

Automatizando uma argumentação construtivista por meio dos mapas conceituais

Patricia T. G. Rios
Dep. Informática
Universidade Federal do
Espírito Santo - UFES
Av. Fernando Ferrari, 514
Goiaberais, Vitória, ES, Brasil
+55 (27) 4009- 2124
patriciatgrios@gmail.com

Davidson Cury
Dep. Informática
Universidade Federal do
Espírito Santo - UFES
Av. Fernando Ferrari, 514
Goiaberais, Vitória, ES, Brasil
+55 (27) 4009- 2124
dedecury@gmail.com

Ítalo Modesto Dutra
Dep. Educação
Universidade Federal do
Rio Grande do Sul- UFRGS
Av. Paulo Gama, 110 - Bairro
Farroupilha - Porto Alegre -
Rio Grande do Sul, Brasil
+55 (51) 33086000
italo.dutra@gmail.com

ABSTRACT

It is vital for a constructivist teacher to monitor the apprenticeship of each student in order to facilitate the definition of the next steps in the development of a discipline. This is a very time consuming and it requires a theoretical framework to support the observations of the teacher. This monitoring would benefit from certain automated tools to expedite parts of the process. Different pedagogical approaches say that the use of concept maps can help students in the processes of signification of new contents or in the resignification of those already learned. The epistemological position of Piaget states that the development of a student's logical-mathematical structures is related to the learning of concepts, forming in this way a conceptual system. In the construction of concept maps we create, ultimately, what Piaget calls "significant implications" that evolve according to the semantic nature of the conceptual relations that we create. We propose here an environment for the automatic identification of the significant implications in a concept. A prototype is under development and will be used to support the analysis of the maps produced.

RESUMO

É vital para um professor construtivista monitorar a aprendizagem de cada aluno, a fim de facilitar a definição dos próximos passos no desenvolvimento de uma disciplina. Esta é uma tarefa que consome muito tempo e que exige um arcabouço teórico para apoiar as observações do professor. Esse monitoramento poderia se beneficiar de certas ferramentas automatizadas para agilizar algumas partes do processo. Diferentes abordagens pedagógicas dizem que o uso de mapas conceituais pode ajudar os alunos nos processos de significação de novos conteúdos ou na resignificação dos que já aprendeu. A posição epistemológica de Piaget afirma que o desenvolvimento de estruturas lógico-matemáticas de um aluno está relacionado com a aprendizagem de conceitos, formando deste modo, um sistema conceitual. Na construção de mapas conceituais, criamos, em última análise, o que Piaget chama de "implicações significantes" que evoluem de acordo com a natureza semântica das relações conceituais que criamos. Propomos aqui um ambiente para a identificação automática das implicações significantes feita por um protótipo e que está em desenvolvimento.

Categories and Subject Descriptors

K.3.1 [Computers and Education]: Computer Uses in Education.
I.2.7 [Artificial Intelligence]: Natural Language Processing.
I.5.0 [Pattern Recognition]: General.

General Terms

Algorithms, Theory.

Keywords

Implicações significantes, construtivismo, mapas conceituais.

1. INTRODUÇÃO

É essencial para um professor construtivista acompanhar o processo de aprendizagem de cada aluno, a fim de ser capaz de definir as medidas necessárias a serem tomadas no desenvolvimento de uma disciplina. Esta tarefa, no entanto, é muito complexa e árdua, além de muito demorada, e requer um arcabouço teórico para dar suporte às observações do professor. Pesquisadores e educadores construtivistas demonstraram insatisfação com a eficiência e a confiabilidade das técnicas tradicionais utilizadas, porque os problemas relacionados com os processos de aprendizagem são geralmente difusos, complexos e muitas vezes intratáveis por essas técnicas [7].

Técnicas alternativas para acompanhar a aprendizagem recentemente começam a aparecer. Entre elas, os mapas conceituais [3,11] ocupam uma posição de destaque. Ferramentas computacionais para facilitar o uso de mapas conceituais foram desenvolvidas por grupos de pesquisa, a fim de atender às necessidades de intervenções nos processos de aprendizagem. Os resultados demonstram a facilidade e precisão dos mapas em rastrear as mudanças que ocorrem na estrutura cognitiva do estudante durante a aprendizagem.

