

Ferramenta Computacional Multilíngue para Analisar Significações em Mapas Conceituais

Ramon B. Moreira¹, Camila Z. Aguiar¹, Davidson Cury¹

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

{rbambini1, camila.zacche.aguiar, dedecury}@gmail.com

Abstract. *This article presents a computational resource to automatically identify the significant implications defined by Piaget (local, systemic and structural implications) in concept maps written in the Portuguese and English languages. The objective is to enable teacher's cognitive economy in the analysis of maps constructed by the students, a greater ease in working a learning adapted to the student's profile, and to provide a faster feedback. For the development, we used the SOA architecture as well as Natural Language Processing techniques that resulted in a service available for reuse and an online tool. In order to obtain a quantitative and qualitative analysis, the tool was applied in classroom activities to assist the teacher, presenting satisfactory results.*

Resumo. *Este artigo apresenta um recurso computacional para identificar automaticamente as implicações significativas definidas por Piaget (local, sistêmica e estrutural) em mapas conceituais escritos nos idiomas Português e Inglês. O objetivo do recurso é possibilitar uma boa economia cognitiva do professor na análise de mapas construídos por seus estudantes, uma maior facilidade em trabalhar uma aprendizagem adaptada ao perfil do estudante, e proporcioná-lo um feedback mais rápido. O recurso foi desenvolvido usando arquitetura SOA e técnicas de Processamento de Linguagem Natural que resultaram em um serviço disponível para reutilização e uma ferramenta online. A fim de obter uma análise quantitativa e qualitativa, a ferramenta foi aplicada em atividades de sala de aula para o auxílio do professor, apresentando resultados satisfatórios.*

1. Introdução

Mapas são utilizados como uma linguagem para descrição e comunicação de conceitos e seus relacionamentos, sendo originalmente desenvolvidos para o suporte à Aprendizagem Significativa (1978). Segundo Ausubel (2000), a aprendizagem significativa é um processo em que uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do sujeito, ou seja, ele amplia e reconfigura ideias já existentes em sua estrutura mental e assim é capaz de relacionar e acessar novos conteúdos. Os mapas conceituais sugerem a implementação desses princípios de aprendizagem significativa na forma de uma representação gráfica que indica relações entre os conceitos e trazem ideias mais generalistas, relaciona conceitos ou proposições, apresenta diferenças e semelhanças, integrações e novas combinações. Como

ferramentas gráficas, os mapas conceituais contribuem para a organização e representação do conhecimento por meio dos conceitos relacionados por palavras ou frases de ligação formando proposições com significado.

Para Piaget e Garcia (1989), desde os níveis mais elementares de pensamento há implicações entre significações. Segundo Dutra (2018), esses níveis resultam do desenvolvimento de estruturas que permitem ao sujeito, a partir de um longo processo de construção de relações lógicas elaborado em função das situações em que se vê confrontado, expandir sua compreensão sobre os objetos do conhecimento. Desta forma, Piaget afirma que há uma Lógica das Significações que precede a Lógica Formal e que desde a ação da criança até suas operações em pensamento há uma correspondência entre as operações formais e as implicações significantes. Assim, na construção de mapas conceituais, quando se escolhe uma relação entre dois conceitos (indicada por uma frase de ligação), realiza-se, em última análise, uma implicação significativa. Piaget afirma que as implicações significantes evoluem seguindo três níveis: implicações locais nos níveis mais elementares, implicações sistêmicas e implicações estruturais, como os níveis mais elevados.

Esta perspectiva fundamenta esta pesquisa a fim de apresentar uma ferramenta computacional como apoio ao aprendizado no processo de construção do conhecimento. A ferramenta identifica de maneira prática, as diversas formas de manifestação das implicações significantes em mapas conceituais escritos em Inglês e Português, proporcionando com isto, uma boa economia cognitiva do professor na análise de mapas construídos por seus estudantes, uma maior facilidade em trabalhar uma aprendizagem adaptada ao perfil do estudante proporcionando um feedback mais rápido. A ferramenta é baseada em técnicas de processamento de linguagem natural tal como verificação sintática, tokenização e equivalência semântica. Ademais, a ferramenta trabalha com visualização gráfica a fim de exibir as diferentes implicações significantes identificadas no mapa por meio da coloração das relações.

