

MAPAS CONCEITUAIS E A AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGENS DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS COM TECNOLOGIAS DIGITAIS

Hermes Gustavo Fernandes Neri¹

Maryelly Silva Faria²

Dayane Carvalho Cardoso³

Eduardo Kojy Takahashi⁴

Resumo: Os mapas conceituais têm sido utilizados como ferramentas educacionais para planejar, promover e/ou avaliar aprendizagens significativas. Sua representação gráfica contempla relações entre conceitos e a avaliação da aprendizagem conceitual pode ser feita por meio de diversos critérios, como a qualidade e a quantidade das proposições e conceitos utilizados, quantidade de relações cruzadas, hierarquização dos conceitos em mais inclusivos e menos inclusivos etc. Entretanto, face à sua base epistemológica, até o momento não se conhecem estudos que enfatizem a possibilidade de avaliação de outros tipos de aprendizagens que não seja a aprendizagem conceitual. Neste trabalho, é proposta a possibilidade de se avaliar, também, aprendizagens procedimentais a partir de mapas conceituais. Nesse sentido, são discutidas as aprendizagens conceituais e procedimentais explicitadas em mapas conceituais construídos por estudantes da educação básica que participam do desenvolvimento de projetos colaborativos que utilizam tecnologias digitais. Abordam conhecimentos que não são, em geral, trabalhados no currículo escolar, como programação, modelagem 3D, projetos e montagem de circuitos elétricos. Os mapas conceituais foram construídos com os conceitos predominantemente aprendidos pelos estudantes ao participar dos projetos. Desta forma, foi evidenciado que um mapa conceitual pode ser utilizado para inferir aprendizagens para além das aprendizagens conceituais constantemente discutidas, possibilitando a inferência de aprendizagens procedimentais de natureza mais cognitiva, o que motiva ainda mais a perseverar na sua utilização, também com esse outro objetivo.

Palavras-chave: Aprendizagem procedimental, Aprendizagem conceitual, Projeto, Mapas conceituais, Tecnologias digitais.

CONCEPT MAPS AND EVALUATION OF STUDENTS' LEARNING IN A PROJECT DEVELOPMENT WITH DIGITAL TECHNOLOGIES

Abstract: Concept maps have been used as educational tools for planning, promoting and evaluating meaningful learning. Its graphical representation contemplates relationships

¹ Mestrando em Educação, Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: hermesneri@hotmail.com

² Mestre em Educação, Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: maryellyfaria@gmail.com

³ Mestre em Educação, Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: dayane_carvalho@yahoo.com.br

⁴ Doutor em Física, Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: ektakahashi@gmail.com

between concepts, and the evaluation of conceptual knowledge can be done through several criteria which include: the quality and quantity of the propositions and concepts, the number of cross-links, the hierarchy of concepts into more or less inclusive, etc. However, given its epistemological basis, there are no studies that emphasize the evaluation of other types of learnings than conceptual learning. In this work, it is proposed the possibility of evaluating procedural learning from concept maps. In this sense, we discuss the conceptual and procedural learnings that were made explicit in concept maps elaborated by students of primary education who participated in the development of collaborative projects using digital technologies. The project addressed knowledge that is not generally found in the school curriculum, such as computer programming, 3D modelling, electrical circuit design and assembly. Concept maps were elaborated using concepts predominantly learned by students while participating in the project. Thus, it was evidenced that a concept map can be used to infer learnings beyond the usual conceptual one, allowing the inference of procedural learnings of a more cognitive nature; this supply additional motivations in its use, especially with this other purpose.

Keywords: Procedural learning, Conceptual learning, Project, Digital technologies, Concept maps.

INTRODUÇÃO

A construção de mapas conceituais por estudantes da educação básica, como forma de avaliação e/ou autoavaliação da estabilidade do conhecimento conceitual e do progresso da aprendizagem conceitual é um tema relevante e com diversos resultados de pesquisas no contexto da educação formal (ALMEIDA; LEÃO, 2017; ROSA; LANDIM, 2015; LORENZETTI; SILVA, 2018; RABELLO; PINHEIRO; ROCHA FILHO, 2017; ESCODINO; GÓES, 2013), a qual é caracterizada pela sua organização na forma de currículos disciplinares nas escolas, faculdades e universidades.

Porém, na aprendizagem científica, a aprendizagem conceitual não é a única meta a ser buscada. Segundo Jiménez e Sanmartí (1997), devem-se buscar as seguintes metas: a aprendizagem de conceitos e a construção de modelos, o desenvolvimento de habilidades cognitivas e de raciocínio científico, o desenvolvimento de habilidades experimentais e de resolução de problemas, o desenvolvimento de atitudes e valores e a construção de uma imagem da Ciência.

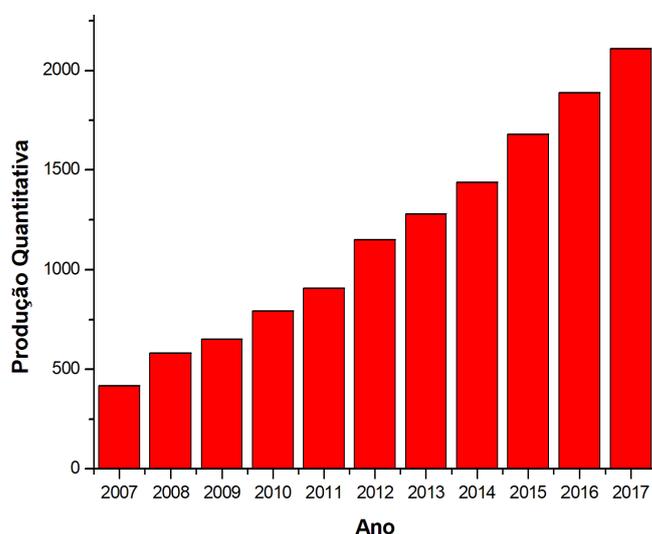
De acordo com Pozo e Gómez Crespo (2009) essas metas podem ser condensadas em três tipos de conteúdos curriculares que são: os conteúdos conceituais, que lidam com fatos e dados para se alcançar os princípios estruturais da ciência; os conteúdos procedimentais, que lidam com técnicas, para se desenvolver estratégias de pensamento e aprendizagem e os conteúdos atitudinais, que se valem de normas para se construir valores mais gerais.

Ainda segundo esses autores, o conhecimento procedimental considera o aspecto de saber como fazer algo, além disso, é difícil de verbalizar, é adquirido gradualmente por métodos totalmente diferentes do explicar e escutar e que envolvem a aprendizagem por descoberta por meio de práticas e/ou exercícios. O seu processamento é essencialmente automático, isto é, sem que sejamos conscientes de sua aquisição. Faz parte da aprendizagem procedimental, também, o conhecimento sobre quando usar determinados procedimentos.

