma incompatibilidade metodológica entre os modelos de avaliação do aluno existentes em *Learning Management Systems* e em *ontologias computacionais* frente a metodologias de ensino cognitivistas, propõe-se um novo modelo computacional de avaliação para representar aspectos cognitivos e comportamentais dos alunos. Chamado de *grafos de avaliação*, é um modelo baseado na área de sistemas de suporte à *tomada de decisões em grupo*, desenvolvida usando uma metodologia *orientada ao consenso* junto ao Projeto Amora do Colégio de Aplicação da UFRGS. Espera-se que esse trabalho possa servir de base para a construção de ferramentas de avaliação computacional adequadas para essas metodologias.

**Palavras-chave:** Avaliação escolar, Construtivismo, Grafos de Avaliação, Decision support systems, Learning management systems.

## **Title: Evaluation Graphs – a Conceptual Model to Help the Assessment of Students**

### **ABSTRACT**

Through the use of new methodologies and tools, or by its simple presence in classrooms, Information and Communication Technologies are radically changing educational practices. In this context, this work focuses on issues manifested in computational tools through the scope of different learning theories. It points out a methodological incompatibility among traditional student assessment tools available in current Learning Management Systems and some Computational Ontologies concerning cognitivist learning theories. Therefore, a new computational technique is proposed to evaluate cognitive and behavioral aspects of students. Called evaluation graphs, it is a Decision Support System developed as a consensus-driven methodology to be used in the AMORA project that is being conducted in the application school at UFRGS. It is expected that this new model will serve as the basis to build new student assessment tools compatible with these methodologies.

**Keywords:** Constructivism, Decision support systems, Evaluation graphs, Learning management systems, Student Assessment.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Arquitetura geral para sequenciamento automático de curso.....	35
Figura 3.2 – Modelo de aluno em uma ontologia computacional.....	39
Figura 3.3 – Modelo de disciplina e domínio de conteúdo.....	40
Figura 3.4 – Modelo de Colaboração.....	40
Figura 4.1 – Disposição inicial indicando nodo de aluno e sequência de atividades.....	42
Figura 4.2 – Modelo conceitual para os grafos de avaliação.....	47
Figura 4.3 – Protótipo de grafo de avaliação.....	48
Figura 5.1 – Grafo-exemplo entregue aos professores.....	50
Figura 5.2 – Exemplo de comparação das versões usadas como registro.....	52
Figura 5.3 – Grafo construído sobre o material da profa. Gi.....	53
Figura 5.4 – Grafo construído sobre o material da professora Ma.....	55
Figura 5.5 – Grafo construído pelo prof. Ra.....	56
Figura 5.6 – Grafo construído pela profa. Mr.....	57
Figura 5.7 – Grafo construído pela profa. Ro.....	58

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 2.1 – Ontologias educacionais pesquisadas.....	18
Tabela 4.1 – Comparação de planos de avaliação.....	44

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

DCNs	Diretrizes Curriculares Nacionais brasileiras
DSS	Decision Support System (Sistema de apoio à tomada de decisão)
LMS	Learning Management System (Sistema de gerência de aprendizagem)
P2P	Peer to peer (ponto-a ponto)
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
UCA	Um Computador por Aluno



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Informática na Educação .....</b>	<b>13</b>
2.1.1 Sistemas de Suporte à Aprendizagem .....	15
<b>2.2 Ontologias Computacionais e Modelos Conceituais .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Sistemas de Apoio à Tomada de Decisões .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4 Teorias de Aprendizagem .....</b>	<b>22</b>
<b>2.5 A Avaliação Escolar .....</b>	<b>27</b>
<b>2.6 O Projeto Amora .....</b>	<b>29</b>
<b>3 ANÁLISE: CONTRAPONDO O MOODLE E AS ONTOLOGIAS ÀS TEORIAS DE APRENDIZAGEM.....</b>	<b>34</b>
<b>4. PROPOSTA: GRAFOS DE AVALIAÇÃO.....</b>	<b>42</b>
<b>5. ESTUDO DE CASO: PROJETO AMORA .....</b>	<b>49</b>
<b>6. ANÁLISE DE RESULTADOS .....</b>	<b>66</b>
<b>7. CONCLUSÕES .....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>72</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO A: Carta para Comissão de Ética .....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO B: Termos de consentimento e assentimento .....</b>	<b>78</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) não são apenas uma mídia recente, mas uma nova maneira de se comunicar e interagir. Enquanto se tornam ubíquas, elas acabam penetrando as instituições de educação e afetam o ensino, seja através de projetos e práticas inovadoras, quanto pela própria forma dos alunos se comunicarem. Hoje, no Brasil, 91% das escolas de ensino médio e 48,6% das de ensino fundamental possuem laboratório de informática (PNUD, 2012), e há um crescente popularização de *smartphones* com acesso à internet e capacidades multimídia na população. Torna-se necessário discutir não só como usar essas tecnologias de uma forma efetiva no ensino, e que tipo de formação deve ser dada aos docentes, mas também se é necessária alguma forma de alfabetização digital no currículo das escolas (Ribeiro, 2009).

As TICs são uma promissora ferramenta que pode ser usada para combater um dos maiores problemas no contexto escolar brasileiro: a elevada taxa de evasão escolar de 24,13% (PNUD, 2012), que tem como um de seus maiores motivos a falta de interesse na escola (NERI, 2009). Essa falta de interesse aparece acima de fatores mais estruturais, como a indisponibilidade de escolas perto do local de moradia, e a necessidade de trabalhar para complementar a renda. Mas como essas tecnologias poderiam ser usadas na prática pedagógica, e quais os problemas que elas poderiam abordar? Uma solução possível, e computacional, são os *Learning Management Systems*.

*Learning Management Systems* (LMS) são programas de suporte ao ensino usados para gerenciar cursos e fazer a comunicação entre docentes e discentes, servindo como um repositório de materiais didáticos e complementares (LONN, 2009) e sistema integrado de avaliação. Mesmo sendo ferramentas didáticas versáteis, que podem ser usadas para analisar o aluno e buscar suas dificuldades de aprendizagem, sua aplicação pode encontrar entraves mesmo em grupos com total disponibilidade de computadores. Enquanto há uma falta de formação para os professores trabalharem com TICs, há um problema de inadequação metodológica que pode tornar incompatível o uso da ferramenta por um grupo.

Na educação básica, há grupos que trabalham com avaliação de comportamentos e capacidades cognitivas. Um desses grupos é o projeto Amora, do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Apesar de desenvolver um trabalho integrado com ferramentas digitais, que são acessadas em *laptops* educativos do projeto Um Computador por Aluno (UCA), o grupo conhece, mas não utiliza, os LMSs. Com orientações

construtivistas, atende alunos de sexto e sétimo anos através da pedagogia de projetos de aprendizagem (Fagundes et al., 2006) e usa um currículo não linear no qual temas de interesse são pesquisados pelos alunos e relacionados pelos professores com conteúdos curriculares, através de orientação em iniciação científica. Sua avaliação é feita sobre pareceres descritivos (CASTILHOS et al., 2012), e é baseado em uma análise aprofundada dos trabalhos realizados que indique capacidades e dificuldades. Por serem demais focados no domínio do aluno sobre os conceitos curriculares, pode-se propor uma adaptação para adequar os LMSs à metodologia do grupo.

Neste trabalho, propõe-se um modelo computacional de suporte à avaliação construtivista, partindo-se da metodologia do grupo Amora, que requer a construção em grupo dos instrumentos de avaliação a partir da análise não só dos conhecimentos do aluno, mas também de seu comportamento. A questão que fundamenta este trabalho é: “Um modelo computacional que contemple questões comportamentais e indique evidências de aprendizagens pode dar suporte à avaliação escolar na educação básica?”.

Para esse fim, o objetivo desta dissertação é definir um modelo conceitual que seja capaz de registrar os trabalhos dos alunos junto com as avaliações dos professores através da indicação de relações entre esses que evidenciem aprendizagens. Espera-se, com isso, contribuir para o desenvolvimento de LMSs que se adéquem à realidade do ensino básico e possam ser usados no seu contexto. Para esse desenvolvimento, foi usada uma metodologia *Consensus-Driven Development* (desenvolvimento orientado ao consenso), na qual os usuários definem os requerimentos e avaliam o sistema desenvolvido (LUKYANENKO e PARSONS, 2013). Com isso, espera-se encontrar categorias de avaliação adequadas àquelas propostas na metodologia do grupo.

Este trabalho está dividido em 5 capítulos. No capítulo seguinte aborda-se as fundamentações da pesquisa. Além disso, os LMSs são explorados e são discutidas, assim como as soluções já existentes das TICs para o ensino. Também se explora o estado da arte dos modelos conceituais e as ontologias publicadas para a informática na educação e os *Decision Support Systems* (sistemas de suporte a tomada de decisões ou DSS). Esses últimos aparecem como uma possível ponte para o problema do LMS e a construção das avaliações em conjunto pelos professores. Também se exploram as bases pedagógicas do projeto Amora e, de uma maneira geral, do estado da arte da avaliação escolar no Brasil. No terceiro capítulo analisam-se os LMSs e os modelos conceituais e ontologias pesquisadas diante em contraponto com as metodologias pedagógicas apresentadas. No quarto capítulo, apresenta-se

a proposta de grafos de avaliação, o resultado da pesquisa desse projeto. No quinto capítulo, realiza-se um estudo de caso da proposta através de sua aplicação e análise em um grupo focal dentro do projeto Amora e se avalia a viabilidade da solução proposta. No sexto, analisam-se os resultados, e as conclusões são apresentadas no sétimo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo se explora a fundamentação teórica do projeto. Ele está dividido em duas seções: na primeira, faz-se um estudo do estado da arte da informática na educação, buscando encontrar trabalhos e tecnologias relacionados.

Na segunda seção, detalham-se as bases pedagógicas do projeto. Analisam-se as diferentes teorias de aprendizagem, o processo de avaliação e a legislação sobre como o ensino básico brasileiro é feito, com especial ênfase a do projeto Amora.

### 2.1 Informática na Educação

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) representam um dos campos tecnológicos com maior efervescência de desenvolvimento das últimas três décadas. Em grande parte por causa de seu baixo custo e grande flexibilidade, esse desenvolvimento seguiu fielmente uma lei de crescimento exponencial, resultando em tecnologias que têm alterado a comunicação em todos os níveis (do pessoal ao institucional) e a forma como temos acesso à informação por meio de novos tipos de equipamentos (Bell, 2014). Enquanto está fora do escopo desse trabalho apresentar uma genealogia da Internet, parte-se do princípio discutido por Strauss (1993), no qual ela representa, por si, uma revolução e se tornou fundamentalmente diferente das mídias tradicionais.

Ainda segundo Strauss (1993), nas mídias tradicionais, havia uma estrutura de **broadcast**, a informação era montada por um núcleo e espalhado por vias específicas, de uma forma rígida. Um desenvolvimento posterior foi o modelo de comunicação distribuído ponto-a-ponto, no qual dois pontos podem trocar informações simultaneamente, criando **feedback** e interatividade. Hoje, um novo modelo midiático protagonizado pela Internet traz uma característica nova: qualquer indivíduo com acesso à mídia pode ser um núcleo de **broadcast** e publicar material para um grande público, enquanto também dispõe da possibilidade de criar e compartilhar conteúdos interativos. O hipertexto, que torna a informação descontínua e expansível, juntamente com a edição digital em tempo real, que permite que textos sejam revistos e reescritos, formam um novo modelo de autoria e mudam a forma como a sociedade se comunica.

Além disso, as TICs também são um novo ambiente de possibilidades para a educação, fornecendo uma vasta gama de materiais didáticos e ampliando as fontes de informação. Elas

também são uma plataforma de criação, podendo ser usadas para montar animações, construir simulações e ambientes virtuais de exploração (KAY, 1972). Uma vasta gama de objetos digitais de aprendizagem<sup>1</sup> estão disponíveis para uso, muitos distribuídos em formato **Open Source** – gratuitos e sem os empecilhos de propriedades intelectuais.

As TICs são disponibilizadas para o ensino por vários meios diferentes. Além dos laboratórios de informática e da disseminação de celulares que possuem interconectividade e capacidade de processamento comparável ao de um computador, também há iniciativas como o projeto **One Laptop per Child** (OLPC), lançado por Nicholas Negroponte em 2006, que desenvolveu um laptop educacional para ser distribuído e usado individualmente pelos alunos. Com o objetivo de tornar realidade a proposta de um computador como material didático (KAY, 1972) houveram algumas implementações em larga escala desse OLPC, como o Plan Ceibal (BALAGUER, 2010) no Uruguai e o projeto Um Computador por Aluno no Brasil. Esses projetos garantem que, no ensino básico, as TICs se tornem ferramentas de ensino, mesmo que sua aplicação ainda não seja ampla. O projeto Amora, sobre o qual essa pesquisa se desenvolve, foi um dos pilotos para sua aplicação, e possui uma plataforma própria de programas e serviços online que usa na sua metodologia.

Este estudo se debruça sobre os **Learning Management Systems** (seção 2.1.1), sistemas de suporte para cursos presenciais e a distância que servem como ferramenta de gerência para a atividade de ensino. Operando como repositório tanto de materiais quanto de atividades, eles funcionam como um complemento às aulas, realizando uma conexão virtual entre os docentes e discentes. Procurando encontrar soluções para a incompatibilidade apresentada entre os LMSs e o modelo de ensino básico, a pesquisa se estendeu sobre o campo dos *Modelos Conceituais e Ontologias Computacionais* (seção 2.2), grandes taxonomias que permitem a construção de sistemas coesos e com capacidade de interoperabilidade. Buscou-se modelos que já pudessem ser usados de acordo com a perspectiva desta pesquisa. Diante do modelo de avaliação usado no projeto Amora, também se pesquisou o campo de *sistemas de apoio à tomada de decisões*. Esses são usados como ferramentas de extração de informações estratégicas para uma decisão específica e, segundo os modelos mais recentes, devem tornar a negociação entre as partes mais coesa e eficaz.

---

<sup>1</sup> A maior base de dados brasileira se encontra em <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>

### 2.1.1 Sistemas de Suporte à Aprendizagem

Como apresentado na introdução, *Learning Management Systems* são ferramentas para gerência de cursos presenciais e para o ensino a distância, e podem ser usados como um repositório de materiais didáticos e rede social entre os alunos de um curso. Provida de fóruns, lista de e-mails, sistemas de avaliação, repositório de aulas, video-aulas e objetos de aprendizagem, são ferramentas reconhecidamente práticas que auxiliam tanto o professor quanto o aluno (LONN, 2009). O Moodle é uma de suas distribuições mais famosas sobre a qual essa análise busca se debruçar, um projeto *Open Source* facilmente modificável e que possui um repositório de *add-ons* que podem ser usados para alterar seu funcionamento. Possuindo uma enorme flexibilidade na forma como organizar os materiais, fundamenta-se numa teoria de aprendizagem chamada *construcionismo social*, a partir da qual a aprendizagem é vista como um processo de negociação de significados através da utilização de recursos compartilhados (FILHO, 2006). Essa metodologia se reflete na organização do currículo do curso, uma série de tópicos que devem ser abordados junto com os alunos. A metodologia pode ser vista nas três formas diferentes de se organizar os tópicos, e na possibilidade de alterá-los dinamicamente:

- Formato semanal, ou periódico, no qual o currículo é distribuído em etapas, cada uma com uma duração específica (geralmente semanais). Esse formato é adequado para cursos de duração limitada.
- Formato tópicos, no qual o conteúdo é dividido em uma sequência linear. Esse formato é adequado para cursos individuais, onde o aluno segue um passo próprio.
- Formato social, no qual o cerne do curso é um fórum central de interação entre os alunos, e os tópicos são apresentados como *threads*.

Já a avaliação do aluno é feita por meio de notas, tanto numéricas quanto por conceitos (em escala Lickert, por meio de letras, ou pela tripla “não cumpriu”, “cumpriu”, “cumpriu satisfatoriamente”). Os alunos são avaliados por meio de trabalhos a serem enviados diretamente pela ferramenta e pela pontuação de provas submetidas diretamente pelo professor, ou desenvolvidas totalmente via online. Um sistema de bancos de dados também pode prover questões e montar provas dinamicamente. Seu funcionamento como um repositório de materiais é bastante interessante para qualquer atividade; por meio de um servidor Moodle, o professor pode centralizar uma série de ferramentas digitais utilizadas e

avaliar trabalhos multimidiáticos e oferecer *objetos digitais de aprendizagem* que permitam ao aluno explorar um conceito de formas complementares aos materiais didáticos e explicações do professor.

Há um grande número de ***add-ons*** que podem ser usados para alterar o funcionamento da plataforma. A plataforma também possui uma interessante ferramenta de avaliação do curso, uma ferramenta de feedback para o professor sobre os seus materiais e suas aulas. Por padrão, são disponibilizadas as seguintes modalidades:

- **ATTLS: *Attitudes Towards Thinking and Learning Survey*** (pesquisa de atitudes e em relação ao pensamento e aprendizagem), um questionário que tenta identificar características do aluno que o identifiquem seu saber como conectado (participativo das ideias apresentadas em aula), ou mais destacado (contestadores e críticos).
- **COLLES:** Um questionário que tenta avaliar a qualidade da ferramenta de aprendizagem em Relevância, Reflexão crítica, Interação, Apoio dos tutores, Apoio dos colegas e Compreensão.
- **Incidentes Críticos:** Momentos de maior e menor envolvimento, ações de comunicação mais úteis e mais desconcertantes, e quais eventos surpreendentes.

Pode-se, com facilidade, alterar a ordem dos tópicos a serem abordados, escondê-los e alterá-los durante o curso das atividades, mas a estrutura do Moodle não é adequada para qualquer todas as metodologias. Em Sancho et al. (2011), têm-se um estudo que faz a adaptação do Moodle à metodologia de *aprendizagem baseada em problemas* (***Problem Based Learning***, ou PBL), com especial consideração sobre a forma de organização dos alunos. Os autores definem que a incapacidade de formar grupos dinâmicos com tarefas diversas é uma limitação da ferramenta para o trabalho com essa metodologia e aprendizagem colaborativa, e desenvolve um plug-in para aplicá-la. De uma forma análoga, neste trabalho explora-se como o Moodle não atende algumas necessidades da proposta de avaliação construtivista, e precisaria ser alterado para esse fim. A organização dinâmica das avaliações, a necessidade de identificar dentro das atividades como o aluno se comportou, e assim como a sua reação às propostas do docente são algumas faltas apontadas. A seção 3.1 detalha os problemas da ferramenta com a metodologia, mas, por enquanto pode-se apenas afirmar que elas não estão adequadas ao modo de trabalho do Amora.



## 2.2 Ontologias Computacionais e Modelos Conceituais

Ontologias Computacionais são uma área de um grande potencial para essa pesquisa. Uma ontologia é uma descrição de um vocabulário utilizado em um determinado domínio com relações hierárquicas de classes abstratas. Desenvolvida como uma forma de se modelar conhecimentos em determinadas áreas para inteligências artificiais (MIZOGUCHI e IKEDA, 1997), sua preocupação é construir uma noção semântica a partir das diferentes relações que o vocabulário permite realizar. Uma proposta orientada ao conteúdo com o qual o sistema terá que operar, elas especificam tipos, propriedades e inter-relações das entidades que compõem o domínio de uma tarefa.

Já modelos conceituais são uma outra forma de se modelar conhecimento para a resolução computacional de um problema, definidas como uma “descrição formal de alguns aspectos do mundo físico e social para entendimento e comunicação” (LUKYANENKO e PARSONS, 2013). Construídos como uma forma de apresentar aos usuários qual a proposta do sistema em desenvolvimento, esses modelos também tratam tanto das tarefas a serem realizadas pelo sistema, quanto às partes que o compõem e sua relação.

Ambas representações são formas de se explicitar o conhecimento para uma determinada tarefa, decompor um problema através da abstração de conceitos úteis e sua formalização, que permite que eles sejam usados em raciocínios confiáveis e computacionais. O domínio do modelo é um aspecto importante, ambas representações são usadas para resolver problemas específicos, mas ontologias tentam contemplar uma representação explícita de uma conceitualização orientando-se a um chamado “mundo aberto”. Sistemas de ontologias computacionais devem considerar que tudo o que não definem é indefinido, enquanto modelos conceituais devem considerar essas pressuposições como falsas. Assim, ontologias podem ser alinhadas por meio de *ontologias de alto nível*, modelando não só o problema, mas toda uma categorização de conhecimento. Pode-se pensar que elas têm a ambição de prover “uma base para a construção de modelos de qualquer coisa que a ciência da computação estiver interessada” (MIZOGUCHI e IKEDA, 1997).

Ontologias ganham grande importância como uma solução de modelagem de dados diante de um paradigma de Web Semântica, já que permitem buscas mais precisas de recursos, sua integração, interoperabilidade, compartilhamento e reutilização (BITTENCOURT et al., 2008). Sua filosofia de desenvolvimento se revelou muito fértil, aparecendo como uma especificação de uma conceitualização desenhada para operação entre

sistemas diferentes. Permitindo, também, o compartilhamento de metadados, também permitem a sugestão de objetos de aprendizagem específicos para as necessidades dos alunos e personalizar material para eles (DEVEDZIC, 2004). Tendo isso em vista, se houvesse uma ontologia uma que contemplasse a avaliação construtivista, a pesquisa poderia continuar pela sua contraposição ao modelo do Moodle. A tabela a seguir é resultado de uma pesquisa de diferentes artigos na área de ontologias computacionais orientadas a educação.

