

O MAPA CONCEITUAL COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS) SOBRE O CONTEÚDO RAZÕES TRIGONOMÉTRICAS NO TRIÂNGULO RETÂNGULO

(Concept mapping as an instrument of evaluation of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) on the content *trigonometrical ratios in right triangle*)

Tiago Nery Ribeiro (tnribeiro@globo.com)

Universidade Federal de Sergipe/campus Prof. Alberto Carvalho
Av. Vereador Olímpio Grande S/N – Itabaiana/Se

Divanízia do Nascimento Souza (divanizi@ufs.br)

Universidade Federal de Sergipe/ Cidade Univ. Prof. José Aloísio de Campos
Av. Marechal Rondon, s/n, Jd. Rosa Elze/ São Cristóvão/SE

Marco Antonio Moreira (moreira@if.ufrgs.br)

Instituto de Física – UFRGS
Caixa Postal 15051 - Campus
91501-970 Porto Alegre, RS
<http://moreira.if.ufrgs.br>

Resumo

O objetivo desse trabalho é relatar o processo de utilização do mapa conceitual como ferramenta de avaliação de aprendizagem na aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre o conteúdo matemático *razões trigonométricas no triângulo retângulo*, dirigida a 43 alunos participantes de uma experiência de ensino. Como referencial teórico foi utilizado a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (2003), considerando-se que, conforme Moreira (2011b), uma UEPS representa uma sequência didática adequada à implementação dos princípios teóricos da TAS. Como metodologia, de natureza qualitativa, foi realizada uma coleta de dados dos mapas conceituais elaborados pelos alunos antes e após a aplicação das UEPS, com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva dos alunos e a sua evolução conceitual. Os resultados apontaram um satisfatório desempenho desses alunos na elaboração dos mapas, oferecendo indícios de que o material é potencialmente significativo, pois foi observado que os alunos apresentaram evolução na construção dos mapas conceituais, com aprimoramento da representação dos conceitos sobre o conteúdo abordado, nas relações conceituais, nos níveis hierárquicos e na criatividade ao desenhá-los.

Palavra-chave: Mapa conceitual; Aprendizagem Significativa; UEPS; razões trigonométricas.

Abstract

This article aims at reporting the utilization process of concept mapping as a tool for assessing learning in the application of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) of the mathematical content *trigonometrical ratios in right triangle* to 43 students that participated in a teaching experiment. The Meaningful Learning Theory (MLT) by David Ausubel (2003) served as a theoretical framework. In agreement with it, Moreira (2011b) stresses that a PMTU represents a suitable didactic sequence for the

implementation of the theoretical principles of the MLT. Based on qualitative methodology, data gathering consisted of a collection of concept maps students had constructed before and after the application of the PMTU to identify prior knowledge in the students' cognitive structure as well as its conceptual evolution. Results showed the students' adequate performance in the drawing of their maps. Thus, it seemed to offer evidence that the material was potentially relevant, since, as claimed by observation, students evolved in the construction of their concept maps. Evidence denoted that students had improved their representation of the concepts addressed in the content, the conceptual relations, hierarchical levels, and in the creativity they had expressed in their drawing of such maps. Results helped to identify a degree of complexity in the evaluation procedures of students' knowledge derived from the construction of concept maps. It was possible to infer that the concept maps allowed teachers to identify evidence for the meaningful potentiality of the learning material involved here because it appeared to compose a relevant teaching unit in its function, objectives, and in the principles that favored the occurrence of meaningful learning.

Keywords: Concept map; meaningful learning; PMTU; trigonometrical ratios.

Introdução

A educação brasileira, desde o nível básico até o superior, vem experimentando modificações, principalmente de caráter metodológico, que nos levam a refletir sobre dois aspectos no processo de aprendizagem, já discutidos por Brown (1992), sendo eles: o conhecimento inerte e a aprendizagem passiva. O primeiro aspecto refere-se à quando os alunos adquirem um conhecimento não acessível e que não podem utilizar de forma adequada. Quanto ao segundo, a aprendizagem passiva, pode ser observado quando os alunos se inserem numa ação autodirigida e intencional (BROWN, 1992, p. 144). Em outras palavras, a abordagem de temas centrados nas necessidades do professor, predominando a ênfase na linguagem matemática, desprovida de um embasamento experimental, desvincula os conteúdos matemáticos de suas possíveis relações com os fatos do cotidiano e com os aspectos fenomenológicos relacionados a esses fatos.