Entretanto, em função da base epistemológica dos mapas conceituais (CAÑAS; NOVAK, 2008), até o momento não se conhecem estudos que enfatizem também a avaliação de outros tipos de aprendizagens a partir desse mapa do conhecimento que não seja a aprendizagem conceitual.

Uma simples consulta no Google Acadêmico, com os termos “mapa conceitual” ou “mapas conceituais” e “ensino”, ou “aprendizagem” ou “educação” retornaram cerca de 14.900 resultados de trabalhos acadêmicos em língua portuguesa, sendo que, ao se limitar o período de busca entre os anos de 2007 e 2017, a evolução quantitativa anual da produção acadêmica versando sobre mapas conceituais quase quintuplica (Figura 1), totalizando em torno de 13.000 trabalhos científicos publicados nesse período⁵.

Figura 1 - Evolução da Produção Científica sobre Mapas Conceituais no período de 2007 a 2017



Fonte: os autores (2019).

⁵ Os quantitativos de trabalhos científicos encontrados para os anos de 2018 e 2019 foram, respectivamente, 1890 e 731, os quais destoam muito dos valores dos anos anteriores e esse fato pode indicar que os bancos de dados relativos a esses anos ainda não estão totalmente consolidados e, portanto, tais dados não foram considerados nesse trabalho.

Um refinamento nesses resultados, acrescentando os termos “aprendizagem procedimental” ou “aprendizagens procedimentais”, para procurar associar os mapas conceituais à aprendizagem procedimental, retornou apenas 16 trabalhos científicos no período.

Desses, alguns trabalhos tratam de mapas conceituais para inferir aprendizagens procedimentais relacionadas à construção do próprio mapa (FALCÃO, 2012), ao uso de mapas conceituais para a organização estrutural de cursos, unidades de ensino ou utilização de objetos de aprendizagem que possam viabilizar aprendizagens procedimentais (VINCENZI DA SILVA, 2013; VINCENZI DA SILVA, MENDES; ALVES, 2013; MORA; PAZ, 2012; PARISOTO, 2015; PARISOTO; OLIVEIRA; FISCHER, 2016; SILVA, 2016; OLIVEIRA, 2017; FRASSON, 2016; SEBASTIANY, 2013; LIMA, 2015) e os demais apenas fazem menções aos termos mapas conceituais e aprendizagem procedimental sem, no entanto, relacioná-los de uma forma explícita.

No presente trabalho, é proposto também a possibilidade de inferir aprendizagens procedimentais (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2009) a partir de mapas conceituais que versem sobre conceitos associados a atividades práticas, como no desenvolvimento de projetos educativos envolvendo tecnologias digitais.

Deve-se, porém, considerar o alerta de Pozo e Gómez Crespo (2009) de que a aprendizagem procedimental não é simples de ser verbalizada e os indícios de que tenha sido adquirida é mais eficaz pela observação das ações do aprendiz. Entretanto, é possível inferir tal tipo de aprendizagem em proposições que subentendam um saber como fazer. Uma discussão mais detalhada sobre esse aspecto será feita no próximo tópico.

Nesse contexto, foram analisados mapas conceituais elaborados por estudantes da educação básica que fazem parte de um programa de iniciação científica júnior voluntária e que desenvolvem, no ambiente da universidade, projetos englobando conhecimentos não presentes, em geral, no currículo escolar, como programação computacional, modelagem 3D, planejamento e montagem de circuitos elétricos

Os trabalhos fundamentam-se na Aprendizagem Baseada em Projetos (BENDER, 2014; MASSON, 2012; OLIVEIRA; MATTAR NETO, 2018) e são desenvolvidos de forma colaborativa por estudantes da educação básica, estudantes da graduação, estudantes da pós-graduação e pesquisadores.

AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGENS PROCEDIMENTAIS POR MEIO DE MAPAS CONCEITUAIS

Frasson (2016, p. 59) alerta que o conteúdo procedimental engloba regras, técnicas, métodos, destrezas ou habilidades e estratégias. Desta forma, a aprendizagem procedimental envolve conteúdos procedimentais específicos, como técnicas e destrezas, assim como metaconhecimentos procedimentais, como estratégias de aprendizagem e raciocínio.

A referida autora aponta que a diferença é que, enquanto as técnicas constituem-se em rotinas automatizadas, as estratégias requerem planejamento e tomada de decisão. Entretanto, de acordo com Pozo e Gómez Crespo (2009), essas duas situações são complementares, no sentido de que o uso eficaz de uma estratégia depende, em grande parte, do domínio das técnicas que dela fazem parte. E não é possível diferenciar claramente quando ocorre a supremacia das estratégias sobre as técnicas.

Diante dessa complexidade, Zabala (1999) propõe três dimensões para situar os conteúdos procedimentais: i) motor/cognitivo, ii) poucas ações/muitas ações e iii) algoritmo/heurístico.

Todas essas dimensões representam um *continuum* entre os dois extremos apontados. A primeira dimensão situa os procedimentos entre as capacidades motoras e as habilidades mais cognitivas. A segunda dimensão, que denominaremos de dimensão quantitativa das ações, especifica a quantidade de ações empreendida na execução do procedimento e a terceira dimensão, que denotaremos por dimensão sequencial das ações, refere-se ao fato das ações ocorrerem segundo uma ordem sempre fixa ou segundo uma ordem variável, dependente da situação em que são aplicadas.

Quando relacionadas à um mapa conceitual, essas dimensões devem estar associadas aos conceitos e proposições que constituem o mapa. Porém, não é possível identificar nos mapas conceituais a aprendizagem procedimental de conteúdos específicos, que revelam técnicas ou destrezas, isto é as habilidades motoras. Esse fato é perfeitamente justificável, pois um mapa conceitual só consegue mostrar o que se sabe a respeito do assunto e não, como as técnicas ou destrezas se manifestaram efetivamente no tratamento de um particular problema.

Para a avaliação dos conhecimentos de técnicas e destrezas, deve-se proceder a observação das ações do aprendiz ou o resultado dessas ações. Mas é perfeitamente possível avaliar, a partir de um mapa conceitual, os metaconhecimentos procedimentais, as habilidades

mais cognitivas, que são aqueles conhecimentos procedimentais relacionados às estratégias de ação e de pensamento.

É possível avaliar a dimensão quantitativa dessas ações pela quantidade e qualidade de relações conceituais presentes no mapa. De forma análoga, pode-se avaliar a dimensão sequencial desse tipo de ação procedimental pelo detalhamento da ordem de ações presente nas proposições que constituem o mapa conceitual.