Apresentamos aqui uma proposta de ferramenta com o objetivo de fornecer suporte computacional para uma investigação teórica. Ela baseia-se em uma tese [6] que propõe uma leitura dos mapas conceituais por um viés Piagetiano. Não pretendemos discutir aqui todos os aspectos teóricos abordados nessa tese, mas nos concentraremos precisamente em um, que pode redefinir a importância dos mapas no processo de construção do conhecimento: as implicações significantes (Seção 3). Esta ferramenta constitui para nós um passo importante no desenvolvimento de tecnologias para auxiliar os educadores construtivistas nas suas tarefas pedagógicas.

Piaget notou que o pensamento se desenvolve gradualmente, criando assim sua teoria de desenvolvimento das habilidades cognitivas. Para Piaget, as crianças possuem um papel ativo na construção de seu conhecimento, de modo que o termo construtivismo se destaca como principal desenvolvimento do seu trabalho. Na construção do conhecimento o processo de aprendizagem agrega uma grande importância aos professores no que diz respeito à utilização dos mapas conceituais como ferramenta para

representar o conhecimento, numa abordagem das implicações significantes de Piaget.

A ferramenta discutida aqui será uma de um conjunto de ferramentas, algumas das quais já desenvolvidas [15,18]. Ela é parte de nosso projeto de uma plataforma de serviços para geração e manipulação de mapas conceituais, sob uma abordagem construtivista. Queremos enfatizar o uso de recursos tecnológicos para apoiar práticas educacionais voltadas para a aprendizagem significativa. Este apoio irá melhorar a eficiência, a confiabilidade e a validade do uso de mapas conceituais como um instrumento para acompanhar e avaliar o progresso dos estudantes, bem como intervir nos processos da aprendizagem, baseado na cooperação e colaboração.

Este artigo é organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os mapas conceituais e algumas maneiras de usá-los; a Seção 3 é uma breve descrição das implicações significantes de Piaget, os conceitos da motivação deste trabalho; a Seção 4 combina essas implicações com mapas conceituais; a Seção 5 apresenta as especificações para um protótipo da ferramenta proposta; finalmente, a Seção 6 mostra algumas conclusões.

2. ALGO DOS MAPAS CONCEITUAIS

Os mapas conceituais são representações gráficas de relações entre conceitos. Eles têm sido utilizados em diferentes domínios do conhecimento. Em particular, eles têm atraído o interesse dos educadores em todo o mundo. Novak [10], o inventor dos mapas, define-o como uma ferramenta para organizar e representar o conhecimento.

O mapa conceitual, com base na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel [2], é uma representação gráfica de um conjunto de conceitos construídos de tal forma que as relações entre eles são evidentes. Conceitos aparecem em caixas enquanto as relações entre conceitos são especificadas por meio de frases que ligam os conceitos. Conceitos são definidos por substantivos, enquanto frases de ligação deve ter um verbo ou uma composição verbal. Dois ou mais conceitos ligados por frases, criam uma unidade semântica, que chamamos de proposição.

Cada proposição define uma verdade, um fato, destacável e compreensível por si só. As proposições são uma característica particular dos mapas conceituais, em comparação com outras estruturas similares, tais como mapas mentais ou fluxogramas. De acordo com Novak, um mapa conceitual é uma estrutura arborescente hierárquica, onde os conceitos mais gerais ou inclusivos aparecem no topo e os mais específicos, nas partes mais baixas da árvore. Novo conhecimento é ancorado ao velho por afinidade semântica.

Existem diferentes abordagens pedagógicas [5], onde o uso de mapas conceituais pode ajudar os estudantes nos processos de significação de novos conteúdos, ou mesmo na ressignificação dos conceitos já aprendidos. Isto acontece porque os mapas permitem aos estudantes localizar e estabelecer relações de composição, similaridade, diferenciação e / ou equivalência entre o que eles estão aprendendo e os conceitos já presentes em sua estrutura cognitiva. Portanto, várias pesquisas estão sendo realizadas e novas ferramentas desenvolvidas para permitir o uso de mapas conceituais para diferentes práticas pedagógicas [1,16].

Em Ausubel [3], conceitos e proposições são os blocos de construção do conhecimento. Ele define subsunção como sendo uma operação que se caracteriza por: classificar, incorporar ou incluir algo em uma categoria ou em um princípio mais geral. Nessa teoria os conceitos subsuntores são conceitos mais gerais, e já estáveis, que figuram na estrutura cognitiva de um indivíduo e que se prestam à ancoragem de novos conceitos mais específicos. Para que a ancoragem de novos conceitos seja assumida como uma aprendizagem significativa o indivíduo deve ter presentes em sua estrutura cognitiva os necessários conceitos subsuntores e possuí-los num nível adequado àquele processo.

