

Uma Abordagem Construtivista para Identificar o Conhecimento usando Mapa Conceitual

Patricia T. G. Rios¹, Camila Z. Aguiar¹, Davidson Cury¹

¹Departamento de Informática – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Vitória – ES – Brasil

{patriciatgrios, camila.zacche.aguiar, dedecury}@gmail.com

Abstract. *Monitor the learning of each student in order to facilitate the definition of the next steps in the development of a discipline is essential for a constructivist teacher. Different pedagogical approaches say that the use of concept maps can help students in the processes of meaning new content or reframing of those already learned. In the construction of concept maps, we create, ultimately, what Piaget calls "significant implications" that evolve according to the semantic nature of the conceptual relationships we create. We propose here an environment for automatic identification of significant implications in a concept map.*

Resumo. *Monitorar a aprendizagem de cada aluno, a fim de facilitar a definição dos próximos passos no desenvolvimento de uma disciplina é essencial para um professor construtivista. Diferentes abordagens pedagógicas dizem que o uso de mapas conceituais pode ajudar os alunos nos processos de significação de novo conteúdo ou reformulação daqueles já aprendidos. Na construção de mapas conceituais, criamos, em última análise, o que Piaget chama de "implicações significativas" que evoluem de acordo com a natureza semântica das relações conceituais que criamos. Propomos aqui um ambiente para a identificação automática de implicações significativas em um mapa conceitual.*

1. Introdução

Acompanhar a aprendizagem de cada aprendiz a fim de facilitar a definição dos próximos passos no desenvolvimento de um domínio é tarefa essencial para um professor construtivista. Para acompanhar a aprendizagem, várias técnicas alternativas têm surgido nos últimos anos, tal como os mapas conceituais [Ausubel e Novak 1978; Novak e Gowin 1984]. Os mapas têm sido utilizados em diversas atividades educacionais que compõem o ensino e a aprendizagem, incluindo desde o planejamento de atividades pedagógicas [Perin et al. 2014] até o acompanhamento e avaliação da aprendizagem [Aguiar et al. 2016].

Assim, diferentes abordagens pedagógicas têm utilizado mapas conceituais para auxiliar os aprendizes nos processos de significação de novos conteúdos ou na ressignificação dos que já aprenderam [Carvalho et al. 2005]. Isto 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.

Piaget diagnosticou que o pensamento se desenvolve gradualmente, criando assim sua teoria de desenvolvimento que envolve afeto e cognição, dentre elas a Epistemologia Genética. Segundo a Epistemologia Genética [Piaget 1970/1990], os mecanismos envolvidos no processo de conceituação implicam em uma assimilação ativa a partir de coordenações de ações do sujeito e de coordenações dos observáveis dos objetos de conhecimento. Assim, o fato de uma assimilação ocorrer de acordo com a acomodação possível requer a transformação dos sistemas de significação do sujeito (o que implica uma atualização dos ditos “conhecimentos prévios”) para que esses possam integrar (e não apenas ancorar) conhecimentos, o que gera modificações nas relações entre noções e conceitos.

De acordo com [Dutra 2006], podemos seguir a representação do sistema de significações de um estudante na dinâmica de construção de um mapa conceitual. A análise construtivista dos processos de conceituação nos mapas, a partir das interações possibilitadas, influencia tanto na maneira de produzir, buscar, integrar e selecionar as informações quanto na forma de organizar e assimilar o conhecimento. Nesse sistema, também reconhecemos subsistemas relacionados, que se apoiam mutuamente para a construção dessas significações.

Portanto, este artigo pretende destacar a importância dos mapas conceituais no processo de construção do conhecimento. Para tanto, na construção de mapas conceituais procuramos identificar, em última análise, o que Piaget chama de “Implicações Significantes”, que evoluem de acordo com a natureza semântica das relações conceituais que criamos. Assim, propomos uma ferramenta computacional que procura identificar, de forma automática, as diversas formas de manifestação das implicações, sugerindo com isto, uma boa economia cognitiva do professor na análise de mapas construídos por seus estudantes e facilidade em trabalhar uma aprendizagem adaptada ao perfil do estudante. Ela constitui para nós um passo importante no desenvolvimento de tecnologias, que auxiliam os educadores construtivistas em suas respectivas tarefas pedagógicas.