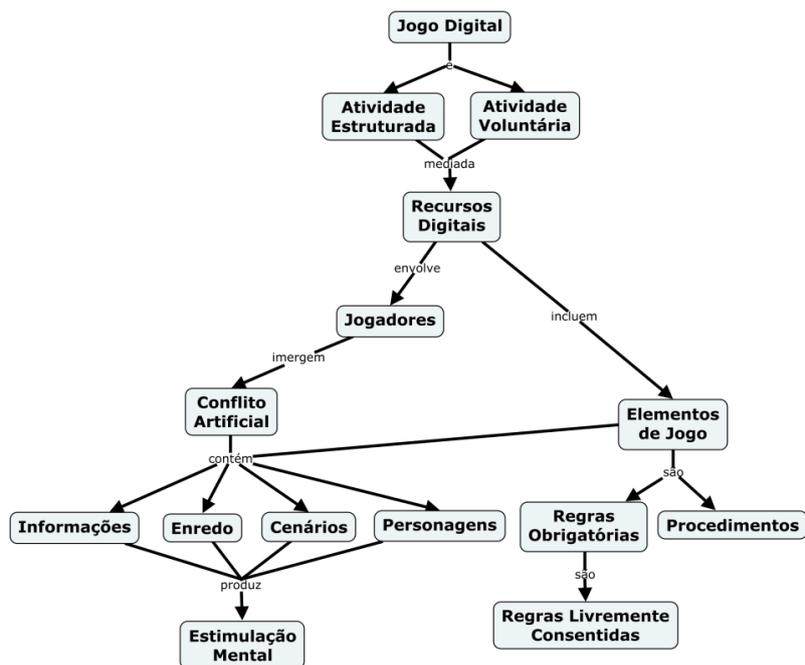
Com o intuito de prover maior compreensão da diferença entre um mapa conceitual, é apresentada, na Figura 2, um mapa que permite avaliação de aprendizagem conceitual, mas não de aprendizagem procedimental e, na Figura 3, outro mapa conceitual em que é possível avaliar aprendizagem procedimental de habilidades mais cognitivas.

Pela inspeção da Figura 2, percebe-se que as proposições apresentadas não revelam indícios de procedimentos ou ações, restringindo-se às relações entre conceitos relativos aos jogos digitais. Desta forma, podem ser inferidas, pela análise desse mapa, apenas aprendizagens conceituais.

Por outro lado, as proposições que constituem o mapa conceitual da Figura 3 revelam indícios de estratégias ou procedimentos cognitivos relacionados à criação de jogos digitais, permitindo, nesse caso, a inferência também de metacanismos procedimentais.

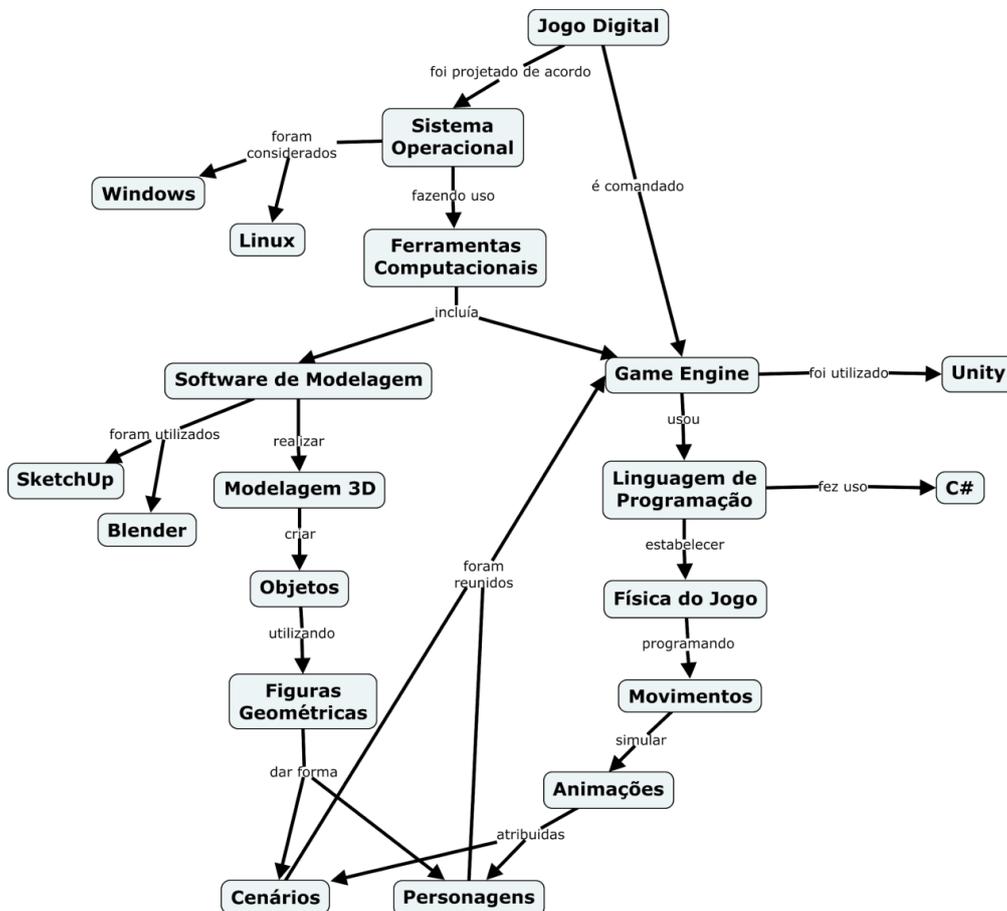
Logo, o que atribui a possibilidade de avaliação do tipo de aprendizagem é o tema que orientou a construção do mapa e a natureza das relações conceituais elaboradas. Obviamente, a avaliação da aprendizagem conceitual sempre é possível; o que está sendo enfatizado é o fato de que, conforme a natureza das proposições elencadas em um particular mapa conceitual, também é possível inferir-se sobre eventuais aprendizagens procedimentais, como mostrado na Figura 3.

Figura 2 - Mapa conceitual que permite a avaliação de aprendizagem conceitual



Fonte: os autores (2019).

Figura 3 - Mapa conceitual que permite a avaliação de aprendizagens conceitual e procedimental



Fonte: os autores (2019).

Ainda em relação à Figura 3, pode-se verificar a presença de proposições que indicam o conhecimento de ferramentas técnicas específicas que podem ser utilizadas para o desenvolvimento de jogos (programação C#, *game engine*⁶, Unity, SketchUp e Blender) e conhecimentos de estratégias de procedimentos, como fazer uso de software de modelagem para realizar modelagens 3D a partir de figuras geométricas para dar forma a cenários e personagens. Essas informações indicam a presença de habilidade cognitiva. Não significa, entretanto, que tais conhecimentos garantem o uso apropriado de tais recursos tecnológicos; este fato só pode ser reconhecido pela observação do uso específico dos mesmos.

A quantidade de conceitos envolvidos em cada uma das proposições do mapa conceitual da Figura 3, que envolvem os conceitos de Software de Modelagem e *Game Engine*, fornece uma indicação da presença da dimensão quantitativa dos conteúdos procedimentais. A quantidade de relações conceituais presentes em cada proposição pode fornecer inferências sobre a qualidade da aprendizagem procedimental relacionada.