Tabela 2.1 – Ontologias educacionais pesquisadas

<b>Título</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Tratamento da aprendizagem</b>
Adaptive Instructional Planning Using Ontologies (KARAPIMPERIS e SAMPSON, 2004)	Criar um planejador automático para a ordem que o conteúdo de um curso é apresentado. Usa uma ontologia de domínio para descrever o conteúdo e a cruza com um repositório de Objetos de Aprendizagem, descrito em LOM. Pode otimizar a sequência de ações pelo tempo.	Sequência de interações com objetos de aprendizagens
Description of an Instructional Ontology and its Application in Web Services for Education (ULLRICH, 2004)	Capturar conceitos relacionados a objetos de aprendizagem de forma que possam ser compartilhados em <i>e-learning</i> . Possui extensões sobre interatividades diversas para o objeto.	Foco no conceito como unidade de aprendizagem.
Learner Model Ontology and learner Model Agent (CHEN e MIZOGUCHI, 2004)	Construir um modelo para o aluno de modo que converse com um ambiente de aprendizagem qualquer.	Divide aspectos estáticos (curso, nome) do aluno em relação a aspectos dinâmicos (aprendizagens). Não há modelo mais preciso de conhecimento.
Construção de Ambientes Interativos de Aprendizagem (BITTENCOURT et al., 2006)	Trabalho extenso que utiliza quatro modelos diferentes: de domínio (conteúdo), de estudante, de colaboração e pedagógico. Com diferentes modelos pedagógicos, a ontologia pode ser tanto usada no planejamento quanto na supervisão do curso.	A ontologia é flexível em relação a metodologia de ensino, e se foca em auxiliar aspectos organizacionais.
Modelagem de um Ambiente de Apoio à Avaliação Continuada Construído sob Ontologia	Objetiva criar um sistema que ordene o conteúdo de uma disciplina em uma Ontologia, possibilitando encontrar quais conceitos impedem a aprendizagem. A avaliação é feita através de exercícios e mapas conceituais.	Abordagem de Ausubel sobre aprendizagem significativa.

(BROLIO et al., 2006)		Dificuldade com conceitos subsunsores é o que dificulta a aprendizagem.
Ontologia para o domínio da educação mediada pela Web (SANTOS et al., 2003)	Taxonomia compreensiva de diversos conceitos usados em cursos on-line.	Aprendizagem como recursos disponibilizados online.
Ontological Support for Web Courseware Authoring (AROYO et al., 2002)	Ontologia aplicada ao <i>Courseware</i> , materiais online que constituem um curso para aprendizagem individual. O objetivo é facilitar a autoria desses materiais e sua organização em curso, biblioteca e domínio.	Sequência de materiais didáticos a serem estudados.

Fonte: Produção própria.

As ontologias pesquisadas são avaliadas diante da metodologia do projeto Amora na seção 3.2.

### 2.3 Sistemas de Apoio à Tomada de Decisões

Sistemas de Apoio à Tomada de Decisão (*Decision Support System*, ou DSS), são um último campo de interesse para esta pesquisa. Desenvolvidos desde os primórdios da computação, esses sistemas são definidos como “um sistema computacional para auxiliar na solução de problemas não estruturados por um grupo de tomadores de decisão” (KRAMER e KING, 1988). Possuindo uma natureza diversa, atendem a problemas não estruturados (i.e., que não possuem uma solução única ou certa) e estão submetidos a fatores ambientais variáveis. Assim, são ferramentas que não realizam uma tomada de decisões por si, mas coletam e processam dados para criar informações importantes para o trabalho de um grupo de profissionais, procurando identificar alternativas e consequências das decisões (Bohanec, 2008).

Os DSSs são um campo de pesquisa antigo, mas que se desenvolveu sob diversas formas desde a década de 1960. Pode-se dizer que suas raízes foram sistemas de gerenciamento de informação, ferramentas de análise de dados usadas por economistas e gerentes. Kramer e King (1988) narram a evolução dos sistemas para tomada de decisões em grupo (*Group DSS*) a partir do tipo de interatividade que ele permite aos usuários. Com isso,

pode-se ter uma ideia de sua forma: a sala de reuniões eletrônica (com sistema de votação integrado), teleconferência (ligação de dois pontos e compartilhamento de materiais), centro de informações (um software de extração e processamento de dados relevantes para um determinado profissional), sistemas de conferências para decisão (teleconferências com software específico que traga as informações necessárias para a tomada de decisão), o laboratório de colaboração (outro sistema de teleconferência que permite que os participantes criem e editem materiais de forma concomitante) e redes de grupo (um laboratório assíncrono, com repositório de informações).

Essa catalogação é útil apenas como inspiração de funcionalidades que se tornaram disponíveis com o desenvolvimento da tecnologia de redes, pois não demonstra o cerne do problema estudado no campo. Segundo Bohanec (2008), os DSSs são sistemas que devem trazer informações relevantes ao problema que atendem, precisam, portanto, atender a necessidades específicas de um processo de tomada de decisão. Eles precisam ser desenvolvidos a partir de uma das teorias de tomada de decisões, um grande grupo interdisciplinar que estuda como uma pessoa, uma máquina ou um grupo usa a informação disponível para tomar uma *boa decisão* diante de um problema proposto. No trabalho de Bohanec (ibidem), as diversas teorias desse campo de pesquisa são divididas em dois grandes grupos:

- As prescritivas ou normativas, são as tomadas de decisões racionais. Inspiradas nas teorias econômicas, elas assumem uma completude de informações exatas que o indivíduo pode usar para *maximizar um ganho* esperado.
- Já as descritivas são as teorias que veem a decisão como um processo incompleto, com informações pouco precisas e nem sempre adequadas. Tentando descrever como um ser humano realmente toma suas decisões, possuem uma forte interface com as ciências cognitivas.

Historicamente, os DSSs encontraram amplo uso na engenharia e na gerência financeira de empresas como modelos e projeções realizadas sobre um conjunto de dados numéricos. Edwards (1954) lista uma série de teorias prescritivas baseadas na gerência de recursos limitados diante de necessidades de maximização de ganhos - tais como as teorias de Tomada de Decisão Racional e a Teoria dos Jogos - a ótica perspectiva era suficiente. As teorias descritivas começam a aparecer no campo dos DSSs quando esses sistemas começaram a ser usados na área médica, mais especificamente para a construção conjunta de

diagnósticos (BABA e HAKEMZADEH, 2012). As teorias econômicas não eram mais suficientes, já que essa nova aplicação possuía um problema semiestruturado, sem uma função a ser maximizada, ou não-estruturado, que pode escapar do escopo das informações já disponíveis.

Baba e HakemZadeh (2012) trazem a *teoria de tomada de decisões baseadas em evidências*, como uma inovação no campo. Desenvolvida a partir da necessidade na medicina de se contrapor diferentes diagnósticos de um paciente para prescrever um tratamento adequado, ela dita que a tomada de decisões envolve a gerência de um certo de recursos contra tarefas a serem cumpridas, requerendo a compreensão de objetivos e problemas. Evidências são tidas como uma pesquisa ou investigação sistemática usando uma metodologia científica, e um sistema de apoio à tomada de decisões deve ser usado para trazê-las para a discussão e validá-las de acordo com as metodologias usadas.

Fatores-chave são a disposição dos elementos relevantes a tomada de decisão, e quais são as evidências nos quais eles se embasam, como manter a consistência interna do sistema. Na administração e gerência de empresas, o *feeling* e a vivência do administrador são fatores importantes e necessários, mas só podem ser pesados e validados diante de evidências. Baba e HakemZadeh (2012) comentam sobre dois elementos críticos, o primeiro é um *methodological fitness*, a importância de selecionar as evidências de acordo com a metodologia aplicada. Informações que não se encaixam no processo podem ser relevantes para uma solução para o problema, mas não podem ser interpretadas se não tem um embasamento na metodologia. O segundo elemento é o *bounded awareness*, termo dado a manutenção do foco da avaliação dentro dos instrumentos apoiados pela metodologia.

Mesmo diante de uma mesma compreensão, a tomada de decisão não é vista como um processo puramente racional, diferenças em conhecimentos individuais, questões de hierarquia e o afeto a certas evidências vão causar divergências. A evidência é considerada mais relevante de acordo com o consenso, tanto de quem o analisa, quanto da literatura referente a metodologia. Por fim, deve-se ressaltar que, para o autor, não há uma definição clara em ciências humanas de evidências. Neste trabalho parte-se do princípio que as diferentes teorias das ciências humanas trazem, cada uma, uma metodologia própria de extração e validação das evidências a partir das observações do cientista diante da teoria usada. Detalha-se esse processo no capítulo 4, onde o modelo conceitual deste trabalho é construído.

Com isso, pode-se chegar a uma definição mais clara das necessidades para um

sistema de suporte a tomada de decisões baseado em evidências, a saber:

- Deve incorporar um bando de dados e modelos para sua representação, realizando um pré-processamento para construir informações relevantes ao problema.
- Auxiliam indivíduos ou grupos a tomar decisões relevando informações importantes e elucidando o processo de tomada de decisão demonstrando o diagnóstico dos envolvidos por meio de sistemas de votação.
- Almejam melhorar a qualidade e a confiabilidade do processo de tomada de decisões sobre problemas semiestruturados ou não-estruturados.
- Buscam uma melhoria muitas vezes qualitativa do processo, e não da decisão final.

De posse desses três elementos – da crítica aos LMSs, do estudo das ontologias, e da análise da teoria de tomada de decisões, requer-se um aprofundamento nas teorias e bases pedagógicas do projeto, para contrapô-las.

## **2.4 Teorias de Aprendizagem:**

Nesta seção analisam-se as diferentes teorias de aprendizagem e seus enfoques, buscando elementos-chave que possam ser usados para definir as evidências usadas na avaliação escolar. O ensino é uma atividade natural do ser humano, é a transmissão de informações e tutoria em novas habilidades. Estudado por uma vasta gama de teorias científicas, cada uma possui um enfoque único e metodologia de pesquisa própria. O projeto Amora usa como base a metodologia de Projetos de Aprendizagem, baseada na teoria construtivista de Jean Piaget, um estudioso bastante influente na pedagogia brasileira. Para localizar essa teoria em relação àquelas que embasam os materiais estudados, refere-se ao trabalho de Moreira (2008), um extenso estudo classificatório que as agrupa em três grandes categorias.

A primeira categoria é a chamada *behaviorista* (comportamentalista). Focando-se em estudar o comportamento e suas alterações a partir do ensino, a aprendizagem é modelada como uma série de estímulos e respostas, fatores ambientais que afetam o comportamento do indivíduo. O nome mais tradicional dessa linha é B. F. Skinner, que ampliou os estudos de Pavlov sobre o efeito do estímulo e resposta sobre animais. Desprendendo-se da ideia que a inteligência é um ciclo fechado de respostas condicionadas, ele define o *condicionamento*

*operante* como uma forma de descrever a aprendizagem baseando-se no comportamento. A criação de um comportamento depende de uma série de possíveis estímulos que podem ser entendidos como um reforço ou uma punição. É através desses estímulos que se pode criar um determinado comportamento em um indivíduo, que se torna capaz de realizá-lo por conta própria.

A segunda categoria foi um desenvolvimento posterior, as *teorias cognitivistas*, que tentam analisar como o ser humano aprende através de modelos que descrevam o conhecimento. Uma premissa mais fértil que a anterior, suas várias teorias enfocam como o aluno individual consegue assimilar o conhecimento, como ele consegue lidar com novos conteúdos a partir de outros conhecimentos prévios. É notável como esse campo encontra subsídios e aplicações tanto nas neurociências e na computação, apesar de não haver um consenso para o que seria o conhecimento. David Ausubel e Jean Piaget são dois proeminentes estudiosos do campo cujas teorias são importantes para este trabalho.

Ausubel (1968) trata o conhecimento como uma rede de conceitos relacionados entre si. A significação é o quão fortemente e amplamente um determinado conceito possui relações. Com isso, ele distingue dois tipos de aprendizagens: por recepção e por descoberta. A primeira ocorre quando um conceito e suas relações são comunicados ao educando, e ele deve construir relações desses novos conceitos com os que já tinha anteriormente. A segunda forma é a *aprendizagem por descoberta*, fruto da investigação do próprio estudante, seguindo o que ele chama de um processo natural de aprendizagem. É pela experiência direta que se encontram as formas que delimitam o conceito estudado. O autor também tenta correlacionar as duas formas de aprendizagem, mostrando que o seu resultado pode ser uma *aprendizagem mecânica* ou *significativa*. A aprendizagem mecânica se baseia num uso direto dos conceitos aprendidos, e o uso de apenas relações diretas.

Um dos derivados do trabalho de Ausubel foi o de Novak, que definiu os *mapas conceituais*, uma das várias formas de representação do conhecimento. Nessa representação, conceitos são vistos como substantivos, ligados entre si por verbos (relações). Esses mapas possuem uma forma similar a um grafo, e podem ser usados para explorar como um indivíduo concebe um determinado conceito. Sua aplicação na avaliação é usada em várias orientações metodológicas, como no trabalho *construtivista* de Dutra (2006) e no trabalho por meio de ambientes web de orientação *construcionismo social* de Cunha et al. (2004).

O segundo nome nas teorias construtivistas que analisaremos é o de Jean Piaget, que desenvolveu um extenso trabalho chamado *construtivismo*, uma teoria mais orgânica que a de

Ausubel por modelar o conhecimento não apenas conceitual. No desenvolvimento de sua teoria encontramos uma forte crítica ao foco no conteúdo como unidade da aprendizagem, necessário para entender porque os LMSs não se encaixam na metodologia do grupo estudado. Para tanto, precisaremos entender como o *construtivismo* entende o que seria o conhecimento.

Becker (2012) sugere que existem, basicamente, três abordagens epistemológicas acerca do conhecimento. A primeira é chamada *a priori*, descendente da noção platônica de que o conhecimento existe fora do ser humano, e o universo seria a sua representação. Aqui o aprendizado ocorre naturalmente, de acordo com a aptidão do indivíduo, sua capacidade de observar o que haveria por trás dos fenômenos naturais, geralmente incentivada pela discussão teórica. A segunda abordagem é puramente *empirista*, segundo a qual os conhecimentos são descrições de como o mundo funciona, códigos linguísticos que podem ser lidos na interação com a natureza. A aprendizagem é uma correção da leitura do indivíduo daquilo que ele pode ver, e só pode ocorrer quando esse entra em contato com o mundo real. Ambas abordagens colocam no indivíduo a plena capacidade de aprender, sendo ele o único responsável pelo seu conhecimento.

Becker (2012) defende que o construtivismo entende o processo de aprendizagem do aluno por uma terceira via epistemológica, a chamada relacional ou construtivista, na qual o conhecimento é construído a partir da interação do indivíduo com o meio, mas em equilíbrio com estruturas de cognitivas preexistentes, derivadas de aprendizagens anteriores ou atos reflexos biológicos. A aprendizagem ocorre a partir de um movimento recursivo de *assimilação* e *acomodação* em relação a uma dada situação. O sujeito percebe o mundo a partir de *esquemas de assimilação*, que sofrem acomodações a partir das suas percepções. A flexibilidade e a possibilidade de usar os esquemas mentalmente são chamadas de operações cognitivas, e é por sua aplicação que o esquema muda, possibilitando que a assimilação ocorra novamente sobre um ponto diferente do anterior.

É através da acomodação de novos esquemas e sua coordenação com os esquemas anteriores que há uma complexificação da estrutura mental do indivíduo. Assim, torna-se possível novas operações mentais, processo pelo qual o indivíduo atinge novos patamares de desenvolvimento cognitivo. Chamam-se de estádios as etapas que podem ser identificadas pelo domínio de novas habilidades mentais, de acordo com Piaget (1971):

- **Sensório-motor:** Sem um esquema de assimilação do objeto, o sujeito deve ir mecanicamente explorando e reconhecendo os limites daquilo com o que interage.



- Pré-operatório: Possuindo esquemas que o permitem relacionar causas e efeitos, mas não de trabalhar mentalmente. É difícil para o indivíduo relacionar símbolos e operar mentalmente com o objeto, mas ele pode prever algumas situações familiares.
- Operatório concreto: Já capaz de realizar operações, mas ainda sem ser capaz de totalizar o objeto mentalmente, o sujeito é capaz, a partir da observação, de extrair propriedades do mundo baseando-se no domínio de certas operações. Ele começa a compreender com leis transversais, podendo generalizar objetos e inferir como novas situações decorrerão.
- Operatório formal: No último nível do desenvolvimento cognitivo está a capacidade do indivíduo de trabalhar com o objeto num plano completamente mental, desenvolvendo a capacidade de criar deduções.

Se o conhecimento deriva de um movimento de equilibração, ele possui uma característica pessoal, que será refletida no modo que o indivíduo o significa. Por haver uma complexificação, o que o indivíduo é capaz de fazer com esse conhecimento reflete diretamente um grau de aprofundamento (PIAGET, *ibidem*). As capacidades do indivíduo também limitam seu amadurecimento em outras questões, como a moral (ESTRÁZULAS, 2003), um fator que deve ser observado, principalmente, em crianças ainda em amadurecimento. Essa preocupação com as capacidades que o aluno pode executar com o conteúdo estudado cria uma outra denominação importante para esse trabalho, o *conteudismo*. Diz-se conteudista a abordagem de ensino que se baseia unicamente a conceitos a serem dominados, no qual o aluno é avaliado através da sua memorização e da capacidade de relacioná-los. Ele seria um contraponto criticado pelo construtivismo porque não consegue investigar o motivo pelo qual o aluno errou. Neste trabalho se refere a Dutra (2006) como uma forma de relacionar os dois Ausubel e Piaget, averiguando, com mapas conceituais, o processo de construção de conceitos em busca dos motivos pelos quais não houve uma assimilação do conceito, ou ela foi equivocada. Também é usado o trabalho de Estrázulas (2003) para modelar o desenvolvimento da moral dos alunos por esse viés, assim como Macedo (2010) como um ferramental de como aplicar essas teorias para aulas.

A última categoria para teorias aprendizagens listadas por Moreira (2008) são as chamadas humanistas e também merecem uma análise a parte. Essas possuem o objetivo de criticar e repensar as posições do ensino, qual o seu objetivo, o que ensinar, por que ensinar e quais são os papéis dos envolvidos. Dentre eles, o trabalho de Paulo Freire é uma extensa

crítica a visão tradicional de ensino baseado em acumulação de conteúdos dados ao aluno. Freire (2012) questiona o currículo da escola e propõe uma educação libertadora, que teria como enfoque a formação do aluno como um cidadão com capacidade crítica para definir os rumos de sua vida. Por esse questionamento, a construção de um currículo unificado nacional perde boa parte de seu sentido, situação que se reflete as leis de Diretrizes Curriculares Nacionais brasileiras (DCNs), que dão uma grande liberdade para as escolas planejarem seus currículos de forma independente. Segundo essas diretrizes, o objetivo da educação básica visa o desenvolvimento do indivíduo como cidadão, garantindo o seu pleno desenvolvimento em um adulto capaz de entender a sociedade e viver nela. Mais especificamente, notam-se como diretrizes no ensino fundamental:

- I: Desenvolvimento da capacidade de aprender, tendo como meios básicos o pleno domínio da leitura, da escrita e do cálculo;
- II: Foco central na alfabetização, ao longo dos 3 (três) primeiros anos;
- III: Compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da economia, da tecnologia, das artes, da cultura e dos valores em que se fundamenta a sociedade;
- IV: O desenvolvimento da capacidade de aprendizagem, tendo em vista a aquisição de conhecimentos e habilidades e a formação de atitudes e valores;
- V: Fortalecimento dos vínculos de família, dos laços de solidariedade humana e de respeito recíproco em que se assenta a vida social.

Já no ensino médio:

- I: A consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II: A preparação básica para a cidadania e o trabalho, tomado este como princípio educativo, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de enfrentar novas condições de ocupação e aperfeiçoamento posteriores;
- III: O desenvolvimento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e estética, o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV: A compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos presentes na sociedade contemporânea, relacionando a teoria com a prática.

De posse da fundamentação teórica do processo de aprendizagem e dos objetivos do

ensino fundamenta, ainda é necessário discutir como o processo de avaliação se dá no contexto brasileiro.

## 2.5 A Avaliação Escolar

Segundo o trabalho de Firme (1994), a avaliação escolar pode ser entendida como um processo pelo qual pode-se avaliar a compreensão do aluno, verificando se ele atingiu as aprendizagens desejadas pelo programa de ensino. Se utiliza de instrumentos específicos (provas, trabalhos) sobre os quais se desenvolve um diagnóstico. Mesmo diante de diferentes metodologias de ensino, Firme (*ibdem*) traz um histórico de desenvolvimento desses instrumentos, nos mostrando como eles se tornaram mais precisos e flexíveis:

- **Mensuração:** A primeira geração de instrumentos e metodologias de avaliação não distinguia avaliação de uma medida. Testes e exames foram aplicados como uma forma de determinar o progresso do aluno pelo programa de ensino.
- **Descrição:** A segunda geração parte do estabelecimento de critérios maiores, torna-se é necessário descrever melhor os critérios de forma que fique claro no que o aluno conseguiu atingir um domínio ou não.
- **Julgamento:** A terceira geração se tornou mais comum na década de 1960, quando o avaliador tornou-se um juiz, cabendo a ele avaliar se o aluno poderia suprir suas dificuldades, ou se não poderá se aprovado por elas. Uma diferença grande em relação a geração anterior foi a inclusão de mérito e relevância para os diferentes critérios.
- **Negociação:** Talvez por causa do grande número de trabalhos de análises humanistas em relação a analisar a educação como formação do aluno, a quarta geração de instrumentos de avaliação começou a levar em consideração o pluralismo de valores que existem. Aqui, começa-se levar em conta a experiência do aluno e entende-se que o professor não é a autoridade final sobre a sua aprendizagem e capacidade, já que pode compensar falhas em um período letivo com um desempenho melhor posterior.