Este artigo é estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta uma breve introdução sobre os mapas conceituais; a Seção 3 descreve as Implicações Significantes de Piaget, e como foram aplicadas nos mapas conceituais; a Seção 4 apresenta as especificações da ferramenta proposta; a Seção 5 discute a análise e resultados obtidos até o momento; e finalmente, a Seção 6 mostra algumas considerações finais.

2. Mapas Conceituais

Os mapas conceituais são representações gráficas de um conjunto de conceitos relacionados entre si, de modo a formar proposições significativas [Novak e Cañas 2006]. Esta pesquisa tem foco sobre o estilo de mapa conceitual científico [Rios, Aguiar e Cury, 2017], ou seja, mapa conceitual que representa um domínio por meio de conceitos definidos por meio de substantivos e as frases de ligação por verbo ou uma composição verbal. Ademais, estamos interessados em mapas conceituais do tipo hierárquicos, mapas que apresentam conceitos procedentes de relevância, onde os conceitos mais importantes estão explícitos no topo do mapa, seguindo-se pelos conceitos de menor inclusividade que estão correlacionados [Moreira, 2010].

Para estabelecer os relacionamentos entre os conceitos, o autor do mapa precisa refletir sobre os conceitos e construir uma relação significativa entre eles, seja por meio

do seu pré-conhecimento ou das informações buscadas em textos. Por exemplo, é necessário refletir se existe uma relação entre o conceito A e B e, conseqüentemente, identificar qual o seu tipo, se o conceito A é “conseqüente” ou “gerador” do conceito B. Por isso, embora os conceitos sejam elementos fundamentais de um mapa conceitual, as relações são os elementos que melhor refletem a objetificação do conhecimento, fundamentais para representar as implicações significantes. Para construir essa relação significativa entre conceitos, o aluno precisa usar um “verbo conjugado ou locução verbal, palavra ou frase de ligação, ou uma preposição” que exprima de maneira significativa o relacionamento entre esses conceitos.

Por tratar-se de uma técnica flexível, o mapeamento conceitual pode ser usado em diferentes situações e finalidades, principalmente para a representação e compartilhamento do conhecimento. No âmbito educacional, os mapas conceituais podem ser usados para explorar o conhecimento prévio dos alunos, como roteiro da aprendizagem, na obtenção de significados a partir da leitura de livros, artigos e revistas, na preparação de trabalhos escritos ou orais e na avaliação formativa [Tavares, 2007]. Assim, os Mapas Conceituais mostram-se eficientes como estratégias verificadoras de uma aprendizagem, uma vez que expressam a forma pela qual esse sujeito organiza seu próprio conhecimento e é capaz externá-lo.

3. Implicações Significantes

Para Piaget [Piaget e Garcia, 1989], desde os níveis mais elementares de pensamento há implicações entre significações. Para o caso da construção de mapas conceituais, quando estamos escolhendo uma relação entre dois conceitos (expressa por uma frase de ligação), estamos realizando, em última análise, uma implicação significativa. Ele afirma que as implicações significantes evoluem segundo três níveis: implicações locais nos níveis mais elementares, implicações sistêmicas e implicações estruturais, como os níveis mais elevados. Nos próximos parágrafos, será apresentada uma adaptação [Dutra, Fagundes e Cañas, 2004] da teoria das implicações significantes, com o objetivo de analisarmos os mapas conceituais, com especial destaque para as frases de ligação.

Uma *implicação local* pode ser definida como o resultado de uma observação direta, ou seja, aquilo que pode ser registrado do objeto apenas a partir 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. Isso acontece se, por exemplo, estivermos estudando uma bola de futebol, estaremos fazendo implicações locais ao afirmarmos que a bola é azul ou preta, que ela é feita de couro ou de plástico e que possui um tamanho específico. Em um mapa conceitual, as implicações locais geralmente aparecem nas proposições com frases de ligação que usam verbos tais como “é”, “tem” etc [Dutra, 2009].

Uma *implicação sistêmica*, por sua vez, 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. Se continuarmos com nosso exemplo da bola de futebol, podemos afirmar que são implicações sistêmicas dizermos que a bola pula ao ser jogada no chão, que a distância que ela atinge ao ser chutada depende da força do chute ou da posição em que o pé atinge a bola. Nos mapas, podemos perceber

sistemas de relação (geralmente hierárquicos), em que há implicações entre os conceitos, dando conta de causas e consequências, sem ainda levar a explicações e/ ou justificações. Como? Por quê? Essas são perguntas que ainda não têm respostas [Dutra, 2009].