A dimensão sequencial também pode ser identificada no referido mapa, uma vez que é possível perceber uma sequência geral de ações que foi adotada para realizar determinado procedimento. Entretanto, um detalhamento mais refinado das sequências de ações geralmente não pode ser percebido em um único mapa conceitual; neste caso, pode-se fazer uso de submapas conceituais que possibilitem esse refinamento.

No exemplo da Figura 3, ao partir da proposição que aborda o uso do software de modelagem, há a especificação de uma sequência de ações que envolveu o uso de figuras geométricas para a criação de elementos visuais que fazem parte do jogo e que esses elementos foram, posteriormente, agrupados por um *game engine* específico, o que levou à realização de uma programação computacional com o intuito de prover movimentos a esses elementos.

Essa sequência procedimental geral é fixa no que se refere a como criar a dinâmica de elementos visuais do jogo. A natureza variável desse procedimento poderia ser encontrada em uma descrição específica de quais são os elementos e como foram modelados, o que implicaria em sequências distintas de procedimentos para cada um.

A partir dessas considerações, é possível inferir aprendizagens procedimentais relacionadas às estratégias de ação e de pensamento a partir de mapas conceituais. Utilizaremos esse procedimento nas análises dos mapas conceituais construídos pelos estudantes que participam do desenvolvimento dos projetos, uma vez que os temas e os

⁶ *Game engine*, ou motor de jogo, é um programa para computador que oferece ferramentas necessárias para o desenvolvimento de um jogo.

conceitos envolvidos foram escolhidos de forma a viabilizar evidências desse tipo de aprendizagem.

Em síntese, as relações entre os conceitos e/ou categorias é que definem se o tipo de aprendizagem relacionada é conceitual ou procedimental. Dessa forma, neste trabalho, quando as relações entre os conceitos explicitam uma explicação ou uma definição conceitual, considera-se que a aprendizagem relacionada é do tipo conceitual. E, quando as relações entre os conceitos indicam uma estratégia ou um procedimento para realizar algo, considera-se que a aprendizagem é do tipo procedimental, explicitando, assim, os metacconhecimentos procedimentais (FRASSON, 2016).

Deve-se levar em consideração, entretanto, que a própria construção de mapas conceituais requer uma aprendizagem procedimental: a de saber construir adequadamente os mapas. Uma lacuna nesse conhecimento procedimental pode mascarar a existência de conhecimentos, sejam de natureza conceitual ou procedimental, pelo fato de não se conseguir expressar tais conhecimentos utilizando a técnica de mapas conceituais.

A METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS COM TECNOLOGIAS DIGITAIS

Os mapas conceituais aqui apresentados foram elaborados por quatro estudantes da educação básica. Esses estudantes fazem parte de um grupo de pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia, o Nutec (Núcleo de Pesquisas em Tecnologias Cognitivas), composto por pesquisadores, alunos da graduação e pós-graduação e alunos da Educação Básica.

Os estudantes da Educação Básica começaram a participar dos projetos do Nutec, de forma voluntária, desde 2015. Atualmente, esses estudantes participam de quatro projetos do grupo de pesquisa: desenvolvimento de jogos digitais, desenvolvimento de aplicativos, uso de realidade virtual na Educação e Experimentação Remota.

Todos os estudantes da Educação Básica passam por um período de treinamento inicial que envolve a aprendizagem de conceitos sobre modelagem 3D, programação de computadores, projetos e desenvolvimento de circuitos elétricos e uso de microcontrolador Arduino. Os projetos envolvem conhecimentos pouco presentes no currículo escolar, e os estudantes são incentivados a trabalhar com mais autonomia. Os próprios estudantes são orientados a estruturar seus planos de trabalho e cronograma, de forma a gerenciar o tempo e as demandas conforme sua função nos projetos.

Os trabalhos são desenvolvidos de forma colaborativa (DIAS, 2001) e fundamentados na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). A ABP envolve o uso de projetos interdisciplinares que proporcionam aos sujeitos envolvidos tarefas colaborativas, desafiadoras, complexas e motivadoras. Os projetos também podem abranger o trabalho investigativo e de resolução de problemas (BENDER, 2014).

Esta contextualização se torna relevante tendo em vista que os mapas conceituais aqui apresentados foram elaborados por estes estudantes, de acordo com os projetos que eles já desenvolvem no laboratório. Cabe salientar que os estudantes que construíram os mapas são de diferentes idades, escolas, e tempos de permanência no desenvolvimento dos projetos. Para preservar suas identidades os nomes reais dos estudantes serão substituídos por outros.

A estudante Ada Lovelace cursa o 3º ano do Ensino Médio e participa há 2 anos do grupo de pesquisa. Seu projeto refere-se ao uso da técnica de Realidade Virtual (RV) para construir um aplicativo dedicado ao estudo da visão dos animais. Para o seu desenvolvimento, foi necessário aprender conceitos de geometria e modelagem 3D, assim como conceitos e uso do software de modelagem 3D denominado SketchUp. Desta forma, foi-lhe proposto criar um mapa conceitual sobre o uso de RV no estudo da visão dos animais.

O estudante Alan Turing está no 2º ano do Ensino Médio e desenvolve projetos no laboratório do grupo de pesquisa em tecnologias cognitivas há 3 anos. Inicialmente, desenvolveu projeto envolvendo modelagem 3D e atualmente está aprendendo a programar a *game engine* Unity para ser utilizado no projeto também desenvolvido pela estudante Ada Lovelace. Desta forma, a temática do seu mapa conceitual versou sobre o uso desse recurso tecnológico.

O estudante Marvin Minsky também cursa o 2º ano do Ensino Médio e faz parte do grupo há 1 ano. Iniciou aprendendo fundamentos de programação para web e aprofundou-se em desenvolvimento de aplicativos. Assim, a temática que orientou a elaboração do seu mapa foi o desenvolvimento de um aplicativo para auxiliar estudantes a avaliarem seu próprio desempenho nos estudos.

James Gosling é o estudante mais novo no grupo, tendo iniciado seu projeto há apenas 6 meses sobre a construção de um braço robótico para atuar em um experimento remoto⁷. Cursa o 2º ano do Ensino Médio e, para desenvolver seu projeto, precisou aprender fundamentos de robótica, eletrônica e programação para microcontroladores Arduino.

⁷ Experimento remoto é um aparato experimental real que pode ser acessado e manipulado à distância via internet.

Com a finalidade de analisar a aprendizagem conceitual e procedimental dos estudantes que desenvolvem os projetos, sugeriu-se que eles fizessem um mapa conceitual com os conceitos predominantemente trabalhados por eles ao participarem dos projetos.

