

Mapas Conceituais de Referência: Uma Abordagem do Ponto de Vista do Educador

Wagner Gaspar, Camila Z. Aguiar, Davidson Cury

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras

Vitória, ES, Brasil

wagner.gaspar@aluno.ufes.br

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

ABSTRACT

The use of Concept Maps presents numerous benefits in the teaching and learning process, especially for its capacity to organize, represent and promote the construction of knowledge. However, building a good map is a laborious process that requires a lot of time and cognitive effort by author. Additionally, for the teacher, using maps in pedagogical activities require great effort to identify the construction of knowledge and its evaluation. This study proposes a method for assisted generation of Reference Concept Maps, maps that present the most relevant concepts about a particular domain according to the view point of a specialist, aiming to minimize the teacher's work in the use of maps, motivate and expand their perspective in pedagogical approaches.

RESUMO

A utilização de Mapas Conceituais tem apresentado inúmeros benefícios no processo de ensino e aprendizagem, especialmente por sua capacidade de representar, organizar e promover a construção do conhecimento. No entanto, a construção de um bom mapa é um processo trabalhoso que exige muito tempo e esforço cognitivo por parte do autor. Adicionalmente, por parte do professor, o uso de mapas em atividades pedagógicas ocasiona grande esforço na identificação da construção do conhecimento e de sua avaliação. Este estudo propõe um método para geração assistida de Mapas Conceituais de Referência, mapas que representam as informações mais relevantes sobre um determinado domínio segundo o ponto de vista de um especialista, visando auxiliar o trabalho do professor na utilização de mapas, motivar e expandir sua perspectiva em abordagens pedagógicas.

Categories and Subject Descriptors

K.3.1 [Computers and Education]: Computer Uses in Education.

D.2.11 [Software Engineering]: Software Architecture.

I.2.7 [Artificial Intelligence]: Knowledge Representation - Natural Language Processing.

I.5.0 [Pattern Recognition]: General.

General Terms

Algorithms, Theory.

Keywords

Concept Map, Reference Concept Maps Generation, Knowledge Representation.

1. INTRODUÇÃO

Tentar compreender como as crianças, e o ser humano de forma geral, adquirem novos conceitos tem sido uma questão que há tempos tem motivado e direcionado os estudos de muitos pesquisadores. Joseph Novak [29], durante a condução de suas pesquisas ainda na década de 70 na Universidade de Cornell, encontrou essa dificuldade ao tentar entender como as crianças absorvem novos conceitos científicos. Não satisfeito com os resultados das observações e transcrições das entrevistas realizadas, seu estudo culminou numa proposta de representação gráfica do conhecimento que expressasse as relações conceituais presentes na mente das crianças, conhecida hoje como Mapa Conceitual (MC) [29].

Se apresentando como uma forma simples, rica e eficiente de representação e mesmo construção do conhecimento, os Mapas Conceituais (MCs) se tornaram conhecidos e utilizados no mundo todo em diversas áreas [10], mas foi na educação que sua utilização se destacou e têm se mostrado tão útil e eficiente.

Pesquisas concluíram que de fato fazer uso dos mapas no processo de ensino e aprendizagem pode afetar a aprendizagem, aprimorando estratégias cognitivas, metacognitivas e motivacionais em graus variados [34], além de sua utilização ser um meio eficaz para o ensino de conteúdos expositivos [28] [25].

Os MCs podem ser utilizados em diversas atividades como: avaliação do que foi aprendido; nivelamento de grupos; tomar ciência do conhecimento prévio de uma turma sobre um tópico específico antes do início das atividades [29]; no apoio à decisão; na documentação; no suporte às pautas de reuniões; na organização de palestras; dentre outros [5]. No entanto, os benefícios proporcionados pelo uso de MCs na aprendizagem muitas vezes não são claros, restringindo seu uso às atividades de elaboração e comparação de mapas.

Assim, esta pesquisa apresenta uma proposta para a construção assistida de MCs de referência, mapas contendo os conceitos mais relevantes de um texto ou domínio, a fim de facilitar seu processo de construção e ampliar sua abrangência para diversas atividades, buscando apoiar e incentivar a utilização de MCs em abordagens pedagógicas.

A proposta aborda o uso de correspondência de grafos na interpretação dos mapas [21] [37]. Num primeiro momento, o mapa é analisado como um grafo rotulado direcionado [4] [13], isso permite pontuar os conceitos e ligações do mapa fazendo uso dos conceitos de grau de entrada e saída de um vértice do grafo [4]. Num segundo momento, o mapa é analisado como um grafo não direcionado e, fazendo uso do algoritmo de busca em largura [11] [17], verificamos a conexidade do mapa analisado, garantindo assim que o mapa gerado ao final do processo será um mapa conexo.

Este estudo está organizado nas seguintes seções além desta introdução. Na seção 2 é apresentado o referencial teórico que embasa este trabalho. A arquitetura proposta é apresentada na seção 3 seguida pela apresentação de um protótipo, em desenvolvimento, na seção 4. Por fim, na seção 5 é apresentada a conclusão do trabalho e perspectivas futuras.

2. MAPAS CONCEITUAIS

Os MCs, propostos por Joseph Novak, são fundamentados na teoria da psicologia da aprendizagem de David Ausubel [29]. A ideia fundamental por trás da teoria de Ausubel é que a aprendizagem se dá por meio da assimilação de novos conceitos e de sistemas proposicionais dentro de conceitos e sistemas proposicionais já assimilados pelo aprendiz, a que Ausubel chama de estrutura cognitiva do indivíduo [29].

É na explanação dessa teoria que surge a definição de subsunçores, uma rede de conhecimento já assimilado pelo aprendiz aos quais os novos conceitos se associam, expandindo a rede de conhecimento do indivíduo [24], Ausubel, apud [27]. A ausência desses subsunçores (ausência de conhecimento prévio) explicaria, em algumas situações, a dificuldade de assimilação de novas informações quando o aprendiz não possui nenhum conhecimento prévio a cerca do domínio estudado.

Nesse contexto, os MCs são ferramentas gráficas para a representação, organização e construção do conhecimento, permitindo ao construtor expor de forma gráfica no mundo real as informações que possui sobre um domínio de conhecimento e como estão relacionadas [10]. Seus elementos fundamentais são os conceitos, envoltos em um retângulo ou elipse, e as frases de ligação que unem dois conceitos, demonstrando a relação existente entre eles. À tripla conceito-relação-conceito é dado o nome de proposição [29], como apresentado na Figura 1.

É importante mencionar ainda outras duas características dos MCs. Primeiro, sua construção é guiada por um questionamento inicial a que se deseja responder, a questão focal. É a construção da resposta a esta questão que guiará a construção do mapa. Para o mapa apresentado na Figura 1 poderíamos pensar como questão focal a seguinte pergunta: o que são mapas conceituais? Segundo, os conceitos são organizados de forma hierárquica, com os conceitos mais gerais no topo do mapa e os mais específicos dispostos hierarquicamente abaixo [29].