Este artigo é organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os mapas conceituais, a Seção 3 descreve as implicações significantes, conceitos motivadores deste trabalho; a Seção 4 discute como identificar as implicações significantes em um mapa conceitual, apresentando as especificações para a ferramenta proposta; a Seção 5 discute a análise e resultados obtidos até o momento; e finalmente, a Seção 6 mostra algumas conclusões.

2. Mapas Conceituais

Os mapas conceituais são representações gráficas de relações entre conceitos. Eles têm sido utilizados em diferentes domínios do conhecimento, principalmente na educação [Novak e Cañas 2006]. Mapas conceituais foram propostos por Novak como uma ferramenta para representar e organizar o conhecimento, uma vez que a estrutura cognitiva de um indivíduo pode ser interpretada como um conjunto de conceitos relacionados entre si, de modo a formar proposições significativas.

Num mapa, os conceitos são substantivos, representados por elipses ou retângulos, e as ligações são estruturas verbais, representadas por uma seta direcional rotulada, organizados de forma hierárquica [Aguiar et al. 2016]. A estrutura de um mapa tende a ser simples, porém complexa. O procedimento padrão para a construção de um

mapa conceitual envolve definir um tópico ou questão focal, identificar e listar os mais importantes ou “gerais” conceitos relacionados ao tópico, ordenar os conceitos por ordem de relevância de cima para baixo no mapa e adicionar e rotular as frases de ligações entre os conceitos [Cañas et al. 2003].

Entretanto, destacamos o papel central das frases de ligação em um mapa conceitual. Quando comparamos um mapa conceitual com a estrutura do conhecimento em Piaget [1967/1996], podemos conceber as frases de ligação como funções estruturantes, porque elas são responsáveis pelas leis de composição do sistema representado pelo mapa [Dutra 2006]. Jonassen (2000) 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 frase de ligação no preciso contexto em que os dois conceitos são apresentados.

Assim 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.

3. Implicações Significantes

Ao construirmos um mapa conceitual, podemos então acompanhar a representação do sistema de significações ativadas num sujeito, de forma que nele também reconhecemos subsistemas que se relacionam e se apoiam mutuamente na construção dessas significações.

Considerando a construção de mapas conceituais, quando estamos escolhendo uma relação entre dois conceitos, ou seja, “*a frase de ligação*”, realizamos uma implicação significativa. Essa consideração nos levou a adaptar a caracterização dos níveis de implicações significantes para analisarmos os níveis de conhecimento nos mapas conceituais.

Piaget cita uma evolução significativa de três tipos de inferências [Piaget e Garcia 1988]:

- As antecipações limitadas para permitir a repetição de objetos observáveis, ou modificações, já observadas empiricamente. A este nível o sujeito não irá raciocinar ou inferir, mas fará referência a um mundo de objetos empíricos.
- Inferências a respeito de determinadas antecipações que vão além do observável e são fundadas em implicações necessárias, mas ainda não exibindo suas “*razões*”. São aqui implicações entre as ações que são geradas pela abstração reflexiva e não se limitam a tirar as consequências lógicas de abstrações empíricas.
- As inferências com base em “*razões*” ou possíveis demonstrações.

Piaget e Garcia (1987/1989) classificaram 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. 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.).

Piaget registra essas implicações [Piaget e Garcia 1987/1989], propondo uma distinção entre formas ou grau de implicações significativas em três níveis diferentes. Temos então as **implicações locais** a partir de uma observação direta; elas caracterizam o objeto. Segundo [Dutra 2006], podem ser definidas como o resultado de uma observação direta, ou seja, aquilo que pode ser registrado do objeto apenas da observação de seu contexto e de seus atributos. De certa forma, uma implicação local pode caracterizar um objeto sem, contudo, atualizar o conhecimento sobre ele. Nas **implicações sistêmicas** existe um sistema de relação, causa e efeito, porém nessas relações não precisamos revelar por que elas ocorrem. Este nível insere as implicações em um sistema de relações no qual as generalizações e propriedades não diretamente observáveis começam a aparecer. Nesse sentido, as diferenciações não são mais apenas percebidas do objeto, são deduzidas dele ou da ação sobre o mesmo. Já as **implicações estruturais** devem conter as razões e explicações, que segundo [Dutra 2006], ampliam as anteriores porque aqui aparecem as razões, os porquês.

Observando o mapa conceitual da Figura 1, podemos observar os três níveis das implicações significantes, ilustrando a diferença evolutiva desses níveis.