A sistemática de construção dos mapas conceituais seguiu o seguinte procedimento: a) foi apresentado aos estudantes o que é um mapa conceitual e quais são os aspectos teóricos que englobam sua construção, como o que é conceito e o que é categoria; b) solicitou-se que cada estudante selecionasse até 15 ou 20 conceitos mais relevantes associados ao projeto que desenvolviam; c) foi sugerida uma forma inicial de relacionar os conceitos a partir da escrita do maior número de frases, contendo a maior quantidade possível dos conceitos em cada frase; d) explicou-se o que é um mapa conceitual e foi sugerido que as frases construídas deveriam ser representadas na forma de um mapa conceitual; e) foi apresentado aos estudantes um software que auxilia na representação gráfica dos mapas conceituais e os estudantes exploraram o software e se familiarizaram com as ferramentas disponíveis.

Assim, cada estudante construiu seu mapa com os conceitos que eles trabalham para realizar seus projetos. Primeiro os estudantes construíram os mapas de maneira individual, e depois dois dos estudantes pertencentes a um mesmo projeto se uniram para construir o mapa de forma colaborativa, compartilhando e integrando os conceitos enunciados nos mapas individuais em um mapa colaborativo. O mapa colaborativo, não será exposto por questões de recorte, pois as reflexões realizadas envolvem diversos aspectos que levariam ao desvio do tema proposto. Desta forma, resultaram 4 mapas conceituais para análise.

Orientou-se que os estudantes construíssem frases relacionando esses conceitos como uma forma de facilitar a construção dos mapas. De início, eles não aceitaram a sugestão de elaborar previamente as frases, que deveriam servir de base para a construção das proposições do mapa conceitual e decidiram elaborar diretamente o mapa. Questionados sobre a não elaboração das frases, os estudantes mencionaram que seria mais fácil construir os mapas conceituais de maneira direta. Porém, após o início da construção dos mapas, devido à dificuldade em organizar as ideias, eles consideraram melhor realizar a elaboração de frases.

Durante a etapa da construção dos mapas, foi feita uma análise e uma discussão sobre como aprimorar os mapas. Os primeiros mapas que os estudantes construíram se assemelhavam mais com mapas mentais, com a presença de frases nos locais onde deveriam estar os conceitos e, muitas vezes, sem a presença de palavras de ligação, o que impedia uma leitura do mapa. Além disso, os alunos utilizaram marcas de software e hardware no lugar dos conceitos, como Blender, Google, Sketchup, Unity etc.

A observação desses problemas levou à uma nova discussão sobre: a importância de se utilizar apenas conceitos e não frases como elementos do mapa; a necessidade de se explicitar as palavras de ligação, que devem ser predominantemente verbos e sobre o uso de ligações orientadas por setas para facilitar uma leitura do mapa. Posteriormente, os estudantes refizeram os mapas, que são as versões apresentadas nesse trabalho.

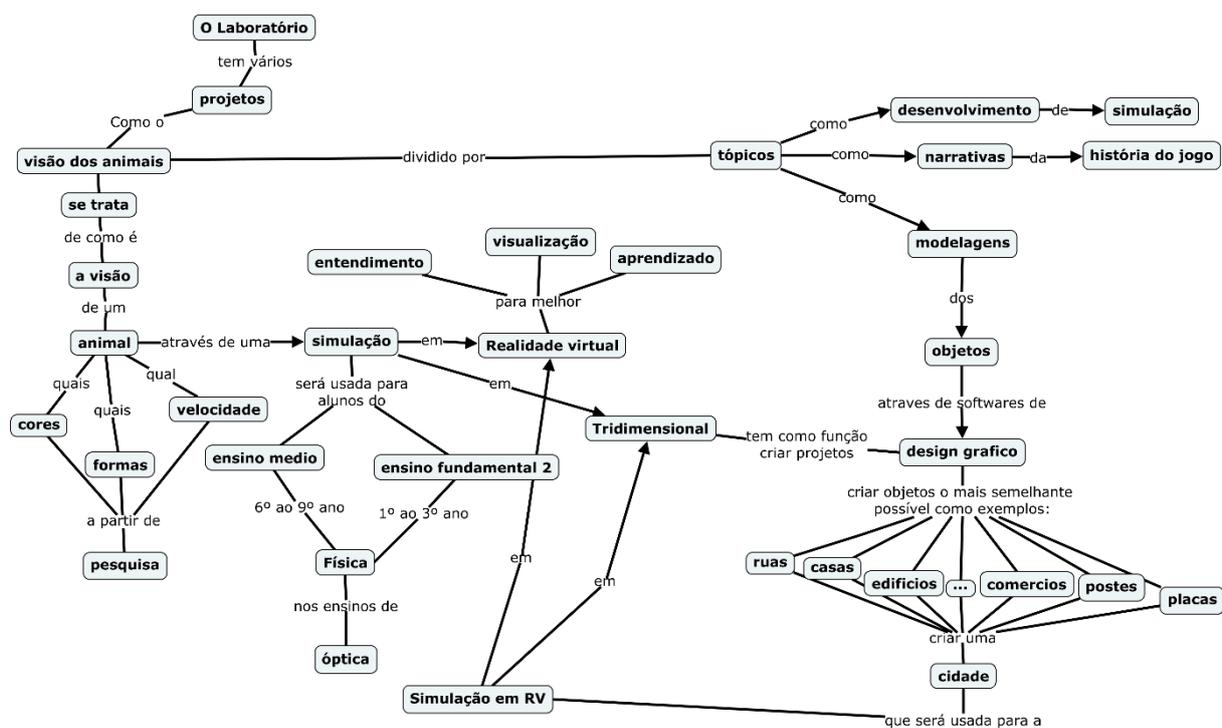
As discussões das possibilidades de análises de diferentes tipos de aprendizagens a partir da inspeção dos mapas conceituais, considerando os suportes teóricos discutidos, é apresentada a seguir.

APRENDIZAGENS REVELADAS NOS MAPAS CONCEITUAIS DOS PARTICIPANTES DO PROJETO

Com o intuito de mostrar o potencial de avaliação da aprendizagem de conceitos e de procedimentos por meio de mapas conceituais, será apresentada a última versão dos mapas criados pelos estudantes, ressaltando e diferenciando os tipos de aprendizagens percebidas.

A Figura 4 mostra o mapa conceitual elaborado pela estudante Ada Lovelace relativo ao uso da técnica de Realidade Virtual (RV) para construir um aplicativo dedicado ao estudo da visão dos animais.

Figura 4 - Mapa conceitual elaborado pela estudante Ada Lovelace sobre o projeto de uso de RV no estudo da visão dos animais



Fonte: os autores (2019).