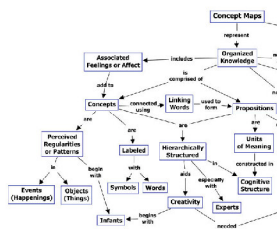


Figura 1. Parte de um mapa conceitual sobre mapas conceituais extraído de [29]

Os MCs têm sido utilizados em diversas áreas, como por exemplo, para a representação de uma base de conhecimento, posteriormente convertida em uma ontologia rasa descrita na linguagem OWL (padrão adotado pela web semântica), de forma a auxiliar a representação do conhecimento de um dado domínio por não especialistas em engenharia do conhecimento [31] [18], como base de conhecimento para a criação de agentes inteligentes [9] [12] [19], para criação de jogos virtuais [35] [20] e ainda em engenharia de software para especificação de requisitos [33].

Porém, foi na educação que os MCs ganharam mais espaço, especialmente por sua capacidade de auxiliar na construção e representação do conhecimento acerca de um domínio. O mapa pode ser considerado como uma representação estática do conhecimento do autor naquele determinado momento, uma vez que o autor do mapa precisa elencar quais os conceitos serão incluídos e refletir de que forma estes conceitos estão relacionados entre si.

Há na literatura relatos de atividades avaliativas por meio de mapas com erros inseridos intencionalmente, a fim de que o aprendiz os identifique [10], sistemas baseados na arquitetura de perguntas e respostas com a finalidade de apoiar a análise de MCs [30], atividades interdisciplinares avaliando como os alunos conseguiam relacionar o conceito de energia com o estudo das disciplinas de química, biologia e física [26], entre outros.

Em [23] os autores discutem a utilização de MCs no ensino de biologia, apresentando pesquisas que demonstram resultados positivos para o processo de ensino e aprendizagem, especialmente por modificar a forma de apresentação dos conteúdos abordados em sala.

Os autores defendem ainda que os mapas se apresentam como alternativa viável na substituição de velhas práticas de ensino, destacando como benefícios de sua utilização a facilitação da compreensão de novos conceitos, capacidade de compreender e utilizar diferentes linguagens e uma maior integração e organização do conteúdo por parte do aprendiz, enquanto que auxilia o professor na exposição de novos conceitos e suas relações e numa melhor compreensão e avaliação dos estudantes.

Numa outra abordagem [7], os MCs são utilizados como estratégia facilitadora para aprendizagem da anatomia humana. Em avaliação feita pelos pesquisadores com base em questionários, constataram que a abordagem com MCs foi bem recebida e motivadora do ponto de vista dos alunos dos cursos de fisioterapia e terapia ocupacional.

Em [36] a técnica de MCs é vastamente pesquisada na literatura e aplicada nas disciplinas análise de balanço e análise de custos do curso de contabilidade. Dentre os resultados observados, os autores destacam que os aprendizes elaboraram mapas incluindo conceitos não vistos nas disciplinas e ainda conceitos de outras disciplinas, ampliando assim o escopo na análise.

Nas palavras dos autores [36 p. 134] “Os mapas são espelhos mentais que comunicam a maneira como o aluno percebe e compreende sua realidade. Revela, igualmente, suas dificuldades de aprendizagem”.

Com sua popularização e visando minimizar o esforço despendido para a elaboração de um bom mapa [1], ferramentas tecnológicas têm sido propostas para auxiliar a construção e utilização dos

MCs, como o CmapTools [8], que fornece inúmeros recursos para a construção de mapas em meio virtual, e o CMPaaS [30] [5], que se propõe a ser uma plataforma de serviços para construção, análise e manutenção de MCs.

Em outra direção, há também pesquisas que trabalham com a geração automática de mapas a partir de textos [2] [38], geração de ontologias a partir de mapas [31], inferências a partir de mapas [18], entre outros. Esta vertente, apesar de sua importância, não é o foco deste estudo, uma vez que não objetivamos extrair informações de análise a partir de mapas, mas sim, construir um mapa de referência que garanta a qualidade do conhecimento representado a fim de auxiliar o professor na elaboração de atividades pedagógicas e sua avaliação.

2.1 Mapa Conceitual de Referência

Com base nas informações apresentadas nas seções anteriores, especialmente embasados nos estudos apresentados em [28] [34] e [25], podemos concluir pela importância dos MCs, especialmente no ambiente educacional, dada sua grande utilização e aplicabilidade nos mais diversos contextos e seu potencial para representação, organização e construção do conhecimento.

Em contrapartida, poucos estudos têm sido direcionados para otimizar tempo e adicionar recurso em abordagens para a construção de mapas. Nesse contexto, percebemos a aplicação de uma abordagem mais tradicional por parte do professor motivando os aprendizes a construir mapas em meios físicos como papel ou em meio digital com o auxílio de algum software.

A fim de incentivar o desenvolvimento e aplicação de novas abordagens pedagógicas, definimos o conceito de Mapas Conceituais de Referência (MR), mapa que representa os conceitos mais relevantes sobre um determinado domínio segundo um especialista do domínio. Assim, um MR sobre um mesmo domínio pode apresentar variações se elaborado por especialistas diferentes, no entanto, as variações estão relacionadas com o ponto de vista do especialista e não com a informação do domínio.

No contexto educacional, um MR pode ser entendido como o mapa construído pelo professor sobre um determinado tópico, que poderá ser usado como referência para a representação desse conhecimento em uma turma.

Com base em nossa experiência pedagógica, vislumbramos inúmeros benefícios e utilidades com a construção dos mapas de referência, tal como na apresentação ou revisão de um conteúdo, para avaliação da aprendizagem analisando o mapa do aluno com o mapa de referência, como base de conhecimento na elaboração de jogos educacionais, como artefato para feedback automatizado da aprendizagem dentre outros.

Do ponto de vista do professor, este terá um mapa conciso e completo sobre o tópico a ser trabalhado com a turma, além de poder ser utilizado num amplo conjunto de atividades com diferentes finalidades, otimizando assim seu tempo.

Para o aluno, além de possuir mapas concisos e abrangentes sobre os tópicos abordados, esta abordagem representa ainda a proposta de atividades diferenciadas e dinâmicas, envolvendo desde a criação de jogos à geração de ranking entre os alunos.

2.1.1 Aplicações para um Mapa de Referência

Apesar de serem utilizados em diversos segmentos, as atividades envolvendo MCs se restringem, em sua grande maioria, à construção e comparação de mapas, como vimos nas seções anteriores. Portanto, queremos, com esta abordagem, ampliar sua utilização e estender sua aplicabilidade a outras atividades até então pouco exploradas no âmbito dos MCs.

Com MRs, tanto o educador quanto os aprendizes terão mapas sucintos e ricos, mapeando os principais conceitos e relações dos tópicos abordados. O professor por sua vez, terá um mapa para se guiar em atividades que envolvam comparação de mapas, uma atividade custosa que envolve grande esforço cognitivo.