Buscando contribuir para uma abordagem mais ampla dos conteúdos escolares, Moreira (2011(b)) propõe as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) como sequências de ensino fundamentadas na Teoria da Aprendizagem Significativa, com o propósito de estimular sequências de ensino e aprendizagem que atendam às novas demandas da sociedade do conhecimento, levando em consideração o aprendiz, e que propicie à escola se (re)inserir como principal fomentador da construção do conhecimento.

Nesse trabalho temos por objetivo apresentar os resultados de uma análise realizada a partir da elaboração de mapas conceituais por alunos participantes da aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre o conteúdo matemático razões trigonométricas no triângulo retângulo. Escolhemos esse conteúdo a partir da observação das dificuldades de aprendizagem dos alunos evidenciadas em nossa prática escolar.

Analisamos os mapas conceituais com o intuito de identificarmos conhecimentos prévios e a evolução conceitual dos alunos a partir da UEPS. Consideramos que um mapa conceitual é uma ferramenta que serve para a instrumentação do ensino, representação do conhecimento e da informação e avaliação. Essa ferramenta é frequentemente utilizada para identificar os conhecimentos prévios dos alunos, para acompanhar o processo de mudança conceitual ao longo a instrução,

avaliar grades curriculares, auxiliar no processo de arquivamento e compartilhamento de informações e processos colaborativos, estimulando a interação do mesmo com o aprendiz (CORREIA et al., 2010). Para isso, utilizamos como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2003), considerando que, conforme Moreira (2011b), uma unidade de ensino potencialmente significativa representa uma sequência didática adequada para a implementação dos princípios teóricos dessa teoria. Tais unidades de ensino estão alicerçadas sobre os processos e as circunstâncias que se propõem à aprendizagem do conteúdo de interesse.

Um material de ensino potencialmente significativo

A ideia central da teoria de Ausubel está alicerçada no fato de que a retenção e aquisição de conhecimentos se dá por meio de um processo interativo que ocorre entre o material instrucional e os conhecimentos prévios sobre o conteúdo que estão na estrutura cognitiva daquele que aprende, levando-o a criar novos significados relevantes sobre aquilo que está aprendendo. Portanto, os novos conhecimentos são uma consequência da interação ativa que ocorre entre o material de instrução e os conhecimentos prévios do aluno. Para Ausubel (2003) essa interação ocorrerá quando forem respeitadas duas condições: a existência de uma situação de aprendizagem significativa no aprendiz, o qual deve estar disposto a aprender, e de materiais de aprendizagem potencialmente significativos. Esses materiais potencialmente significativos inserem-se em:

tarefas de aprendizagem suficientemente não aleatórias, sensíveis e plausíveis para se relacionarem, de forma não arbitrária e substancial, a alguns componentes relevantes de um conjunto de conhecimentos existente em, pelo menos, alguns aprendizes (AUSUBEL, 2003, p. 43).

Buscamos, então, para o desenvolvimento de uma UEPS, elementos que possam nos guiar a um material de ensino que seja potencialmente significativo à estrutura cognitiva do aluno. Esses elementos estarão ancorados nos conhecimentos prévios relevantes existentes em tal estrutura, de forma que o aluno passe a ter ideias ou conhecimentos organizados e significativos. Conforme Ausubel (2003), para que o material seja potencialmente capaz de propiciar uma nova aprendizagem e seja significativo é necessário que atenda a dois importantes critérios:

Capacidade de relação não arbitrária e não literal para com ideias particulares relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz e capacidade de relação com a estrutura cognitiva individual de cada aprendiz em particular. (AUSUBEL, 2003, p. 58).