Vê-se que houve uma construção de um modelo mais interacionista, tanto que Firme (*ibdem*) afirma que a avaliação escolar pode ser comparada a uma tomada de decisão conjunta, que envolve pelo menos três elementos: o professor, o aluno e os pais. Além dos

critérios de avaliação, é necessário que as três partes concordem com o veredito. Se a avaliação não consegue informar para o aluno os motivos de seus sucessos e fracassos, cria-se uma relação autoritária, incapaz de dar um retorno. Em um trabalho posterior, Firme e Letichevsky (2002) afirmam que os instrumentos de avaliação aplicados também devem ser medidos por critérios próprios, uma “meta avaliação”.

Nota-se que a avaliação escolar efetiva é um desafio para ser implementada. Como foi ressaltado, ela pode cair num conteudismo e tomar um caráter seletivo a partir da capacidade do aluno reconhecer certos conceitos e trabalhar com eles. Por outro lado, a descrição dos conhecimentos que um aluno deve adquirir no decorrer de sua formação escolar dependem, como foi discutido na seção 2.2.1, de um currículo escolar cuja construção não contempla apenas conteúdos. Fava (2005) traz uma importante discussão sobre como a avaliação tem sido construída no país, através dos Parâmetros Curriculares Nacionais, um documento complementar as DCNs que aprofunda a discussão sobre o que seria o conteúdo escolar – explicitando que o conhecimento deve ser dividido em três eixos:

- Eixo Conceitual: O eixo conceitual é o abordado pelo conteudismo, o aluno, após o período de ensino, deve ser capaz de identificar e relacionar. Conceitos e teorias científicas, textos e pesquisas, esse é o eixo sobre o conhecimento gerado e formalizado previamente.
- Eixo Procedimental: Aborda as competências dos alunos, para além do que pode ser identificado e comunicado, há o que se faz com o conhecimento. Como buscá-lo, pesquisá-lo e desenvolvê-lo, como resolver problemas através de conceitos aplicados, o eixo procedimental requer a avaliação da capacidade do aluno de usar seu conhecimento para um fim.
- Eixo Atitudinal: O último eixo é relativo às atitudes, tanto valorações morais e éticas em relação ao estudado, quanto a sua significação em relação às próprias atividades de ensino e à escola.

Esses três eixos nos permitem ver que a avaliação tem que permitir que o professor possa diagnosticar as dificuldades do aluno, de modo a planejar um atendimento adequado às suas necessidades (FAVA, *ibidem*). Contrapõe-se esse modelo ao conteudista, que requer que o aluno internalize uma série de conceitos podendo ser avaliado pela sua capacidade de relembrá-los. Não se pode referir à avaliação como dependente unicamente de uma pontuação do aluno em um instrumento, uma prova ou trabalho.

Detalhando os instrumentos de avaliação, Macedo (2010) traz um modelo construtivista de avaliação do aluno através de uma análise de seu comportamento e de suas capacidades cognitivas nas atividades didático-pedagógicas. Ao se verificar quais operações mentais o aluno consegue realizar com o conteúdo, têm-se o diagnóstico preciso que foi mencionado acima. Essa metodologia de avaliação é detalhada mais a fundo na seção 2.3.

## 2.6 O projeto Amora

O projeto Amora, iniciado em 1996 no Colégio de Aplicação da UFRGS, objetiva a reestruturação curricular a partir da metodologia de Projetos de Aprendizagem (FAGUNDES, 2006), buscando a construção compartilhada de conhecimentos e a integração de tecnologias de informação e comunicação ao currículo escolar. No seu trabalho, dispõe-se de uma série de ferramentas de informática, incluindo *webfólios*, mapas conceituais e blogs (DUTRA e LACERDA, 2003).

O trabalho do grupo se desenvolve de maneira integrada, com as aulas e as atividades sendo planejadas em conjunto. Junto às atividades disciplinares, os alunos desenvolvem um número de atividades interdisciplinares e um projeto de pesquisa de iniciação científica a partir de assuntos de seu interesse. Espera-se que eles complemente suas aprendizagens por meio da exploração, um trabalho interdisciplinar que lhes desenvolva a capacidade de lidar e relacionar diferentes informações.

A iniciação científica se desenvolve a partir da pesquisa individual do aluno em assuntos derivados de seu interesse, geralmente a partir das atividades e interrogações dos professores. Um professor se torna orientador do trabalho e os alunos são divididos em grupos de temas afins. A construção da pesquisa se dá a partir de uma pergunta inicial que, ao ser explorada, se desdobra em outras indagações. O aluno constrói um produto, geralmente em forma de uma página wiki PbWorks, junto com dois mapas conceituais, um ao início do processo e outro ao final.

A avaliação dos professores também é feita de forma integrada por meio de um parecer descritivo (CASTILHOS et. al., 2012). Nesse, os professores indicam eventuais dificuldades e problemas de aprendizagem e socialização do aluno. Há uma tabela de critérios de avaliação do grupo Amora, que contém cinco diferentes critérios: Relacionamento interpessoal, participação, textos e práticas de escrita, práticas de leitura e desenvolvimento de

aprendizagens (conteúdos conceituais). O texto de referência para o grupo é Macedo (2010), que traz uma listagem de comportamentos e atitudes a serem observadas nos trabalhos dos alunos para acompanhar o seu desenvolvimento cognitivo (detalhados na seção 4.2). Nota-se que os instrumentos de avaliação tenta levar em conta um histórico de desenvolvimento, através da qualificação das ações do aluno nos diferentes trabalhos.

Dispondo de uma série de registros digitais, o grupo reconhece o valor de uma plataforma digital com a qual pudesse montar um repositório para os registros dos trabalhos dos alunos. Entretanto, há uma forte crítica ao modelo dos LMSs pela disposição do currículo e de sua forma de avaliação numérica quantitativa. Para o grupo, a avaliação se torna mais próxima a uma negociação, buscando averiguar se o aluno é cognitivamente capaz de progredir na seriação, ou se será necessário algum tipo de atendimento específico. Dessa forma, ao avaliar o aluno nas reuniões, cada professor organiza suas observações de acordo com uma tabela de critérios listada a seguir:

- Quanto ao relacionamento interpessoal:
  - Bom Relacionamento interpessoal.
  - Ações Colaborativas.
  - Ações Cooperativas.
  - Relacionamento que oscila: convivência tranquila x ações conflituosas.
  - Grande frequência de ações conflituosas.
  - Aceita facilmente as contribuições/críticas dos colegas.
- Quanto à participação:
  - Disponível para realização das atividades.
  - Comprometido/engajado nas atividades.
  - Desconsidera as combinações e informações dadas pelos professores, demonstrando descomprometimento.
  - Pouca participação oral.
  - A conversa em alguns momentos o distrai, mas consegue voltar para as atividades quando solicitado pelo professor.
  - Prioriza conversas e brincadeiras com os colegas.

- Geralmente entrega os trabalhos solicitados e o faz nos prazos estabelecidos
- Seus registros (cadernos, portfólio, pastas) são organizados.
- Deixa de entregar a maioria das atividades solicitadas.
- Não traz os materiais solicitados para as aulas. Seus materiais são desorganizados.
- Quanto aos textos e às práticas de escrita:
  - Quanto à divisão em parágrafos:
    - Apresenta divisão adequada em parágrafos.
    - Não obedece ao critério de unidade de sentido.
    - Há pouca divisão em parágrafos.
    - Não há divisão em parágrafos.
  - Quanto à ortografia:
    - Apresenta trocas ortográficas na representação de fonemas diferentes.
    - Apresenta trocas ortográficas na representação do mesmo fonema.
    - Apresenta poucas trocas ortográficas, ou não as apresenta.
  - Quanto à coerência:
    - Apresenta clareza e organização de ideias
    - Apresenta trechos confusos
  - Quanto à coesão:
    - Apresenta frases justapostas, sem/com pouco uso de palavras que indiquem nexos.
    - Apresenta nexos para organizar frases, mas esses são repetidos ou nem sempre adequados.
    - Apresenta nexos adequados e variados para organizar as frases.
  - Quanto ao desenvolvimento do texto:
    - O texto é pouco desenvolvido.
    - O texto é bem desenvolvido em quantidade.

- Quanto ao aprofundamento das ideias:
  - O texto é pouco aprofundado ou apresenta enredo simples
  - O texto é aprofundado, ou com enredo mais elaborado
- Quanto à caligrafia:
  - A letra é legível.
  - A letra é pouco legível.
- Quanto às práticas de leitura:
  - Comenta o que leu, ressaltando novas ideias e conceitos.
  - Confronta sua opinião com a do autor.
  - Faz leitura superficial, saltando partes não compreendidas, ou interessantes.
  - Busca o professor quando se depara com uma palavra/expressão/ideia desconhecida ou que não compreende.
  - Lê e revisa o que escreve.
  - Faz busca de outras informações a partir da leitura dos textos.
- Quanto ao desenvolvimento de aprendizagens:
  - Faz reconstituições detalhadas e/ou pertinentes.
  - Evidencia que reconstitui dados e fatos, embora de forma ainda limitada, demonstrando pouca compreensão dos conteúdos estudados deixando de trazer argumentos para sustentar seus pontos de vista.
  - Observam-se poucas reconstituições, não sendo possível perceber se sua produção escassa deve-se à falta de entendimento ou à distração. Nesse sentido, oscila em termos de produção.
  - Estabelece, nos seus textos escritos, relações ainda superficiais entre os elementos de que dispõe.
  - Estabelece, nos seus textos escritos, relações ainda superficiais entre os elementos de que dispõe, apesar de oralmente fazer reflexões e associações pertinentes.
  - Estabelece relações consistentes entre os elementos que dispõe fazendo uso das



reconstituições de conceitos.

- É capaz de produzir hipóteses a respeito das informações a que tem acesso, bem como de compará-las com outras situações que vivencia.
- Antecipa conclusões ou respostas a partir das informações disponíveis.

No próximo capítulo serão analisados mais profundamente os sistemas e as tecnologias que poderiam ser usadas diante dessa metodologia.

### 3 ANÁLISE: CONTRAPONDO O MOODLE E AS ONTOLOGIAS ÀS TEORIAS DE APRENDIZAGEM

Neste capítulo, as ferramentas estudadas são contrapostas às necessidades metodológicas do projeto Amora, de modo a encontrar necessidades a serem atendidas, trabalhos relacionados e direções para o desenvolvimento.

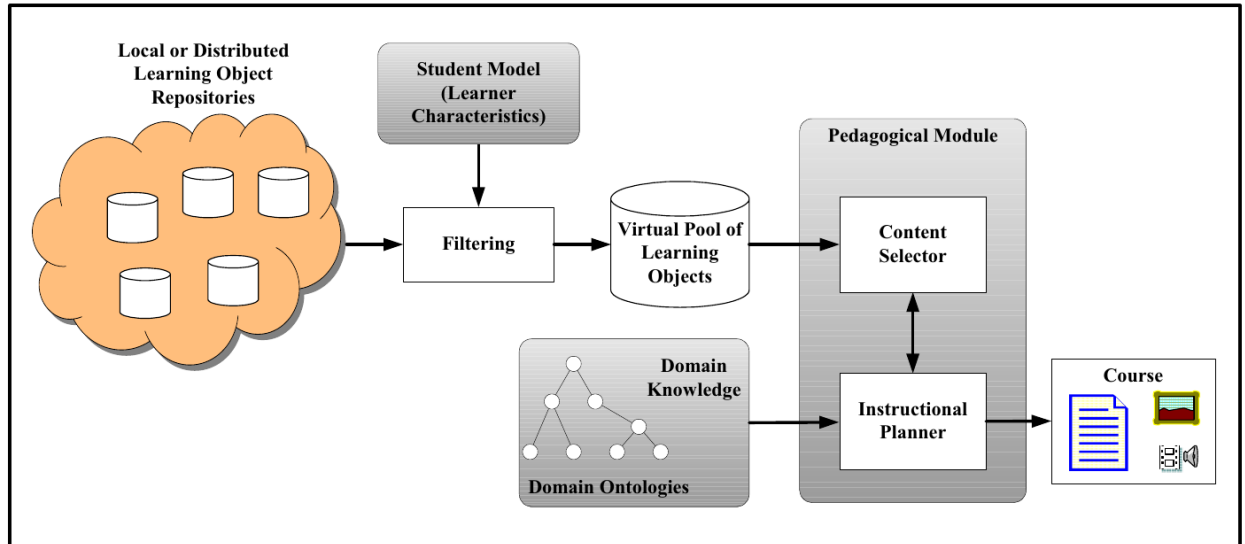
Primeiramente, o Moodle não foi considerado adequado ao modelo de avaliação do projeto Amora. Enquanto o *construcionismo social*, a teoria que embasou o seu desenvolvimento, é baseado no cognitivismo, seu maior enfoque é na negociação de significados de conteúdos. Apesar de possuir ferramentas que permitem o *feedback* do aluno acerca do curso, seja por meio das ferramentas disponibilizadas ou pelo sistema de troca de mensagens, não possui suporte direto para instrumentos de análise de conceituação, como o mapa conceitual. Além disso, a orientação ao currículo, mesmo com a flexibilidade de edição em tempo real, contrasta com a forma exploratória e centrada nas capacidades cognitivas dos alunos. Enquanto a dificuldade operacional em usar ferramentas distribuídas já usadas pelos professores, como os serviços de páginas wikis, causa uma dificuldade com o uso do Moodle (que poderia ser sanada por meio de formações e adaptações), o enfoque no domínio conceitual como unidade de aprendizagem é uma incompatibilidade. Esta pesquisa se desdobrou, então, a procura de ferramentas e modelos que utilizem questões cognitivas e comportamentais para avaliação escolar, e que pudessem sanar esse problema.

Devedzic (2004) aponta o crescimento de aplicações de Inteligência Artificial para a educação, uma vez que a internet nos disponibiliza grandes repositórios de objetos de aprendizagem com os mais diferentes enfoques. A possibilidade de usar sistemas de recomendação que identifiquem e ofereçam soluções às dificuldades dos alunos é um avanço possível para sistemas computacionais para educação. Por isso, esta pesquisa se focou em buscar em ontologias computacionais já disponíveis suas modelagens tanto de aprendizagens, quanto de avaliação do estudante. Serão detalhados os trabalhos da tabela 2.1, descritos na seção 2.2

O trabalho de Karampiperis e Sampson (2004), intitulado *Adaptive Instructional Planning using Ontologies*, apresenta uma taxonomia de grande relevância para esta pesquisa. Seu objetivo é criar sistemas de recomendação para selecionar objetos de aprendizagem adequados no planejamento de um curso ou para atender certas dificuldades específicas de um aluno. Ele implica que uma série de modelos poderiam ser usados para se filtrar e planejar um

curso a partir de um repositório de objetos de aprendizagem, cria uma hierarquia de modelos para: aluno, aplicação pedagógico e de domínio de conhecimento. Novamente, vê-se um enfoque em uma metodologia orientada ao conteúdo estudado, mas as pesquisas na área tem usado essas mesmas divisões de modelos.

Figura 3.1 – Arquitetura geral para sequenciamento automático de curso



Fonte: Karampiperis e Sampson (2004, p. 2).

Ullrich (2004) descreve uma ontologia para recursos de aprendizagem Web. A sua taxonomia se constitui pela seguinte hierarquia:

- Instructional Object (Objeto de Aprendizagem): Os objetos de aprendizagem podem ser de dois tipos, um conceito (*concept*) ou um satélite (*sattelite*):
  - *Concept* (Conceito): O objeto foi construído para explicar um conceito chave, subdividido entre os quatro tipos abaixo:
    - *Fact* (Fato): Um fato observável, fenômeno da natureza, informação que deve ser tomada como verdadeira.
    - *Definition* (Definição): Uma descrição linguística do significado de uma palavra, frase ou símbolo.
    - *Law* (Lei): Uma relação entre fenômenos ou expressões que foi provada.
      - *Law of nature* (Lei natural): Lei para um fenômeno empírico e observável.
      - *Theorem* (Teorema): A lei é derivada de suposições tidas como verdadeira.
    - *Process* (Processo): Uma sequência de eventos ou de ações relacionados.

- *Policy* (política): Processo convencionado para que o autor cumpra uma determinada tarefa.
- *Procedure* (Procedimento): Uma sequência de passos que devem ser tomados para se alcançar um determinado resultado.
- *Satellite* (Satélite): Classificações para objetos de aprendizagem que tragam informações adicionais sobre o conceito. Possuem informações cruciais relativas à metodologia de ensino, trazendo oportunidades para o aluno se motivar ou melhorar sua compreensão.
  - *Interactivity* (Interatividade): Oferecem aspectos do conceito pelos meios interativos abaixo, podem ser classificados de acordo com sua dificuldade.
    - *Exploration* (Exploração): Exploração livre de aspectos do conceito sem um objetivo específico.
    - *Real World Problem* (Problema real): Relatos de aplicações reais do problema.
    - *Invitation* (Convite): Um convite para o aluno realizar uma atividade.
    - *Knowledge Exercise* (Exercício de conhecimento): Exercício com enfoque em recordação de aspectos do conceito.
    - *Comprehension Exercise* (Exercício de compreensão): Exercício com enfoque na compreensão do conceito.
    - *Application Exercise* (Exercício de aplicação): Exercício para aplicar o conceito.
    - *Analysis Exercise* (Exercício de análise): Exercício de análise de uma aplicação do conceito.
    - *Synthesis Exercise* (Exercício de síntese): Exercício no qual o aluno deve explicar o conceito e suas aplicações por meio de suas palavras.
    - *Evaluation Exercise* (Exercício de estimativa): Exercício no qual o aluno deve demonstrar seu domínio sobre o conceito por meio de estimativas.
  - *Example* (Exemplo): Serve para ilustrar um conceito e seus usos (detalhados acima), podem ser classificados de acordo com sua dificuldade.

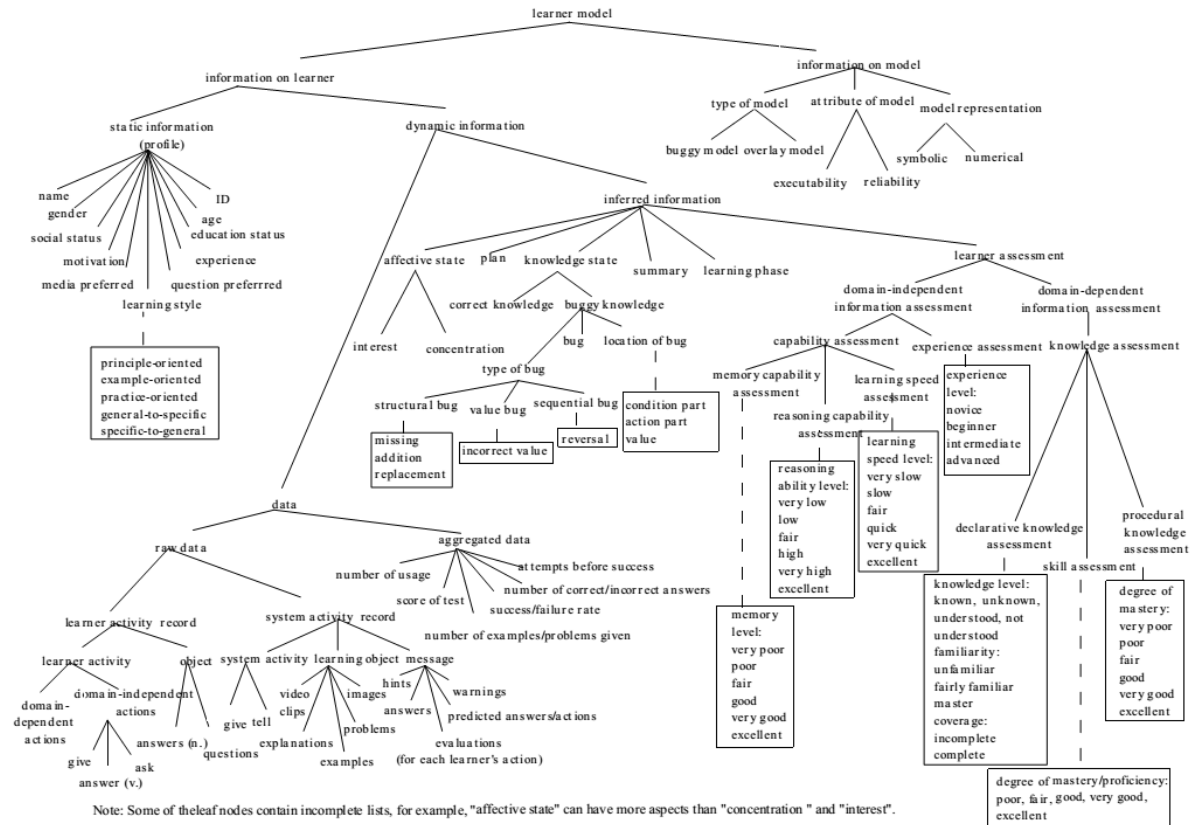
- *Knowledge Example* (Exemplo de conhecimento)
- *Comprehension Example* (Exemplo de compreensão)
- *Application Example* (Exemplo por aplicação)
- *Analysis Example* (Exemplo de análise)
- *Synthesis Example* (Exemplo de síntese)
- *Evaluation Example* (Exemplo de estimativa)
- *Non Example*: Um contra-exemplo que normalmente é considerado
- *Evidence* (Evidência): Quais as evidências científicas referenciadas no objeto.
  - *Proof* (Prova): Uma das evidências formais ou uma derivação do conceito.
  - *Demonstration* (Demonstração): Uma situação na qual o conceito se mantém.
- *Explanation* (Explicação): Oferecem informações adicionais.
  - *Introduction*: Contém informações para introduzir o conceito.
  - *Conclusion*: Contém uma soma das características do conceito.
  - *Remark*: Contém informações complementares, ortogonais ao conceito estudado.