Já a *implicação estrutural* amplia as anteriores, porque aqui aparecem as razões, os porquês. Piaget fala em compreensão endógena das razões e na descoberta das relações necessárias [Piaget e Garcia, 1989]. Assim, mais do que um conhecimento de causas e consequências, as implicações estruturais estabelecem que condições (no sentido lógico) são imprescindíveis para determinadas afirmações, fazendo distinções daquelas que são apenas suficientes [Dutra, 2009]. No nosso exemplo, para chegarmos a uma implicação estrutural precisaríamos explicar, por exemplo, que ao atingirmos a bola, em um chute, na parte mais inferior da mesma, a força resultante aplicada na bola a impulsiona com certa velocidade, fazendo-a descrever um arco como trajetória. No caso dos mapas conceituais, precisaríamos combinar um conjunto de proposições para que tenhamos implicações estruturais.

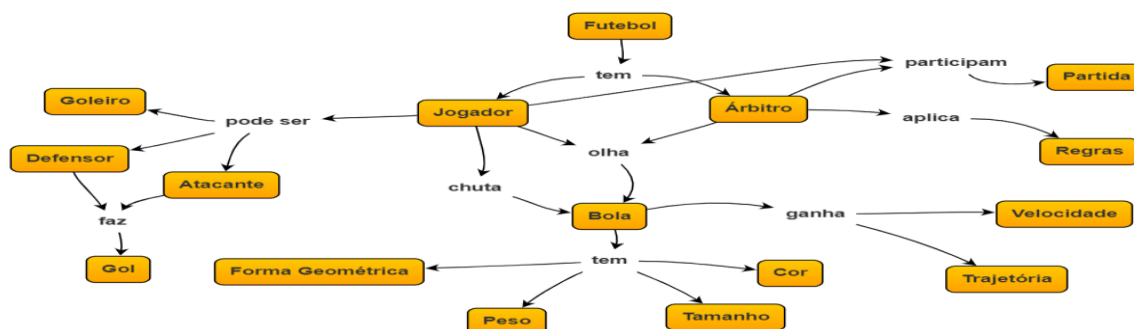


Figura 1. Mapa Conceitual representando os três tipos de Implicações Significantes.

4. MAPimp

MAPimp é uma ferramenta computacional que auxilia na identificação de implicações significantes em mapas conceituais, disponível tanto para os professores quanto para os estudantes. A partir da ferramenta, os professores poderão examinar de forma mais evidente e direcionada as implicações construídas pelos estudantes, permitindo um diagnóstico rápido sobre as deficiências do aprendizado. Já os estudantes poderão averiguar seus mapas e observar as implicações identificadas pela ferramenta, de forma a incrementar novas percepções sobre o seu próprio mapa. Ou seja, se o mapa de um estudante for colorido apenas com a cor amarela, então o professor e o aluno poderão analisar e constatar que o aprendizado está se desenvolvendo apenas em nível local, carecendo de prosseguir até um nível superior.

O modelo conceitual da ferramenta é apresentado na Figura 2 e sintetizado a seguir: O processo se inicia com o login do professor ou do estudante pelo **website** do Portal do CMPaaS [Perin, 2015]. Um **editor** de mapas é disponibilizado pelo portal para que o usuário possa construir um novo mapa conceitual. O mapa construído pelo autor é representado em formato *JSON* (JavaScript Object Notation) e enviado para o **Agente Implicante**. Ao processar o arquivo, o agente detecta o idioma em que o mapa conceitual foi escrito (português ou inglês) e mapeia todos os conceitos e relações do arquivo JSON. Em seguida, o serviço identifica as implicações significantes com base

na estratégia apresentada na Seção 3. A identificação das implicações locais é realizada por meio de verbos locais; das sistêmicas, por meio de verbos transitivos; e das estruturais, por meio da topologia das proposições no mapa. Uma vez que as relações entre os conceitos forem classificadas como local, sistêmica ou estrutural, o Agente Implicante atribui as propriedades de **cor** às setas direcionadas do mapa e gera um mapa conceitual atualizado com as cores pré-definidas para cada tipo de implicação em destaque [Rios, Aguiar e Cury, 2017]. O mapa conceitual modificado com as implicações é exibido novamente para o usuário. Assim, o professor e o estudante, recebem um feedback gráfico e automático do mapa conceitual elaborado anteriormente.