Assim, a UEPS deve ser planejada de modo a vir a contribuir para a melhoria de uma aprendizagem ativa, que necessita ser estruturada com base nos princípios da diferenciação cognitiva progressiva e da reconciliação integrativa, visando possibilitar a aprendizagem, a retenção e a organização do conteúdo na estrutura cognitiva do aprendiz. Com base na teoria de Ausubel (2003), entende-se que uma UEPS deve propiciar:

- (1) uma análise cognitiva do aprendiz, necessária para se averiguar quais são os aspectos mais relevantes para o novo material potencialmente significativo;
- (2) algum grau de reconciliação com as ideias existentes na estrutura cognitiva, ou seja, apreensão de semelhanças e de diferenças e resolução de

contradições reais ou aparentes entre conceitos e proposições novos e já enraizados;

(3) reformulação do material de aprendizagem em termos dos antecedentes intelectuais idiossincráticos e do vocabulário do aprendiz em particular. (AUSUBEL, 2003, p. 6).

Para Ausubel, a estabilidade e a clareza das ideias ancoradas são determinadas, em grande parte, pelo fato de terem sido bem aprendidas ou consolidadas através da repetição e/ou ensaio, quer em contextos diferentes, quer nos mesmos contextos. A estabilidade e a clareza das ideias são influenciadas positivamente se o aluno estiver apto para o uso do material instrucional, dentro de um contexto homogêneo, antes de entrar em âmbitos mais heterogêneos, e se utilizar de conteúdos de aprendizagem organizados de forma sequencial e hierárquica (AUSUBEL, 2003, p. 11). Dessa forma, a partir do material e das condições de interação com a estrutura cognitiva do aluno, na aprendizagem significativa o resultado será, possivelmente, uma retenção da informação, interiorizada de uma forma mais estável.

Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

A denominação Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) foi utilizada por Moreira (2011(b)) para qualquer sequência didática adequada à implementação dos princípios teóricos da Teoria da Aprendizagem Significativa. Uma UEPS tem por finalidade relacionar de forma substantiva e não arbitrária os novos conhecimentos com os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do aluno, possibilitando a interação desses conhecimentos. No desenvolvimento de uma UEPS busca-se um material de ensino não aleatório, plausível e sensível aos conhecimentos prévios que o aluno tem, oportunizando situações nas quais ele seja capaz de aprender. Isso significa que o planejamento de uma UEPS deve também fundamentar-se em preocupações com fatores particulares individuais dos alunos, como a idade, a vivência cultural, o nível de cognição e a capacidade que eles, individualmente, demonstram na utilização dos conhecimentos prévios em relação ao novo conhecimento a ser adquirido.

A partir dessas considerações, no decurso da aprendizagem com UEPS o aluno deve relacionar os novos conceitos e proposições com a própria estrutura cognitiva idiossincrática. Para que isso ocorra, é necessário que o material apresente alguns aspectos importantes: ele deve ser diversificado em termos de estratégias e ferramentas de ensino; prever atividades diversificadas sobre um mesmo conceito, para abranger as semelhanças e diferenças que possam confundir as novas ideias adquiridas com as já existentes na estrutura cognitiva dos aprendizes; apresentar clareza e estabilidade nos subsunçores utilizados; buscar desenvolver a aprendizagem a partir da motivação de questionamentos, evitando respostas prontas durante a evolução dos temas, estimulando o diálogo e a criticidade em sala de aula; incentivar que os próprios alunos construam situações-problema nas unidades; privilegiar atividades colaborativas entre os alunos; e possibilitar avaliações sistemáticas.

Na elaboração da UEPS adaptamos os aspectos sequenciais estabelecidos por Moreira (2011(b), p. 45 e 46), da seguinte maneira:

(1) Definimos o tema *razões trigonométricas no triângulo retângulo*;

(2) Utilizamos situações que oportunizassem identificar os conhecimentos prévios já existentes na estrutura cognitiva dos alunos, que fossem supostamente relevantes para a aprendizagem significativa do tema, partindo de discussões, questionários e situações-problema.

(3) Após a situação inicial, apresentamos os conceitos a serem ensinados e aprendidos sobre o tema, levando em consideração a diferenciação progressiva; isto é, começando com aspectos mais gerais e inclusivos sobre o tema.

(4) Em seguida, o tema foi abordado sob aspectos mais gerais e com maior complexidade em relação às situações iniciais. Assim, foram relacionados objetos, elementos e situações das razões trigonométricas com questões da Física, com a finalidade de despertar a curiosidade dos alunos, buscando uma interação das concepções prévias deles com o tema. Tais questões foram propostas para possibilitar a reconciliação integradora através de estratégias colaborativas que levassem o aluno a interagir, negociando significados, tendo o professor como mediador.