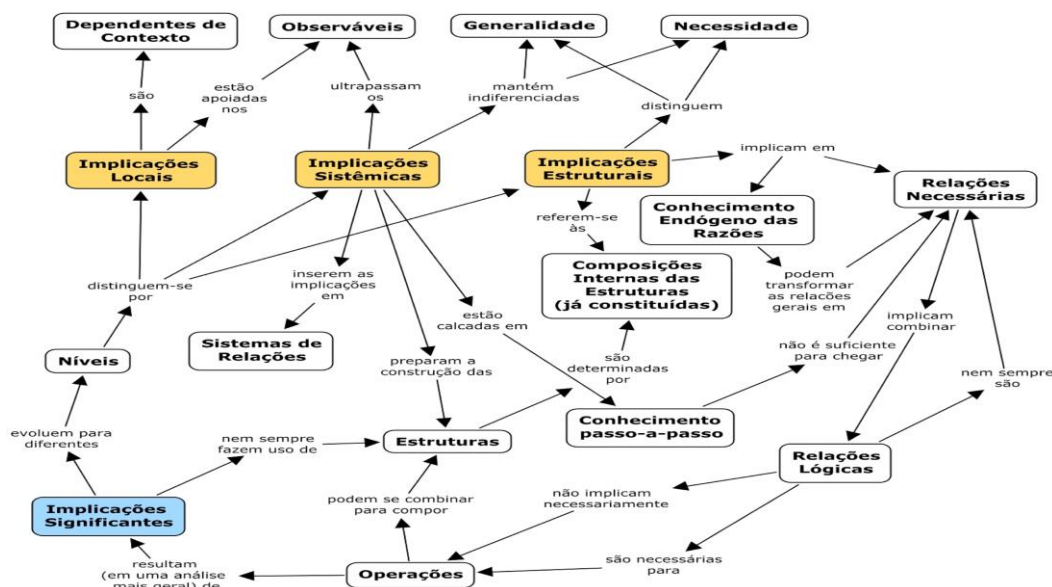


Figura 1. Os níveis de implicações significantes (DUTRA, 2006)

Segundo Piaget e Garcia (1988), as implicações significantes dão origem a uma tríade, que pode ocorrer de três formas:

- Implicações proativas: extraem as consequências das propostas em causa; consistem em dizer que, se $A \rightarrow B$, B são novas consequências do A.
- Implicações retroativas: não se referem às consequências, mas pré-condições, e expressa o fato de que, se $A \rightarrow B$, então A é uma condição prévia de B.
- Implicações justificantes: uma forma justificante de implicações vinculadas às formas a) e b) por conexões necessárias relacionadas com as “razões”.

Dito de outra forma, as implicações envolvem três aspectos: um aspecto da amplificação, sobre as consequências; uma de condicionamento, sobre condições prévias; e uma que permite revelar as razões.

Nas definições de Piaget & Garcia (1988), uma implicação significativa tem o intuito de discutir e analisar os mapas e, especialmente, as frases de ligação existentes, produzindo possíveis intervenções/alterações que resultem na produção de novos observáveis para os sujeitos envolvidos.

É importante ressaltar que, para a construção de mapas conceituais, assumimos que quando estamos escolhendo uma relação entre dois conceitos, estamos fazendo, em última instância, uma implicação significativa, tal como sugerido em [Dutra 2006]. Esta equivalência facilitou-nos a caracterização dos níveis das implicações significantes representadas em mapas conceituais.

4. Identificando as Implicações Significantes em Mapas Conceituais

A fim de fornecer suporte para a aplicação de implicações significantes no contexto educacional, propomos neste artigo uma ferramenta computacional para a identificação de implicações significantes em mapas conceituais. A proposta se baseia na leitura dos mapas conceituais por um viés Piagetiano, fundamentado na tese de [Dutra 2006].

A ferramenta não pretende resolver totalmente a questão extensiva das implicações significantes, mas sim, fornecer apoio computacional para facilitar a investigação teórica de implicações significantes, reduzir o tempo e esforço do professor na análise de mapas construídos por seus estudantes, e auxiliar os educadores construtivistas nas suas tarefas pedagógicas.