Enquanto o escopo do projeto é a avaliação da aprendizagem do aluno através do acompanhamento de seus trabalhos durante as atividades letivas, Ullrich (2004) nos mostra como os recursos educacionais tem sido classificados e organizados. Nota-se que o ponto central para essa classificação é um conceito a ser aprendido, os objetos de aprendizagem ainda parecem possuir um enfoque no currículo. Enquanto já trata de diferentes formas do aluno interagir com o objeto, suas categorias estão focadas no projeto do objeto, e não em modelos de habilidades que os alunos demonstrem por meio deles. Isso fica evidente quando Ullrich (2004) apresenta o conceito de letramento (*literacies*), indicado como uma inserção futura na ontologia dentro das categorias de interatividade, seria a capacidade de usar o conceito estudado em relação aos outros de um mesmo conteúdo. Os modelos de interação de interação apresentados na seção 2.2.1 não conseguem se relacionar muito a essa hierarquia, espera-se que um modelo de avaliação, proposto no capítulo 4, seja capaz de indicar novas características para objetos de aprendizagem.

Ainda dentro do esquema de Karampiperis e Sampson (2004), o trabalho de Chen e Mizoguchi (2004) é seminal ao trazer uma modelagem detalhada do aluno como um objetivo duplo: descrevendo-o pela sua interação com um ambiente de aprendizagem de modo a criar agentes modelo para interação com sistemas de aprendizagem. Seu modelo está resumido na figura 3.2, a seguir, onde nota-se a abrangência do modelo. Uma grande preocupação com aspectos organizacionais em relação, como idade, curso, ID, as chamadas *informações estáticas*.

Quanto às chamadas *informações dinâmicas*, as alteradas durante o curso, existem duas famílias descritas, os *dados* (que incluem registros de atividades realizadas no sistema), e as *informações inferidas*, que descrevem o conhecimento do aluno. O modelo de avaliação apresenta uma proposta bastante diferente do utilizado por Macedo (2010), pois há uma separação entre avaliação *independente de domínio* e *dependente de domínio*. Vê-se aqui novamente um foco nos conteúdos; a categoria de avaliação principal é o conhecimento ser correto ou com erros (*buggy*), incorreto pela forma como são expressos ou tratados. Há uma divisão do conhecimento como declarativo, procedural e uma avaliação da habilidade geral (*skill assessment*), indicando mais de um plano avaliativo (seção 2.6). Já as habilidades cognitivas estão reduzidas à memória, capacidade de raciocínio, velocidade de aprendizagem e experiência. As escalas utilizadas são qualitativas, e a sistemática está ao redor da recordação das palavras do conteúdo (*recall*). Há uma certa falta nesse modelo em detalhar seus procedimentos de avaliação, e acaba se tornando arbitrário ao tentar verificar as capacidades sem responder como um professor poderia julgar, por exemplo, o grau de maestria do aluno com um conhecimento procedural como sendo *poor*, *fair* ou *good*. Além disso, as categorias não podem ser traduzidas para aquelas usadas pelo grupo Amora, há uma incompatibilidade entre os dois modelos.

Figura 3.2 – Modelo de aluno em uma ontologia computacional

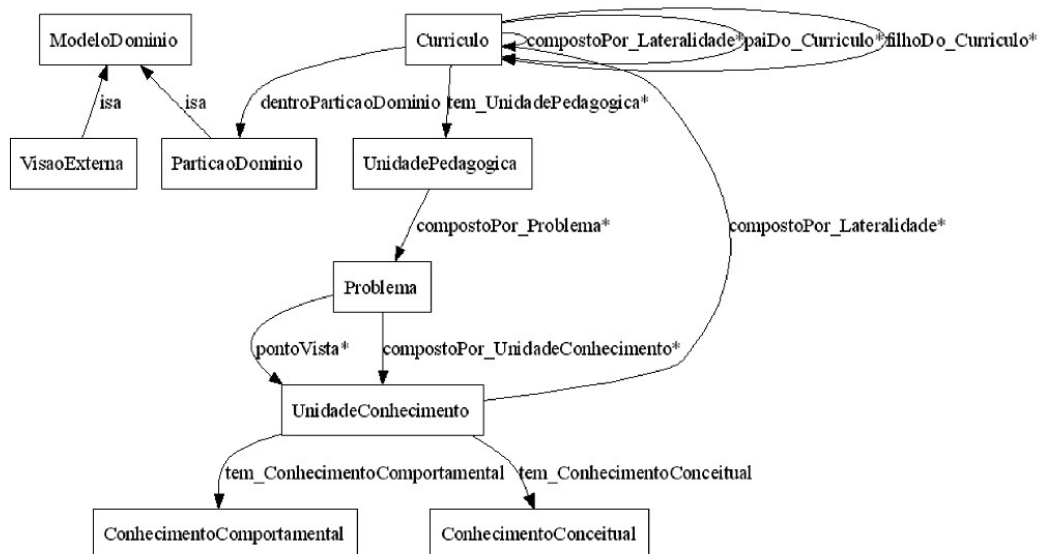


Fonte: Chen e Mizoguchi (2004, p.7).

Um modelo alternativo aos apresentados é o de Bittencourt et al. (2006), que apresenta uma modelagem complexa para o desenho de ambientes interativos de aprendizagem. A abordagem dos autores, que contempla modelagens de domínio da disciplina, de estudante, de modelo colaboração e modelo pedagógico, possui um escopo diferente do analisado nesse projeto. Mesmo assim, serve como uma linha guia para o modelo final de avaliação, que deve ser capaz de fornecer subsídios para planejamento de atividades, logo deve ser compatível com este trabalho.

A figura 3.3 apresenta uma ontologia de domínio de conhecimento (disciplina), que corresponde ao currículo disciplinar, construído com um enfoque em problemas apresentados a serem resolvidos. Nota-se uma divisão entre conhecimento comportamental e conceitual, ou seja, o como fazer e o conceito que subsidia o fazer. Aqui esses termos são utilizados para indicar as ações possíveis do aluno em um determinado ambiente interativo, possuindo uma conotação diferente da utilizada nesse trabalho, como é discutido na seção 4.2.

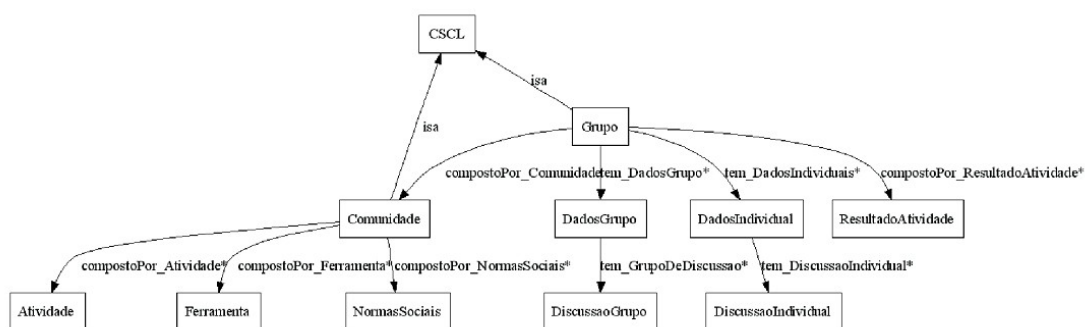
Figura 3.3 – Modelo de disciplina e domínio de conteúdo



Fonte: Bittencourt et al. (2006, p. 569).

Na figura 3.4, temos a modelagem do ambiente de colaboração, cuja principal preocupação é descrever quais tipos de interação social existem no ambiente virtual. Faz-se uma diferenciação entre Comunidade (o conjunto de participantes do ambiente) e o Grupo (união de alunos para realizar uma tarefa). Também se instanciam regras sociais e tipos de discussão possíveis, que estão sendo consideradas dentro de uma forma geral chamada de registro (ver seção 4.2). O impacto dessa diferença ainda deve ser avaliado.

Figura 3.4 – Modelo de Colaboração



Fonte: Bittencourt et al. (2006, p. 572).

O trabalho de Brolio (2006) traz uma ontologia para avaliação continuada. Com fortes relações ao trabalho de Ausubel (discutido na seção 2.3), ele atende alguns problemas apontados nas formas de avaliação do Moodle ao usar os mapas conceituais como uma forma de registrar e acompanhar as aprendizagens dos alunos. Esse trabalho também indica a possibilidade de se usar as informações dos alunos para se agrupar dificuldades comuns de modo a tornar a intervenção do professor mais qualificada. Isso seria feito por meio de uma modelagem de um domínio de conhecimento com dependências indicadas entre conceitos de



forma a cruzá-los com os mapas conceituais. Essa técnica também é promissora para sugerir objetos de aprendizagens que possam ser úteis ou interessantes para os alunos, se puder ser relacionada com as categorias propostas, por exemplo, em Ullrich (2004). De qualquer forma, Brolio (2006) ainda não propõe maneiras de se usar questões cognitivas e comportamentais, necessárias para acompanhar alunos mais novos. Além disso, nesta pesquisa surge uma outra questão para essa abordagem, um questionamento sobre a possibilidade dos alunos poderem, efetivamente, trabalhar com um determinado conceito subsundindo-o de outras formas que não as previstas na modelagem (essa discussão é levada adiante no capítulo 6).

Santos et al. (2003) traz uma ontologia para a educação mediada pela WEB, construída para modelar cursos à distância – modalidade de educação que “visa atender a pessoas isoladas pela distância geográfica; alcançar populações não tradicionais de estudantes; trazer especialistas para as salas de aula; ligar salas de aula remotas de forma que os estudantes aprendam colaborativamente” (SANTOS et al., 2003). Sobre os aspectos relacionados a esta pesquisa, encontram-se listadas ferramentas de acompanhamento de atividades cooperativas e formas de avaliação (formativa, somativa, aos pares e auto-avaliação). Novamente, os aspectos cognitivos e comportamentais dos alunos não são completamente contemplados, os aspectos formativos são relativos ao conteúdo que deve ser dominado e os somativos representam uma classificação do aluno. A ontologia acaba por modelar uma ferramenta muito próxima do Moodle.

Por fim, Aroyo et al. (2002) trabalha em questões de autoria através de ontologias para *courseware*, termo usado para cursos realizados por meio de mídias digitais. Nesse trabalho, um curso é estruturado em três níveis. A partir de uma biblioteca de referência, constrói-se uma ontologia de domínio que indica os conceitos e relações entre eles que devem ser compreendidas de um modo similar à de Brolio (2006), se alega que essa estrutura poderia encontrar falhas em conceitos e suas subsunções. Somente à partir daí que o autor constrói um curso que poderá ser relacionado com outros materiais educativos.

Dessa análise, pode-se concluir que a base de muitos projetos de LMSs apresentados são conteudistas, conflitando com teorias construtivistas. Credita-se isso ao fato de não haver modelos de avaliação computacional disponíveis para essas metodologias. No próximo capítulo, se constrói a proposta chamada Grafos de Avaliação para atender essa necessidade.

#### 4 PROPOSTA: GRAFOS DE AVALIAÇÃO

De posse dessa análise, apresenta-se o *grafo de avaliação* como uma proposta de instrumento de avaliação complementar que pode ser integrada aos *Learning Management Systems*, sendo usada como uma forma de diagnosticar a aprendizagem dos alunos, suas dificuldades e entendimentos particulares. O grafo consiste em uma forma de dispor atividades consideradas relevantes para qualificar a atuação do aluno diante de uma série de critérios (anotadas nos nodos), e também traça relações (vértices) que evidenciem o desenvolvimento cognitivo (MACEDO, 2010). Como está relacionado a avaliação de aprendizagens nos três eixos (apresentados na seção 2.6), o grafo possui uma sequência temporal, indicando o decorrer das aulas e atividades didáticas. Usado para se construir uma narrativa, uma trajetória, do andamento do aluno, evidencia ressignificações e novas compreensões que podem ser usada na negociação da avaliação como em Castilhos et al. (2012).

Figura 4.1 – Disposição inicial indicando nodo de aluno e sequência de atividades



Fonte: Produção própria

Tendo em vista que a avaliação escolar é feita a partir de um acordo entre os professores, e que se baseia em parâmetros preestabelecidos (CASTILHOS et al., 2012), se estabelece que pode ser vista como uma tomada de decisão por um grupo. O conjunto de grafos com o modelo conceitual forma um DSS, por meio da qual pode-se compartilhar os diferentes diagnósticos e intermediar a construção da avaliação como é feito no parecer descritivo do projeto Amora. Para tanto, deve-se dispor de um vocabulário que será usado na caracterização das relações indicadas, formando parâmetros específicos a serem usados na avaliação.

Para construir o vocabulário, optou-se pela construção de um modelo conceitual. Lukyanenko e Parsons (2013) aponta que modelos conceituais indicando conceitos e relações são bastante adequados para a prototipação, já que diagramas de classes UML e ontologias computacionais requerem um nível de abstração e conhecimento das características de informática que nem sempre será compreendido pelo usuário, principalmente se o sistema

desenvolvido terá que lidar com informações heterogêneas e distribuídas. Portanto, o modelo conceitual servirá como base para o desenvolvimento do projeto e para alinhar os conceitos usados pelos professores durante o experimento realizado no capítulo 5.

Lukyanenko e Parsons (2013) indica que esse modelo deve usar uma representação por abstração, de maneira a reduzir as especificações, evitando o uso de classes fechadas de modo que, para objetivos da pesquisa, o modelo conceitual sirva para fazer uma ponte entre o projeto do sistema e o linguajar dos professores. Dessa forma, pode-se avaliar o sistema contra a metodologia dos professores. Eventualmente, esse modelo conceitual pode ser revisitado e melhorado a partir do experimento.

Há uma unidade básica para o grafo, o que cada nodo representa, uma unidade de avaliação. O conceito de atividade em si não é adequado como unidade de avaliação, visto que ele não é uma referência para ser usada em um diálogo ou negociação. Macedo (2010) sugere, diante da diversidade de atividades e instrumentos didáticos, que o *registro* é uma unidade de avaliação, é sobre ele que o professor realiza suas observações. Esse seria qualquer forma de trabalho ou produção feito pelo aluno no decorrer das atividades – podendo ser um trabalho escrito, anotações pessoais, uma prova, ou qualquer outra forma de registro multi midiático. Novamente, eles são dispostos em uma sequência temporal, representando as atividades realizadas no curso das aulas.

Considerando-se que as atividades pedagógicas são propostas pelo professor, Fagundes et al. (2006) também releva que as atividades são construídas tanto a partir de um *currículo* desejado, quanto dos *temas de interesse do aluno*. No projeto Amora, além das atividades curriculares, cada aluno também deve realizar uma pesquisa científica própria, a partir de um tema de interesse. Dessa forma, criam-se dois tipos de registros que o sistema pode registrar:

- Atividades programadas pelo professor.
- Construção de materiais/pesquisa autônoma, de acordo com submissões dos alunos.

Na seção 2.6, foi analisada a forma como a avaliação, a grosso modo, deve contemplar capacidade de reconhecer conceitos e realizar procedimento, além das atitudes do aluno. A aprendizagem, como foi discutido na seção 2.5, é uma mudança nessas capacidades do aluno. Dutra (2006) traz a aprendizagem como uma complexificação, um constante construir de significados mais profundos e flexíveis e capazes de realizar novas operações. Dessa forma, o desenvolvimento cognitivo sobre um conteúdo pode ser visto a partir de duas categorias de

aprendizagem, propostas por Macedo (2010), estruturais e funcionais. As primeiras estão realizadas com o conteúdo em si, com conhecimentos formalizados e a capacidade de se expressar por via deles. A segunda categoria tem a ver com suas habilidades cognitivas, o que ele é capaz de fazer com determinado conteúdo.

Tabela 4.1 – Comparação de planos de avaliação

<b>Estrutural</b>	<b>Funcional</b>
Identidade de categorização	Procedimentos possíveis
Plano causal	Plano prático/utilitário
Avalia o presente em relação ao passado e futuro	Avalia o presente sob as condições do momento
Plano da norma, certo x errado	Plano da regra, coerente x incoerente
Universal, coletivo e pode ser compartilhado	Singular, individual ou específico
Plano do necessário	Plano do possível

Fonte: Macedo (2010).

Para atender essa necessidade, propõem-se quatro categorias transversais de avaliação, cuja unidade taxonômica seja abstrata e possa ser instanciada em conceitos específicos (determinados pelo grupo). Dessa forma, têm-se uma flexibilidade, espera-se que, por meio de alterações nesses conceitos e pelo uso de determinadas categorias, seja possível mudar a orientação metodológica da ferramenta.

- Interação Social: Qualificar as interações do aluno com outros.
- Comportamentos: Qualificar a relação do aluno com as atividades realizadas.
- Capacidades Funcionais: Qualificar as habilidades cognitivas demonstradas.
- Capacidades Estruturais: Qualificar o uso e domínio de conceitos trabalhados e reconhecidos pelo aluno, ou importantes para o currículo.

Seguindo o princípio em Baba e HakemZadeh (2012) de *methodological fitness*, essas categorias transversais devem ser instanciadas em *conceitos de avaliação* arrumados hierarquicamente por meio da ideia de desenvolvimento cognitivo por aumento da complexidade. Notando a diversidade de parâmetros de avaliação possíveis, essa instanciação permite ao sistema uma personalização de acordo com a escola ou o grupo de professores. Além das capacidades propostas em Macedo (2010), foram incluídas categorias atitudinais, uma contendo as atitudes do aluno em relação ao grupo, e a outra em relação às atividades propostas (Interação Social e Comportamentos, respectivamente). Essa organização foi planejada de modo a ser compatível com as três categorias de teorias de aprendizagens

estudadas na seção 2.5. Dessa forma, pode-se alterar o enfoque da ferramenta retirando-se uma ou mais dessas categorias, de acordo com a orientação teórica. A seguir se faz a instanciamento proposta para o grupo de professores do projeto Amora.

A primeira categoria apresentada é a da Interação Social. Estrázulas (2008) indica que há uma relação entre o desenvolvimento cognitivo e a possibilidade de construir relações de cooperação. A coordenação possível nas ações de dois (ou mais) indivíduos depende de uma escala de valores próximos e da capacidade de compreender o outro. Usando a classificação desenvolvida nesse trabalho, coloca-se uma escala para essa categoria:

- Desvalorização: O aluno não conseguiu desenvolver um trabalho em conjunto com o(s) outro(s), não houve definição de tarefas, planejamento ou trocas.
- Colaboração Intermediada: Foi necessária uma intervenção para que o trabalho fosse feito, no qual o professor definiu as tarefas e criou um planejamento a ser seguido.
- Colaboração Hierárquica: Uma das partes envolvidas tomou um papel de liderança, realizando ela a divisão de tarefas que veio a ser seguido pelo grupo.
- Colaboração Autônoma: As partes envolvidas repartiram o trabalho a partir de seus conhecimentos individuais, não há uma compreensão da totalidade do trabalho.
- Cooperação: Ambas as partes desenvolveram uma compreensão acerca do trabalho, poderia, com algum estudo, tê-lo feito individualmente.

Também é importante analisar a conduta do aluno em relação às atividades realizadas. Macedo (2010) traz cinco tipos de reação diferentes definidas por Piaget, e defende que elas são adequadas para a avaliação infantil, representando uma resposta da estrutura cognitiva do aluno à atividade:

- "Não-importismo": Indiferença por parte do aluno, desconsideração do ambiente de ensino, da atividade proposta ou do conteúdo trabalhado.
- Fabulação: Explicação inventada como uma forma de evitar a desacomodação.
- Crença sugerida: O aluno constrói uma resposta baseando-se unicamente na expectativa do professor, construindo uma explicação no momento sem se referir a qualquer aprendizagem anterior, ou à atividade proposta.
- Crença desencadeada: Há uma reflexão por parte do aluno para construir uma resposta, raciocinando sobre a questão apresentada com seus próprios recursos. Essa

relação indica uma aprendizagem.

- Crença espontânea: A conduta baseia-se em aprendizagens anteriores do aluno e não requer condução de raciocínio, mas traz uma resposta a atividade proposta a partir de uma perspectiva própria. Essa relação também indica uma aprendizagem.