(5) Ao término de cada atividade da UEPS foi realizada uma nova apresentação dos significados do tema e, em seguida, novas questões foram desenvolvidas individualmente, por meio de situações-problema sobre o tema. Essas apresentações foram acompanhadas de discussões colaborativas entre os alunos e o professor, com posterior apresentação e discussão em grupo maior, mediado pelo professor/investigador;

(6) A avaliação da aprendizagem foi contínua, através das atividades propostas na UEPS e da elaboração de mapas conceituais. As respostas foram registradas para análise a posteriori, com o objetivo de identificar evidências de aprendizagem significativa do tema trabalhado. As questões matemáticas das atividades foram obtidas da literatura e foram identificadas de acordo com os Níveis de Conhecimento definidos por Robert (1997).

Metodologia

A metodologia que empregamos foi do tipo qualitativa, desenvolvida a partir dos pressupostos de uma experiência de *Design Experiment*, por se tratar de um contexto educacional que pode ser discutido e modificado ativamente pelos seus personagens. Isto porque, a UEPS foi construída a partir de situações que estavam relacionadas com os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema e com sucessivas interações e alterações a partir da vivência em sala de aula, o que possibilitou adequar o *design* das UEPS para a promoção da aprendizagem significativa dos alunos.

Para Cobb,

Design Experiment resulta idealmente em uma maior compreensão de uma ecologia da aprendizagem — um complexo, sistema de interação, envolvendo vários elementos de diferentes tipos e níveis — através da concepção de seus elementos e por antecipar como estes elementos funcionam juntos para apoiar a aprendizagem. (COBB et al., 2003, p.9).

Dessa forma, a sala de aula tornou-se um ambiente de pesquisa, no qual tanto o pesquisador como os alunos puderam gerar situações de análise e avaliação da UEPS. No *Design Experiment* o professor torna-se o pesquisador da sua própria prática pedagógica. Portanto, segundo Cobb et al. (2003), ele deve estar apto a criar o contexto

inicial das atividades a serem desenvolvidas, conduzi-las adequadamente e ter a neutralidade suficiente para realizar uma análise sistemática de toda a situação.

Estes princípios nos fizeram organizar melhor os procedimentos metodológicos, tanto na dimensão teórica como também na experimental, aliando o plano teórico desenvolvido a partir da aprendizagem significativa até toda a experimentação das UEPS na prática educativa.

Após elaboração, a UEPS foi aplicada durante cinco encontros presenciais, de 2 horas/aula cada. Os grupos observados foram classificados como: Grupo 01, composto por dezesseis alunos participantes de um curso intitulado “Nivelamento”, que teve por objetivo abordar sobre conteúdos matemáticos da educação básica. Esses alunos, com faixa etária entre 18 e 28 anos, embora já matriculados na Universidade Federal de Sergipe (UFS), ainda não haviam iniciado o curso de Licenciatura em Física que iriam cursar no Campus Universitário Professor Alberto de Carvalho da UFS, localizado na cidade de Itabaiana, SE. Grupo 02, integrado por treze licenciandos em Física, com faixa etária entre 19 e 28 anos, participantes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) do Departamento de Física do Campus Universitário Professor Alberto Carvalho da UFS. E o grupo 03, formado por quatorze alunos da Educação Básica, com faixa etária entre 15 e 18 anos, dois deles matriculados na segunda série do ensino médio e 12 na terceira série do Colégio Estadual Atheneu Sergipense, da rede pública do estado de Sergipe.

A partir do que se propõe a aprendizagem significativa, o trabalho teve por foco identificar indícios de um material potencialmente significativo a partir da evolução conceitual dos estudantes participantes das atividades. Para isso, utilizamos para a coleta dos dados os seguintes métodos: análise prévia, atividades na UEPS e análise final. No quadro 01 expomos de maneira sucinta o método de coleta dos dados e como foram registrados.