A partir dos estudos realizados por [Rios et al. 2005], definimos uma especificação conceitual para a ferramenta proposta de modo a torna-la acessível aos estudantes e professores. Estudantes poderão analisar seus mapas e observar as implicações identificadas pela ferramenta, de modo a desenvolver novas percepções sobre o seu próprio mapa. Os professores poderão analisar de forma mais explícita e direcionada as implicações construídas pelos estudantes, permitindo um diagnóstico rápido sobre as deficiências do aprendizado.

4.1. Modelo Conceitual

A Figura 2 apresenta o modelo conceitual da ferramenta proposta, modelado para ser aplicada ao contexto educacional. O modelo é composto por dois atores, estudante e professor, e quatro componentes: repositório de mapas, verbos locais, verbos sistêmicos e repositório de mapas com implicações.

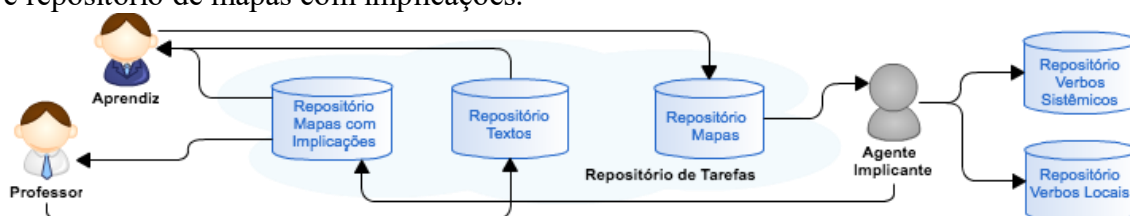


Figura 2. Modelo da Ferramenta

O processo inicia com o papel do professor criando um *Repositório de Mapas* para armazenar os mapas conceituais que serão construídos pelos aprendizes e um *Repositório de Textos* para armazenar textos referentes ao domínio em estudo.

Em seguida, o professor deposita um conjunto de textos relacionados ao domínio que servirá de apoio para a construção de mapas conceituais pelos estudantes. A partir

dos textos disponibilizados no *Repositório de Textos*, os aprendizes constroem os mapas e os depositam no *Repositório de Mapas* previamente criado pelo professor. Os mapas conceituais criados pelos aprendizes devem seguir o formato cxi, um schema xml utilizado pela ferramenta CMapTools para formatação de mapas.

Uma vez que os repositórios de textos e mapas estão preenchidos, um *Agente* de software busca cada mapa do *Repositório de Mapas* e analisa sua estrutura de acordo com o algoritmo desenvolvido. O algoritmo mapeia os conceitos e frases de ligação do arquivo cxi identificando as implicações significantes, conforme explanado na Seção 4.2. Os repositórios de Verbos Locais e Sistêmicos são utilizados como insumos para a identificação das implicações locais e sistêmicas.

Uma vez que as frases de ligação foram identificadas como local, sistêmica ou estrutural, o *Agente* atribui as propriedades de cor às setas direcionadas do mapa e gera um mapa conceitual atualizado com as cores definidas. O mapa gerado é armazenado no *Repositório de Mapas com Implicações*. Toda vez que o estado do *Repositório de Mapas com Implicações* é alterado (mapas coloridos), o *Agente* envia mensagens de acompanhamento ao professor e ao aluno, recebendo um feedback automático do mapa conceitual por ele construído.

4.2. Algoritmo

Para o desenvolvimento do algoritmo foi utilizado Framework Django e linguagem de programação Python. Entendemos que um mapa conceitual pode ser descrito por meio da estrutura de um grafo e que um grafo consiste de vértices e arestas nomeadas textualmente. Assim, o algoritmo proposto trata os conceitos do mapa conceitual como vértices do grafo e as relações entre os conceitos como arestas do grafo.

O algoritmo busca cada mapa conceitual do *Repositório de Mapas* em formato cxi e retorna o arquivo com as implicações significantes identificadas em cores. Um overview desse processo é representado pela Figura 3.