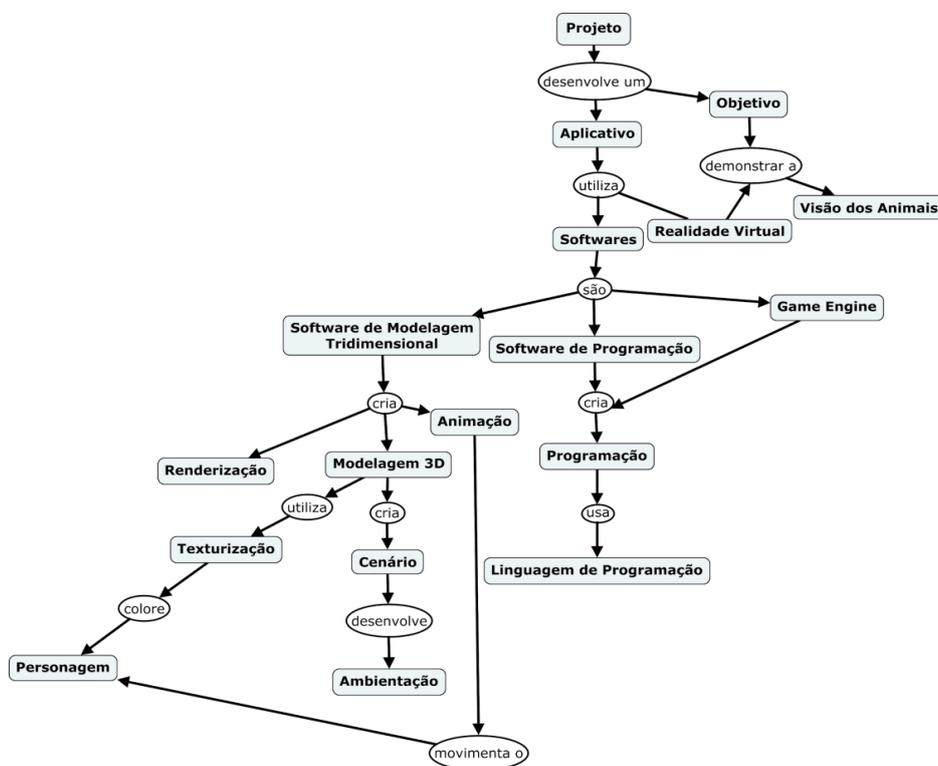
Embora existam problemas na construção do seu mapa conceitual, como a presença de conceitos nas palavras de ligação e o uso de verbo no lugar de um conceito, percebe-se a preocupação que a estudante teve para se fazer entender claramente por meio do seu mapa.

Assim, a leitura de algumas proposições sinaliza para uma aprendizagem conceitual, como em “O Laboratório tem vários Projetos como o Visão dos Animais, se trata de como é a visão de um animal, quais cores, formas, velocidade, a partir de pesquisa” que indica, implicitamente, que os animais enxergam cores e formas de maneiras distintas.

Por outro lado, existem proposições que apontam, também, para uma aprendizagem de estratégia procedimental, como em “modelagem dos objetos através de softwares de design gráfico, criar objetos o mais semelhante possível como exemplos: ruas, casas, edifícios etc.” e “simulação em realidade virtual para melhor entendimento, visualização, aprendizado”, que denotam uma compreensão sobre estratégias para criar objetos que simulem objetos reais utilizando aplicativos digitais.

A Figura 5 mostra a última versão do mapa conceitual construído pelo estudante Alan Turing, sobre o uso do game engine Unity no projeto em Realidade virtual, sobre visão dos animais.

Figura 5 - Mapa conceitual construído pelo estudante Alan Turing sobre o uso do game engine Unity



Fonte: os autores (2019).

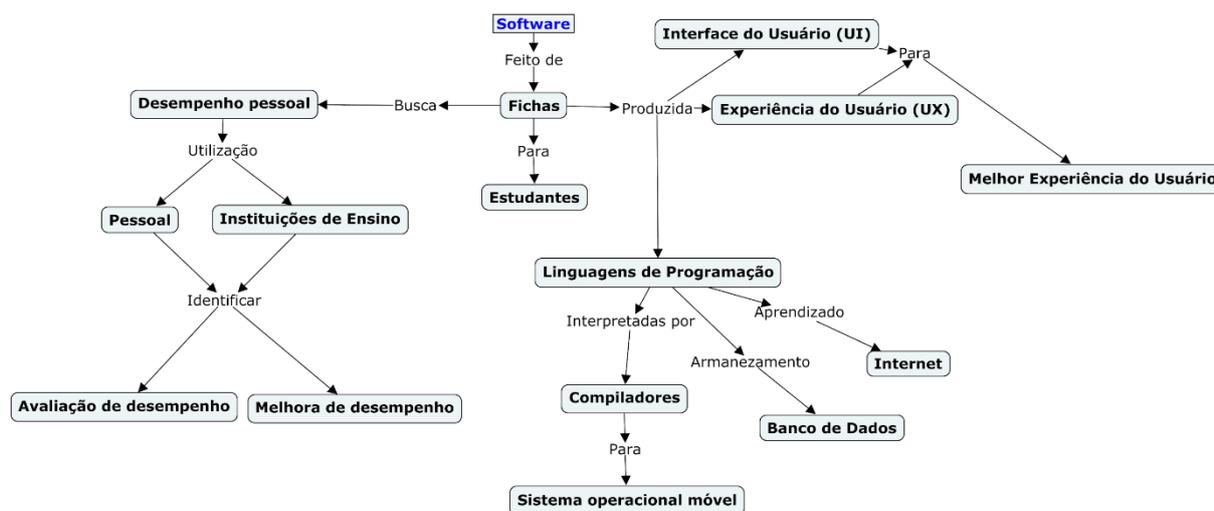
A análise do mapa conceitual elaborado por Alan Turing permite identificar aprendizagens conceituais e procedimentais relativas ao aplicativo Unity, o que pode ser constatado em proposições como: i) “Projeto desenvolve um Aplicativo utiliza Realidade Virtual demonstrando a Visão dos Animais”; ii) “Software de Modelagem Tridimensional cria Modelagem 3D utiliza Texturização colore Personagem”; iii) “Software de Modelagem Tridimensional cria Animação movimentada o Personagem”.

A primeira proposição explicita sua compreensão do projeto e da estratégia tecnológica empregada para demonstrar a visão dos animais, por meio de RV. O entendimento da funcionalidade do software de modelagem 3D encontra-se na segunda proposição, que explica, ainda, a sequência de procedimentos para se criar o personagem. A terceira proposição mostra a sua compreensão acerca do uso da modelagem 3D para realizar os movimentos do personagem.

A proposição “Game Engine cria Programação usa Linguagem de Programação” não esclarece seu entendimento sobre o uso de tal tecnologia, por se apresentar truncada e não especificar a razão de se usar tal programação. Entretanto, a observação do uso rotineiro do *Game Engine* pelo estudante mostra que ele sabe exatamente para que serve tal recurso tecnológico e o que pode fazer com ele. Revela-se aqui um problema de elaboração do mapa conceitual pelo estudante, o que mascara esse seu conhecimento procedimental.