Piaget, no entanto, coloca a visão de conceito em um paradigma diferente do estabelecido pela visão cognitivista de Ausubel e Novak. De acordo com sua Epistemologia Genética [12], o conhecimento adquirido se dá por mecanismos que envolvem um processo de assimilação: um elemento externo é incorporado a um esquema de ação, ou um conceito, de um indivíduo. Este processo ocorre quando o indivíduo inicia uma coordenação ativa das suas ações, enquanto coordena as características observáveis de um objeto. O processo de assimilação ocorre quando existe um mecanismo de acomodação que permite que o indivíduo incorpore as particularidades do objeto. Este processo resulta numa transformação dos sistemas individuais de significação. Ele atualiza o chamado "conhecimento prévio", uma condição prévia para a integração - e não apenas de "ancoragem" - do novo conhecimento.

De acordo com Dutra [6], podemos seguir a representação do sistema de significações de um estudante na dinâmica de construção de um mapa conceitual. Nesse sistema também reconhecemos subsistemas relacionados, que se apoiam mutuamente, para a construção dessas significações.

É essencial salientar o papel central das frases de ligação dos conceitos em um mapa conceitual. Quando comparamos um mapa conceitual com a estrutura do conhecimento em Piaget [14], podemos conceber as frases de ligação como funções estruturantes, porque elas são responsáveis pelas leis de composição do sistema representado pelo mapa [6]. Jonassen [9] salienta o esforço necessário para escolher uma frase que represente uma relação entre dois conceitos, tanto devido ao grande número de possibilidades, quanto pela necessidade de colocação de tal relação no preciso contexto em que os dois conceitos são apresentados.

Como os processos de aprendizagem são o resultado de parcerias estudante-estudante e estudante-professor, entendemos que os mapas conceituais também podem servir como um importante guia para os estudantes, alertando-os para as incontáveis possibilidades de melhorar qualitativamente os conceitos e relações cognitivas nos seus processos de construção do conhecimento.

Como dissemos na Seção 1, o nosso interesse aqui é em um único aspecto do construtivismo de Piaget: a regulamentação dos sistemas conceituais decorrentes das operações lógicas entre conceitos. Estas questões são brevemente discutidas na seção seguinte.

2.1 Do Contexto dos Nossos Mapas

Os mapas conceituais têm sido utilizados em diversas atividades educacionais que compõem o ensino e a aprendizagem. Na verdade, suas aplicações têm sido exploradas e têm mostrado vantagens tanto no planejamento de atividades pedagógicas [15] como no acompanhamento e avaliação da aprendizagem [18]. Do mesmo modo, eles têm sido utilizados como uma ferramenta para organizar e construir o conhecimento, independentemente do domínio da aplicação. Mais recentemente eles começaram a ser usados como uma ferramenta para a representação do conhecimento de uma forma que possa ser interpretado ou processado computacionalmente.

Este último fato pavimentou o caminho para o desenvolvimento de soluções de computação inteligentes que ajudam professores e estudantes no uso dos mapas conceituais. Precisamente neste momento, nossa experiência com mapas conceituais fornece um vislumbre de um enorme campo de trabalho no que diz respeito ao desenvolvimento destas soluções. Por exemplo, alguns do nosso grupo de pesquisadores desenvolveram soluções computacionais, tais como:

- Edição e controle de versão dos mapas conceituais;
- Comparação de mapas conceituais usando correspondência de grafos;
- Repositório de mapas conceituais;
- Geradores automáticos de mapas a partir de textos;
- Mecanismos de inferência em mapas conceituais;
- Fusão de mapas conceituais.

Além destes, temos atualmente frentes de trabalho de pesquisa desenvolvendo soluções computacionais para, entre outros:

- Construção de ontologias rasas a partir de mapas conceituais;
- Validador de estruturas sintáticas e semânticas para mapas conceituais, e
- Identificação semiautomática das implicações significantes de Piaget.

A análise crítica e reflexiva do que ocorre dentro de um laboratório de pesquisa é crucial para uma definição precisa dos objetivos de um projeto a longo prazo. Portanto, quando se analisa o conjunto de soluções já desenvolvidas e em desenvolvimento, percebemos a necessidade de integrar estas soluções na composição de um ambiente que facilita tanto o uso quanto a expansão dos serviços oferecidos. Portanto, definimos uma plataforma de serviços que permite:

- A qualquer cidadão que tenha acesso à internet, desfrute do uso das ferramentas nela disponíveis, gratuitamente.
- E que todos os pesquisadores que queiram desenvolver soluções computacionais para mapas conceituais, aproveitar e ampliar os serviços oferecidos por ela.