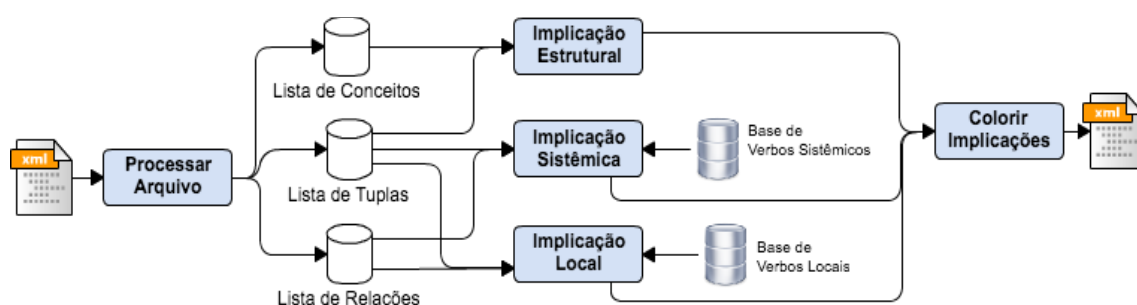


Figura 3. Processo realizado pelo algoritmo

Na etapa de **Processar Arquivo** o arquivo cxi é processado de forma sequencial seguindo os passos descritos abaixo:

- Busca pela tag *storableObject* contendo o atributo subclasse “*nlk.base.Concept*”, responsável por armazenar as informações de cada conceito do mapa conceitual. O atributo *Id* é usado como identificador único para o conceito e a tag *property* contendo o atributo name “*_phrase*” é usada como o rotulo. Essas informações são armazenadas em uma lista de conceitos.

- Busca pela tag *storableObject* contendo o atributo subclasse “*nlk.base.LinkingPhrase*”, responsável por armazenar as informações de cada relação entre conceitos do mapa conceitual. O atributo *Id* é usado como identificador único para a relação e a tag *property* contendo o atributo name “*_phrase*” é usada como o rotulo. Essas informações são armazenadas em uma lista de relações.
- Busca pela tag *storableObject* contendo o atributo subclasse “*nlk.base.GraphicalConnection*”, responsável por armazenar as informações de cada tupla no mapa, ou seja, conceito-relação e relação-conceito. O atributo *Id* é usado como identificador único para a tupla; as tags *property* contendo o atributo name “*_firstGraphicalNode*” e name “*_secondGraphicalNode*” são usadas para identificar o *Id* do primeiro e segundo nós da tupla; a tag *property* contendo o atributo name “*_styleSheet*” é usada para identificar o estilo de cada linha que liga os nós da tupla. Essas informações são armazenadas em uma lista de tuplas.

Na etapa de **Identificar Implicação Local** o algoritmo percorre a lista de relações e para cada relação realiza análise morfológica identificando a classe gramatical com a ajuda do serviço PortService-BR¹. Caso a classe gramatical seja verbo, realiza a lematização e verifica se o lema está contido no Repositório de Verbos Locais, verbos relacionados com o observável. Uma vez identificado que o verbo é local, o algoritmo percorre a lista de tuplas verificando se o primeiro ou segundo nó corresponde ao verbo identificado, caso sim, a tupla é adiciona para a lista de tuplas locais.

Na etapa de **Identificar Implicação Sistêmica** o algoritmo percorre a lista de relações e para cada relação realiza análise morfológica identificando a classe gramatical com a ajuda do serviço PortService-BR. Caso a classe gramatical seja verbo, realiza a lematização e verifica se o lema está contido no Repositório de Verbos Sistemáticos, verbos relacionados com o observável. Uma vez identificado que o verbo é local, o algoritmo percorre a lista de tuplas verificando se o primeiro ou segundo nó corresponde ao verbo identificado, caso sim, a tupla é adiciona para a lista de tuplas sistemáticas.

Na etapa de **Identificar Implicação Sistêmica** o algoritmo utiliza a topologia do mapa para identificação da implicação percorrendo a lista de conceitos e para cada conceito percorre a lista de tuplas a fim de encontrar mais do que uma tupla contendo o mesmo conceito. Caso exista, a tupla é adiciona para a lista de tuplas estruturais.

Após processar o arquivo e criar a lista de tuplas locais, sistêmicas e estruturais, a etapa de **Colorir Implicações** atribui uma cor para cada uma das tuplas, sendo amarelo para implicações locais, verde para sistêmicas e azul para estruturais. O algoritmo percorre a lista de tuplas e verifica se ela esta presente na lista de tuplas locais, sistêmicas ou estruturais. Caso sim, adicionamos a tag “*storableObject*” ao arquivo de entrada cujo atributo *Id* corresponde ao *Id* da *property* name “*_styleSheet*” dessa tupla e o atributo *subclasse* corresponde a “*nlk.base.StyleSheet*”. Nessa tag adicionamos uma *property* contendo os atributos name “*nlk.base.graphicalconnection.line.color*”, *subclass* “*nlk.base.ExtColor*” e *encoding* “*COLOR*”. O atributo *encoding* define a cor da linha de cada tupla, sendo codificado como “0-256”, “0-16711936” e “0-13474561” para amarelo, verde e azul. Por fim, o arquivo cxi é retornado com as implicações identificadas em cores.