QUADRO 01 – MÉTODO E FORMA DE COLETA DOS DADOS

Método de coleta dos dados	Forma de registro dos dados
Análise prévia	- Teste inicial para análise dos conhecimentos prévios dos alunos; - Mapa conceitual para análise dos conhecimentos prévios dos alunos.
Atividades na UEPS	- Registro das respostas dos alunos às atividades contidas na UEPS.
Análise final	- Mapa conceitual para análise da evolução conceitual; - Teste final

FONTE: Ribeiro, 2015.

No primeiro encontro com os alunos tivemos por objetivo identificar conhecimentos prévios relevantes na estrutura cognitiva deles, e no último encontro identificar a evolução na utilização dos conceitos do tema razões trigonométricas no triângulo retângulo, bem como a relação estabelecida entre esses conceitos, o grau de ramificação dos mapas e a sua hierarquia.

Destacamos que o mapa conceitual foi um mecanismo de investigação da evolução conceitual do tema a partir da utilização da UEPS, e analisar as suas características significou ter uma forma mais objetiva e confiável de medir o avanço do conhecimento adquirido, que permitiu uma reflexão acerca daquilo que foi aprendido.

Para utilizarmos a estratégia do Mapa Conceitual nas análises prévia e final da UEPS, os alunos foram inicialmente instruídos sobre a construção do mapa por meio de questões referentes à ideia de conceitos, à identificação e relação entre conceitos, palavras de ligação, estrutura hierárquica do mapa, como sugerido por Novak e Gowin (1984). Foram expostos, para os alunos, alguns mapas que mostrassem a evolução de um mapa “simples”, com poucos conceitos e palavras de ligação para mapas mais “complexos”.

As tarefas realizadas pelos alunos durante a aplicação da UEPS são esclarecidas no quadro 02 e estão relacionadas aos passos propostos na UEPS.

Quadro 02 – Atividades realizadas pelos alunos a partir da UEPS proposta

Encontro	Momento	Objetivo de cada momento	Atividade realizada pelos alunos
1º	1	Instrução sobre a elaboração de mapas conceituais	Elaboração de exemplos diversos sobre mapas conceituais
	2	Teste inicial para análise dos conhecimentos prévios dos estudantes	Respostas ao teste inicial
	3	Mapa conceitual para análise dos conhecimentos prévios dos estudantes.	Elaboração de mapa conceitual sobre o tema razões trigonométricas no triângulo retângulo.
2º	1	Conceituação e caracterização de um triângulo retângulo	Construção de triângulos retângulos no software Geogebra
	2	Congruência entre triângulos retângulos	Construção de triângulos retângulos congruentes no software Geogebra
	3	Congruência entre triângulos retângulos	Respostas a problemas sobre propagação retilínea da luz (sombra de objetos) tendo como eixo norteador a construção de triângulos retângulos congruentes
3º	1	Teorema de Pitágoras	Análise de trechos da música “uma Arlinda Mulher” e do poema matemático: “o quociente e a incógnita”
	2	Teorema de Pitágoras	Assistir ao documentário “O legado de Pitágoras: Pitágoras e outros” da tv escola
	3	Teorema de Pitágoras	Situações didáticas a partir de problemas com vetores.
4º	1	Razão trigonométrica no triângulo retângulo	Verificação da proporcionalidade entre triângulos retângulos a partir da construção de triângulos no software Geogebra
	2	Razão trigonométrica no triângulo retângulo	Participação em atividade experimental: construção, com material lúdico, de rampas inclinadas (plano inclinado).
5º	1	Razão trigonométrica no triângulo retângulo	Utilização de tirinhas em quadrinhos para discussão sobre planos inclinados
	2	Razão trigonométrica no triângulo retângulo	Utilização de atividades com o software Plano inclinado do Núcleo de Objetos de aprendizagem – NOA/UFPB
	3	Razão trigonométrica no triângulo retângulo	Vivência de situações didáticas a partir de problemas com Planos Inclinados.
	4	Teste final para análise da evolução conceitual dos estudantes	Resposta ao teste final
	5	Mapa conceitual para análise da evolução conceitual dos estudantes	Elaboração de mapa conceitual sobre o tema razões trigonométricas no triângulo retângulo.

Fonte: Ribeiro, 2015.