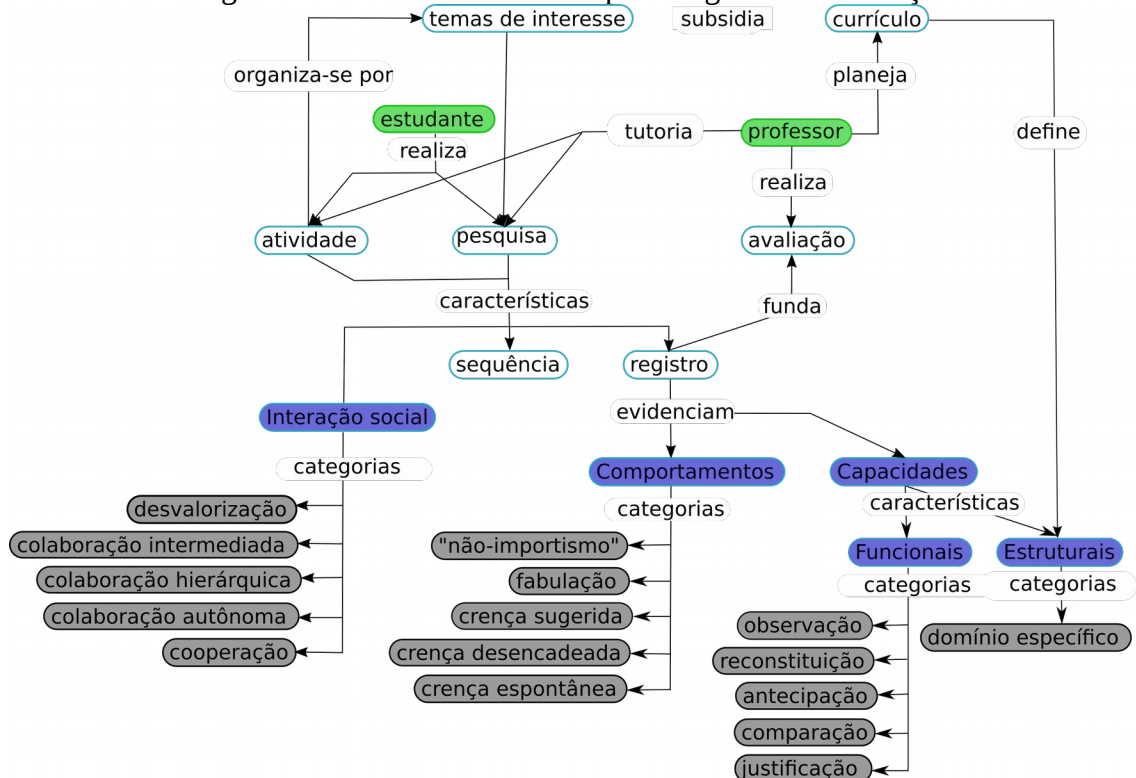
As duas últimas categorias que são apresentadas tem relação com capacidades cognitivas do aluno, dentro dos dois planos de Macedo (2010), a primeira é composta pelas *capacidades funcionais*, referente ao aspecto procedimental da avaliação, e que indicam certas operações evidenciadas durante a atividade:

- Observação: Consegue individualizar elementos constituintes da atividade, indicar conceitos e conteúdos relevantes.
- Reconstituição: Consegue reconstituir a atividade, narrando-a novamente e identificando conceitos e procedimentos.
- Antecipação: Planejar e projetar ações antes da atividade, o que indica um grande grau de compreensão e entendimento.
- Comparação/Contraposição/Verificação: Consegue estabelecer um diálogo com outras atividades, demonstrando uma compreensão ampla não só do conceito, mas do conteúdo estudado.
- Justificativa/Explicação: Consegue estabelecer relações entre os elementos observados e explicitá-las.

A última categoria relevante é chamada de *capacidades estruturais*, referentes ao conteúdo e aos conceitos curriculares que o aluno é capaz de reconhecer e descrever. Para descrever essas estruturas, encontramos duas dificuldades, a primeira é que o projeto Amora não trabalha diretamente com uma lista de conceitos a serem apreendidos pelos alunos, mas foca sua avaliação principalmente em suas habilidades cognitivas. A segunda é que, diante da diversidade de currículos nas escolas brasileiras (que possuem autonomia para construí-los individualmente), esse exaustivo trabalho tem uma utilidade dúbia. Diante disso, as capacidades estruturais devem ser modeladas em um domínio específico, apresentando, também, relações hierárquicas que possam ser necessárias de acordo com a orientação metodológica. Várias soluções já foram pesquisadas e analisadas no capítulo 3; em especial, referimos aos trabalhos de Ullrich (2004), Brolio (2006) e Aroyo (2002) como guias. Idealmente, essa ontologia de domínio deverá apresentar os conceitos curriculares em uma

taxonomia relacional, de modo que um sistema automático possa identificar as relações e conceitos que o aluno não conseguiu demonstrar. Neste trabalho, foi tomada uma abordagem alternativa – como os professores trabalham com conceitos abertos, foi dito para que os listassem *a posteriori*, durante a avaliação. Desta forma, o instrumento proposto ainda dialoga com o conteúdo, e seria possível mapear as dificuldades curriculares que o aluno apresenta, mas a falta de formalismo pode levar a uma incompatibilidade com ontologias de domínio já criadas. Esse problema é aprofundado no capítulo 6. Já no capítulo 5, será detalhada a forma como os professores construíram e encontraram os conceitos. O esquema conceitual a seguir demonstra as relações entre os conceitos apresentados (figura 4.2):

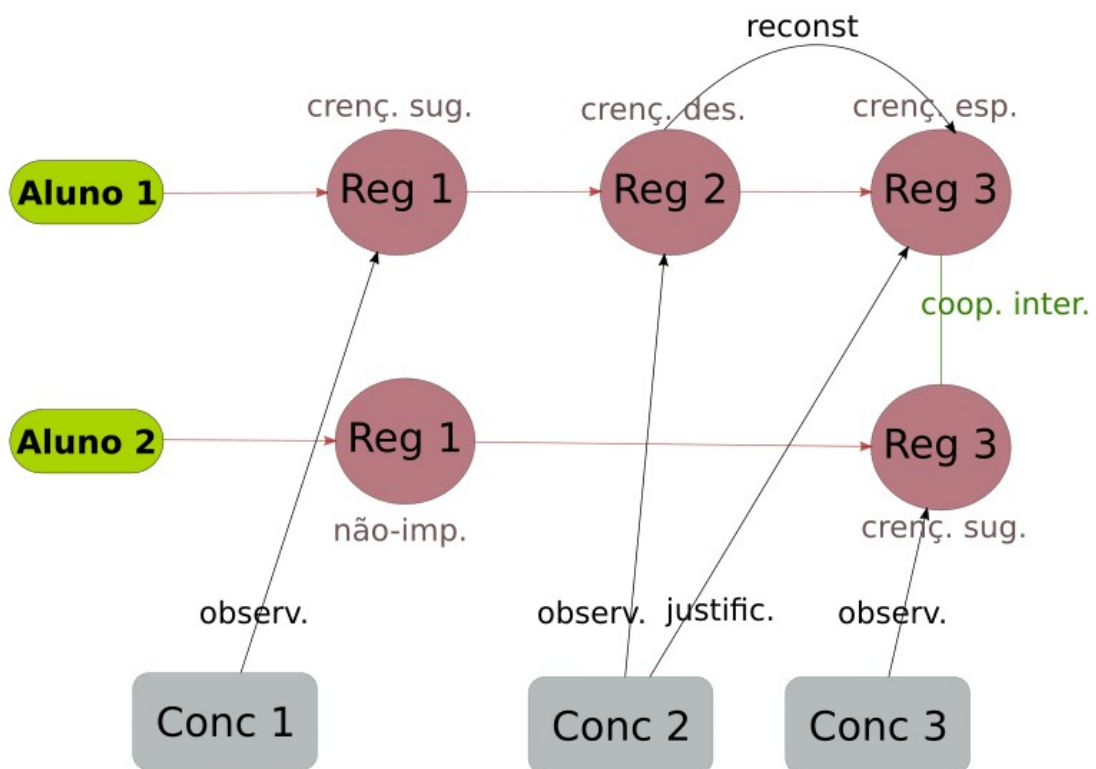
Figura 4.2 – Modelo conceitual para os grafos de avaliação



Fonte: Produção própria

Uma vez determinados, os conceitos instanciados são usados sobre os grafos de registros, qualificando tanto nodos quanto vértices. Com eles, o professor pode anotar suas impressões, demonstrando relações interpessoais, atitudes e conhecimento que avaliou sobre o aluno. A contraposição de diferentes grafos se configura em um DSS para avaliação, que constrói mapas da avaliação dos professores. Esses mapas podem ser úteis para uma avaliação no modelo apresentado em Castilhos et al. (2012), segundo o estudo de caso apresentado no próximo capítulo. A figura 4.3, a seguir, é o protótipo da aplicação do modelo sobre um grafo de avaliação.

Figura 4.3 – Protótipo de grafo de avaliação



Fonte: Produção própria



## 5 ESTUDO DE CASO: PROJETO AMORA

Uma vez com a proposta completa, foi realizado um estudo de caso junto aos professores do projeto Amora para testar a eficácia e viabilidade dos grafos de avaliação e do modelo conceitual proposto. Essa aplicação foi construída de acordo com a definição de estudos de caso de Recker (2012), defendida por ser adequada para exploração da forma de uso e adequação de um projeto de sistema de informação, que visa, também, buscar tópicos emergentes e inesperados. Esse estudo foi planejado para responder um questionamento triplo sobre a proposta: quais tipos de registros são válidos para a avaliação escolar, se o esquema conceitual está de acordo com a metodologia e se os grafos construídos podem ser usados pelos professores como uma ferramenta de avaliação adequada. Especificamente, pretendia-se responder as seguintes questões:

- O que pode ser usado como registros?
  - Que tipo de material pode ser considerado um registro?
  - Há métodos automáticos para construí-los?
- O esquema conceitual é adequado?
  - Os conceitos transversais possuem a versatilidade que propõem?
  - Os conceitos instanciados possuem a granularidade adequada e são expressivos?
  - Os conceitos só podem ser aplicados de uma maneira, sobre um vértice ligando um determinado tipo de nodo, ou são totalmente transversais?
- O grafo de avaliação é uma ferramenta útil para a avaliação escolar?
  - Constitui uma ferramenta de DSS?
- Há métricas diretas de análise de grafos que podem relevar informações importantes?

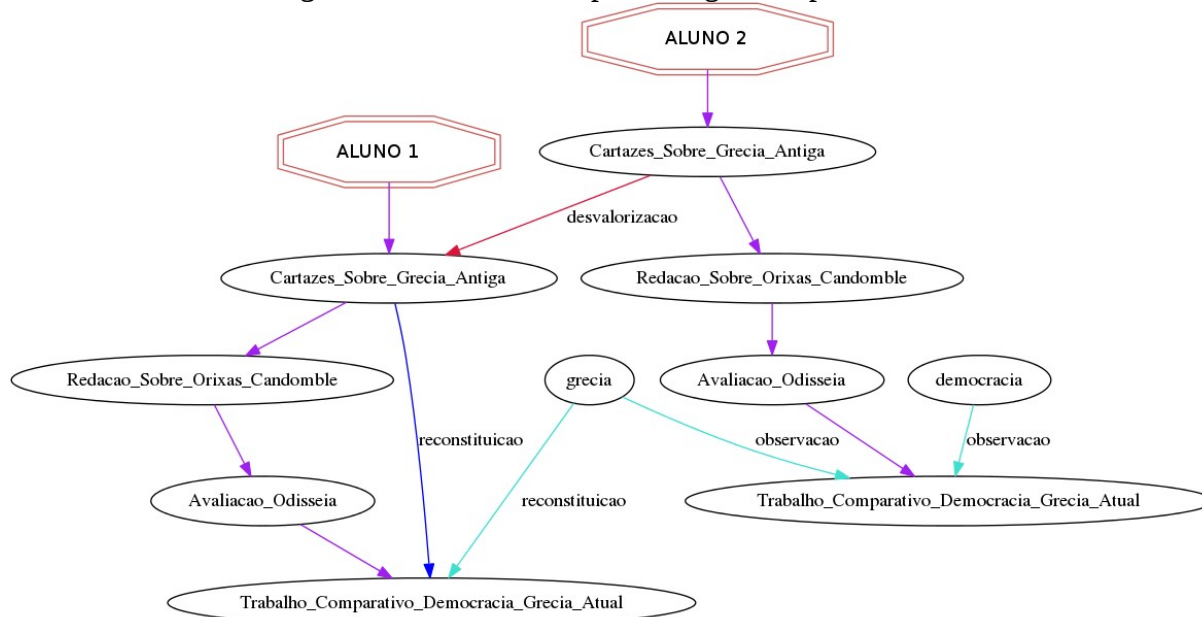
O estudo, então, foi conduzido com cinco professores voluntários, referidos como Gi (professora de música), Ma (professora de geografia), Mr (professora de matemática), Ro (língua estrangeira de espanhol) e Ra (história). Foram programados quatro encontros com os seguintes objetivos:

- Primeiro encontro: Explicação e discussão da proposta e do estudo de caso.
- Segundo encontro: Discussão acerca do modelo conceitual.

- Terceiro encontro: Construção dos grafos.
- Quarto encontro: Análise dos resultados pelo grupo.

No segundo encontro, que não pode contar com a participação dos professores Gi e Ra, foi apresentado o grafo da figura 5.1 exemplo para ser debatido:

Figura 5.1 – Grafo-exemplo entregue aos professores



Fonte: Produção própria

A disposição dos grafos foi feita de forma linear, com o nome do aluno como nodo no topo, de modo a manter a ideia de uma sequência temporal dos registros. Foi necessário um esclarecimento acerca das escolhas estilísticas do projeto. Houve dificuldades para diferenciar a sequência de atividades das relações instanciadas, assim como a disposição dos nodos, criada automaticamente pela ferramenta, levou alguns professores a inferir alguma hierarquia entre os alunos.

Também nesse encontro decidiu-se por alterar o quadro de categorias funcionais. Enquanto aquelas apresentadas por Macedo (2010) aparecem como adequadas para a análise, e eram usadas pelo grupo do Amora na sua avaliação, notou-se que, para a disposição em grafos, não havia uma diferenciação muito clara entre observação e reconstrução. Por isso, foi proposta uma nova classificação, com uma hierarquia mais clara:

- Identificação: O aluno reconhece os elementos da tarefa por semelhança ou cópia.
- Descrição: O aluno foi capaz de desenvolver uma narrativa sobre os elementos, apoiando-se em uma representação de imagem ou descritiva.

- Reconstituição: Foi capaz de detalhar sua narrativa com inferências.
- Reconstituição Completa: Nesse nível, o aluno usa de deduções, formulando justificativas e hipóteses em sua reconstituição.

Para a terceira etapa, voltou-se a Recker (2012) com a definição de um *estudo de caso incorporado*— um que divide o caso em unidades de análise. Desta forma, o estudo de caso seria mais adequado para analisar diferentes possibilidades de um determinado sistema, e qual delas atende o problema proposto. Decidiu-se usar essa abordagem na construção dos grafos de avaliação, entendendo-se que ela seria mais adequada para verificar que tipo de elemento pode ser usado como um registro, ou unidade de avaliação. Como afirmado na seção 2.3, haviam três de registros disponíveis no projeto Amora:

- O cronograma de ensino (aula a aula).
- Os trabalhos construídos pelos alunos de acordo com o cronograma das disciplinas.
- As páginas wiki e as pesquisas de iniciação científica desenvolvidas de forma independente.

Por envolver o uso de trabalhos pessoais, foi necessário a submissão do experimento junto ao comitê de ética do Colégio de Aplicação, assim como o preenchimento de termos de assentimento e consentimento pelas partes e pelos pais dos alunos, cujos modelos estão disponibilizados nos anexos I e II desta dissertação. Assim, cada professor construiu um grafo de avaliação a partir de um tipo de registro diferente de um grupo de alunos:

- Gi: A partir do seu cronograma em aula, grafos de dois alunos (Mp e S).
- Ma: A partir das edições conjuntas de uma wiki sobre fenômenos geológicos por três alunos (L, Mu e Sa).
- Ra: A partir dos trabalhos de avaliação da disciplina de história de dois alunos (G e K).
- Mr: A partir das edições em wikis de seus dois orientandos (J e P).
- Ro: A partir das edições das Wikis independentes de seus dois orientandos (B e, novamente, K).

Para a construção dos grafos, os registros dados por Gi e Ra foram dados pelos cronogramas das atividades disciplinares. Já para as páginas wiki, foi necessário estabelecer uma metodologia para traduzir as edições dos alunos em registros. As wikis PbWorks são páginas web compostas por múltiplas sub-páginas cujo conteúdo pode ser editado de forma

independente. Existem logs de edições que podem ser acessados usando uma ferramenta de controle de versões. Esses logs indicam cada **commit**, ou alteração feita nas páginas, mas não havia uma consistência nas edições submetidas. De múltiplas instâncias da mesma edição, correções no texto ou mudanças de conteúdo, o **commit** não pôde ser usado como unidade de registro.

Os registros foram montados usando a ferramenta de versionamento da PbWorks, através da comparação de múltiplos **commits**, foi possível encontrar onde edições significativas foram feitas. Encontrou-se uma certa periodicidade das alterações dos conteúdos das páginas de acordo com as orientações dos professores, normalmente a cada mês haviam edições importantes. Dessa forma, os registros foram montados a partir de uma periodicidade mínima mensal (quando não haviam alterações por mais de um mês, o registro abarcou o bimestre). Isso resultou em grafos enxutos, mas o procedimento não foi feito de modo automático, havendo uma grande inconsistência na forma como cada wiki era editada. Os registros baseados em edições foram enviados para os professores por meio do seguinte modelo:

Figura 5.2 – Exemplo de comparação das versões usadas como registro

~~As pirâmides eram~~ Como Pirâmides erao usadas ~~como~~ Como nada ~~menos que túmulos~~ Menos  
 Que túmulos estilosos ~~para~~ Para os faraós. ~~precisavam mais de 2000 trabalhadores para~~  
~~construir~~ precisavao de Mais dE 2000 Trabalhadores Para Construir uma piramide e demorava  
 anos ~~para construir~~ Anos Para Construir uma piramide uns 20 e poucos ~~anos para~~

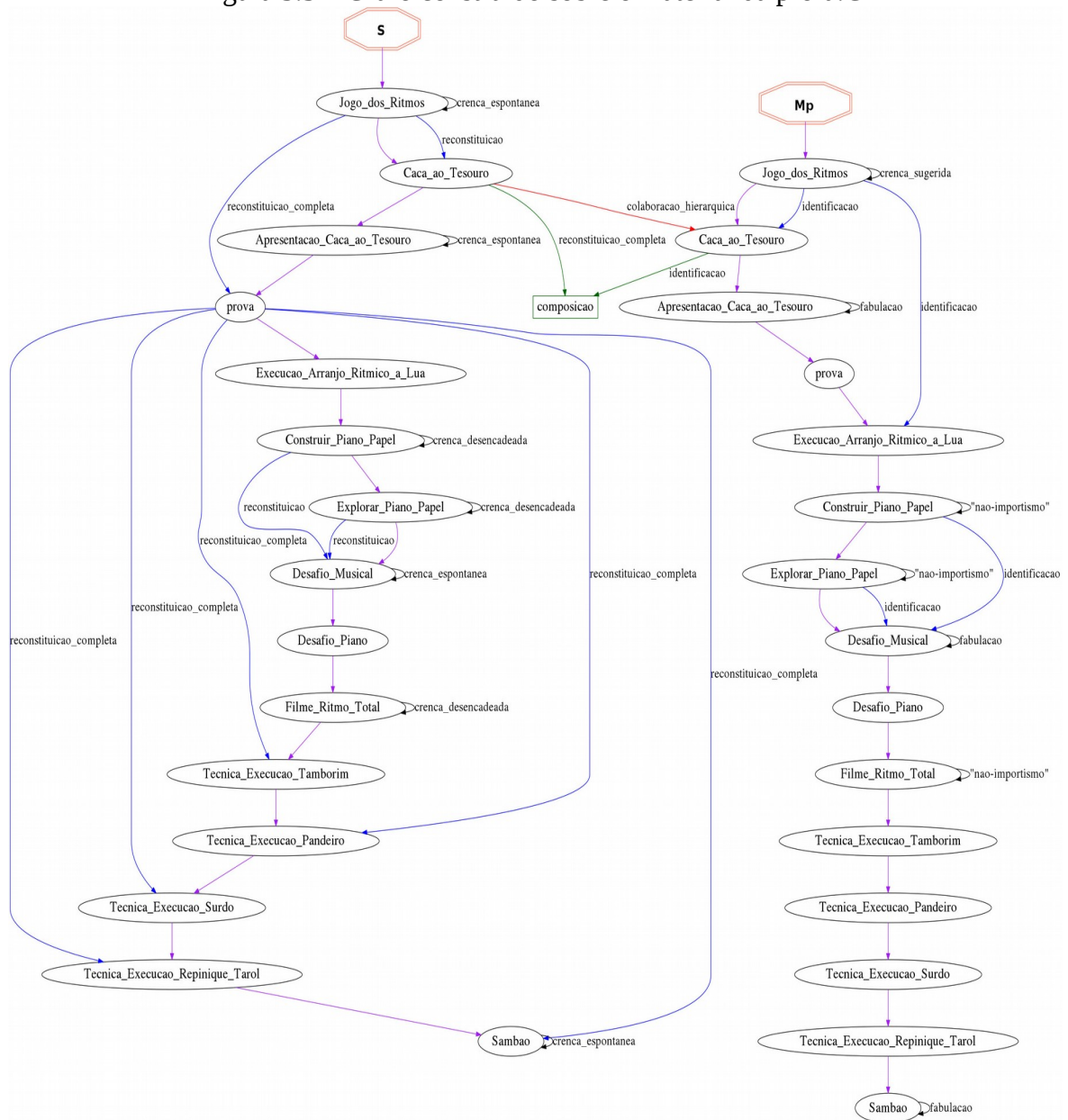
Fonte: Produção própria

A seguir estão listados os grafos montados por cada professor. As visualizações foram montadas usando a linguagem Python e as bibliotecas **networkx** e **pygraphviz**, essa última uma extensão da ferramenta **graphviz** para visualização de grafos. Foram usadas as opções gráficas padrão para a montagem dos instrumentos, com espaçamento padrão entre nodos e vértices, sugestões dos professores dadas no segundo encontro também foram levadas em conta para diferenciar melhor os elementos. Para discriminar os elementos que representam, foi usada uma codificação de formatos e cores. Para os nodos, octógonos vermelhos representam os alunos, registros são elipses pretas e as capacidades estruturais são quadrados verdes. Os vértices representam relações, os vermelhos são as de interação social, verde e azul são capacidades funcionais (entre registros e capacidades estruturais, respectivamente), comportamentos em preto e a sequência de atividades é indicada em roxo.