A plataforma usa SOA (*Service Oriented Architecture*) [4]. Uma das características fundamentais da SOA para este projeto é a sua capacidade de promover integração. Isto significa que os novos serviços que ampliam a funcionalidade dos serviços oferecidos pela plataforma podem ser desenvolvidos e disponibilizados por qualquer pessoa, em qualquer lugar do mundo. A promoção deste cenário de colaboração e integração entre a comunidade acadêmica e os cidadãos comuns é um dos objetivos centrais do projeto.

Queremos também salientar que os serviços da plataforma estão sendo implementados como Web Services. Uma vez que este é um mecanismo de funcionamento interno, aplicações fornecem uma interface de uso simples de ser utilizada. Assim, a plataforma está associada a um portal que serve como a interface para o uso das ferramentas oferecidas. Na Figura 1a pode-se ver como as ferramentas do portal interagem com os serviços prestados pela plataforma. A Figura 1b mostra como a comunidade pode integrar seus serviços com os serviços internos da plataforma.

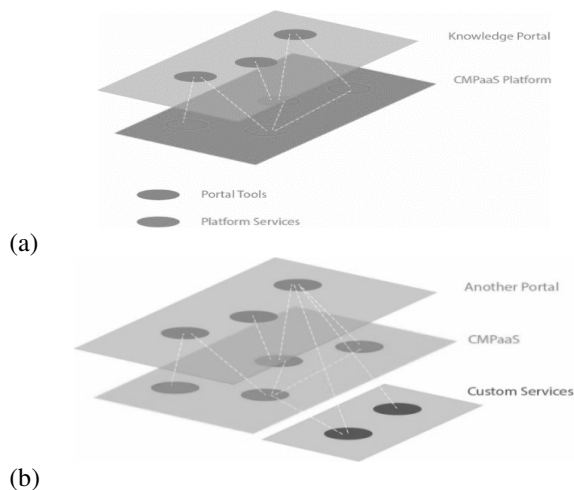


Figura 1. (a) Visão da integração plataforma-portal. (b) Visão da integração portal externo-plataforma.

3 AS IMPLICAÇÕES SIGNIFICANTES

Pessoas constroem conhecimento onde quer que estejam. Olhando, tocando, ouvindo sentindo de maneira geral, o conhecimento acontece independente da nossa vontade. Por meio dos sensores identificamos um objeto. Queremos saber de suas propriedades. Queremos nos apropriar de suas funções, suas operações, o que ele é capaz de fazer. Em seguida, gostaríamos de estender essas operações ou aplicá-las de maneira diferente. Do que ele é composto, logo nos ocorre. Mais tarde, descobrimos suas interações com outros objetos. E assim vão-se construindo níveis de complexidade para o conhecimento que se forma.

Piaget [13] classificou esses níveis e ao conjunto deles denominou implicações significantes. Elas nos permitem identificar o grau de conhecimento de um indivíduo, num dado momento e sobre um dado domínio. Veremos, de maneira lógica, de que maneira elas acontecem.

Uma sentença tipo implicação transitiva $A \rightarrow B \rightarrow C$, na abordagem de Piaget, significa que se pelo menos uma significação de C está contida em qualquer uma de B está, por conseguinte, também contida em qualquer de A. Piaget [13] classificou isto como *níveis*, e o conjunto deles, como implicações significantes. A significação é tudo o que pode ser dito de um objeto, como uma descrição das suas propriedades, bem como tudo o que podemos observar nele. Além disso, uma implicação também é tudo o que podemos pensar dos objetos (classificá-los, estabelecer algum tipo de relacionamento etc.).