Numa perspectiva avaliativa, um MR pode ser utilizado a fim de identificar se os aprendizes absorveram os principais conceitos referentes a um tópico e como eles estão relacionados, ou ainda outras abordagens podem ser adotadas como, por exemplo, a implementação de feedback automático tendo um MR como base de conhecimento.

Como base de conhecimento, um MR também pode ser utilizado para alimentar um agente inteligente ou mesmo um tutor não generalista, que não tente responder tudo sobre tudo, mas que seja bom num domínio específico de conhecimento representado no MR.

Pode também ser utilizado como referência ou guia durante todo o período de estudo, sendo utilizado no início do curso para apresentar à turma uma visão geral do que será estudado, e consultado periodicamente junto aos estudantes a fim de acompanharem a evolução das atividades, mantendo os estudantes e o professor situados quanto ao que já foi estudado, onde estão naquele momento, e o quanto ainda falta.

Outra alternativa possível é a geração de mapas com características para gamificação, que possam ser utilizados em atividades lúdicas como games e ranqueamento entre os alunos, trazendo assim uma nova perspectiva para sua utilização no meio educacional.

O termo gamificação, muito em voga atualmente, teve seu primeiro uso documentado em 2008, sendo amplamente adotado a partir de 2010 [3]. Pode ser entendido como a aplicação de elementos e conceitos diretamente relacionados a jogos em outros contextos que tradicionalmente não mantêm relação direta com jogos [3] [6] [15].

Recentemente observamos um grande aumento no número de estudos envolvendo gamificação, não apenas na educação, mas em diversas áreas, especialmente devido ao grande potencial desta para influenciar, engajar, motivar as pessoas [6], possibilitar a resolução de problemas e potencializar a aprendizagem nas mais diversas áreas do conhecimento [15].

Especificamente no contexto educacional, pesquisas de revisão da literatura [16] têm sido conduzidas com a finalidade de entender como a gamificação está sendo compreendida e utilizada e os impactos que estão sendo identificados em suas diversas aplicações.

Fazendo uso de MCs e conceitos de gamificação, encontramos na literatura o Game-O-Matic [35]. A ferramenta recebe como entrada um MC e a ideia apresentada no estudo é a geração de games simples que representam as idéias expressas no MC utilizado como entrada.

Outra proposta apresenta é o Termina [20], um game com o objetivo de avaliar o progresso na aprendizagem do estudante. Partindo de um conceito geral fornecido pelo sistema, o estudante deve inserir novos conceitos que tenha relação com o conceito fornecido inicialmente, construindo assim um MC segundo a interpretação dos autores.

Dissemos *segundo a interpretação dos autores*, pois segundo nossa interpretação, não classificamos o produto gerado ao final dessa interação como um MC, mas sim como um mapa mental, uma vez que possui conceitos envoltos entre retângulos ou elipses e setas apontando para outros conceitos, porém não possui as frases de ligação, que são de fundamental importância por deixar claro a relação existente entre os dois conceitos.

Na utilização de gamificação e ranking entre os alunos, diversas abordagens podem ser adotadas de acordo com objetivo a ser atingido. Quando o conceito propriamente dito é atingido pelo aprendiz, ele pode receber a pontuação total atribuída àquele conceito, por exemplo, enquanto que, caso o aprendiz utilize algum conceito sinônimo, ele pode receber apenas parte da pontuação.

3. ARQUITETURA PROPOSTA

O objetivo deste estudo é propor a construção assistida de um MR a partir de um texto. Assim, se faz necessário uma ferramenta apropriada para esse fim, cujos requisitos podem ser sintetizados em: permitir a seleção de conceitos e relações a partir do texto; possibilitar a criação de proposições; exibir as proposições no mapa a medida que forem criadas; apresentar texto e mapa em um espaço adequado para não haver perda de informação; permitir a atribuição de pesos para os conceitos e ligações tanto de forma automática quanto manual e por fim, elaborar mapas a partir de um domínio de textos ou um único texto.

O requisito referente à atribuição de pesos para os conceitos e ligações permitirá ao professor elaborar atividades pedagógicas motivadoras, tais como jogos, desafios e ranking.

O requisito referente à elaboração do mapa a partir de um domínio de textos permitirá a representação de um domínio que abrange diversos textos e não apenas um único texto. Esta representação pode ser considerada uma sumarização do domínio [2].

A Figura 2 apresenta a arquitetura proposta detalhada a seguir. Composta por cinco elementos identificados respectivamente pelas letras de (a) a (e) e uma sequência de execução que pode ser dividida em quatro etapas. Seus elementos são descritos abaixo:

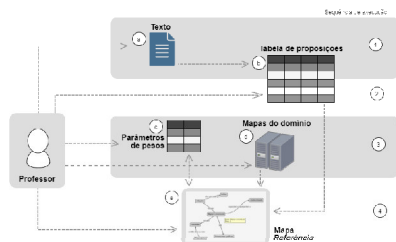


Figura 2. Arquitetura para a geração assistida de um mapa referencial

- a: Texto inserido pelo professor que será usado para a construção do mapa.

- b: Tabela contendo as proposições geradas pelo professor a partir do texto.
- c: Parâmetros para a geração automática de pesos para os conceitos e ligações do mapa.
- d: Base de dados com mapas do domínio já processados pela ferramenta, usados na geração do mapa sumarizado do domínio.
- e: Mapa Referência gerado ao final do processo.

O ator principal neste cenário é a figura do professor, que trabalhará em um texto por ele escolhido, representado em (a), selecionando conceitos e ligações para a criação das proposições. Ao concluir a seleção de uma proposição formada pelo conceito de origem, frase de ligação e conceito de destino, a proposição será inserida numa tabela de proposições, representada por (b). Esta tabela deve permitir a edição de seus campos, permitindo ao professor alterar ou realizar pequenos ajustes textuais nas proposições criadas, assim como a exclusão de alguma proposição criada equivocadamente.

É considerado como conceito de origem o conceito de onde parte a ligação e como conceito de destino o conceito onde a ligação se destina. No exemplo apresentado na Figura 3 o conceito *mapas conceituais* é o conceito de origem enquanto o conceito *conhecimento* é o conceito de destino, ambos ligados pela frase de ligação *organizam o*.

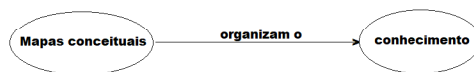


Figura 3. Exemplo de proposição: Mapas Conceituais é o conceito de origem, conhecimento é o conceito de destino e organizam o é a frase de ligação

Concluída a etapa de criação e edição das proposições que irão compor o MR, o professor pode escolher em (c) atribuir pesos aos conceitos e/ou às ligações de forma automática. Nesta etapa, devem estar disponíveis para a escolha do professor algumas opções de pontuação, como por exemplo, usar como peso para um conceito a quantidade de ligações que ele possui com outros conceitos.