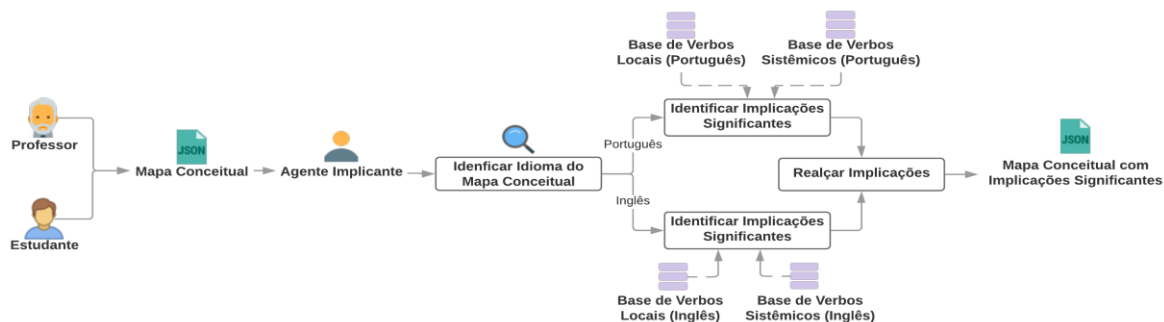


Figura 2. Arquitetura Conceitual MAPimp

4.1. Serviço

A solução aplicada pelo agente implicante foi implementada em uma arquitetura orientada a serviços assegurando a extensibilidade e usabilidade da solução. Para isso, utilizou-se linguagem Java com Spring Framework. A API usa serviços comuns de Processamento de Linguagem Natural (PLN) de outros kits de ferramentas, como OpenNLP e CoGrOO, para fornecer tarefas mais específicas para inspeção de textos. O serviço faz parte de uma API que provê um conjunto de recursos para apoiar o desenvolvimento de soluções computacionais baseadas em mapas conceituais chamada ExtroutMap. O serviço da ferramenta MAPimp está disponível por meio do padrão URI: http://extroutmap.lied.inf.ufes.br/IS_MapConceptual/.

O serviço recebe, como entrada um código no formato *JSON*, referente a um mapa conceitual, e o retorna posteriormente com as implicações significativas identificadas através de cores, nas setas de ligação. A arquitetura conceitual é detalhada na Figura 3 e descrita nas subseções a seguir.