O mapa conceitual construído pelo estudante Marvin Minsky está apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Mapa conceitual construído pelo estudante Marvin Minsky sobre o seu aplicativo para auxiliar o estudante a avaliar seu próprio desempenho nos estudos



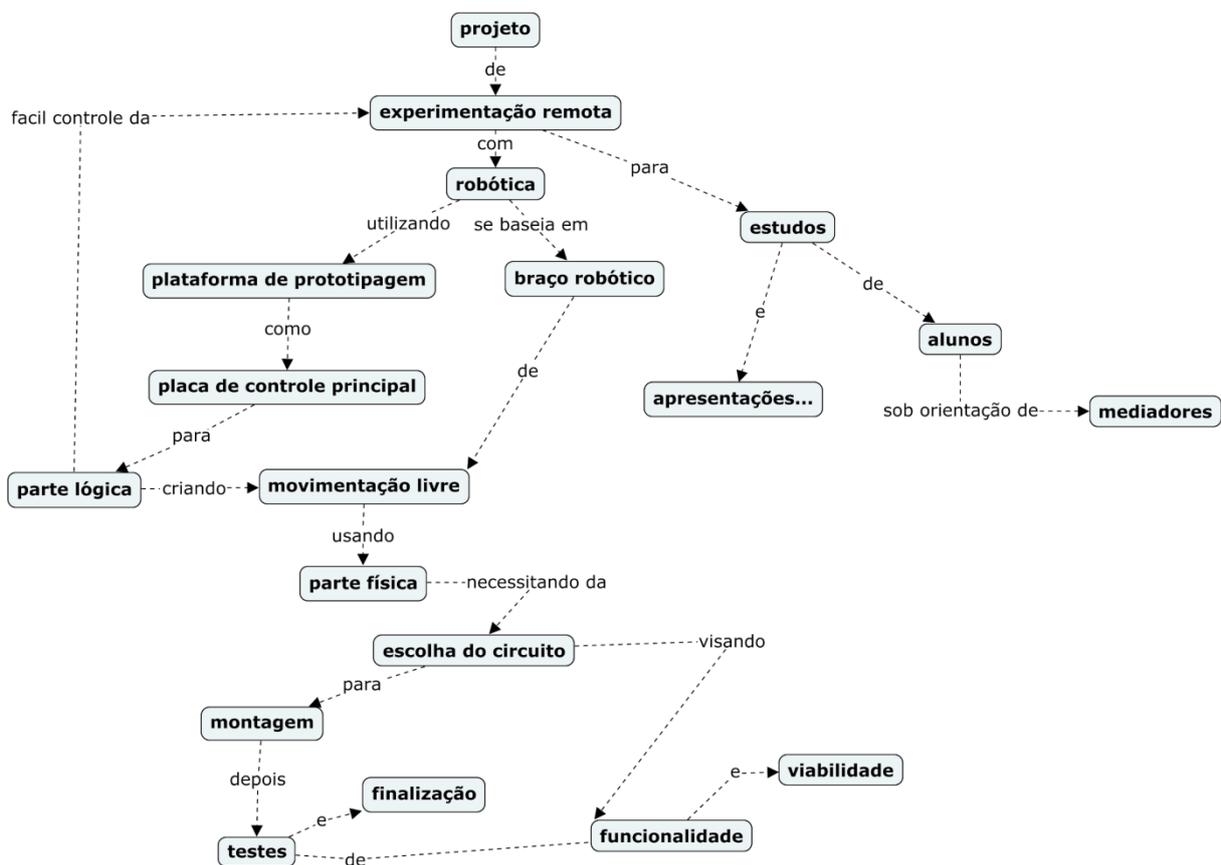
Fonte: os autores (2019).

Pode-se verificar, pela inspeção do mapa da Figura 6, que as proposições: i) “Software feito de Fichas produzida Linguagens de Programação interpretados por Compiladores para Sistema operacional móvel” e ii) “Software feito de Fichas produzidas Experiência do Usuário (UX) e Interface do Usuário (IX) para Melhor Experiência do Usuário” fornecem indícios de aprendizagem de conceitos, estratégias e de sequência procedimental para desenvolver o projeto sob sua responsabilidade.

A aprendizagem conceitual acerca do uso do referido aplicativo pode ser percebida na proposição “Software feito de Fichas busca Desempenho pessoal utilização Pessoal e Instituições de Ensino identificar Avaliação e Melhora de Desempenho”.

Na Figura 7, encontra-se o mapa conceitual construído pelo estudante James Gosling sobre o seu projeto de construção de um braço robótico.

Figura 7 - Mapa conceitual construído pelo estudante James Gosling sobre o seu projeto de construção de um braço robótico



Fonte: os autores (2019).

O mapa conceitual da Figura 7 possui uma característica muito forte de aprendizagens conceituais e procedimentais, pois explicita diversas proposições explicativas do

procedimento adotado, que procuram explicar de forma minuciosa o que é o projeto e quais são as estratégias ou procedimentos adotados para a realização do mesmo.

Um exemplo está na proposição “Projeto de experimentação remota com robótica utilizando plataforma de prototipagem como placa de controle principal para parte lógica criando movimentação livre, fácil controle da experimentação remota” mostra a compreensão do estudante acerca do projeto e dos procedimentos e instrumentos tecnológicos requeridos para atuação no braço robótico a ser construído.

Um reforço dessa percepção de aprendizagem procedimental pode ser visto na proposição “escolha do circuito para montagem, visando testes de funcionalidade e viabilidade”. Percebe-se claramente a enunciação da estratégia de procedimento para validar uma escolha.

A aprendizagem do uso pedagógico do projeto está expressa na proposição “projeto de experimentação remota para estudos de alunos sob orientação de mediadores”. O interessante nessa frase é a ênfase no aspecto da aprendizagem (estudo de alunos) e no papel dos professores (orientação de mediadores), o que indica uma compreensão do estudante das concepções atuais de ensino.

Essa aprendizagem deve ter sido proporcionada pela sua interação com os pesquisadores do grupo, que discutem o uso da experimentação remota como um recurso para a aprendizagem mais autônoma do estudante, sem o direcionamento típico dos roteiros experimentais em uso nas atividades laboratoriais.

Não foi intenção deste trabalho analisar a qualidade dos mapas conceituais elaborados pelos estudantes, visto que se trata do primeiro envolvimento deles com essa técnica. Assim, a questão da presença de poucas proposições e a ausência de ligações cruzadas e hierarquização dos conceitos não foram levadas em consideração.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi proposta e discutida a possibilidade de ampliação do uso de mapas conceituais para analisar aprendizagens, para além das aprendizagens conceituais, incluindo aquelas relacionadas à explicitação de estratégias de ação ou explicações de procedimentos, cujas naturezas sejam mais cognitivas.