Nesta etapa, o professor pode ainda escolher entre gerar um mapa do texto, ou seja, contendo apenas conceitos e relações extraídos do texto, ou um mapa sumarizado do domínio, incluindo proposições de outros mapas salvos na base de dados do mesmo domínio, representado por (d). Neste processo, vários mapas darão origem a um único mapa do domínio, mais completo que os mapas que o originaram.

Criadas as proposições e marcados os parâmetros que melhor satisfaçam a necessidade do professor, o MR poderá então ser gerado, representado por (e). Neste momento, caso nenhuma das opções para geração automática de pontos tenha atendido às necessidades do professor, ele poderá inserir manualmente pesos para os conceitos e ligações.

É importante ressaltar que esta arquitetura permite a criação de quatro mapas distintos a partir da combinação dos parâmetros disponíveis, como listado a seguir:

- 1: Apenas um mapa de referência com proposições extraídas do texto fornecido pelo professor (a, b, e).

- 2: Apenas um mapa de referência com proposições extraídas do texto fornecido pelo professor atribuindo pesos para conceitos e/ou ligações (a, b, c, e).
- 3: Mapa sumarizado incluindo proposições de outros mapas do mesmo domínio trabalhado (a, b, d, e).
- 4: Mapa sumarizado incluindo proposições de outros mapas do mesmo domínio trabalhado atribuindo pesos para os conceitos e/ou ligações (a, b, c, d, e).

Assim, com esta arquitetura contemplamos a geração de uma MR simples a ser apresentado para a turma ou para servir de base numa abordagem avaliativa, contemplamos a geração de um MR com pesos ou pontos atribuídos aos conceitos e ligações, permitindo atividades mais motivadoras como games e geração de rank entre os aprendizes, e ainda a geração de um MR sumarizado, incluindo proposições de outros mapas de mesmo domínio, que também pode ter seus conceitos e proposições pontuados.

3.1 Mapas Conceituais e sua Correspondência com Grafos

Durante a elaboração da arquitetura apresentada, ficou evidente a necessidade do uso de conceitos de grafos para melhor solucionar alguns problemas, como determinar a quantidade de ligações que chegam ou partem de um conceito e se o mapa gerado é conexo, ou seja, não possui proposições soltas. Esta abordagem já é utilizada em outros trabalhos na literatura, como será apresentado a seguir.

Um grafo consiste em uma estrutura matemática composta por um conjunto de vértices e um conjunto de arestas. Os vértices representam objetos enquanto as arestas representam as relações existentes entre estes objetos [21]. Partindo desta definição, fica fácil perceber a correspondência entre um mapa e um grafo. Cada conceito passa a ser representado como um vértice enquanto que cada ligação passa a ser representada como uma aresta.

Partindo dessa abordagem temos, por exemplo, a comparação entre MCs utilizando uma correspondência entre grafos, definindo assim o quão similar são estes grafos [21], caminhamento em um grafo obtido de um MC, a fim de identificar e colorir as implicações significantes definidas por Piaget [32] e ainda a mesclagem de mapas interpretando-os como grafos, abrindo a possibilidade para a geração de um grande e completo mapa a partir de vários mapas gerados por uma turma [37].

Neste trabalho, usaremos a correspondência em grafos para identificar o grau [13] [14] de cada vértice. Nesse sentido temos um grafo direcionado [4] [13], ou seja, cada aresta possui uma direção única, permitindo assim contabilizar os graus de entrada e os graus de saída [4].

Num segundo momento, sem perda de informação, fazemos uma correspondência a um grafo não direcionado, ou seja, cada aresta pode ser usada nos dois sentidos para o caminhamento no grafo. Esta correspondência é adotada por permitir de forma simples um caminhamento em todo o grafo verificando sua conexidade [13] [14]. Este procedimento é adotado para verificar, de forma similar, se o mapa que está sendo gerado é conexo ou possui alguma proposição desconexa.

4. PROTÓTIPO E DESENVOLVIMENTO

Com base na arquitetura proposta na Seção anterior, um modelo está sendo implementado de forma prototípica, adotando desenvolvimento web a fim de minimizar as dificuldades de acesso por parte do usuário, incentivar sua utilização colaborativa e facilitar a integração com outros sistemas.

Assim, para sua utilização faz-se necessário apenas o uso de um computador conectado à internet, não sendo necessário nenhum tipo de instalação na máquina do usuário.

A Figura 4 apresenta a interface da ferramenta constituída de três áreas:

- 1: Criação das proposições a partir do texto fornecido pelo professor.
- 2: Opções para pontuar os conceitos e ligações de forma automática.
- 3: Exibição do mapa com a possibilidade de inserir ou alterar manualmente a pontuação dos elementos.

Para o desenvolvimento da área (1) foi considerado como principal preocupação a facilidade de uso e a visualização do texto e da tabela de proposições. Estas informações foram dispostas de modo a garantir sua visualização sem a necessidade da mudança de página ou navegação na mesma.

Para a área (2) o foco foi apresentar de forma clara e objetiva as opções disponíveis para pontuar, de forma automática, os conceitos e ligações, interpretando o mapa conceitual como um grafo direcionado.

Na área (3), nos preocupamos com a apresentação do MR gerado, reservando espaço adequado para sua exibição de forma clara e objetiva. A seguir, será apresentada detalhadamente cada área.

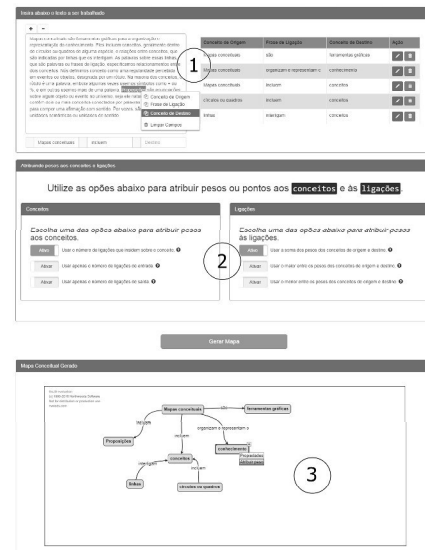


Figura 4. Interface do protótipo

A área (1), apresentada na Figura 5, é a área onde será inserido o texto a ser trabalhado. Apresenta os termos da proposição em construção e a tabela contendo as proposições já criadas pelo professor a partir do texto. Esta área está dividida em duas subáreas (a) e (b).

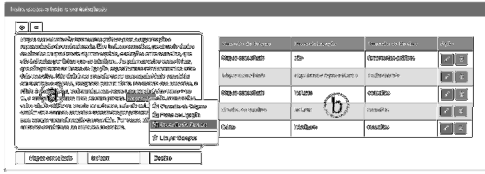


Figura 5. Criação das proposições a partir de texto

À esquerda temos a subárea (a), apresentada na Figura 6. O professor insere o texto a ser trabalhado contando com a opção de ajustar o tamanho da fonte de acordo com sua preferência. Para criar uma proposição o professor deve selecionar um trecho do texto e, com um clique no botão direito do mouse, informar qual campo da proposição está selecionado, o *conceito de origem*, a *frase de ligação* ou o *conceito de destino*.