A utilização do mapa conceitual na avaliação de uma UEPS

O mapa conceitual é uma ferramenta utilizada para auxiliar estudantes na reflexão sobre a estrutura de um conhecimento e em todo o processo de construção do mesmo. Tal ferramenta foi desenvolvida pelo educador americano Joseph Donald Novak e tem por objetivo:

representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições. Uma proposição consiste em dois ou mais termos conceituais ligados por palavras de modo a formar uma unidade semântica. Na sua forma mais simples, um mapa de conceitos consta apenas de dois conceitos unidos por uma palavra de ligação de modo a formar uma proposição. (NOVAK, 1984. p. 31).

Trata-se de uma ferramenta para auxiliar os estudantes e também os professores na busca de ideias-chaves que representem um conjunto de significados numa estrutura de proposições no qual se inclui o conceito a ser adquirido.

A construção do conhecimento se verifica com a observação dos acontecimentos e objetos que existem ao nosso redor; esses, por sua vez, não são descobertos e sim construídos pela natureza ou pelo ser humano, assim como o conhecimento. Por isso, Novak (1984) define “conceito” como uma regularidade nos acontecimentos ou nos objetos que se designam por certos termos, utilizado como palavra-chave no mapa conceitual.

Os mapas conceituais podem ser utilizados de diversas formas no processo de ensino e aprendizagem, incluindo: como instrumento didático de ensino e aprendizagem, para o planejamento curricular, em avaliação, como organizador prévio dos conteúdos, para diagnóstico prévio, como resumo de determinado tema e como forma de aprimorar a recordação sobre um tema.

Em nossa pesquisa utilizamos o mapa conceitual para um diagnóstico prévio e avaliação da evolução conceitual do tema abordado na UEPS. Como diagnóstico, os mapas conceituais desenvolvidos pelos alunos participantes deste estudo foram utilizados, antes mesmo da aplicação da UEPS, para identificar os conhecimentos prévios dos alunos. Ao final da aplicação da UEPS os mapas desenvolvidos serviram como avaliação, para identificar a evolução conceitual dos mesmos, buscando identificar indícios de que o material foi potencialmente significativo.

No entanto, para tal avaliação, devemos lembrar, conforme Moreira (2011), que os mapas conceituais construídos pelos alunos têm componentes idiossincráticos, o que significa que não deve existir um mapa conceitual que seja considerado como o “mapa” e, de maneira análoga, o importante não é se o mapa está correto ou errado, mas sim proporcionar evidências de evolução conceitual dos alunos a partir da aplicação da UEPS.

Da análise dos mapas conceituais

No primeiro, a partir da análise de cada mapa construído antes da aplicação da UEPS, foi feita a identificação dos conhecimentos prévios que eram relevantes ao tema, buscando-se identificar os conhecimentos dos alunos existentes na sua estrutura

cognitiva, o que nos auxiliou no desenvolvimento da UEPS. Com o segundo mapa realizamos uma análise para identificar a evolução conceitual dos alunos após aplicação da UEPS em sala de aula, a fim de diagnosticar sobre o processo de ensino e o de aprendizagem; o que possibilitou identificar as vantagens e dificuldades da realização de tal unidade.

Para a análise dos mapas foram utilizados dois critérios. Um critério foi qualitativo, no qual analisamos os conceitos sobre o tema razões trigonométricas no triângulo retângulo e a frequência com que aparecem, a ligação entre conceitos, os níveis de hierarquização e exemplos. O outro foi quantitativo, no qual atribuímos um escore a cada mapa, conforme os critérios de classificação de Novak e Gowin (1984, p. 53), utilizando a seguinte equação matemática (equação 01) para caracterizar quantitativamente os mapas construídos pelos alunos:

$$Q_M = Q_C + Q_H \cdot 5 + Q_L \cdot 2 + Q_E \quad (\text{Equação 01})$$

Em que: Q_M é a quantidade de pontos de cada mapa conceitual; Q_C é a quantidade de relações válidas entre conceitos; Q_H é a pontuação referente aos níveis de hierarquização; Q_L é a quantidade de ligações cruzadas válidas e significativas e; Q_E é a quantidade de exemplos válidos.