Para Piaget, todas as significações implicam em atividades do indivíduo. Essas significações nos permitem identificar o grau de conhecimento de um indivíduo em um determinado domínio. O que se segue é uma breve descrição das implicações, classificadas em três níveis:

- Implicação local - é local quando o conhecimento não ultrapassa as propriedades observáveis do objeto em um determinado contexto. Uma implicação local somente caracteriza um objeto. Veja exemplos na Figura 2.
- Implicação sistêmica - ela ultrapassa os limites do observável. A implicação sistêmica revela propriedades do objeto que são inferidas ou derivadas de alguma ação sobre ele. Esta implicação mostra as relações de causa e efeito sem, no entanto, revelar por que isso ocorre. Estas relações ocorrem, em geral, pelo estabelecimento de uma relação do objeto em estudo com algum outro objeto. Exemplos na Figura 3.
- Implicação estrutural - esta estende a implicação sistêmica, pois contém as razões e explicações da relação causa-efeito. Piaget fala da compreensão das razões endógenas e da descoberta das relações necessárias para o efeito ocorrer [13]. Assim, mais do que o conhecimento de causas e efeitos, as implicações estruturais estabelecem condições que são **essenciais** para certas declarações, distinguindo-as daquelas que são apenas **suficientes**. A soma das ações de vários objetos relacionados à ocorrência de mais uma ação, estabelece a existência de uma implicação desse novo nível.

O mapa conceitual da Figura 2 ilustra a diferença evolutiva nos níveis das implicações significantes.

composta de alguns depósitos de dados, um agente de software manipulador desses depósitos e encarregados do interfaceamento com os usuários. Uma ontologia de um domínio escolhido pelo professor orienta a formação dos conceitos. Os depósitos conterão os mapas, organizados por domínio, as implicações significantes com suas respectivas características, os mapas com suas implicações devidamente sinalizadas, os grupos com suas leituras sugeridas, respectivamente.

5.1. Uma mini especificação de requisitos

Apresentaremos aqui uma especificação inicial apenas para orientar a construção do protótipo. Nosso problema central nessa atividade consiste na identificação de padrões existentes nos mapas conceituais capazes de fornecer as condições necessárias para as comparações (ou casamentos) entre bases de conhecimento e informações e os elementos dos mapas. Queremos também enfatizar que os padrões aqui apresentados são rigorosamente provisórios e, portanto, ainda serão alvo de muita investigação futura.

Um mapa conceitual pode ser descrito como uma estrutura de dados bastante conhecida chamada grafo. Um grafo consiste de vértices e arestas nomeadas textualmente. Os vértices correspondem aos conceitos do mapa enquanto as arestas denotam a relação entre um par de conceitos.

A ideia central aqui apresentada consiste em desenvolver uma ferramenta que navegue pelas arestas do grafo. A navegação será realizada por uma agente de software que se orientará com o apoio de duas bases: uma, contendo uma ontologia do domínio em estudo para a identificação dos vértices. Outra, contendo conhecimento sobre as implicações significantes, para a identificação das arestas.

Uma ontologia de domínio, de uma base de ontologias da plataforma de serviços, atuará como fornecedora de padrões para o casamento com os vértices do grafo. Ela conterá o conjunto de

conceitos do domínio, bem como suas inter-relações e propriedades. Para cada conceito da ontologia encontrado num vértice do grafo, o agente o pintará de verde. Vértices sem correspondentes na ontologia serão pintados de vermelho, indicando a necessidade de investigações futuras.

A identificação das implicações significantes se dará de duas maneiras distintas. Para as locais e as sistêmicas usaremos apenas o verbo contido na sentença designadora da aresta como padrão do casamento aresta-implicação. As locais serão identificadas pela ocorrência dos verbos “ser” ou qualquer outro que indique posseção ou composição, tais como “possuir”, “compor”, “ter”. As sistêmicas serão identificadas por qualquer outro verbo transitivo direto.

As implicações estruturais, por outro lado, serão identificadas por qualquer subconjunto composto de arestas e vértices, cuja junção resulte na explicação de uma relação causa-efeito (Seção 3). Aqui, apenas para efeito demonstrativo, elas serão identificadas pela ocorrência nas arestas de verbos transitivos indiretos (que requerem uma preposição).

Identificada a implicação, o agente a pintará de uma determinada cor. Para as locais, escolhemos o amarelo. Para as sistêmicas, elegemos o verde, e para as estruturais, optamos pelo azul.

A ferramenta estará disponível tanto para os estudantes quanto para os professores. Estudantes poderão acessá-la a qualquer instante para saber como anda a qualidade de seu mapa. Por exemplo, se somente amarelo, mostrando apenas implicações locais, isto sugerirá ao estudante a necessidade de prosseguir até um nível superior. Uma vez salvo definitivamente e enviado para a o professor, o mapa estará temporariamente indisponível para o aluno.