Abaixo da área de texto, em uma única linha, são apresentados em três campos textuais os termos já informados da proposição em construção, não exigindo desta forma que o professor fique memorizando o que já foi selecionado.

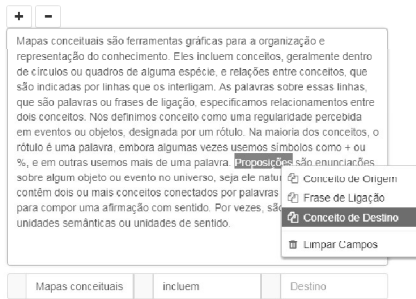


Figura 6. Criação das proposições a partir do texto

Caso algum termo seja inserido equivocadamente ou, durante a criação de uma proposição, o professor descida alterar algum termo já informado, basta utilizar a quarta opção, *limpar campos*, disponibilizada no menu suspenso exibido ao clicar com o botão direito do mouse. Esta função permite limpar os campos já informados e reiniciar o processo de criação da proposição.

À direita, na subárea (b) apresentada na Figura 7, temos a tabela de proposições. Cada proposição criada pelo professor obedecendo ao padrão conceito-ligação-conceito é inserida automaticamente na tabela, obedecendo a seguinte ordem: o conceito de origem na primeira coluna, a frase de ligação na segunda coluna, o conceito de destino na terceira coluna, e ainda opções para a edição e exclusão de cada proposição na quarta coluna.

Conceito de Origem	Frase de Ligação	Conceito de Destino	Ação
Mapas conceituais	são	ferramentas gráficas	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Mapas conceituais	organizam e representam c	conhecimento	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Mapas conceituais	incluem	conceitos	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
círculos ou quadros	incluem	conceitos	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
linhas	interligam	conceitos	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Figura 7. Tabela de proposições criadas a partir do texto

Finalizado o processo de criação e edição das proposições, o professor pode então partir para a etapa seguinte, apresentada na

área (2) da Figura 4, escolher como será a geração automática de pesos para os conceitos e ligações.

Nesta etapa uma abstração é feita sobre o mapa conceitual interpretando-o como um grafo direcionado. Cada conceito é mapeado para um vértice, enquanto cada frase de ligação é mapeada para uma aresta.

Com base nesta abstração, fazemos uso do conceito de grau de um vértice para pontuar os conceitos e ligações. Grau de um vértice consiste na quantidade de ligações que incidem em um vértice, podendo ser grau de entrada (ligações que chegam ao vértice) ou grau de saída (ligações que partem do vértice).

Na Figura 8 é apresentado como exemplo, um mapeamento de um mapa para um grafo direcionado com seus respectivos graus. Na parte superior da figura temos um mapa conceitual de exemplo e na parte inferior o grafo correspondente com os respectivos graus de cada vértice, os graus de entrada na parte superior e os graus de saída na parte inferior.

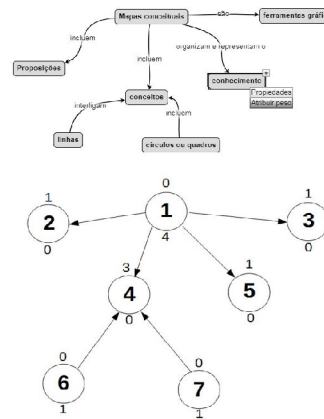


Figura 8. Representação de um mapa conceitual, apresentado na parte superior, para um grafo direcionado, apresentado na parte inferior, contendo os graus de entrada acima dos vértices e os graus de saída abaixo dos vértices

A Figura 9 apresenta a área (2) da Figura 4, área da interface onde o professor irá escolher quais e como pontuar os elementos do mapa. Na subárea (a), à esquerda, estão as opções para pontuação dos conceitos, apresentada na Figura 10, enquanto na subárea (b), à direita, as opções para pontuação das ligações, apresentada na Figura 11.

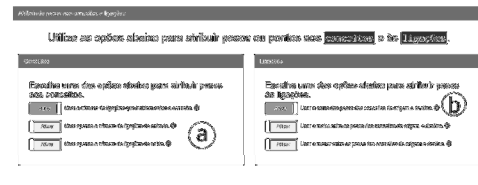


Figura 9. Parâmetros para a geração de pesos para os conceitos e ligações do mapa

Conforme mostrado na Figura 10, o professor pode escolher uma dentre três opções disponíveis para atribuir pesos de forma automática aos conceitos do mapa:

- 1: Usar o número de ligações que incidem sobre o conceito (soma entre graus de entrada e saída do conceito).
- 2: Usar apenas o número de ligações de entrada (grau de entrada do conceito).
- 3: Usar apenas o número de ligações de saída (grau de saída do conceito).

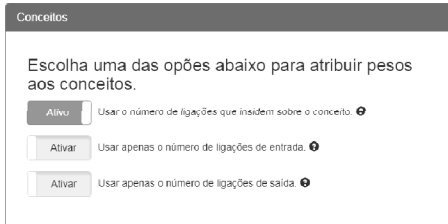


Figura 10. Opções para geração automática de pesos para os conceitos

Na Figura 11, temos as opções para a geração de pesos para as ligações entre os conceitos. Ressaltamos que, como fazemos uso do conceito de grau de um vértice para pontuar todos os conceitos do mapa, as opções para pontuar as ligações apenas se tornam ativas ao se escolher uma das opções para pontuar os conceitos.

Para atribuir pesos às proposições, o professor pode escolher uma dentre as três opções apresentadas:

- 1: Usar a soma dos pesos dos conceitos de origem e destino (soma do grau do conceito de origem e do grau do conceito de destino).
- 2: Usar o maior entre os pesos de origem e destino (maior grau entre o grau do conceito de origem e o grau do conceito de destino).
- 3: Usar o menor entre os pesos de origem e destino (menor grau entre o grau do conceito de origem e o grau do conceito de destino).

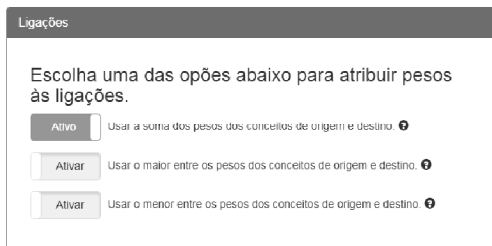


Figura 11. Opções para geração automática de pesos para as ligações

Assim, tomando como exemplo a proposição da Figura 3, temos como possíveis entradas de pontuação os valores apresentados na Tabela 1.

Na primeira coluna são apresentados os pares de valores representando as opções escolhidas pelo professor. O primeiro valor é referente ao peso dos conceitos (com três opções disponíveis), combinados com o segundo valor, referente ao peso da ligação (com três opções disponíveis), de acordo com as opções descritas anteriormente, gerando assim nove combinações diferentes para geração de pesos.

Tabela 1. Exemplo dos pesos possíveis gerados automaticamente para a proposição da Figura 3.