Nos mapas construídos por cada participante dos grupos, identificamos os conceitos válidos e a frequência com que tais conceitos apareceram. As tabelas 01 e 02 apresentam a quantidade de conceitos válidos e os resultados da identificação dos mesmos.

Tabela 01 - Quantitativos de conceitos válidos sobre razões trigonométricas no triângulo retângulo que aparecem nos mapas 01 e 02

Quantidade de conceitos válidos					
Grupo 01		Grupo 02		Grupo 03	
Mapa 01	Mapa 02	Mapa 01	Mapa 02	Mapa 01	Mapa 02
10	11	12	13	9	13

A partir da análise dos conceitos válidos, foram enumerados os conteúdos mais abrangentes apresentados na elaboração dos mapas, os quais serviram como ponto de partida para o desenvolvimento da UEPS, e foram: conceituação e caracterização do triângulo retângulo; Teorema de Pitágoras; congruência entre triângulos; razões trigonométricas seno, cosseno e tangente.

A partir da análise do segundo mapa elaborado foi identificada uma elevação em relação a quantidade de conceitos válidos. No caso do grupo 01, nove alunos incluíram em seus mapas o conceito de cotangente discutido na UEPS. No caso do grupo 02, foi observado a inclusão do conceito de semelhança entre triângulos, mas somente por um aluno. Quanto ao grupo 03 foi verificada uma maior evolução na quantidade de conceitos válidos sobre o tema razões trigonométricas no triângulo retângulo, com a inclusão no segundo mapa dos conceitos de semelhança entre triângulos, por três alunos, sobre secante, por quatro alunos e sobre cossecante e cotangente, por um aluno cada. A evolução na quantidade de conceitos válidos apresentados pode ser considerada significativa, pois, abrangeu os conteúdos trabalhados na UEPS.

A frequência de citação dos conceitos válidos por cada grupo em cada mapa está apresentada na tabela 02

Tabela 02- Frequência dos conceitos válidos sobre razões trigonométricas no triângulo retângulo no primeiro e segundo mapas conceituais elaborados pelos três grupos de alunos

Conceitos	Frequência dos conceitos válidos					
	Grupo 01		Grupo 02		Grupo 03	
	Mapa 01	Mapa 02	Mapa 01	Mapa 02	Mapa 01	Mapa 02
Triângulo retângulo	13	16	10	13	6	11
Teorema de Pitágoras ($a^2 = b^2 + c^2$)	8	13	11	12	10	12
Ângulo reto	8	10	4	6	3	6
Cateto oposto	11	15	8	12	11	12
Cateto adjacente	12	15	8	12	11	12
Hipotenusa	13	15	8	12	11	12
Semelhança entre triângulos	2	6	-	1	-	3
Seno	1	12	7	8	14	12
Cosseno	1	12	7	8	14	12
Tangente	1	12	6	8	14	12
Cotangente	-	9	1	8	-	4
Secante	-	-	1	8	-	1
Cossecante	-	-	1	8	-	1

FONTE: Ribeiro, 2015.

A partir dos dados coletados, observa-se que a frequência de aparições dos conceitos informados por cada grupo no segundo mapa foi maior que no primeiro, visualizamos também a inserção de conceitos não observados ou pouco observados, como por exemplo, cotangente, secante e cossecante, mesmo não sendo objetivo de estudo tratado nessa UEPS. Vale ressaltar que a frequência de aparição de conceitos não garante a evolução conceitual se não vier acompanhada da apropriação de conhecimento adequado da natureza e papel dos mesmos. Por isso, concordamos com Novak e Gowin (1984, p. 40), quando colocam que a melhor forma de facilitar a aprendizagem significativa dos alunos é ajudá-los explicitamente a verem a natureza e o papel de conceitos, bem como a relação entre eles, tal como possam possivelmente existir nas suas mentes e como existir “lá fora”, no mundo ou em instruções escritas ou orais.

O segundo ponto de análise foi a identificação do nível hierárquico dos conceitos subordinados classificados como válidos nos mapas conceituais construídos pelos alunos. Essa análise se justifica, considerando-se Novak (1981, p. 68), como questão central, pois a aprendizagem de conceitos de um tema requer capacidade de explicação das relações entre os conceitos estudados desse tema. Por isso, a classificação do nível de hierarquia possibilita configurar a sequência deles, dos mais inclusivos e gerais para os mais específicos e subordinados, e as relações hierárquicas que existem entre os conceitos em questão. A tabela 03 apresenta os níveis hierárquicos, de acordo com a classificação Novak e Gowin para hierarquia conceitual (1984).