O primeiro grafo é o da professora Gi, construído sobre as atividades em aula realizadas pelos alunos no decorrer do semestre. Os dois alunos, S e Mp, apresentaram

comportamentos díspares em relação às aulas. Enquanto S se envolveu com as atividades, demonstrando o uso dos conceitos vistos na prova até mesmo na atividade final (samba de improviso), Mp demonstrou pouco envolvimento, com poucas tomadas de consciência. Isso fica evidente pelo tipo e quantidade de relações que aparecem nas atividades. Na Caça ao Tesouro, realizada em conjunto pelos dois, aparece uma relação social hierárquica. Se for levada em consideração com o conceito apresentado (composição), pode-se inferir que o aluno teve um papel passivo, talvez desmotivado para fazer a atividade.

Figura 5.3 – Grafo construído sobre o material da profa.Gi



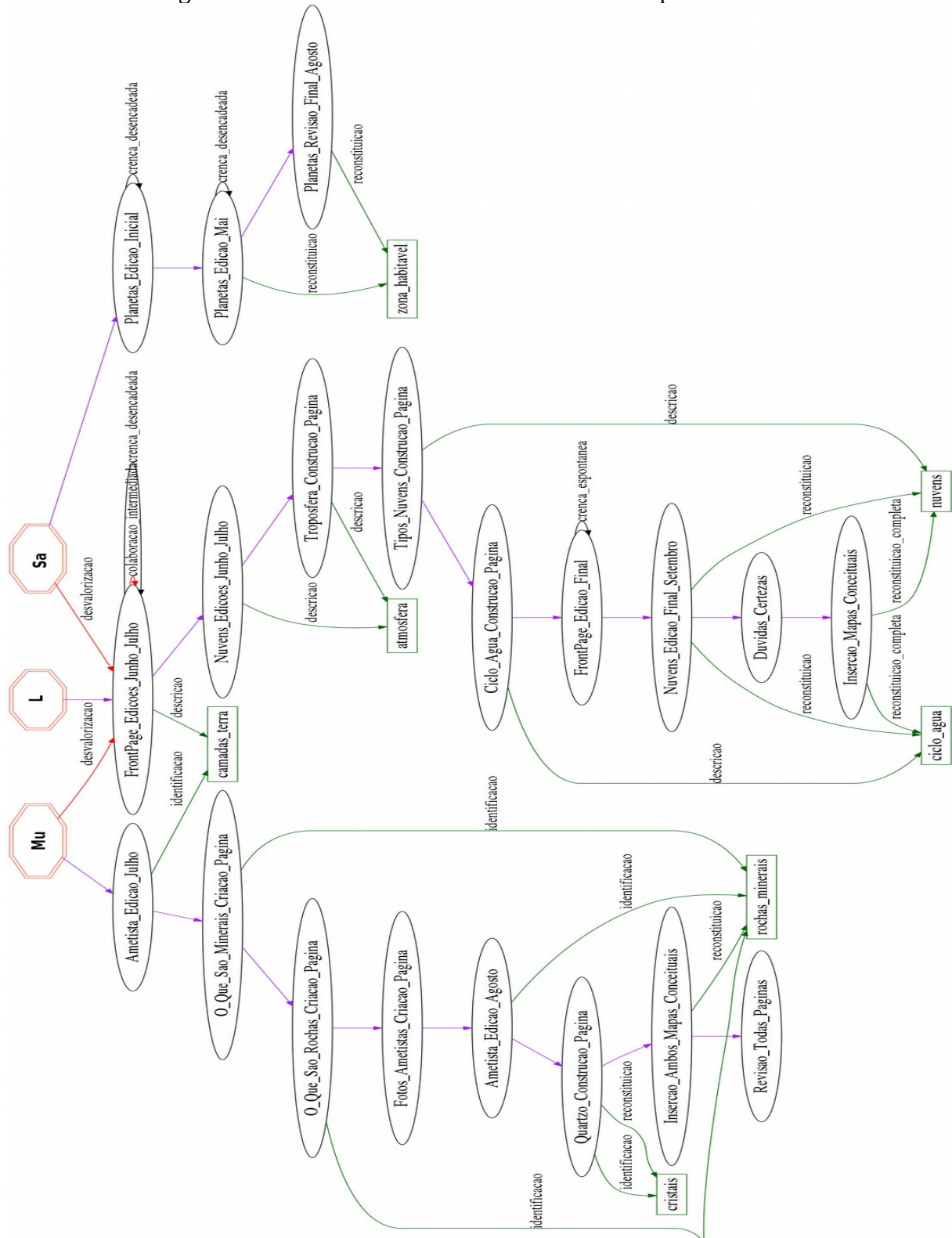
Fonte: Produção própria

O próximo grafo, ilustrado na figura 5.4, foi construído pela profa. Ma, envolvendo a construção conjunta de uma wiki por três alunos. Pode-se, imediatamente, perceber a quantidade diferente de registros construídos por cada um dos alunos, o que pode indicar diferenças de trabalho entre eles. A professora também se preocupou em qualificar as relações interpessoais dos alunos em relação à edição da Wiki, demonstrando (por meio das relações de desvalorização e colaboração intermediada) que foi necessário que ela intervisse na organização do trabalho.

Foram instanciados sete conceitos estruturais, dentre os quais estão atmosfera, camadas da terra, ciclo da água, cristais, nuvens, rochas minerais e zona habitável. Pelas capacidades funcionais demonstradas, os alunos alcançaram uma certa compreensão dos conceitos, sendo que L foi a única a apresentar reconstruções completas, ou seja, foi capaz de demonstrar inferências realizadas sobre os assuntos. Isso é confirmado ao se analisar os registros dos alunos. L não só demonstrou no seu estilo de escrita a autoria dos materiais que utilizou, também ampliou o tamanho de sua wiki criando novas páginas. Cada um de seus registros representou uma alteração completa no texto, exceto pela última edição na FrontPage na qual fez apenas algumas correções ortográficas. Isso pode ser contrastado com o trabalho de Mu, que inicialmente reutilizou vários textos da internet (o que está identificado com a relação de identificação) e teve uma intervenção da professora. Foi apenas ao escrever a página denominada Quartzo que o aluno começou a usar suas próprias palavras e demonstrou trabalho de inferências. O último aluno, Sa, demonstra muito pouco trabalho, fazendo apenas três edições em seu material, sem correções ou grandes alterações. Houve um caso de alterações feitas pela professora Ma na Wiki (Planetas\_Edicao\_Mai) podem confirmar a avaliação de desinteresse. Apesar disso, o aluno não copiou materiais, mas os descreveu com suas próprias palavras, o que fica evidenciado pelas relações de reconstituição e crença desencadeada. Talvez ele já possuísse algum conhecimento anterior sobre o assunto.

Com um dos grafos que mais se utilizou das *habilidades estruturais*, Ma demonstra o domínio que os alunos apresentam sobre os seus trabalhos. L, por exemplo, desenvolve, no decorrer das atividades, uma compreensão maior sobre os conceitos abordados. Todos os conceitos abordados iniciam-se em *identificação* e vão, aos poucos, se tornando *reconstituições completas*. Já Mu, demonstra uma compreensão menos qualificada, alcança apenas a reconstituição após várias etapas de trabalho.

Figura 5.4 – Grafo construído sobre o material da professora Ma

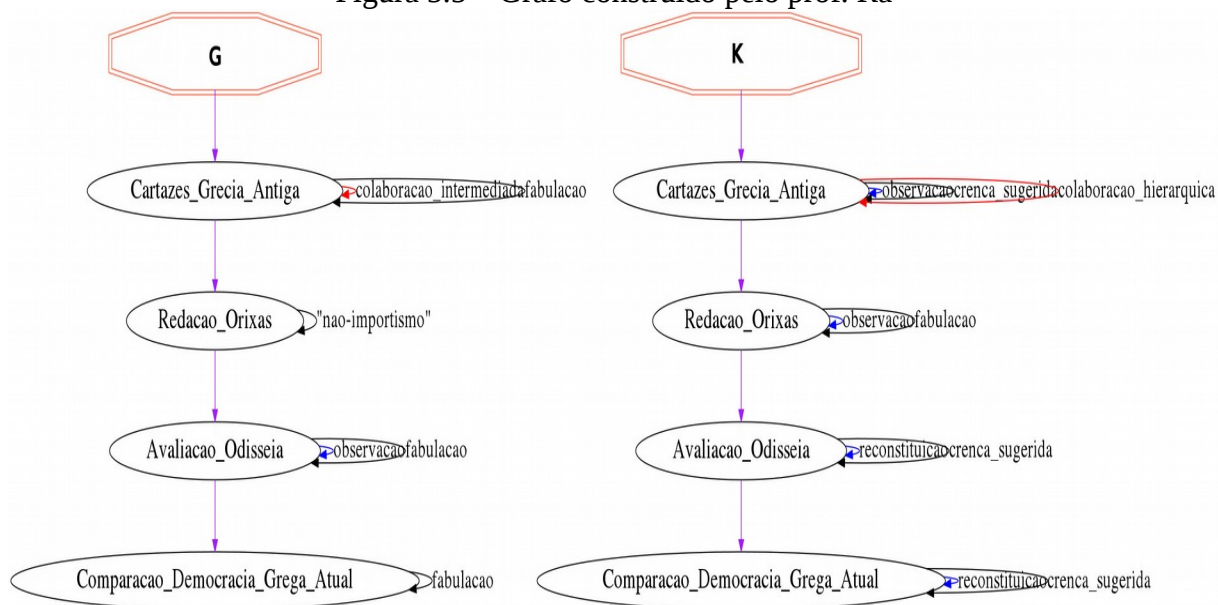


Fonte: Produção própria

O próximo grafo foi construído pelo prof. Ra, envolvendo as suas atividades de avaliação (que também foram usadas no grafo de exemplo). Usando as categorias anteriores

de avaliação, já que não participou do segundo encontro, seu grafo foi muito próximo do construído por Mr, focando-se em registrar, etapa a etapa, os comportamentos dos alunos e, em dois casos, capacidades cognitivas demonstradas. Nota-se que os dois alunos realizaram um trabalho em conjunto, mas Ra preferiu caracterizar suas relações de modo independente (sem ligar os dois nodos relacionados).

Figura 5.5 – Grafo construído pelo prof. Ra



Fonte: Produção própria

O grafo construído pela profa. Mr apresenta uma característica diferente dos anteriores. Não preocupada em demonstrar relações entre os registros, ela prefere qualificar os nodos de acordo as capacidades funcionais que o aluno demonstrou em cada atividade. Seu modelo foi bastante diferente do construído por Ma, o que pode demonstrar um estilo de avaliação diferente. Os alunos J e P não tiveram trabalho em conjunto, tão pouco a professora indicou relações de conteúdo. Seu trabalho fica bastante parecido com um mapa de valorações que ela teve diante de cada edição e nova página criada pelos alunos.



Figura 5.6 – Grafo construído pela profa. Mr



Fonte: Produção própria

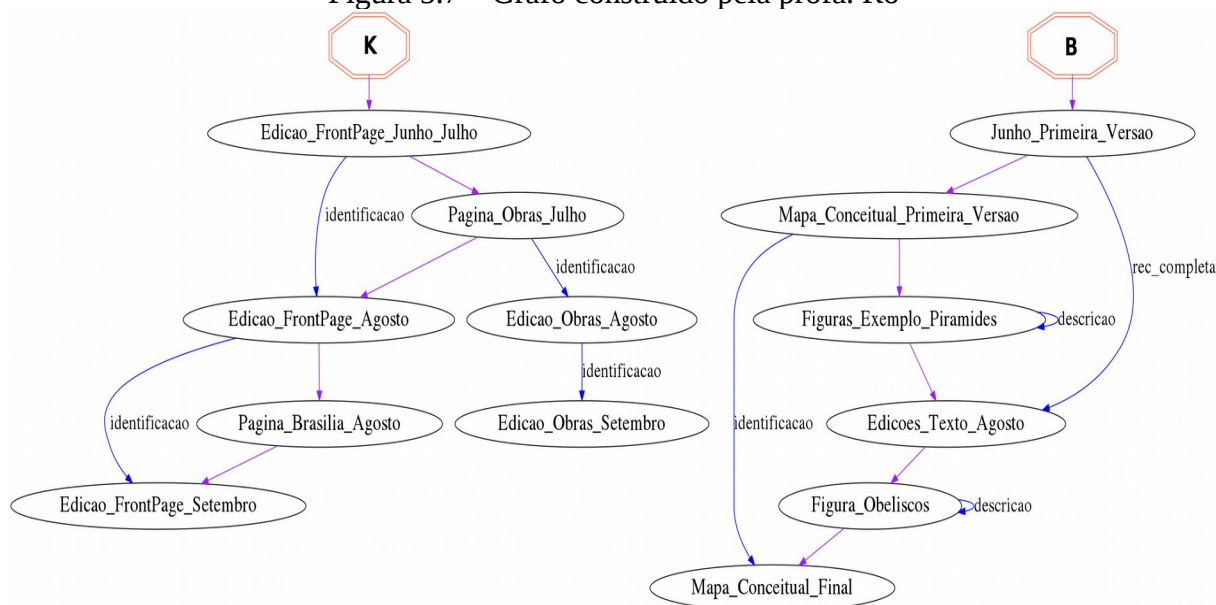
No último grafo, grafo da figura 5.7 construído pela profa. Ro, vê-se, novamente, um modelo mais próximo do grafo fornecido como exemplo. Os dois alunos construíram seus materiais de forma independente, mas formando um paralelo que dá duas avaliações completamente diferentes.

A aluna K desenvolveu um trabalho mais simples, sua wiki era constituída por três páginas: FrontPage, editada três vezes; Página\_Obras, editada três vezes; e Pagina\_Brasilia, construída uma única vez. Vê-se apenas relações de identificação – o que pode ser confirmado observando-se o tipo das edições da wiki. A cada registro de edição, há um grande diferencial na quantidade de caracteres editados, o que indica novos conteúdos sendo adicionados mas há poucas evidências de aprendizagens. As frases, bem construídas, foram colocadas de uma

maneira um tanto desconexa, o que poderia evidenciar uma cópia de material sem refinamento da escrita. Uma característica interessante desse grafo foi o fato do trabalho ter se registros simultâneos, organizados o que tornou esse um grafo não linear. A professora não relevou esse aspecto, mas trabalhou sem nenhum problema com o fato.

Já B teve um trabalho mais complexo, adicionando poucos conteúdos a cada edição, mas revisando amplamente os seus textos. A professora apontou uma ligação, em especial, as edições da primeira versão da FrontPage com a última (Edicoes\_Texto\_Agosto) como sendo uma relação de reconstituição completa. Observando as diferenças dos textos, nota-se que grande parte dessas edições foram correções ortográficas, alterações significativamente menores do que aquelas feitas por K em seus exemplos, além de novos conteúdos adicionados. A professora comentou que a relação foi trazida pela inserção de um novo conteúdo ligado aos anteriores, mas que as correções ortográficas propostas pelo aluno não foram corretas.

Figura 5.7 – Grafo construído pela profa. Ro



Fonte: Produção própria

Na última etapa do estudo de caso foi feita uma avaliação da viabilidade dos grafos construídos como instrumentos de avaliação para o grupo Amora, comparando-os entre si a partir do olhar de cada professor. Para esse fim, usou-se uma estratégia de um *grupo focal*, uma entrevista coletiva montada para que diferentes indivíduos explorem um material contrapondo pontos de vista. Os principais conceitos para organização foram retirados de Gatti (2005): o grupo focal é gravado, um material é apresentado para que os participantes descrevam suas impressões e ideias, há um moderador cujo papel é instigar os participantes e intervir com questões relevantes sobre o que precisa ser avaliado. Deve-se prestar atenção em

especial ao comportamento do grupo, se há momentos de **consentimento** ou de **discordância**, assim como opiniões próprias e independentes. A boa aplicação de um grupo focal depende, em muito, de um entendimento entre todos os participantes, sendo esse um método predominantemente qualitativo.

Além dos grafos construídos e do sistema conceitual, foram apresentadas questões para avaliá-los como um instrumento de avaliação. Estas questões foram construídas a partir da ideia de meta-avaliação de Firme e Letichevsky (2002), no qual a autora defende que um instrumento de avaliação deve ser analisado a partir de quatro aspectos importantes como foram apresentados aos participantes:

- **Ética:** A ferramenta respeita os limites éticos da avaliação, preserva o aluno enquanto faz o que se propõe?
- **Precisão:** A ferramenta aponta o que é necessário para a avaliação ou confunde o avaliador com dados desnecessários?
- **Utilidade:** É útil e consegue ser usada de forma eficiente para avaliação? Poderia ser usada para discussões?
- **Viabilidade:** Seria viável usar essa visualização dentro do Amora para execução dos pareceres?

O grupo focal teve duração de cerca de uma hora e dez minutos, e não pode contar com a presença da profa. Gi. A sessão foi gravada e transcrita para ser analisada. Aponta-se que, na aplicação dessa técnica, há uma grande dificuldade em manter o foco da entrevista nas questões e fazer intervenções adequadas, a discussão proposta foi permeada por uma outra discussão entre os participantes acerca de suas próprias concepções sobre avaliação e práticas docentes – e de suas avaliações dos alunos. Por sugestão de Gatti (2009), os professores foram deixados livres para explorar essas questões até que elas se esgotassem, para então serem reconduzidos às perguntas de interesse à pesquisa.

A discussão foi iniciada com comentários sobre o uso dos grafos. Comparando-os entre si, os professores concluíram que esse é um instrumento que permite o detalhamento das atividades feitas pelos alunos, um acompanhamento mais próximo do que a tabela utilizada pelo grupo. Foi considerada muito complexa e trabalhosa, mais adequada para os projetos de pesquisa de iniciação científica e momentos em que são necessárias avaliações mais detalhadas de alunos. Apesar disso, um aspecto relevado foi a utilidade do grafo para o planejamento de atividades e intervenções:

Mr: “Se eu fosse montar um grafo da parte de matemática, eu conseguiria reconhecer muito mais rápido com o instrumento. O instrumento que eu uso para avaliação em matemática é muito diferente do instrumento que eu uso para avaliação em projetos. Em matemática, eu como professora antecipo o que eu espero, para onde eu quero levar o aluno. [...], e minha intervenção muda [...] em projetos não sou eu que quero chegar a algum lugar, preciso ajudar o aluno a chegar em algum lugar [...] Na sua área de conhecimento há uma estrutura, em projetos há outra estrutura...” (informação verbal), Gi et al. (2015)

O grupo, então, discutiu sobre como os grafos poderiam ser úteis não apenas como uma forma de se avaliar o avanço e a compreensão do aluno, mas para traçar perfis de grupos:

Mr: “Algumas vezes, a demanda do coletivo não permite que tu venha intervir no individual [...] Talvez se houver uma forma de indicar um comportamento de grupo, cuja característica é mais ou menos mais 'não-importismo' ou egocentrismo, te permite fazer o inverso, começar no macro [...] e atender cada indivíduo de acordo com suas necessidades.”

Ro: “Até porque não se consegue perceber todas as relações dos alunos.”

Ma: “Nem entre eles todos”

Ra: “Fico pensando também em pequenos grupos, [...] é importante ter uma relação das relações sociais deles. Não como um comparativo entre eles, mas como o aluno atua com o grupo.” (informação verbal), Gi et al. (2015)

A profa. Mr montou um exemplo sobre um grupo de alunos tímidos no qual dois ou três conseguiriam exercer coerção sobre o grupo inteiro. Ela afirmou a possibilidade de mapear o coletivo dos alunos poderia permitir identificar como eles se relacionam, permitindo um planejamento de uma intervenção ou atividade sobre a turma mais eficaz.

Uma segunda questão a ser avaliada foi sobre a validade do modelo conceitual construído para o estudo de caso, e o grupo foi questionado sobre as diferenças de usar este modelo e os conceitos de avaliação normalmente usados (sessão 2.5). A seguinte interlocução comenta a dificuldade em se entendê-lo para aplicá-lo com segurança:

Mr: “Eu, como professora, estaria ainda na fase de identificação, como os alunos [...] fiquei também me perguntando qual a minha interação com esse material”

Ro: “Para mim, os termos só ficaram mais claros no nosso segundo encontro”

Mr: “Depois que eu apliquei ele na wiki, olhei para ele e reconheci outros aspectos. Uma das coisas chave para essa questão é a interlocução. Todas essas etapas que acontecem com os alunos acontecem conosco [aprendendo

a usar esse sistema].” (informação verbal), Gi et al. (2015)

Mesmo tendo o sistema sido construído a partir dos termos usados na base teórica dos professores, houve um grande estranhamento inicial. Houve dois momentos de instrumentalização dos professores com os grafos, momentos que não conseguiram eliminar as tensões e resistências para o uso de novidades, normalmente vivenciado pelos professores. Essa a dificuldade inicial é um grande entrave para qualquer estudo de caso, pode criar tendências nas análises. O trabalho de Ribeiro (2010), sobre letramento digital, traz alguns detalhes importantes de como uma tecnologia precisa de um alto grau de perícia para ser aplicada com conforto na atividade docente. Isso fica evidente em uma longa discussão feita sobre o modelo conceitual, especialmente acerca da sua flexibilidade, se os conceitos transversais podiam ser adaptados para outros modelos de avaliação. Na transcrição vê-se como a discussão do segundo encontro foi essencial para o esclarecimento e para a validação diante da metodologia de avaliação do grupo, momento do qual o prof. Ra não pode participar:

Ma: “Nem sempre podemos ter uma intervenção adequada, depende da pesquisa do aluno e da familiaridade do docente.”