Combinação	Mapas Conceituais	Organizom o	Conhecimento
1 - 1	1	2	1
1 - 2	1	1	1
1 - 3	1	1	1
2 - 1	0	1	1
2 - 2	0	1	1
2 - 3	0	0	1
3 - 1	1	1	0
3 - 2	1	1	0
3 - 3	1	0	0

A segunda e a quarta coluna representam respectivamente o peso gerado para cada conceito, enquanto a terceira coluna representa o peso gerado para a ligação. Assim, se o professor escolhe a primeira opção para pontuar os conceitos, *usar o número de ligações que incidem sobre o conceito*, e a primeira opção para pontuar as ligações, *usar a soma dos pesos dos conceitos de origem e destino*, temos como resultado a primeira linha da tabela.

Ressaltamos que, caso as opções fornecidas não atendam às necessidades do professor, ele pode não selecionar nenhuma das opções e inserir os pesos manualmente após o mapa já gerado.

Ainda na segunda etapa, o professor deve informar que tipo de mapa ele deseja gerar, um mapa apenas do texto, ou um mapa sumarizado do domínio, que será um mapa mais completo, contendo proposições de outros mapas já salvos daquele mesmo domínio. Este recurso encontra-se em fase de desenvolvimento e não será apresentado aqui.

Tendo concluído os passos anteriores, o professor pode então clicar no botão *gerar mapa*, contudo, uma última verificação é feita antes de gerar e apresentar o mapa propriamente dito ao professor.

É interessante que haja ao menos uma ligação chegando ou partindo de cada conceito do mapa, uma vez que cada proposição expressa uma relação entre conceitos. Assim, caso uma ou mais proposições não estejam conectadas ao restante do mapa, duas situações são possíveis, ou elas podem ser excluídas do mapa sem nenhuma perda para o conteúdo apresentado, ou se faz necessário a inclusão de ao menos uma ligação, conectando essas proposições ao restante do mapa, expressando assim a relação existente entre as referidas proposições com o restante do mapa.

Para proceder com esta verificação, novamente recorreremos ao mapeamento do MC para um grafo, desta vez um grafo não direcionado, bastando então verificar se temos um grafo conexo ou desconexo.

Um grafo é dito conexo se existe pelo menos um caminho entre qualquer par de vértices, caso contrário ele é desconexo, ou seja, existe ao menos um vértice isolado, que não se liga com os demais vértices do grafo.

Na Figura 12 apresentamos o exemplo de um mapeamento de um MC desconexo, ou seja, composto por dois submapas separados. Na parte inferior da figura apresentamos respectivamente seu mapeamento para um grafo, que consiste num grafo não direcionado desconexo.

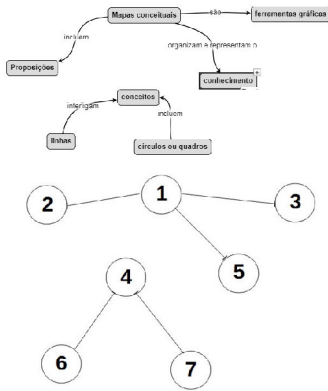


Figura 12. Representação de um mapa conceitual desconexo, na parte superior, como um grafo não direcionado desconexo, na parte inferior.

Para representar computacionalmente esse grafo em memória, fazemos uso de uma matriz de adjacência [22]. Esta é uma matriz quadrada e suas dimensões são a quantidade de vértices do grafo. A Figura 13 apresenta a matriz de adjacência gerada como exemplo para o grafo apresentado na Figura 12.

	1	2	3	4	5	6	7	
1	0	1	1	0	1	0	0	3
2	1	0	0	0	0	0	0	1
3	1	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0	1	1	2
5	1	0	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	1	0	0	0	1
7	0	0	0	1	0	0	0	1
	3	1	1	2	1	1	1	

Figura 13. Matriz de adjacência do grafo apresentado na Figura 12

Esta matriz, de dimensões 7x7, tem inicialmente todas as suas posições zeradas. Seu preenchimento se dá pela fórmula apresentada na Figura 14. Cada célula da matriz receberá o valor 1 se existir uma aresta entre os vértices i e j que pertença ao conjunto E de arestas do grafo, e 0 (zero) caso contrário.

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se } \exists (i, j) \in E \\ 0, & \text{se } \nexists (i, j) \in E \end{cases} \forall i, j \in \mathbb{N}$$

Figura 14. Condição a ser satisfeita para o preenchimento da matriz de adjacência

Preenchida a matriz, podemos perceber que a mesma possui algumas propriedades interessantes como, por exemplo, permitir encontrar facilmente o vértice de maior grau, bastando para isso encontrar a linha ou coluna com a maior soma de seus valores, como apresentado na Figura 13, em que o vértice 1 possui grau 3.

Feita esta representação em grafo, podemos agora realizar uma busca em largura no mesmo, a fim de identificar sua conectividade.

O algoritmo de busca em largura, apresentado em Algoritmo 1, foi escolhido por ser uma forma simples e eficiente de identificar se um dado grafo é conexo ou não. Seu funcionamento consiste em, partindo de um vértice inicial, visitar todos os demais vértices que podem ser atingidos a partir do vértice de início. Concluído esta marcação, basta uma verificação na lista de vértices do grafo, se algum vértice não foi visitado, o grafo é desconexo.

Como num MC os conceitos mais importantes possuem a característica de serem os conceitos com o maior número de ligações, foi escolhido como vértice inicial para o algoritmo o vértice que possui o maior grau, ou seja, o vértice cuja linha ou coluna na matriz de adjacência possui a maior soma, que consiste no mapeamento do conceito com o maior número de ligações no mapa.

Partindo deste vértice de maior grau, são inseridos em uma lista todos os vértices adjacentes a ele. Feito isso, este vértice inicial é marcado como visitado. Em seguida, enquanto a referida lista não for vazia, retira-se o primeiro vértice da lista e verifica quais de seus adjacentes ainda não foram visitados, inserindo-os nesta lista.

Algoritmo 1 Busca em Largura

Entrada: Um grafo $G(V;E)$ e um vértice inicial v .

Inicializa uma fila F de vértices;

Adiciona v na fila F ;

while $|F| \neq 0$ **do**

k = remove primeiro da fila F ;

for Cada vértice x adjacente a k **do**

if x ainda não foi visitado **then**

 Adiciona x na fila F ;

end if

end for

 marca k como visitado;

end while

Ao final deste processo, temos não apenas a informação de conectividade do grafo como também a lista dos vértices que não foram visitados. Sabendo quais vértices não foram visitados, também sabemos quais conceitos estão isolados do mapa principal, podendo assim informar ao professor para que este descida o que fazer.

Concluída esta análise, é então gerado o MR com as proposições criadas pelo professor, obedecendo aos parâmetros selecionados para a pontuação. Um exemplo de mapa gerado pelo protótipo é apresentado na Figura 15, área (3) da interface apresentada na Figura 4.