Ressaltou-se que, dos dois tipos de aprendizagem procedimental: i) a que denota conhecimentos do uso de técnicas e destrezas e ii) aquela que envolve conhecimento de estratégias e raciocínio, um mapa conceitual construído com conceitos pertinentes às

atividades práticas, como as que ocorrem no desenvolvimento de projetos com tecnologias digitais, pode permitir a análise de ocorrência de aprendizagens do segundo tipo, isto é, de conhecimentos procedimentais mais cognitivos.

Para comprovar essa hipótese, foram analisados mapas conceituais construídos por estudantes do ensino médio que desenvolvem projetos com tecnologias digitais no ambiente da universidade, em parceria com pesquisadores, graduandos e pós-graduandos.

O procedimento de analisar as proposições constantes no mapa e identificar aspectos que remetam à conhecimentos sobre como fazer algo permitiu identificar aprendizagens procedimentais destes estudantes.

Uma questão verificada no decorrer desta pesquisa, e que não é incomum em mapas conceituais disponíveis na internet, é o uso de marcas ou categorias no lugar de conceitos. Isso merece um estudo mais aprofundado em futuras pesquisas desta técnica na área de ensino de ciências, uma vez que o conhecimento de categorias não significa a aprendizagem dos conceitos elencados nessas categorias.

A intenção principal deste trabalho foi evidenciar que um mapa conceitual possui ainda mais qualidades do que aquelas constantemente discutidas e que é possível inferir acerca de aprendizagens procedimentais, além das conceituais, o que motiva ainda mais a perseverar na sua utilização, também com esse outro objetivo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.S. LEÃO, M.F. Metodologias e Recursos utilizados em Aulas para Ensinar Química: estado da arte em Atas do ENPEC (2007-2015). **Pesquisa em Foco**, v. 22, n. 2, p. 117-137, 2017.

BENDER, W.N. *Aprendizagem Baseada em Projetos*. Porto Alegre: Penso, 2014.

CAÑAS, A.J; NOVAK, J.D. Concept Mapping Using CmapTools to Enhance Meaningful Learning. In: Okada, A.; Shum, S.B.; Sherborne T. (eds) *Knowledge Cartography: Advanced Information and Knowledge Processing*. Springer, London, 2008.

DIAS, P. Comunidades de Conhecimento e Aprendizagem Colaborativa. Comunicação apresentada no Seminário Redes de Aprendizagem, Redes de Conhecimento, Conselho Nacional de Educação, Lisboa, 22 e 23 de Julho de 2001.

ESCODINO, D.A.; GÓES, A.C.S. Alfabetização científica e aprendizagem significativa: situação de alunos de escolas estaduais do Rio de Janeiro com relação à relação a conceitos de biologia molecular. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 1, p. 563-579, 2013.

FALCÃO, R. M. A. L. **Mapas Conceituais e Aprendizagem de Conteúdo Escolar no Ensino Fundamental I**. 2012. 206 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Educação, Universidade Federal de Paraíba, João Pessoa, 2012.

FRASSON, F. **Aprendizagem Significativa Conceitual, Procedimental e Atitudinal na Educação Alimentar e Nutricional, no Ensino Fundamental, por meio de Multiplicidade Representacional**. 2016. 169 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

JIMÉNEZ, M. P.; SANMARTÍ, N. ¿ Qué ciencia enseñar?: objetivos y contenidos en la educación secundaria. **La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria. Cuadernos de Formación del Profesorado**, v. 9, 1997.

LIMA, V.M. **Uma Sequência de Ensino Investigativa em Aulas de Ciências do 9º Ano de uma Escola Pública**: reflexões e apontamentos sobre o aprendizado de conceitos, procedimentos e atitudes. 2015. 143 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.

LORENZETTI, L.; SILVA, V.R. A utilização dos mapas conceituais no ensino e ciências nos anos iniciais. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, 2018.

MASSON, T. J. et al. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (pbl). In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. 2012, Belém. Anais Belém: COBENGE, 2012

MORA, G.; PAZ, R. O. O modelo da Educação Histórica: experiência de inovação para a educação básica. **História & Ensino**, v. 18, n. 1, p. 219-237, 2012.

OLIVEIRA, R.R. **Licenciatura em Enfermagem**: em foco a construção de planos de aula na educação profissional. 2017. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2017.

OLIVEIRA, N. A. A.; MATTAR NETO, J. A. Folhetim lorenianas: aprendizagem baseada em projetos, pesquisa e inovação responsáveis na educação. **Revista e-Curriculum**, [S.l.], v. 16, n. 2, p. 341-363, jul. 2018.

PARISOTO, M.F. **Ensino de Termodinâmica a partir de Situações da Engenharia**: integrando as metodologias de projetos e as unidades de ensino potencialmente significativas. 2015. 288 f. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

PARISOTO, M.F.; OLIVEIRA, M.H.A.; FISCHER, R. Aprendizagem por Projetos; relação dialética entre teoria e prática na formação de professores. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.11, n. 2, p. 190-208, 2016.

POZO, J.I.; GÓMEZ CRESPO, M.A. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 2009

RABELLO, A.; PINHEIRO, L.; ROCHA FILHO, J. O uso de mapas conceituais na avaliação de saberes em estrutura da matéria no ensino básico. **Revista Areté**, v. 9, n. 9, p. 254-268, 2017.

ROSA, I.S.C; LANDIM, M.F. Mapas Conceituais no ensino de Biologia: um estudo sobre aprendizagem significativa. *Scientia Plena*, v. 11, n. 3, p. 1-10, 2015.

SEBASTIANY, A.P. **Desenvolvimento de Atitude Investigativa em um Ambiente Interativo de Aprendizagem para o Ensino Informal de Ciências**. 2013. 247 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

SILVA, A.F.F. **Instrumento de Avaliação de Processos Cognitivos para a Aprendizagem de Subestações de Energia em Ambientes 2D e Realidade virtual**. 2016. 138 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologias, Comunicação e Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

VINCENZI DA SILVA, N. **Estudos para uma Métrica da Aprendizagem do Curso Domus Procel Edifica**: integrando mapas conceituais e taxonomia revisada para um sistema inteligente de avaliação na web. 2013. 112 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

VINCENZI DA SILVA, N.; MENDES, E.; ALVES, J. B.M. Estudo sobre Métrica Avaliativa da Aprendizagem: uma integração entre lógica de fuzzy, mapa conceitual e taxonomia educacional. **Nuevas Ideas en Informática Educativa**, v. 9, p. 629-632, 2013.

ZABALA, A. (org.) Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula. 2ª ed. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1999.

Recebido em 15/06/2019; Aceito após revisão em 18/12/2019.