Ro: “Isso se resolve na reunião de planejamento. A gente não enxerga porque não é da área, mas daí o colega dá um toque e o mundo se abre [...] O contato e a reunião qualificam as intervenções, porque o colega enxerga o que a gente não vê. [...] Da mesma forma, a primeira vez que a gente usou os gráficos, não me senti a vontade mesmo usando os critérios do Lino. Mas quando lá em Janeiro, depois da gente ter lido e já estar aplicando no Amora, quando a gente fechou os novos critérios, aquilo ali fechou.”

Ra: “As pessoas podem pensar de forma diferente [...] nem todos vão usar a teoria por trás dos critérios.”

Ro: “[...] Acho que tu dá a resposta, o gráfico como esquema se adapta a qualquer forma epistemológica.”

Ra: “É difícil pensar em um exemplo [...] mas faltou a questão de criatividade, e esse esquema possui uma ideia progressiva, que os trabalhos se desencadeiam. Eu posso fazer um trabalho extremamente visual que analiso com um critério, depois faço uma prova fechada e com outro critério. [...] Nem sempre haverão diálogos nas atividades do mesmo trimestre.”

[...]

Mr: “Nem mesmo em matemática, que é uma disciplina mais fechada.”

Ro: “Mas é instrumento que varia, não o processo de construção do conceito”

Ra: “Mas para projetos, isso é ok, mas para disciplinas, nem sempre haverão esses encadeamentos.”

Ro: “Sim, mas para a construção de cada conceito individual, tu não vê como ele vai construir o conceito? [...] Partindo do senso comum, vai

começar pelos atributos do objeto, encontrar relações até inserir no seu sistema de conceitos. Esse é o processo, isso não podemos encontrar criar relações mais para depois entender melhor?”

Ra: “Nesse sentido, é possível encontrar níveis em cada atividade [...] É ser difícil acreditar que qualquer teoria seja capaz de compreender todas as formas de avaliação.” (informação verbal), Gi et al. (2015)

Nesse momento, foi feita explicado como os grafos possuem uma ordenação temporal, uma escolha mais visual do que necessária. A discussão voltou ao modelo conceitual:

Ra: “Eu vou completar minha avaliação com os alunos, nem sempre minhas palavras estarão tabuladas.”

Ma: “Sim, mas isso pode ser alterado ali no esquema”

Ro: “Mas se houver a discussão, como fizemos, é difícil imaginar que não haja um consenso”

Ra: “O que me incomoda é a homogeneização”

Ro: “O que tu chama de homogeneidade, eu entendo como critérios semelhantes”

Mr: “Certamente eles precisam ser mudados constantemente [...] A minha base conceitual garante que eu consiga avaliar o progresso dos alunos na minha área. Mas há uma dinâmica que permeia cada proposta desenvolvida [...]. Num parecer final tem que sobressair não se o cara é muito bom em alguma coisa, mas tem que se sobressair todo o processo que o cara vivenciou.”

Ma: “No nosso caso é que avaliamos mais as habilidades funcionais, as estruturais mal aparecem!”

Ro: “Para nós, as habilidades estruturais são só o pano de fundo para desenvolvimento de habilidades mais transversais. [...] Para mim, criatividade é uma forma de antecipação.” (informação verbal), Gi et al. (2015)

Firme (2010) traz um outro aspecto sobre o trecho acima, a avaliação é uma forma de negociação. Dessa forma, os grafos de avaliação podem ser vistos como um DSS, pode ser possível apoiar a avaliação do aluno por meio das evidências trazidas. Um exemplo foi dado pela profa. Ro sobre uma discussão que teve acerca da noção de quantidades em um aluno; no caso ele não conseguia compreender a escala de mortos na segunda guerra. A profa. só obteve resultados quando outra colega da área de geografia a sugeriu relativizar os números, comparando-os com eventos mais próximos que geraram grandes comoções.

O consenso sobre os conceitos utilizados parece ser extremamente importante para que o sistema seja viável. Mais de uma vez o professor Ra trouxe uma certa insatisfação com o modelo apresentado, comentou que um aluno pode dominar um conceito, mas não

necessariamente conseguir construir as relações no mesmo sentido das apresentadas. Como um professor novo no projeto, ele não compartilhava completamente de seus termos e procedimentos, e também não pôde participar do segundo encontro, encontrando muito pouco respaldo nos conceitos instanciados. Foi encadeado um questionamento se os professores concordavam com os chamados *conceitos transversais*. As respostas permitem inferir que elas foram adequadas para o projeto Amora, e *acredita-se* que elas podem ser adaptadas a outras metodologias de ensino, já que se baseiam numa estrutura de habilidades cognitivas. De qualquer forma, essa é uma afirmação para qual são necessários outros estudos, aplicações junto a outros grupos de trabalhos que passem pelo mesmo processo de instanciação de conceitos. Outras afirmações sobre esse aspecto estão dispostas a seguir:

Ma: “Não me parece que está faltando alguma coisa aqui, acho que são esses termos mesmo”

Ro: “O grafo enquanto esquema se adapta a qualquer abordagem epistemológica”

Ra: “Realmente, são critérios que foram definidos quando eu não estava, então não me sinto representado.”

Mr: “Mesmo na nossa planilha, temos alguns critérios de fundo, já existe uma estrutura fechada que sempre serão avaliadas [...] A minha base conceitual garante que eu consiga avaliar os progressos dos alunos na minha área, e essa dinâmica permeia a cada proposta desenvolvida [...] O todo desse processo [de avaliação] está representado nesses conceitos? Eu acredito que sim.” (informação verbal), Gi et al. (2015)

Chega-se em uma questão central para o desenvolvimento dessa pesquisa: o instrumento de avaliação não necessariamente limita e força os professores a usarem uma determinada metodologia, mas ele está vinculado ao modelo de aprendizagem, evidenciando conhecimento de diferentes formas. Como discutido na seção 2.3, na interpretação desse trabalho da teoria de *tomada de decisões baseada em evidências*, uma evidência deve fazer a ponte entre o julgamento de diferentes professores e, no caso dos grafos são os registros. O modelo conceitual serve para expressar a avaliação individual, então a instanciação dos conceitos é o processo que forma um consenso, torna possível que as avaliações sejam compartilhadas em uma linguagem comum. Para esclarecer a questão, foi perguntado se os professores viram alguma diferença entre mapas conceituais e o grafo de avaliação. Os mapas conceituais possuem uma forma similar ao dos grafos, mas não possuem a sistematização, nem o conjunto de conceitos. Vê-se que o pressuposto foi necessário para construir um sistema de avaliação compartilhada:

Ro: “Eles me parecem semelhantes, os dois procedimentos, mas nesse aí fica bastante claro, o histórico de edições é muito importante para a avaliação.”

Mr: “Mas evidencia a conduta que ele adotou para chegar nessas relações, as suas relações interpessoais também aparecem aqui. [...] Talvez fosse possível fazer um mapa e ir restringindo os conceitos até chegar próximo ao aluno, como o Ra sugeriu.” (informação verbal), Gi et al. (2015)

Outra questão a ser avaliada foi sobre os registros utilizados e sua natureza. O grupo teve um grande consenso que não foram as atividades do cronograma, tão pouco as avaliações programadas, a melhor forma disponibilizada, mas os **commits** das wikis. Elas permitem fazer um acompanhamento mais próximo dos comportamentos dos alunos e contrapô-los às próprias intervenções dos professores. Outra forma de registro que foi recomendado seria uma espécie de diário de campo construído pelo aluno e/ou pelo professor, como está no excerto:

Ma: “No caso do Ra, com as atividades de aula, como você vai avaliar com esse nível de detalhes trinta alunos?”

[...]

Ro: “para as wikis ficou muito bom, pois tu tem todo o histórico de evolução do aluno”

Mr: “A melhor forma de alimentar seria a gente fazer um diário de bordo com observações e intervenções gerais”

Ma: “O que também é uma trabalhadeira”

Ma: “A ideia do diário é boa, mas, na prática, tu pode começar a fazer, mas vai ter momentos que tu não consegue fazer na hora, ficará prejudicado [...] eu gosto de ter uma descrição do que a gente fez, do que a gente observa, isso a gente comenta o tempo todo entre nós”

Mr: “Que é assim que a gente monta os pareceres depois [...] mas se faltou alguém, a gente não consegue compartilhar com ele.”

Ra: “Um diário do aluno [...] poderia ser um registro perguntando o que marcou vocês hoje?”

Mr: “Seria o que tentamos fazer, mas de uma forma mais empírica.”

Ma: “Eu acho ótimo ter um registro de nossas impressões [...] Algumas vezes não nos encontramos, perdemos registros, até por isso que temos nossas reuniões.” (informação verbal), Gi et al. (2015)

Também foi perguntado se o sistema (os grafos junto com o modelo conceitual) é ético, e se os professores conseguiam imaginar alguma outra forma de registros que poderiam ser interessantes. Houve algumas ideias de formas automáticas de registrar comportamentos e intervenções, como filmagens e gravações, mas foi ressaltado que elas podem retirar a espontaneidade. As várias formas que o registro pode tomar, assim como a possibilidade de



alterá-lo de acordo com o tipo de atividade foram consideradas qualidades valiosas. Passou-se, então, a questão da utilidade dos grafos. Comparando-os com a tabela já usada no projeto Amora, foi dito que os grafos evidenciam caminhos percorridos pelos alunos, sendo uma forma mais interativa – mas mais extensa – de se avaliar. Dessa mesma forma, o grupo também considerou que o grafo se diferencia da aplicação na tabela:

Mr: “Numa tabela, você apenas insere os dados. Aqui temos uma forma mais interativa de lidar com os dados, até mesmo de ver os caminhos pelos quais os alunos seguiram.”

Ra: “É bem útil, mas mais para grupos menores.”

Ro: “Poder casar intervenção com resultado que esperamos, porque em todos os momentos não é viável”

Mr: “Na verdade, o que a gente está discutindo aqui não coloca o quantitativo como o carro chefe. Talvez, com todas essas ponderações que estamos fazendo estão ligadas ao qualitativo.” (informação verbal), Gi et al, (2015)

## 6 ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste capítulo, é feita uma análise geral do trabalho pela perspectiva do Grupo Focal e das necessidades apresentadas nos capítulos 2 e 3.

Se, por um lado, há uma ampla literatura sobre a avaliação escolar, contendo enfoques teóricos e metodologias diversas, pode-se dizer que há uma falta de modelos computacionais que suportem modelos alternativos ao conteudismo tradicional (capítulo 3). A ontologia de Chen e Mizoguchi (2004) faz uma interessante separação entre conhecimento estrutural do aluno e inferências sobre suas capacidades cognitivas, mas acaba tratando-as, de um modo bastante arbitrário, como categorias estanques. Sem uma metodologia para definir como categorizar o conhecimento em cada um dos níveis que define, acaba caindo no problema de Baba e HakemZadeh (2012). Os autores afirmam que não há uma definição clara de evidências nas ciências humanas. Em um paradigma de avaliação como uma negociação entre aluno e professor, que tenta considerar tanto as aprendizagens realizadas, as capacidades, as atitudes perante o curso e as possibilidades frente a próximas etapas (FAVA, 2005), essa arbitrariedade acaba por tornar o instrumento de avaliação bastante frágil.

Nesta pesquisa, considera-se que as evidências nas ciências humanas são dialéticas, há uma teoria anterior que define uma metodologia para encontrá-las para que, por fim, elas possam ser usadas para alterá-la. Um exemplo desse diálogo, aplicado à ideia de avaliação escolar, pode ser visto quando o conceito de aprendizagem significativa é analisado por Dutra (2006). O conceito inicial, trazido por Ausubel (1968), é que uma aprendizagem significativa é aquela que possui algum sentido outro que não o próprio conceito em si, pois se relaciona com conhecimentos anteriores. Dutra (*ibidem*) adiciona sobre esse conceito que nem todas as intervenções do professor são significativas para o *aluno*, mas não há um comportamento específico, uma atitude, uma declaração que indique essa significatividade. Pode-se apenas encontrar indícios de significação nas diferentes formas que o aluno consegue usar o conceito estudado por exemplo, como é defendido pelo autor, em uma sequência de mapas conceituais. Observando que os dois conceitos resultariam em métodos de avaliação escolar diferentes, defende-se que as modelagens de avaliação devem tratar o próprio processo de avaliação, de modo a indicar como o sistema ou o usuário encontrou determinada evidência e chegou às suas conclusões. Também dá-se uma resposta à Baba e HakemZadeh (2012) afirmando ser possível a construção de modelos computacionais para processos estudados em ciências humanas, desde que explicita-se a metodologia para encontrar evidências.

Ainda dentro do conceito de avaliação como negociação (Firme, 1994), os sistemas de suporte à tomada de decisão aparecem como interessante solução para um sistema computacional de avaliação do aluno. Esse é um agrupamento vago de ferramentas para que especialistas e/ou leigos participem de um processo específico de tomada de decisões. Combinando ferramentas de recuperação e armazenamento de dados com processamentos e visualizações úteis, além de ferramentas de anotação de impressões e decisões. Na revisão de artigos, pode-se notar que houve uma grande revolução no campo com a introdução das teorias de *tomadas de decisão baseadas em evidências*, que mudaram o enfoque do campo, de um pré-processamento de informações para se observar comportamentos do sistema, passou a ser necessário identificar evidências e contrapô-las em busca de diagnósticos mais complexos. Como exemplo dessa mudança de paradigma, pode-se contrapor sistemas de análise para ações financeiras, que realizam cálculos específicos sobre o preço dos ativos, com os sistemas modernos de diagnóstico para medicina, que precisam contrapor diferentes diagnósticos através das evidências adquiridas. Os primeiros possuem uma metodologia de análise rígida, enquanto os outros devem ser criar uma interlocução entre diferentes diagnósticos.

Afirma-se que a proposta dos grafos de avaliação pode ser usada para a construção de um instrumento de avaliação que possa ser usado como um DSS. Desenvolvido inicialmente para a abordagem metodológica do projeto Amora, tentou-se torná-lo adaptável a outras abordagens metodológicas dividindo *conceitos de avaliação transversais* e *conceitos instanciados*, sendo os primeiros agrupando os conceitos em classes construídas de acordo com as diferentes teorias estudadas no capítulo 3, e os segundos aqueles instanciados para o uso específico pelo projeto.

O uso de TICs na educação é uma fronteira entre a teoria, a prática e a ferramenta em si, e apresenta uma série de impasses para sua aplicação efetiva, já que a instrumentalização do professor não basta para que ele consiga usar uma nova tecnologia na sua prática (RIBEIRO, 2010). Portanto, o experimento apresentado nesta dissertação aplicou uma metodologia de Grupo Focal para avaliar as impressões dos professores participantes em relação à ferramenta. Esperava-se encontrar afirmações e relações que demonstrassem que a proposta poderia ser usada como um instrumento de avaliação no projeto Amora. Pelos resultados do Grupo Focal, entende-se que a proposta foi bem-sucedida, mas ainda requer refinamento. Enquanto é capaz de apresentar relações de aprendizagem, houve muitos questionamentos sobre como ela seria usada numa situação normal.

Notando a grande variedade de grafos resultantes, há também a possibilidade de se

traçar *perfis de avaliação* por meio de uma análise topográfica. Isso seria uma inversão da proposta inicial, que previa um modelo conceitual que poderia se adaptar a diversas metodologias diferentes. A ideia seria que cada professor presta atenção em questões específicas da avaliação do aluno, o que poderia ser identificado pelas formas dos grafos construídos.

Também é importante salientar que a visualização de dados é parte integrante do projeto, e deve ser levada em conta na construção de qualquer sistema de tomadas de decisões. Geralmente há formas de interação mais intuitivas para o usuário explorar os dados, e ele poderá interpretá-los a partir disso. Já no segundo encontro com os professores foi visto que a disposição dos elementos em uma sequência temporal de cima para baixo, junto com a diferenciação de tipos de relação por cores e a forma da separação dos nodos são elementos visuais que serão investigados e questionados. Acredita-se que a metodologia de desenvolvimento *orientado ao consenso* sanou o problema, uma vez que esses elementos foram pouco debatidos no Grupo Focal.

Também se releva um questionamento importante foi trazido pelo prof. Ra:

“Um aluno pode ter uma baita ideia sobre a democracia sem encostar no conceito de democracia. Isso envolve uma estratégia de argumentação. Nesse trabalho sobre os países, eu vi tanto o domínio sobre os conceitos de política e de economia, mas também a capacidade deles argumentarem as soluções que pensaram. [...] essa parte de argumentar o como fazer lida com coisas além do conceito, a pessoa pode dominar o conceito, mas não conseguir argumentar.” (informação verbal), GI et al. (2015)

Ra mostra que a concepção construtivista acredita não ser compatível com a abordagem apresentada por Brolio (2006) e Santos (2002), que modelam um domínio de conhecimento em uma ontologia computacional. Enquanto os grafos de avaliação podem ser usados em ambos os casos, com a *ontologia definida à priori*, ou com os *conceitos extraídos à posteriori*, fica o questionamento se é possível modelar um domínio de conhecimento que contemple todas as formas de subsunção possíveis de serem observados.

O uso de um banco de dados para os registros foi considerado bastante valioso, o aumento de informações com as quais os professores dispõem para a avaliação dos alunos, assim como a variedade de ferramentas para análise de dados, pode qualificar, tornando mais fácil, ou clara, a avaliação. Uma importante consideração a ser feita é sobre a natureza dos registros considerados valiosos. No Grupo Focal, ficou claro que os grafos montados sobre as

edições das *wikis* trouxeram as informações mais relevantes. Mas esses foram construídos de um modo arbitrário, várias edições foram juntadas em registros únicos como uma forma de se compactar os grafos e de se trazer informações mais relevantes para as anotações. Por outro lado, não houve uma consistência de conteúdo alterado que indicasse um registro – muitas vezes os alunos simplesmente reescreveram uma página sem alterar demais seu conteúdo ou estilo. Para construir melhores registros, pode ser necessário o uso de técnicas mais avançadas de recuperação de informações.

Pode-se dizer que o desenvolvimento orientado a consenso foi uma forma de facilitar a apropriação da ferramenta, uma técnica que gerou resultados positivos. Apesar das dificuldades apresentadas por Ribeiro (2013), os professores foram bastante participativos, mesmo na última sessão foram dadas sugestões de alteração do sistema. Ao final do Grupo Focal a professora Mr ainda sugeriu trocar o termo **comportamento** por **condutas**, de forma a refletir melhor a orientação teórica do grupo. Outra alteração bastante comentada, foi a de adicionar uma segunda forma de registro, as anotações, que podem ser criadas por docentes ou por discentes.

## 7 CONCLUSÕES

Este trabalho relatou uma pesquisa para desenvolver um modelo conceitual que dê suporte para avaliação escolar construtivista. Compreendendo que há uma necessidade de modelo diferenciados de avaliação para as TICs na educação, foi realizada uma pesquisa abordando: sistemas de suporte à aprendizagem (com enfoque na ferramenta Moodle), ontologias computacionais desenvolvidas para a educação, sistemas de suporte à tomada de decisões por grupos e teorias de aprendizagem e de avaliação (com enfoque no construtivismo). A partir do modelo, se propôs um instrumento, chamada grafos de avaliação, e foi construída uma ferramenta para gerar esses grafos a partir dos registros dos professores do Projeto Amora do Colégio de Aplicação da UFRGS. Usando uma metodologia de desenvolvimento de software *orientado a consenso*, buscou-se dialogar com o público-alvo durante o projeto do software. Por fim, foi usado uma estratégia chamada Grupo Focal para avaliar os protótipos e verificar a utilidade da ferramenta ao ser aplicada.

Entende-se que foi usada uma técnica de desenvolvimento orientada a consenso (LUKYANENKO e PARSONS, 2012), buscando ciclos menores de desenvolvimento e a estruturação do projeto ao redor de um modelo conceitual simples (e não diagramas de usabilidade, UML ou ontologias tradicionais). Assim, pode-se desenvolver um sistema mais próximo das práticas que serão atendidas. Nos encontros, o modelo conceitual foi revisto e alterado, mesmo que a proposta central não tenha sido bem compreendida antes de sua aplicação no Grupo Focal. A avaliação do protótipo foi feita usando uma técnica normalmente usada em campanhas de marketing para estimar gostos e preferências de um público-alvo. Essa abordagem, que envolveu uma discussão dos grafos diante das necessidades de avaliação do grupo, também serviu como uma forma de se encontrar pontualmente inovações que as TICs podem trazer para a avaliação dos professores, sendo eles:

- Sequenciamento visual automático, um fluxograma temporal de atividades gerado automaticamente permite anotar as aprendizagens do aluno, e relacioná-las às aulas e intervenções docentes. Essa forma, chamada grafo de avaliação, pode ser usada para negociar as avaliações docentes.
- Modelo conceitual para troca de informações, construído a partir de uma pesquisa de diferentes teorias de aprendizagem e adequada à teoria construtivista do projeto Amora. Isso permitiu que se encontrassem termos significativos para o grupo, mais próximos de suas atividades. A formação do consenso parece ser uma necessidade de

sistemas de suporte à tomada de decisão, de modo que haja apropriação e seu uso.