¹ PortService-BR. Disponível em: <http://portservice.pythonanywhere.com>

5. Análises e Resultados

Para analisar a ferramenta proposta, ainda em fase prototípica, realizamos um experimento para analisar quantitativamente o mapa colorido pela ferramenta com mapas coloridos por peritos humanos.

Nesse experimento, fizemos uso de dois mapas conceituais simples construídos por um perito em mapas conceituais. A Figura 4 apresenta o Mapa1 e Mapa2 construídos pelo perito após serem analisados e coloridos pela ferramenta.

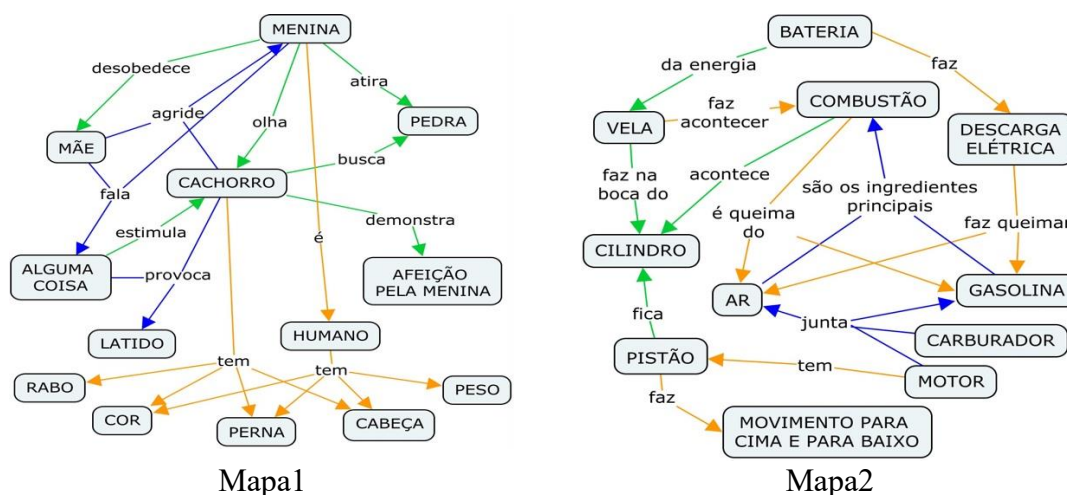


Figura 4. Mapas analisados pela ferramenta

O experimento tem o objetivo de mensurar a eficácia e qualidade do mapa colorido pela ferramenta. Por isso, o experimento é realizado de maneira subjetiva com o auxílio de sete peritos humanos da área. Para a realização do experimento, cada perito recebeu as seguintes instruções: (i) informações sobre o objetivo do experimento; (ii) a importância dos verbos de ligação para a definição de cada implicação; e (iii) quais as cores que deveriam ser utilizadas para determinada implicação.

Os peritos receberam os mapas, não coloridos, em formato cxi e utilizaram o software CmapTools para importar o arquivo e executar o experimento. Na primeira etapa, os peritos receberam o Mapa1, importaram no software e posteriormente coloriram as linhas de cada proposição com as cores definidas para cada implicação. Ao final, o mapa foi salvo em formato cxi. Na segunda etapa, os peritos realizaram o mesmo procedimento para o Mapa2.

A Tabela 1 apresenta a porcentagem de acertos comparando o Mapa1 e Mapa2 colorido pela ferramenta, apresentados na Figura 4, com os mapas coloridos pelos peritos humanos. Definimos acerto quando é atribuída uma mesma cor para uma tupla (conceito-relação) ou (relação-conceito) pela ferramenta e pelo especialista.

Tabela 1. Acertos da ferramenta ao identificar as Implicações Significantes

Peritos	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4	Perito 5	Perito 6	Perito 7	Média
Mapa1	50.00	50.00	45.45	50.00	66.66	58.33	53.57	53.43
Mapa2	73.91	53.84	38.46	54.54	45.45	76.92	59.37	57.50

Ao analisar o experimento, podemos considerar os resultados promissores, uma vez que alcançou a média de 53,43 para o Mapa1 e 57,50 para o Mapa2 de acertos.