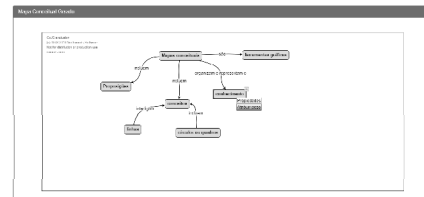


Figura 15. Exemplo de um Mapa Referência gerado com a ferramenta

Com o mapa gerado, é possível visualizar as informações dos conceitos e ligações, bem como a pontuação atribuída, posicionando o cursor do mouse sobre um elemento. Uma pequena caixa de diálogo será exibida contendo o nome do elemento e seu respectivo peso.

Caso seja necessário, o professor pode alterar o peso de qualquer conceito ou ligação clicando sobre o elemento com o botão direito do mouse e escolhendo, no menu suspenso que será exibido, a opção para edição de pesos. Informando o novo valor e confirmando a operação, o novo peso será salvo para aquele elemento.

Vale ressaltar que, a partir do momento que uma edição manual for feita para qualquer peso, seja ele de um conceito ou uma ligação, o cálculo automático dos pesos é desativado, assim, caso algum novo elemento seja inserido no mapa gerado, seja um novo conceito ou uma nova ligação, seu peso deverá ser inserido manualmente.

5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou uma arquitetura para a construção assistida de um mapa conceitual de referência, mapa que representa os conceitos mais relevantes sobre um determinado domínio segundo um especialista do domínio

Os principais objetivos são: apoiar o professor na utilização de MCs; atribuição de pontos aos conceitos e ligações do mapa motivando a elaboração de atividades lúdicas como games e rank; minimizar o tempo gasto em sua elaboração e abrir novas possibilidades para sua utilização.

É apresentada e discutida a proposta de uma arquitetura assim como uma ferramenta web, em fase prototípica. Neste momento os esforços estão concentrados no desenvolvimento do último módulo faltante proposto na arquitetura (módulo d), responsável pela busca dos mapas de mesmo domínio e mesclagem com o mapa gerado pelo professor.

Uma representação de MCs em grafos é apresentada e discutida em dois momentos distintos. Primeiramente para o cálculo dos graus de entrada e saída de cada conceito do mapa, uma vez que os pontos gerados automaticamente são possíveis combinações entre os diferentes graus dos conceitos.

Em segundo, para a verificação da conectividade de um mapa, ou seja, a existência de alguma proposição desconexa, não se conectando com o restante do mapa. Também é apresentada nesta discussão a representação de grafos em uma matriz de adjacência e o algoritmo de busca em largura, usado para verificar a conectividade do grafo.

Como trabalhos futuros, direcionaremos esforços para a conclusão do módulo (d) da arquitetura proposta, para a geração de mapas sumarizados, buscando os mapas de mesmo domínio salvos no repositório e procedendo com a mesclagem desses mapas com o mapa gerado pelo professor.

Como melhorias, desejamos inserir recursos de processamento de linguagem natural a fim de identificar, por exemplo, a existência de conceitos sinônimos e validar a completude da frase de ligação uma vez que, denotando a relação entre dois conceitos, se faz necessário a existência de um verbo.

Por fim, almejamos realizar algumas atividades práticas no contexto educacional com o apoio de professores, coletando opiniões, observando como o professor interage com a ferramenta, as deficiências observadas, e então apresentar uma versão melhorada da ferramenta que possa ser utilizada publicamente pela comunidade.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Aguiar, C. Z., Cury, D. & Gava, T. (2015) Um estudo sobre abordagens tecnológicas para a geração de mapas conceituais. XX Conferência Internacional sobre Informática na Educação – TISE 2015. 1 – 3 Dezembro, Santiago, Chile.
- [2] Aguiar, C. Z. & Cury, D. (2016) A categorization of technological approaches to concept maps construction. XI Latin American Conference On Learning Objects And Technologies - LACLO 2016. 3 – 7 Outubro. San Carlos, Alajuela, Costa Rica pp. 1-9.
- [3] Alves, F. P. & Maciel, C. (2014) A gamificação na educação: um panorama do fenômeno em ambientes virtuais de aprendizagem. Seminário De Educação 2014, Cuiabá, Brasil. Anais eletrônicos... Cuiabá: UFMT, 2014. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/269995356_A_gamificao_n_a_educao_um_panorama_do_fenmeno_em_ambientes_virtuais_de_aprendizagem Último acesso em: 30-09-2017.
- [4] Anyzewski, A. S., Boeres, M. C. S. & Zambon, E. (2016) Estudo experimental da aplicação de isomorfismo de grafos no problema de verificação de modelos. XLVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – SBPO 2016. 27 – 30 Setembro. Vitória, Espírito Santo, Brasil.
- [5] Assis, D. V., Perin, W. D. A., Vassoler, G. A. & Cury, D. (2014). VMap—Caracterização de uma Abordagem Computacional para Verificação Sintática de Mapas Conceituais. VI International Conference On Concep Mapping – CMC 2014. 22 – 25 Setembro, Santos, São Paulo, Brasil.
- [6] Borges, S. D. S., Reis, H. M., Durelli, V. H., Bittencourt, I. I., Jaques, P. A. & Isotani, S. (2013). Gamificação aplicada à educação: um mapeamento sistemático. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE 2013. 25 – 29 Novembro, Campinas, São Paulo, Brasil pp. 234 – 243.
- [7] Brito, S., Barros, C., Marcos, S. Á., Foureaux, G., Almeida-Leite, C., Guerra, L. & Silva, J. (2017) Percepção De Alunos Quanto Ao Uso Dos Mapas Conceituais Como Estratégia Facilitadora Para A Aprendizagem Da Anatomia Humana. Revista Espacios 2017. Vol. 38, N° 20.
- [8] Cañas, A., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Gómez, G., Arroyo, M. & Carvajal, R. (2004) Cmaptools: A knowledge modeling and sharing environment. 1st International Conference on Concept Mapping – CMC 2004. Universidad Pública de Navarra, Pamplona, Spain pp. 125 – 135.
- [9] Cho, K., Kim, S. I. & Yun, S. H. (2005) The design and implementation of an active peer agent providing personalized user interface. In Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems. Springer Berlin/Heidelberg pp 62-68.
- [10] Correia, P., Cabral, G. & Aguiar, J. (2016) Cmaps with errors: why not? comparing two cmap-based assessment tasks to evaluate conceptual understanding. International Conference on Concept Mapping - CMC 2016. 5 – 9 Setembro, Tallin, Estonia.
- [11] da Silva, T. G. N., Rocha, L. S., Valdisio, G. & Viana, R. (2016) Proposta e Avaliação de Novas Heurísticas Para o Problema de Coloração de Vértices. XLVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – SBPO 2016. 27 – 30 Setembro. Vitória, Espírito Santo, Brasil.
- [12] Davis, J. M., Leelawong, K., Bodenheimer, B., Biswas, G., Vye and, N. & Bransford, J. (2003) Intelligent user interface design for