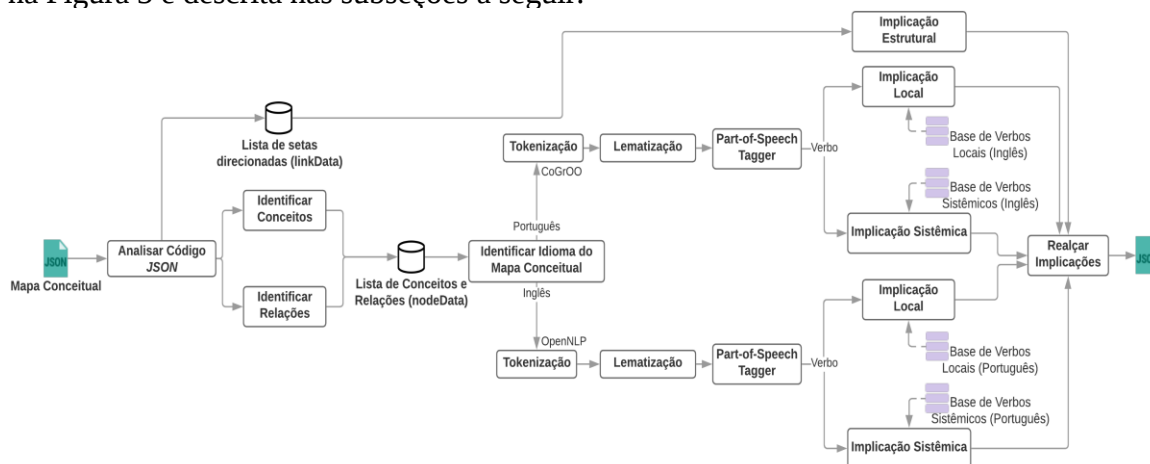


Figura 3. Arquitetura conceitual do serviço

a) Analisar o Mapa Conceitual no formato JSON

Ao receber o mapa conceitual em formato *JSON*, a biblioteca faz o seu processamento de forma sequencial seguindo os passos: i) Cria-se um *Array List* que contém os principais atributos para a nossa análise, afim de manipulá-los de forma mais prática. O primeiro atributo é o *key*, do tipo *UUID*, um identificador único, para os conceitos e relações. O *UUID* é um identificador universalmente exclusivo utilizado para identificação de qualquer coisa no mundo da computação. O segundo é o *text*, do tipo *String*, que contém as palavras que representam os conceitos e relações. E por último o *category*, identificador, do tipo *String*, que distingue o que é conceito e o que é relação; ii) Cria-se outro *Array List* que contém os principais atributos responsáveis por identificar as setas direcionadas nos mapas, que ligam conceito-relação e relação-conceito. O *from*, que é um identificador para caracterizar onde a seta direcionada tem início e o *to*, que é um identificador para caracterizar onde a seta direcionada tem fim. Posteriormente será adicionado o atributo **color** para identificar as implicações significantes. Será utilizado a cor amarela para implicações locais, verde para sistêmicas e azul para estruturais.

b) Identificar Idioma

Para detectar o idioma do mapa conceitual, é utilizado um modelo do Apache OpenNLP, que é capaz de detectar até 103 idiomas. É importante observar que esse modelo é treinado e funciona bem para textos mais longos que têm pelo menos duas frases ou mais de uma mesma língua. Como precisamos de um texto de entrada grande o suficiente para que o modelo possa identificar o idioma de forma precisa, a estratégia adotada é concatenar em uma *String* todas as palavras que são utilizadas nas proposições.

c) Verificar ocorrência de Implicação Local

Para cada relação encontrada, faz-se a tokenização da *String* contida no atributo *text*, seguida da análise morfológica e da lematização, identificando a classe gramatical com a ajuda dos serviços Apache OpenNLP, para o idioma Inglês, e do CoGrOO, para o idioma Português. Caso a classe gramatical seja verbo, verifica se o lema está contido na Base de Verbos Locais. Uma vez identificado que o verbo é local, o algoritmo verifica se os atributos *from* ou *to* correspondem ao identificador *key* da relação classificada como local. Caso sim, adiciona-se o atributo *color* com o valor "*Yellow*". Este atributo é reconhecido pelo Editor do Portal, fazendo com que a relação seja colorida de amarelo. Em Português, segundo [Rios, Aguiar e Cury, 2017] a implicação local é identificada utilizando uma base contendo os verbos definidos como local: *ser, estar, ter, haver, conter e possuir*. Já em Inglês, a implicação local é identificada utilizando uma base contendo os verbos definidos como local: *be, have, take, can, contain, compound, hold, keep, own e possess*.

d) Verificar ocorrência de Implicação Sistêmica

Essa etapa é idêntica ao de verificação de existência de Implicação Local. Portanto, caso a classe gramatical da palavra seja verbo e este não foi encontrado na Base de Verbos Locais, é checado se o lema dela está contido na Base de Verbos Sistêmicos. Nesta base estão os verbos transitivos diretos. Uma vez identificado que o verbo é sistêmico, o algoritmo verifica se os atributos *from* ou *to* correspondem ao identificador *key* da

relação classificada como sistêmica. Caso sim, adiciona-se o atributo color com o valor "Green". Este atributo é reconhecido pelo Editor do Portal, fazendo com que a relação seja colorida de verde. Em Português, utiliza-se uma base contendo cerca de 1100 verbos transitivos diretos. Já em Inglês, a base contém um pouco mais de 14.000 verbos transitivos.

e) Verificar ocorrência de Implicação Estrutural

A implicação estrutural é identificada a partir da topologia do mapa. Assim, quando vários momentos conceituais convergem para formação de um outro conceito, ou seja, a junção de diferentes conceitos implica na formação de um novo, consideramos essa implicação como estrutural [Rios, Aguiar e Cury, 2017]. Ou seja, ao perceber que dois conceitos distintos resultam em um novo conceito, através da mesma relação, é identificada uma Implicação Estrutural. Caso a implicação seja identificada como Estrutural, adiciona-se o novo atributo color com o valor "Blue". Este atributo é reconhecido pelo Editor do Portal, fazendo com que a relação seja colorida de azul.

f) Realçar as Implicações Significantes

Após a identificação das implicações significantes, se houver alguma relação não classificada como nenhuma das implicações significantes, o atributo Color pertencente a ela retorna com o valor "Black". Por fim, o código do Mapa Conceitual em formato JSON é retornado com as implicações identificadas através de cores, nas relações do mapa, para o usuário, sendo reexibido pelo editor de mapas do Portal.