Ademais, a ferramenta facilita a análise do mapa pelo professor, dado que se o mapa de um estudante for colorido apenas com a cor amarela, então o estudante e o professor poderão analisar e perceber que o aprendizado está se desenvolvendo apenas em nível local, devendo prosseguir até um nível superior.

A ferramenta, no entanto, não pretende resolver in totum o problema da identificação das implicações, sendo auxiliar na resolução do problema cuja solução depende de outras intervenções.

6. Conclusões

Apresentamos neste artigo a proposta de uma ferramenta de software capaz de auxiliar o professor no acompanhamento dos processos de construção do conhecimento de estudantes. A ferramenta propõe uma forma de identificação automática das implicações significantes definidas por Piaget em um mapa conceitual produzido por estudantes. As implicações significantes nos processos de aprendizagem têm relevância para o desenvolvimento da educação. Para o professor, ao observar um mapa colorido pela ferramenta proposta, fica-lhe imediatamente claro a que nível o estudante chegou, num dado instante.

Para analisar a ferramenta proposta, realizamos o experimento onde, sete peritos humanos identificaram as implicações significantes em dois mapas conceituais elaborados estrategicamente. A partir dos resultados apresentados, já é possível mostrar a importância da ferramenta proposta.

De modo geral, encontramos respostas para as principais questões norteadoras da pesquisa, mostrando ser possível a construção de mapas conceituais explicitando as implicações significantes de Piaget; e identificando implicações significantes por meio de uma abordagem computacional.

Referências

- Aguiar, C. Z., and Cury, D.. (2016). "**A categorization of technological approaches to concept maps construction.**" Learning Objects and Technology (LACLO). IEEE.
- Araujo, A. M. T.; Menezes, C. S. D.; Cury, D. **Apoio Automatizado à Avaliação da Aprendizagem Utilizando Mapas Conceituais.** Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Rio de Janeiro, RJ - Brasil: Anais do SBIE. 2003. p. 183-191.
- Ausubel, D. P.; Novak, J. D.; Hanesian, H. (1978). "**Educational psychology: A cognitive view**". 2nd ed. ed. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Carvalho, M. J. S.; Nevado, R. A. D.; Menezes, C. S. D. (2005). "**Arquiteturas Pedagógicas para Educação a Distância: Concepções e Suporte Telemático**". XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Juiz de Fora - MG - Brasil: Anais do XVI SBIE.
- Cañas, Carnot, M. J., Feltovich, P., Hoffman, R. R., Feltovich, J., & Novak, J. D. (2003). **A summary of literature pertaining to the use of concept mapping techniques and technologies for education and performance support.** Pensacola, FL.
- Dutra, Í. M.; (2006). "**Mapas Conceituais no monitoramento dos processos de conceitualização**". Porto Alegre. Tese de Doutorado em Computador na Educação, UFRGS.

- 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), Santos, SP., pp 27-36.
- Jonassen, D.H..**Computers as mindtools for schools: engaging critical thinking**. New Jersey: Upper Saddle River, 2000.
- Novak, J. D.; Cañas, A. J.. 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>.
- Novak, J. D.; Gowin, D. B. (1984). **“Aprender a Aprender”**. 1. ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Perin, W. A.; Cury, D; Menezes, C. S.. **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. 2014.
- Piaget, J; Garcia, R. (1988). **“Hacia una lógica de las significaciones”**. Buenos Aires, Centro editor de América Latina.
- Piaget, J. (1970/1990). **“Genetic Epistemology”** (in Portuguese). São Paulo: Martins Fontes.
- Piaget, J.; Garcia, R.(1987/1989). **“Toward a logic of significations”** (in Spanish). Mexico City: Gedisa.
- Piaget, J.(1967/1996). **Biology and Knowledge** (in Portuguese). Rio de Janeiro: Vozes.
- Rios, P.T.G.; Cury, D.; Dutra, I.M. (2015). **“Automatizando uma argumentação construtivista por meio dos Mapas Conceituais”**. Anais do TISE'2015.
- Santos, P. S. J. et al. **Um Ambiente para Acompanhamento da Aprendizagem baseado em Mapas Conceituais**. XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Juiz de Fora, MG, Brasil: Anais do XVI SBIE. 2005.