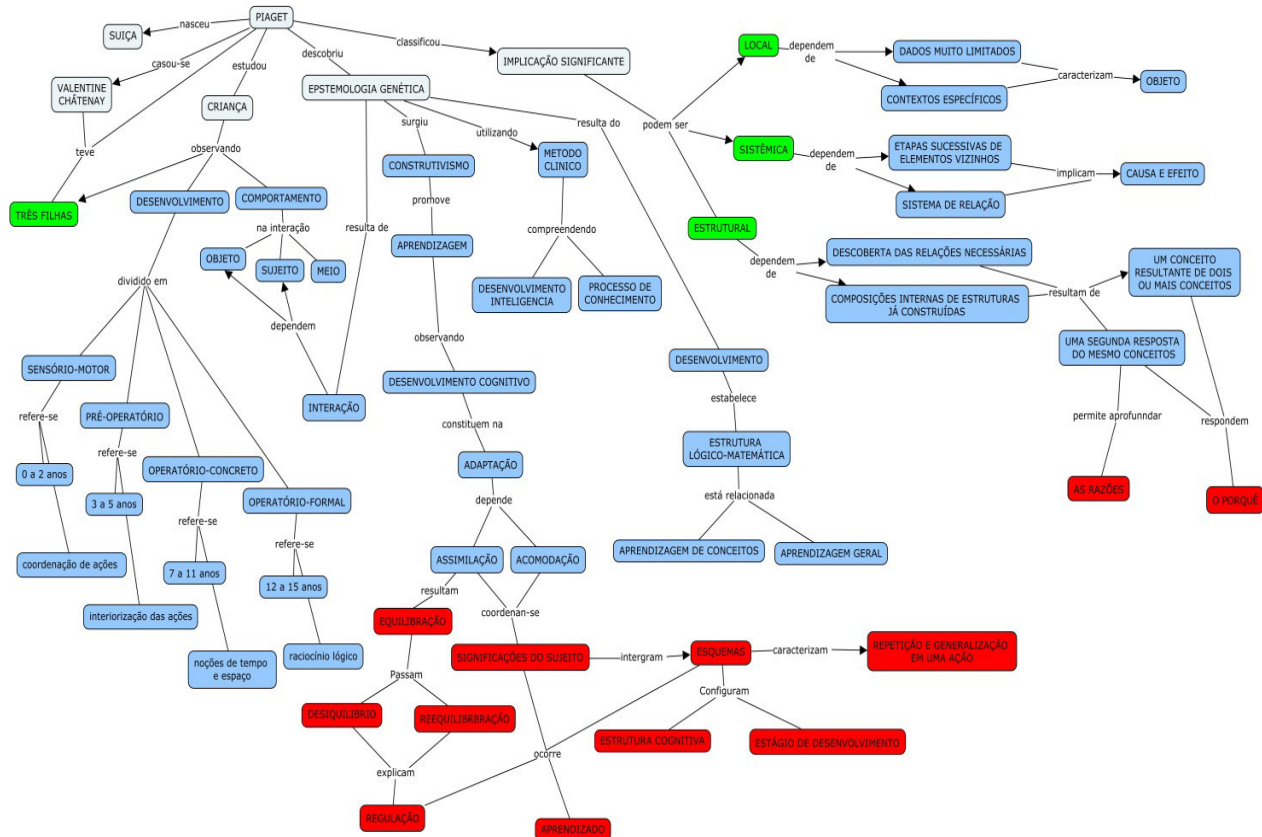


Figura 6. Mapa colorido pela ferramenta.

5.2. O Funcionamento da Ferramenta

A seguir, descreveremos todas as atividades e passos envolvidos no funcionamento da arquitetura proposta neste trabalho. Vejamos, então:

- Os alunos depositam seus mapas no domínio previamente criado pelo professor.
- Um agente de software busca mapas no banco correspondente. Para um mapa, cada ligação é analisada pelo agente que checa se o verbo da frase de ligação tem a ver com algum verbo da base de implicações significantes.
- Os conceitos são identificados na ontologia por meio de um reconhecedor de entidades.
- O mapa agora é colorido pelo agente e depositado na base de mapas e implicações. A Figura 6 mostra um resultado.
- Toda vez que o estado da base de mapas e implicações é alterado (mapas coloridos), mensagens são enviadas ao professor. Depois de validar o resultado da ferramenta, ele acessa a base de leituras e atribui a cada mapa a leitura correspondente. As leituras com seus respectivos grupos de trabalho são então armazenados numa base de grupos. Mensagens são enviadas aos grupos.