A Figura 4 apresenta o mapa conceitual resultante do processo realizado pela ferramenta, tendo como entrada o exemplo da Figura 1 abordado na Seção 3.

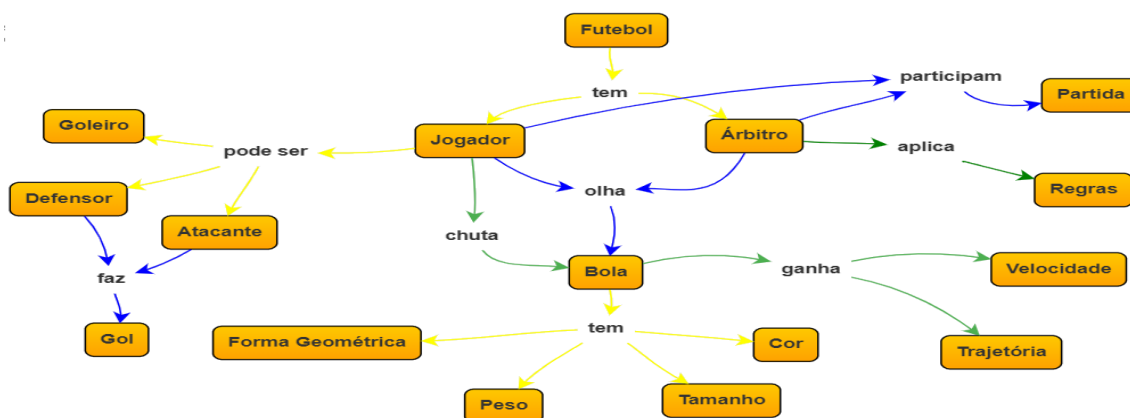


Figura 4. Mapa Conceitual da Figura 1 após ser analisado pela ferramenta

5. Aplicação e Resultados

A fim de obter uma análise quantitativa e qualitativa sobre a ferramenta, MAPimp foi aplicada no contexto educacional de uma turma com 26 alunos da disciplina de Organização e Representação do Conhecimento do curso de Arquivologia de nossa universidade. A turma já havia sido introduzida ao assunto de mapas conceituais em disciplinas anteriores e, portanto, já estava familiarizada com seus elementos. A partir desse pré-conhecimento, apenas a ferramenta e seus recursos foram apresentados à turma durante o experimento. Foram realizados dois experimentos, denominados EXP-BEGIN (realizado no primeiro dia de aula da disciplina) e EXP-END (realizado no

último dia de aula da disciplina). Cada um dos experimentos foi conduzido pelo professor no ambiente de sala de aula a fim de que os alunos elaborassem um mapa conceitual sobre o assunto de Tecnologias da Informação a partir de seu próprio conhecimento, sem o auxílio de material.

Para a análise **quantitativa**, o nosso objetivo é avaliar a precisão da ferramenta em identificar as implicações significantes no mapa conceitual. Para isso, os mapas conceituais dos experimentos EXP-BEGIN e EXP-END foram reunidos (52 mapas) e analisados de forma manual (professor) e automática (ferramenta) segundo a presença de implicações significantes conforme discutido na Seção 3. A Tabela 1 apresenta os resultados da análise manual e automática para os experimentos EXP-BEGIN e EXP-END, respectivamente abreviados para BEG e END.