- teachable agent systems. VII International Conference on Intelligent User Interfaces - IUI'03 2003, 12 – 15 Janeiro, Miami, Florida, USA pp. 26 – 34.
- [13] de Freitas, L. Q. (2010) Medidas de Centralidades em Grafos. Dissertação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.
- [14] dos Santos, T. D. & Justel, C. M. (2015) Alguns experimentos com a conectividade algébrica em grafos aleatórios. *Revista Ciência e Tecnologia*, Vol. XXXII - 4o Trimestre de 2015, p. 48.
- [15] Fardo, M. L. (2013). A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. *Revista Novas Tecnologias na Educação – RENOTE* 2013, Vol. 11, Nº 1.
- [16] Fiquirciro, M., Paz, T. & Junqueira, E. (2015) Gamificação e educação: um estado da arte das pesquisas realizadas no Brasil. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação – WIE* 2015. 26 – 30 Outubro, Maceió, Alagoas, Brasil. Vol. 4, Nº. 1, pp. 1154 - 1163.
- [17] Fukumoto, G. Y. & Langhi, P. P. (2015) Teoria Dos Grafos Na Tomada De Decisão. *Encontro De Iniciação Científica - ETIC* 2015 - ISSN 21-76-8498, Vol. 11, Nº 11.
- [18] Graudina, V., Grundspenkis, J. (2011) Algorithm of Concept Map Transformation to Ontology for Usage in Intelligent Knowledge Assessment System. *12th International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSysTech '11*, 16 – 17 Junho, Vienna, Austria, 109 - 114.
- [19] Kim, S., Yun, S. H., Yoon, M., So, Y., Kim, W., Lee, M., Choi, D. & Lee, H. (2005) Design and implementation of the KORI: Intelligent teachable agent and its application to education. *Computational Science and Its Applications – ICCSA* 2005, pp 191-197.
- [20] Kneissl, F. & Bry, F. (2013) Fostering Concept Maps Awareness as a Means to Learning. *Third International Conference on Cloud and Green Computing - CGC* 2013. pp. 354-357.
- [21] Lamas, F., Boeres, M. C. S., Cury, D., Menezes, C. S., Aragon, R. (2005) Comparando mapas conceituais utilizando correspondência de grafos. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE* 2005, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil pp. 24 - 27.
- [22] Laranjeira, P. A. & Cavique, L. (2014) Métricas De Centralidade Em Redes Sociais. *Revista De Ciências Da Computação* 2014, Vol. 9, Nº 9.
- [23] Lima, F. B., Fernandes, J. D., Santos, R. M., S. & Dos Santos, J. O. (2017) Uma Abordagem Sobre A Utilização Dos Mapas Conceituais No Ensino De Biologia. *Revista Latino-Americana De Educação, Cultura E Saúde – Relecs* 2017, Vol. 1, Nº 1, pp. 1-10.
- [24] Lima, J. A., Sampaio, C. G., Barroso, M. C. S., Vasconcelos, A. K. P., Saraiva, F. A. (2017) Avaliação da aprendizagem em Química com uso de mapas conceituais. *Revista Thema* 2017, Vol. 14, Nº 2, pp. 37 – 49.
- [25] Martínez, G., Perez, A. L., Suero, M. I. & Pardo, P. J. (2013) The effectiveness of concept maps in teaching physics concepts applied to engineering education: experimental comparison of the amount of learning achieved with and without concept maps. *Journal of Science Education and Technology*, Maio 2012, 22(2), pp. 204 – 214.
- [26] Martins, R., Souza, N., Pamplona, M., Bastos Filho, R. P., Peixoto, K. & Linhares, M. (2009). Mapas conceituais em aulas de Biologia, Física e Química: uma abordagem integrada do conceito energia. In <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1573.pdf> Último acesso em: 30-09-17.
- [27] Moreira, M. A. (2014) Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. In <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf> Último acesso em: 30-09-2017.
- [28] Morfidi, E., Mikropoulos, A., & Rogdaki, A. (2017). Using concept mapping to improve poor readers' understanding of expository text. *Educ Inf Technol* (2017). <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9600-7>. pp 1-16 Último acesso em: 30-09-17.
- [29] Novak, J. D. & Cañas, A. J. (2008) The theory underlying concept maps and how to construct them. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008. Florida Institute for Human and Machine Cognition. In <https://cmap.ihmc.us/docs/pdf/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf> Último acesso em: 30-09-2017.
- [30] Perin, W. A., Cury, D. & Menezes, C. S. (2015) iMap & CMPaaS – de ferramenta à plataforma de serviços para mapas conceituais. *Congresso Brasileiro de Informática na Educação – CBIE* 2015. 26 – 30 Outubro, Maceió, Alagoas, Brasil.
- [31] Pinotte, G. N., Cury, D. & Zouaq, A. (2015) OntoMap: de mapas conceituais a ontologias OWL. *XX Conferência Internacional sobre Informática na Educação – TISE* 2015. 1 – 3 Dezembro, Santiago, Chile pp. 172 - 180.
- [32] Rios, P. T. G., Dutra, I. & Cury, D. (2015) Automatizando uma argumentação construtivista por meio dos mapas conceituais. *XX Conferência Internacional sobre Informática na Educação – TISE* 2015. 1 – 3 Dezembro, Santiago, Chile pp. 157 - 162.
- [33] Shamal, F., John, L., Andre, P., Andrea, A., Dieter, B., Heiko, D. & Krishna, B. (2012) Requirements sensemaking using concept maps. *4th International Conference on Human-Centered Software Engineering - HCSE* 2012. 29 – 31 Outubro, Toulouse, France pp. 217-232.
- [34] Stevenson, M. P., Hartmeyer, R. & Bentsen, P. (2017) Systematically reviewing the potential of concept mapping technologies to promote self-regulated learning in primary and secondary science education. *Educational Research Review*, Junho 2017, 21, pp 1 – 16.
- [35] Treanor, M., Blackford, B., Mateas, M. & Bogost, I. (2012) Game-O-Matic: Generating Videogames that Represent Ideas. *Procedural Content Generation Workshop at the Foundations of Digital Games Conference - PCG@ FDG* 2012.
- [36] Vasconcelos, Y. L. & De Araújo, R. H. M. (2017) Emprego Da Técnica De Mapas Conceituais Em Disciplinas De Contabilidade Com Abordagem Gerencial. *Revista Ambiente Contabil* 2017, Vol. 9, Nº 1, pp. 117-143.
- [37] Vassoler, G. A. (2016) MERGE MAPS: um mecanismo computacional para mesclagem de mapas conceituais. Dissertação, Universidade Federal do Espírito Santo. 2016.
- [38] Wang, S., Ororbia, A., Wu, Z., Williams, K., Liang, C., Pursel, B. & Giles, C. L. (2016) Using prerequisites to extract concept maps from textbooks. *25th ACM International on Conference on Information and Knowledge Management – CIKM* 2016, 24 – 28 Outubro, Indianapolis, USA pp. 317-326.