- Uma base de dados que armazene os registros dos alunos, junte as atividades e as relacione com o currículo.

Pelas análises do grupo focal, nota-se que a proposta foi um sucesso, apesar de haverem ressalvas. Os grafos foram comparados com a tabela de conceitos utilizada pelos professores do projeto e com mapas conceituais mais simples para formar instrumentos semelhantes e, em ambos os casos, foi considerada diferenciada e possível de ser usada. Novamente, foram feitas várias declarações acerca da “trabalheira” e da impossibilidade de se analisar um grupo muito grande de alunos com muitos detalhes. A prática nas escolas ainda é um desafio bem grande, e seria interessante para esta pesquisa realizar um trabalho com um período letivo inteiro de duração e acompanhamento em sala de aula. Usar um LMS, como o Moodle, com um plugin próprio possibilitaria construir os grafos de atividade de cada aluno de maneira individual e automática.

O Grupo Focal também é tido como uma técnica válida para o *estudo de caso incorporado* (RECKER, 2013), sendo uma exploração das possibilidades e limitações de um sistema para o seu público-alvo. Como essa dinâmica permite acompanhar a construção (ou não) do consenso do grupo, e pôde-se resolver com clareza alguns dos questionamentos apontados no capítulo 4. Considerando a proposta bem-sucedida, elencam-se algumas possibilidades para futuros trabalhos dessa pesquisa:

- Organizar as habilidades estruturais de acordo com o currículo para serem cruzadas na avaliação e analisar sugestões de objetos de aprendizagem.
- Testar o uso dos grafos e do modelo conceitual transversal em outras orientações metodológicas.
- Acompanhar um período inteiro de aprendizagem usando o sistema, avaliando outras formas de registro como o diário de campo.
- Avaliar o uso dos grafos de avaliação numa situação de negociação com pais.
- Avaliar se os conceitos transversais conseguem modelar a criatividade do aluno.

## REFERÊNCIAS

- AROYO, Lora; DICHEVA, Darina; CRISTEA, Alexandra. **Ontological Support for Web Courseware Authoring**. International Telecommunication Society Conference. Berlin, 2002.
- AUSUBEL, David P. **Educational Psychology: a cognitive view**. Holt, Rinehart and Winston, Inc. Nova York, 1968.
- BABA, V. V.; HAKEMZZADEH, Farimah. **Toward a theory of evidence based decision making**. Management Decision vol 59, no. 5, pg. 832-867.2012
- BALAGUER, Roberto et al. **Plan Ceibal, Los ojos del mundo en el primer modelo OLPC a escala nacional**. Prentice-Hall - Pearson Educación. Montevideo, 2010.
- BELL, Gordon. **Moore's Law evolved the PC industry; Bell's Law disrupted it with players, phones and tablets: New platforms, tools and services**. Microsoft Research, Silicon Valley Laboratory. San Francisco, 2014
- BECKER, Fernando. **Educação e construção do conhecimento**. Ed. Penso, São Paulo, 2012.
- BERNERS-LEE, Ti; HENDLER, James; LASSILA, Ora. **The Semantic Web**. Scientific American [s.l.], Maio 2001.
- BITTENCOURT, Ig; BEZERRA, Camila; NUNES, Camila; COSTA, Evandro; TADEU, Marcos; Nunes, Rômulo; COSTA, Marcos; SILVA, Alan. **Ontologia para construção de ambientes interativos de aprendizagem**. XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, pg 567-576. Brasília, 2006.
- BITTENCOURT, Ig; ISOTANI, Seiji; COSTA, Evandro; MIZOGUCHI, Riichiro. **Research directions on semantic web and education**. Interdisciplinary Studies in Computer Science, vol 19, pg. 60-67. Scientia, 2008.
- BOHANEK, Marko. **Decision Making: A Computer-science and Information-Technology Viewpoint**. Interdisciplinary Description of Complex Systems vol 7(2), pg 22-37. Croácia, 2009
- BRÓLIO, Mariana; OMAR, Nizan; FRANGO, Ismar; PIMENTEL, Edson. **Modelagem de**



**um ambiente de apoio à avaliação continuada construído sob ontologia.** Nuevas Ideas en Informática Educativa, vol 2, pg. 64-71. LOM Ediciones, 2006.

CASTILHOS, Bruna; GARCIA, Rosane N. Farias; VAUCHER, Stela M.; LACERDA, Rosália P. **Pareceres descritivos no projeto amora do colégio de aplicação - UFRGS: o que estudantes e pais tem a dizer?**. III Congresso Internacional de Avaliação, Gramado, 2012.

CHEN, Weiqin; MIZOGUCHI, Riichiro. **Learner model ontology and learner model agent.** Cognitive support for Learning - Imagining the Unknown, pg 189-200. los Pr Inc, 2004.

CUNHA, Marcos J. S.; FERNANDES, Clovis T.; OMAR, Nizam; SILVA, Vagner. **Avaliação de aprendizagem significativa usando mapas conceituais num ambiente cooperativo.** XV Simpósio de Informática na Educação, Manaus, 2004.

DEVEDZIC, Vladan. **Education and the semantic web.** Internacional Journal of Artificial Intelligence in Education 14. IOS Press, 2004

DUTRA, Ítalo M. LACERDA, Rosália P. **Tecnologias na escola: algumas experiências e possibilidades.** CINTED- UFRGS. Porto Alegre, 2003.

DUTRA, Ítalo M. **Mapas conceituais no acompanhamento dos processos de conceituação.** Programa de pós-graduação em informática na educação, UFRGS. 2006

EDWARDS, Ward. **The theory of decision making.** Psychological Bulletin, vol 51, no. 4, pg 380 - 417. John Hopkins University, 1954.

ESTRÁZULAS, Mônica B. P. **Rede Jovem Paz: Solidariedade a partir da complexidade.** Programa de Pós-Graduação em Psicologia do Desenvolvimento, Instituto de Psicologia, UFRGS, 2006.

FAGUNDES, Léad C.; SATO, Luciane S.; MAÇADA, Débora L. **Aprendizes do Futuro, as inovações começaram!** Agência Espacial Brasileira, São Paulo, 2006.

FAVA, Gilmar J. **Avaliação escolar: Uma proposta para reflexão em sala de aula.** Revista psicopedagogia online, disponível em <<http://www.psicopedagogia.com.br/artigos/artigo.asp?entrID=690>>, acesso Junho 2015. 2005.

FILHO, Athail R. P. **Moodle, um sistema de gerenciamento de cursos**. Departamento de Aviação Civil e Ambiental, UnB, 2006.

FIRME, Thereza P. **Avaliação: Tendências e Tendenciosidades**. Avaliação Políticas Públicas Educacionais, vol. 1, n. 2, pg. 5-12. Rio de Janeiro, 1994.

FIRME, Thereza P.; LETICHEVSKY, Ana C. **O Desenvolvimento da Capacidade de Avaliação no Século XXI: enfrentando o desafio através da meta-avaliação**. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, vol. 10, n. 36, pg. 289-300. Rio de Janeiro, 2002.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 2012.

GATTI, Bernardete A. **Grupo focal na pesquisa em ciências sociais e humanas**. Liber livro, Brasília, 2005.

Gi, Ma, Mr, Ra, Ro. **Grupo Focal para análise dos grafos de avaliação**. [jun. 2015]. Entrevistador, Lucas Eishi Pimentel Mizusaki. Porto Alegre, 2015. 2 arquivos .mp3

KARAMPIPERIS, Pythagoras; SAMPSON, Demetrios. **Adaptive instructional planning using ontologies**. International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), 2004.

KAY, Alan C. **A personal computer for children of all ages**. Xerox, Palo Alto Research Center, 1972.

KRAEMER, Kenneth L; KIN, John L. **Computer-Based Systems for Cooperative Work and Group Decision Making**. ACM Computing Surveys, Vol. 20, No 2. California, 1988.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência**. Editora 34, Rio de Janeiro, 1998.

LONN, Steven; TEASLEY, Stephanie D. **Saving time or innovating practice: Investigating perceptions and uses of Learning Management Systems**. Computers & Education 53.Ed. Elsevier. 2009

LUKYANENKO, Roman; PARSONS, Jeffrey. **Is traditional conceptual modeling becoming obsolete?**. ER 2013, LNCS 8217, pp. 61–73. Ed Springer-Verlag, Berlin 2013.

MACEDO, Lino. **Ensaios Construtivistas**. São Paulo, Casa do Psicólogo, 2010.

MIZOGUCHI, Riichiro; BORDEAU, Jacqueline. **Using Ontological Engineering to Overcome Common AI-ED Problems**. International Journal of Artificial Intelligence in Education, vol 11, pg. 107-121. [S.l.] 2000.

MIZOGUCHI, Riichiro; IKEDA, Mitsuru. **Towards Ontology Engineering**. Proceedings of the Joint Pacific Asian Conference on Experts Systems/Singapore International Conference on Intelligent Systems, pg. 259-266. Singapura, 1997.

NERI, Marcelo C. **O tempo de permanência na escola e as motivações dos Sem-Escola**. FGB/IBRE, CPS. Rio de Janeiro, 2009.

NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka. **Criação de Conhecimento na Empresa: Como as empresas geram a dinâmica da inovação**. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 2001.

PIAGET, Jean. **A Epistemologia Genética**. Petrópolis, Ed. Vozes. 1971

PROGRAMA NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Anuário da Educação Brasileira 2012**. Programa Todos pela Educação. Ed. Moderna, 2012. Acessado em: <<http://www.moderna.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8A8A83376FC2C9013776334AAE47F0>>, agosto 2013

RECKER, Jan. **Scientific Research in Information Systems, a beginner's guide**. Nova York, Ed. Springer. 2013

RIBEIRO, Ana C. R. **Letramento Digital: uma abordagem através das competências na formação docente**. Programa de Pós-graduação em Educação, UFRGS. Porto Alegre, 2013

SANCHO, Pilar; TORRENTE, Javier; MARCHIORI, Eugenio J. FERNÁNDEZ-MANJÓN, Baltasar. **Enhancing Moodle to Support Problem Based Learning**. The Nucleo experience. EDUCON 2011, IEEE, Amman 2011

SANTOS, Neide; CAMPOS, Fernanda C. A.; VILELA, Regina M. M. B. **Ontologia para o Domínio da Educação Mediada pela Web**. 8º Taller Internacional de Software Educativo. Santiago, 2003.

ULLRICH, Carste. **Description of an Instructional Ontology and its application in Web Services for Education**. LeActiveMath project. 2004

VALASKI, Joselaine; MALUCELLI, Anreia; REINEHR, Sheila. **Ontologies application in organizational learning: A literature review**. Expert Systems with Applications, vol 39. Elsevier, 2012

### BIBLIOGRAFIA

FRIZZO, Thís C. E.; et. al. **Projeto Amora 2012/2013**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Colégio de Aplicação. Porto Alegre, 2012.

KNIGHT, Colin; GASEVIÉ, Dragan; RICHARDS, Griff. **An Ontology-Based Framework for Bridging Learning Design and Learning Content**. Educational Technology & Society, vol 8, pg 23-37. 2006

MCGUINNESS, Deborah L. **Ontologies Come of Age**. The Semantic Web: Why, What and How. MIT Press, 2001.

PIAGET, Jean. **A Equilíbrio das Estruturas Cognitivas**. Rio de Janeiro, Ed. Zahar, 1976

ROCHA, Francisco E. L.; COSTA Jr.; FAVERO, Júlio V.; ELOI, Luiz. **A new approach to meaningful learning assessment using concept maps: Ontologies and Genetic Algorithms**. First International Conference on Concept Mapping. Pamplona, 2004.

ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen; PREECE, Jennifer. **Design de Interação: além da interação humano-computador**. Porto Alegre, Ed. Bookman, 2013.

SADALAGE, Pramod J.; FOWLER. **NoSQL Distilled**. Pearson Education, 2013.

SOWA, John F. **Guided Tour of Ontology**. 2005. Disponível em:  
<<http://www.jfsowa.com/ontology/guided.htm>>, acesso em Agosto 2013.

TURBAN, E.; MCLEAN, E.; WETHERBE, E. **Tecnologia da informação para gestão**. Porto Alegre, Ed. Bookman, 2002

WANG, Margaret C.; HAERTE, Geneva D. **Toward a Knowledge Base for School Learning**. Review of Educational Research vol 63, no. 3. 1993.

## **ANEXO A: Carta para Comissão de Ética**

### **Programa de Pós-Graduação em Computação – Instituto de Informática Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGC/UFRGS) Mestrado em Computação**

Pesquisa: “Modelo Conceitual para Avaliação de Alunos Através de Grafos Relacionais”  
Carta à COMPEsq do Colégio de Aplicação - UFRGS

Esta carta é referente ao projeto de pesquisa Modelo Conceitual para Avaliação de Alunos Através de Grafos Relacionais, submetido por Lucas Eishi Pimentel Mizusaki como parte do Programa de Pós- Graduação em Computação (PPGC) da UFRGS.

O projeto de pesquisa consiste em um modelo conceitual para ser usado em um banco de dados com trabalhos desenvolvidos por alunos em idade escolar. Usando os conceitos, torna-se possível traçar relações que evidenciem determinadas aprendizagens e dificuldades que apareceram durante o período letivo. Essas relações formam um chamado grafo de avaliação, uma ferramenta que pode ser útil para a avaliação escolar, por permitir que os professores façam diferentes análises sobre o desenvolvimento do aluno e troquem suas impressões de uma maneira mais concreta, auxiliando na construção de avaliações conjuntas, tais quais os pareceres descritivos.

Para essa pesquisa, detalhada no Projeto de Pesquisa, será criado um banco de dados modelo com alguns alunos do projeto Amora do Colégio de Aplicação. Esse modelo será contraposto com os pareceres descritivos já construídos para ser analisado de forma qualitativa pelos professores do projeto. Os grafos resultantes também serão analisados através de métricas comumente usadas em grafos, para análise de padrões.

O projeto não prevê contato direto dos pesquisadores com os alunos, e não irá referenciar as produções desses, mas somente as avaliações realizadas pelos professores participantes. Também não será disponibilizado qualquer tipo de dado que possa ser usado para identificar os alunos e professores, cuja participação será mediante o preenchimento de um termo de consentimento e assentimento (pelo proponente e seu representante legal). Tendo isso em vista, entende-se que não é necessário enviar o projeto para a aprovação pelo comitê de ética.

---

Pesquisador: Lucas Eishi Pimentel Mizusaki

---

Pesquisador Responsável: Dr. Leandro Krug Wives

Pesquisador: Mestrando Lucas Eishi Pimentel Mizusaki; Programa de pós-graduação em computação – Instituto de Informática UFRGS.  
Contato: (51) 92521285; E-mail: mzkucas@outlook.com

Pesquisador Responsável Dr. Leandro Krug Wives; Programa de pós-graduação em Computação – Instituto de Informática UFRGS. Contato (51) 33087190

**ANEXO B: Termos de consentimento e assentimento****Programa de Pós-Graduação em Computação – Instituto de Informática  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGC/UFRGS)  
Mestrado em Computação**

Pesquisa: “Modelo Conceitual para Avaliação de Alunos Através de Grafos Relacionais”  
Termo de Consentimento Familiar

Esse estudo está sendo realizado dentro do Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC) da UFRGS pelo pesquisador Lucas Eishi Pimentel Mizusaki. Seu objetivo consiste em avaliar um modelo de banco de dados para trabalhos de alunos participantes do projeto Amora (Colégio de Aplicação – UFRGS), que seja capaz de representar relações que evidenciem aprendizagens. Espera-se que esse modelo possa ser usado na construção conjunta dos pareceres descritivos pelos elaborados professores participantes do projeto, sendo útil para a construção de portfólios e para a avaliação do aluno.

Para essa pesquisa, será necessário criar um banco de dados modelo contendo referências aos trabalhos que os alunos desenvolveram durante o semestre, além de registros feitos pelos professores. Vemos por meio desse termo lhe pedir, na condição de pai/mãe ou representante legal de \_\_\_\_\_, permissão para construir o modelo usando os trabalhos criados pelo aluno durante o ano. Ressaltamos que:

- O aluno e seu representante legal não serão identificados e não será disponibilizada qualquer tipo de informação pessoal, tais como nome, RG, cartão da UFRGS ou meio de contato.
- Há garantia de receber esclarecimentos sobre o projeto pelo contato disponibilizado abaixo.
- A participação do aluno é voluntária, e o consentimento pode ser retirado a qualquer momento sem que hajam quaisquer prejuízos e constrangimentos.
- Uma cópia do termo ficará em sua posse para qualquer dúvida.

Eu, \_\_\_\_\_, representante legal do aluno descrito acima, recebi as informações sobre os objetivos e a importância desta pesquisa de forma clara e autorizo a participação do mesmo.

Porto Alegre, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2014

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Representante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

Pesquisador: Mestrando Lucas Eishi Pimentel Mizusaki; Programa de pós-graduação em computação – Instituto de Informática UFRGS.  
Contato: (51) 92521285; E-mail: mzkucas@outlook.com

Pesquisador Responsável Dr. Leandro Krug Wives; Programa de pós-graduação em Computação – Instituto de Informática UFRGS. Contato (51) 33087190

**Programa de Pós-Graduação em Computação – Instituto de Informática  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGC/UFRGS)  
Mestrado em Computação**

Pesquisa: “Modelo Conceitual para Avaliação de Alunos Através de Grafos Relacionais”  
Termo de Assentimento

Me chamo Lucas Eishi Pimentel Mizusaki e estou fazendo uma pesquisa relacionada com meText Bodyu projeto de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC) da UFRGS. Meu objetivo é criar um modelo de banco de dados para guardar registros e trabalhos dos alunos do projeto Amora (do Colégio de Aplicação – UFRGS), que seja útil aos professores. Esse banco de dados vai ser capaz de evidenciar relações entre os trabalhos que mostrem aprendizagens e dificuldades dos alunos, tornando mais fácil a avaliação escolar.

Para essa pesquisa, vou precisar criar um banco de dados com os trabalhos que vocês fizeram. A partir dele vou analisar, com os professores, o modelo que proponho. Então peço o seu consentimento para fazer a pesquisa, note que:

- Você não será identificado e não será disponibilizada qualquer tipo de informação pessoal sua, tais como nome, RG, cartão da UFRGS ou meio de contato.
- Você pode pedir esclarecimentos sobre o projeto pelo meu contato disponibilizado abaixo.
- Você ficará com uma cópia desse termo para qualquer dúvida posterior.
- A sua participação é voluntária, e seu consentimento pode ser retirado a qualquer momento sem que hajam quaisquer prejuízos e constrangimentos.

Eu, \_\_\_\_\_, declaro que fui informado(a) com clareza e sem constrangimento sobre o trabalho e concordo com a participação no mesmo.

Porto Alegre, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2014

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Aluno

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

Pesquisador: Mestrando Lucas Eishi Pimentel Mizusaki; Programa de pós-graduação em computação – Instituto de Informática UFRGS.  
Contato: (51) 92521285; E-mail: mzkucas@outlook.com

Pesquisador Responsável Dr. Leandro Krug Wives; Programa de pós-graduação em Computação – Insituto de Informática UFRGS. Contato (51) 33087190

**Programa de Pós-Graduação em Computação – Instituto de Informática  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGC/UFRGS)  
Mestrado em Computação**

Pesquisa: “Modelo Conceitual para Avaliação de Alunos Através de Grafos Relacionais”  
Termo de Consentimento - Professor

Esse estudo está sendo realizado dentro do Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC) da UFRGS pelo pesquisador Lucas Eishi Pimentel Mizusaki. Seu objetivo consiste em avaliar um modelo de banco de dados para trabalhos de alunos participantes do projeto Amora (Colégio de Aplicação – UFRGS), que seja capaz de representar relações que evidenciem aprendizagens. Espera-se que esse modelo possa ser usado na construção conjunta dos pareceres descritivos pelos elaborados professores participantes do projeto, sendo útil para a construção de portfólios e para a avaliação do aluno.

Para essa pesquisa, será criado um banco de dados modelo contento referências aos trabalhos que os alunos desenvolveram durante o semestre, além de registros feitos pelos professores, e gostaríamos de convidá-lo(a) a participar da pesquisa. Afim de verificar se a proposta foi atendida, o modelo será por você através de métricas qualitativas de meta-avaliação, comentando a efetividade da técnica por aspectos de ética, precisão, viabilidade e utilidade. Ressaltamos que:

- Os alunos e os participantes do projeto não serão identificados, e não será disponibilizado qualquer tipo informação pessoal, tais como nome, RG, cartão da UFRGS ou meio de contato.
- Há garantia de receber esclarecimentos sobre o projeto pelo contato disponibilizado abaixo.
- Uma cópia do termo ficará em sua posse para qualquer dúvida.
- A sua participação é voluntária, e pode ser finalizada a qualquer momento sem que hajam quaisquer prejuízos e constrangimentos.

Eu, \_\_\_\_\_, declaro que fui informado acerca do objetivo e da metodologia do projeto de pesquisa e concordo em participar dele com as minhas avaliações do projeto.

Porto Alegre, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2014

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

Pesquisador: Mestrando Lucas Eishi Pimentel Mizusaki; Programa de pós-graduação em computação – Instituto de Informática UFRGS.  
Contato: (51) 92521285; E-mail: mzkucas@outlook.com

Pesquisador Responsável Dr. Leandro Krug Wives; Programa de pós-graduação em Computação – Insituto de Informática UFRGS. Contato (51) 33087190