Tabela 1. Análise dos Mapas para os experimentos EXP-BEGIN e EXP-END

Aluno	Proposição		Análise do Professor						Análise MAPimp					
			Implicação Local		Implicação Sistemica		Implicação Estrutural		Implicação Local		Implicação Sistemica		Implicação Estrutural	
	BEG	END	BEG	END	BEG	END	BEG	END	BEG	END	BEG	END	BEG	END
A1	18	14	5	4	10	8	0	0	5	4	10	7	0	0
A2	18	15	1	7	11	5	4	2	1	7	11	4	4	2
A3	30	21	0	0	18	15	8	4	0	0	17	15	8	4
A4	16	15	1	3	6	5	0	0	1	3	5	5	0	0
A5	20	13	4	1	10	6	2	4	4	1	10	6	2	4
A6	17	16	0	0	12	8	0	3	0	0	12	8	0	3
A7	20	15	0	7	9	7	8	0	0	7	9	7	8	0
A8	19	17	2	1	9	12	4	2	2	1	9	12	4	2
A9	16	14	0	1	12	9	0	0	0	1	7	8	0	0
A10	21	18	5	6	13	12	2	0	5	6	13	12	2	0
A11	16	13	3	4	2	6	0	0	3	4	1	6	0	0
A12	25	28	0	5	3	3	4	20	0	5	3	1	4	20
A13	11	14	1	3	4	9	0	0	1	3	4	7	0	0
A14	8	15	1	3	0	9	0	0	1	3	0	8	0	0
A15	10	22	1	4	9	12	0	0	1	4	7	12	0	0
A16	17	17	5	3	12	12	0	0	5	3	11	12	0	0
A17	21	17	0	3	17	12	2	0	0	3	15	11	2	0
A18	17	17	5	6	12	8	0	2	5	6	11	8	0	2
A19	17	14	4	1	10	12	0	0	4	1	10	12	0	0
A20	20	15	0	0	4	13	14	0	0	0	0	10	14	0
A21	17	16	7	5	6	3	0	6	7	5	6	2	0	6
A22	21	18	2	1	7	9	8	4	2	1	6	5	8	4
A23	18	14	9	3	7	8	2	0	9	3	6	8	2	0
A24	13	17	2	3	8	7	0	4	2	3	5	4	0	4
A25	20	20	1	2	12	10	0	7	1	2	12	10	0	7
A26	23	15	3	2	5	12	6	0	3	2	5	9	6	0
TOT	469	430	62	78	228	232	64	58	62	78	205	209	64	58

A partir dos resultados apresentados, podemos observar que MAPimp foi capaz de identificar os três tipos de implicações significantes (local, sistêmica e estrutural). Ademais, conforme apresentado na Tabela 2, verificamos que MAPimp atingiu 100% na identificação das implicações locais e estruturais, e 90% nas implicações sistêmicas. Ou seja, quase todas as implicações identificadas pelo professor, também foram identificadas pela ferramenta. Essa eficiência é calculada comparando o total de implicações identificadas manualmente pelo professor com o total identificado pela ferramenta.

Tabela 2. Análise sumarizada dos experimentos

Experimento	Proposições	Análise do Professor			Análise MAPimp		
		Implicações	Implicações	Implicações	Implicações	Implicações	Implicações

		Locais	Sistêmicas	Estruturais	Locais	Sistêmicas	Estruturais
EXP-BEGIN	469	62	228	64	62	205	64
EXP-END	430	78	232	58	78	209	58

Para a análise **qualitativa**, nosso objetivo é avaliar se por meio das implicações significantes é possível identificar mudanças no aprendizado dos estudantes. Para isso, utilizamos os resultados do primeiro experimento, porém agora, sobre diferente ponto de vista. Analisando as duas atividades desenvolvidas pela turma, no início e no final do curso, percebemos que a quantidade média de proposições presentes nos mapas dos estudantes foram similares, média de 469 proposições em EXP-BEGIN e média de 430 proposições em EXP-END. No entanto, observamos um aumento de 54% no total de proposições que não haviam sido representadas com implicações nos mapas. Enquanto que em EXP-BEGIN, 115 proposições não foram classificadas com implicações significantes, em EXP-END, apenas 62 proposições não foram classificadas.

Esse aumento no número total de implicações foi resultado do aumento das Implicações Locais (25,8%) e Implicações Sistêmicas (1,75%). O aumento de Implicações Locais pode ser justificado pelo fato de que em EXP-BEGIN os relacionamentos do mapa representaram um conhecimento desorganizado sobre o assunto e, por isso, as relações não eram tão claras e significativas. Exemplo disso são relações formadas por textos extensos na tentativa de representar esse conhecimento não estruturado. Assim, em EXP-END, os estudantes conseguiram organizar e estruturar melhor esse conhecimento a partir do conteúdo explorado durante o semestre, representando a mudança em relação ao conhecimento inicial.