6. PROTÓTIPO DA FUTURA FERRAMENTA

Criamos uma versão prototípica de nossa futura ferramenta apenas para ilustrar uma pequena parte da funcionalidade que desejamos. O protótipo recebe como entrada um conjunto de proposições extraídas de mapas conceituais construídos por nossos alunos. Num protótipo futuro essas proposições serão obtidas por meio de um agente de software. A saída são as implicações às quais as proposições pertencem. O protótipo foi desenvolvido em Java.

Todos os mapas conceituais produzidos foram construídos usando o software CmapTools. Sobre a construção dos mapas os alunos foram alertados sobre três regras básicas a serem seguidas:

1. A primeira obriga o uso de um verbo, conjugado corretamente, na ligação entre conceitos.
2. A segunda, determina que todo conceito tem de ser um substantivo.
3. A terceira informa que todo conjunto CONCEITO1 -> FRASE DE LIGAÇÃO -> CONCEITO2 forma uma proposição lógica.

6.1 Alguns Resultados

A Tabela 1 exibe os resultados obtidos pelo primeiro protótipo. Como podemos ver, a ferramenta ainda não é capaz de identificar todo o conjunto das implicações significantes dos mapas sob investigação. E tampouco é nossa intenção que o faça *in totum*! Já vimos que o verbo da ligação entre conceitos define a natureza da implicação. No entanto, muitas vezes o verbo usado pelo estudante não traduz com clareza sua verdadeira intenção. Nessa situação, uma entrevista faz-se necessário. Portanto, a ferramenta que propomos é um auxiliar na resolução do problema cuja solução depende de outras intervenções.

Tabela 1. Resultados obtidos pelo primeiro experimento.

MAPA	IMPLICAÇÃO LOCAL	IMPLICAÇÃO SISTÊMICA	IMPLICAÇÃO ESTRUTURAL
1	82%	76%	62%
2	76%	68%	62%
3	72%	69%	45%
4	79%	82%	52%
5	85%	76%	54%
6	88%	67%	51%
7	69%	58%	59%
8	78%	81%	62%
9	79%	85%	77%
10	86%	89%	65%

7. CONCLUSÕES

Do construtivismo aprendemos que as estruturas mentais, os esquemas, os conceitos, as ideias, são criados, construídos, por um processo de auto regulação. As construções do conhecimento sugeridas por Piaget nos permitem conhecer a forma como se dá o desenvolvimento cognitivo do sujeito. Sua teoria nos faz refletir acerca do conhecimento permitindo-nos repensar uma *praxis* que conceba o sujeito como capaz de construir conhecimento a partir de sua inteligência, sua ação e interação com o meio. Assim, independente do momento ou do contexto, o conhecimento sempre acontece por meio da relação sujeito/objeto.

É bem sabido que os mapas conceituais são boas representações gráficas do conhecimento e da informação além de ferramentas úteis na construção do conhecimento. Podemos acrescentar que a conjugação dos mapas com as implicações piagetianas cria um contexto ainda mais favorável aos processos do conhecimento. E isto fica ainda mais evidenciado quando o mapa traz as cores das diferentes implicações. E isto vale tanto para o aluno quanto para o professor. Como num jogo, para o aluno, as implicações estabelecem a necessidade de mudança de níveis, ou seja, de aprofundamento do conhecimento sobre o assunto. Ao observar um mapa colorido pela ferramenta proposta, fica imediatamente claro para o professor a que nível o aluno chegou, num dado instante. Assim, sua atuação com orientador pode se beneficiar bastante.

Apresentamos neste artigo nosso projeto de uma ferramenta de software capaz de facilitar o professor no acompanhamento dos processos de construção de conhecimento dos seus alunos. A ideia básica está na utilização dos mapas conceituais como suporte ao registro da compreensão dos alunos sobre um determinado assunto. O projeto propõe uma forma de identificação automática, num mapa produzido, das implicações significantes definidas por Piaget, por meio do uso de uma família de agentes de software orientados por uma ontologia do domínio em estudo. Estamos usando construção de mapas conceituais na realização de uma disciplina de mestrado em informática, onde a análise de mapas com base na teoria Piagetiana está sendo considerada e para a qual apresentamos resultados preliminares neste artigo. Um protótipo do ambiente proposto está em fase de desenvolvimento e será usado para apoiar a análise dos mapas produzidos. O projeto encontra-se ainda em seu primeiro ano, portanto com resultados ainda preliminares, mas já é possível mostrar sua eficiência com alguns resultados experimentais.

Nosso grupo vem desenvolvendo ferramentas e praticando novas teorias pedagógicas há mais de 15 anos. A ferramenta

apresentada é parte de um grande projeto para a construção de ambientes de aprendizagem mais flexíveis. Nossas atividades não estão isoladas do contexto brasileiro que igualmente tem aprendido bastante com experimentos inovadores em educação. Em breve estaremos apresentando um curso, no contexto do Proinfo/MEC, para professores da rede pública do ensino médio do nosso estado, sobre o uso dos mapas conceituais apoiados por computador. Assim, ao mesmo tempo em que estarão aprendendo com o uso de uma linguagem de representação, estarão também validando nossas ferramentas.

8. REFERÊNCIAS

- [1] Araujo, A. M. T., Menezes, C. S., Cury, D. (2003) Apoio automatizado de Avaliação da Aprendizagem Usando Mapas Conceituais. In: SBIE, Rio de Janeiro, RJ - Brasil. Proceedings of SBIE, V.1, p. 183-191.
- [2] Ausubel D. P. (2000). *The Acquisition and Retention of Knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic.
- [3] Ausubel, D.P., J. D. Novak, H. Hanesian, *Educational psychology: a cognitive view*. 2nd ed. New York: Holt, Ronehart and Winston, 1978.
- [4] Bruini, E. C. (2010). Educação no Brasil. In <http://www.brasile scola.com/educacao/educacao-no-brasil.htm>.
- [5] Carvalho, M. J. S., Nevado, R.A., Menezes, C.S. (2005) Arquiteturas pedagógicas para a educação a distância: conceitos e apoio telemático. Proceedings of the XVI SBIE, Juiz de Fora – MG – Brasil.
- [6] Dutra, I. (2006). *Mapas Conceituais no monitoramento dos processos de conceitualização*. Porto Alegre: Tese de Doutorado em Computador na Educação, UFRGS.
- [7] Gava, T.B.S., Menezes, C.S, Cury, D. (2003). Applying Concept Maps in Education as a Metacognitive Tool. Proceedings of the International Conference on Engineering and Computer Education (ICECE-2003), Santos, SP., pp 27-36.
- [8] Gava, T. B. S., Menezes, C. S, Cury, D. (2003) Applying Concept Maps in Education as a Metacognitive Tool. Proceedings of the International Conference on Engineering and Computer Education (ICECE-2003), Santos, SP., 27-36.
- [9] Jonassen, D.H. *Computers as mindtools for schools: engaging critical thinking*. New Jersey: Upper Saddle River, 2000.
- [10] Novak, J. D. & Cañas A. J. (2006) *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them*, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01, Institute for Human and Machine Cognition. Available in: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMap>.
- [11] Novak, J.D. Gowin, *Learning to Learn* (in Portuguese). 1. ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1984.
- [12] Piaget, J. (1970/1990). *Genetic Epistemology* (in Portuguese). São Paulo: Martins Fontes.
- [13] Piaget, J. Garcia, R. *Toward a logic of significations* (in Spanish). Mexico City: Gedisa, 1987/1989.
- [14] Piaget, J. *Biology and Knowledge* (in Portuguese). Rio de Janeiro: Vozes, 1967/1996.
- [15] Perin, W. A., Cury, D. & Menezes, C. S.. (2014). NLP-Imap: Integrated solution based on question-answer model in natural language for an inference mechanism in concepts maps. In Proceedings of the 14th International Conference on Concept Mapping.XXX (for blind review).
- [16] Santos, P. S. Jr, Menezes, C. S., Cury, D., Nevado, R. A. (2005) Um Ambiente de Monitoramento da Aprendizagem baseado em Mapas Conceituais. In: XVI SBIE, Juiz de Fora, MG - Brasil. Anais do XVI SBIE.
- [17] Souza, J. C. A.; Bonella, L. A.; Paula, A. H. de. A importância do estágio supervisionado na formação do profissional de educação física: uma visão docente e discente. MOVIMENTUM. Revista Digital de Educação Física- Ipatinga; Unileste- MG, v.2, nº 2, ago, dez. 2007.
- [18] Vassoler, G. A., Perin, W. A. & Cury, D.. (2014). MergeMaps – A computacional tool for merging of concept maps. In Proceedings of the 14th International Conference on Concept Mapping.