Segundo os experimentos, observamos que a turma adquiriu um certo conhecimento sobre o assunto abordado no início do semestre, e a ferramenta foi capaz de identificar essa mudança, hipotetizando uma mudança no conhecimento. Podemos considerar que a construção do conhecimento proposta por Piaget está evidente em todos os mapas, porém é vista de maneira mais clara onde o aprendizado foi construído ao passar dos meses, onde novos conhecimentos são assimilados, acomodados e adaptados. Vale ressaltar que o experimento demonstrou a construção de implicações locais a partir do conhecimento inicialmente desestruturado, mas ainda não há evidências sobre mudanças no nível de implicações no decorrer do aprendizado.

6. Considerações Finais

O artigo apresenta a proposta de uma ferramenta computacional que auxilia na identificação de implicações significantes em mapas conceituais definidas por Piaget, para acompanhamento dos processos de construção do conhecimento. Este artigo é uma evolução de uma pesquisa inicial da representação de implicações em mapas conceituais [Rios, Aguiar e Cury, 2017] e se difere no que se refere à abordagem de identificação, idiomas suportados (inglês e português), visualização gráfica, disponibilização de serviço para reutilização e ferramenta on-line. Ademais, em uma busca não sistemática por trabalhos relacionados, não encontramos outros trabalhos pertinentes a essa linha de pesquisa.

Sabemos que os mapas conceituais são boas representações gráficas do conhecimento e da informação, além de ferramentas úteis na construção do conhecimento. Assim, podemos concluir que a união dos mapas conceituais com as implicações significantes produz um cenário ainda mais favorável aos processos do

conhecimento. E isso fica evidenciado quando o mapa conceitual é exibido com as cores das diferentes implicações, sendo útil tanto para o estudante quanto para o professor. O professor, ao observar um mapa colorido pela solução proposta, percebe nitidamente em que nível o aluno chegou, em um dado momento.

Segundo os resultados apresentados, é possível constatar a eficiência da ferramenta proposta e sua potencial importância para a avaliação do aprendizado. Podemos concluir que a utilização da ferramenta MAPimp resultaria em uma satisfatória economia cognitiva do professor, visto que os resultados das análises manual e automática foram quase semelhantes.

Finalmente, a ferramenta não pretende resolver na totalidade o problema da identificação das implicações, porém apresenta grande potencial auxiliar na resolução do problema cuja solução depende de outras intervenções.

Referências

- AUSUBEL, D. P. (2000). **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- DUTRA, Í. M., FAGUNDES, L. C. & CANÃS, A. J. (2004). **Un Enfoque Constructivista para el Uso de Mapas Conceptuales en Educación a Distancia de Profesores**. In: CMC 2004 - First International Conference on Concept Mapping, Pamplona, Navarra - Espanha.
- DUTRA, Ítalo Modesto. **Mapas conceituais e uma proposta de categorias construtivistas para seu uso na avaliação da aprendizagem**. 2009.
- DUTRA Ítalo M. 2018. **As implicações significantes: categorias para a análise de mapas conceituais**. Disponível em: <http://peadalvorada5.pbworks.com/f/italo_mapas.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2019.
- MOREIRA, Marco Antonio; **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Ed. Centauro, 2010, p. 11 – 31.
- NOVAK, Joseph D.; CAÑAS, Alberto J. **The theory underlying concept maps and how to construct them**. Florida IHMC, v. 1, p. 2006-2001, 2006.
- PERIN, W. de A.; CURY, D.; MENEZES, C. S. de. **iMap & CMPaaS - De Ferramenta à Plataforma de Serviços para Mapas Conceituais**. Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação., 2015.
- PIAGET, J.; GARCIA. **“Hacia una lógica de significaciones”**. Gedisa, Mexico, 1989.
- RIOS, Patrícia; AGUIAR, Camila Z.; CURY, Davidson. **Identifying significant implications using computational support**. In: LACLO. IEEE, 2017. p. 1-7.
- TAVARES, Romero. **Construindo mapas conceituais**. Ciências & Cognição, v. 12, p. 72-85, 2007.