Tabela 03 – Classificação dos níveis hierárquicos dos conceitos subordinados sobre razões trigonométricas no triângulo retângulo observados no primeiro e segundo mapas conceituais elaborados pelos três grupos de alunos

Nível hierárquico	Quantitativos					
	Grupo 01		Grupo 02		Grupo 03	
	Mapa 01	Mapa 02	Mapa 01	Mapa 02	Mapa 01	Mapa 02
Nível 00	-	-	01	-	-	-

Nível 01	09	08	05	04	12	05
Nível 02	04	04	04	08	01	05
Nível 03	-	04	02	01	01	03
Não construiu o mapa	03	-	01	-	-	01

FONTE: Ribeiro, 2015.

Os grupos 01 e 03 eram formados por alunos que estavam em contato com a estratégia de ensino dos mapas conceituais pela primeira vez, por isso notamos uma predominância do nível hierárquico 01, com poucos alunos em nível 02. Eles demonstraram também dificuldades na construção dos mapas, o que resultou em uma simetria modesta dos mesmos e poucas relações hierárquicas importantes entre conceitos.

No grupo 02 os alunos já haviam tido contato anterior com a construção de mapas conceituais e conheciam a estratégia, uma vez que eram estudantes de um programa institucional de bolsas no qual os mapas conceituais eram utilizados constantemente em suas atividades, daí esperávamos um desempenho melhor em relação aos outros grupos, fato que não ocorreu.

Na análise sobre a alteração de nível entre os mapas construídos antes e após a UEPS, identificamos no grupo 01 que 53,8% dos alunos elevaram o nível hierárquico nos mapas; no grupo 02 o percentual foi de 27,2%; e no grupo 03, 46,1% de alunos modificaram os níveis hierárquicos, havendo uma elevação para todos os grupos.

Embora os grupos 01 e 03, compostos respectivamente por alunos que haviam se matriculado em Licenciatura em Física, mas que não haviam iniciado tal curso, e por alunos do ensino médio, não tivessem qualquer contato anterior com a ferramenta mapa conceitual, os integrantes desses grupos conseguiram ter uma evolução mais evidente que o grupo 02, composto de alunos que já conheciam esta ferramenta.

Sobre o grupo 2, concordamos com Novak (1981, p. 63), quando cita que a intervenção e orientação do professor no desenvolvimento do mapa conceitual, visando o estabelecimento da disposição do aluno em aprender, pode influenciar significativamente não só na forma como a informação é internalizada na estrutura cognitiva, mas também na forma como é externalizada pelo aluno quando da construção do mapa conceitual. Essas devem compor um dos papéis mais importantes do professor no processo de construção dos mapas conceituais. Assim, pode-se entender que, como o grupo 2 já tinha vivenciado a construção de mapas conceituais, essa vivência pode ter contribuído para menor interação na construção deles.

Ao identificarmos o nível de hierarquia presente nos mapas conceituais construídos, foi possível visualizar os conceitos e as relações hierárquicas entre eles. Os quantitativos das relações hierárquicas válidas entre conceitos estão indicados na tabela 04. Vale salientar que três alunos do grupo 01 não elaboraram o primeiro mapa conceitual e um aluno do grupo 03 não confeccionou o segundo mapa, e esses quatro não expuseram o motivo pelo qual não o fizeram.

Tabela 04 – Quantitativos de relações entre conceitos sobre razões trigonométricas no triângulo retângulo no primeiro e segundo mapa conceitual construído pelos alunos do grupo 01

Alunos (denominados por letras)	Relação entre conceitos					
	Grupo 01		Grupo 02		Grupo 03	
	Mapa 01	Mapa 02	Mapa 01	Mapa 02	Mapa 01	Mapa 02
A	8	12	6	7	3	5
B	8	11	6	7	2	9
C	6	8	-	5	3	7

D	6	8	8	8	0	0
E	3	4	3	7	2	5
F	0	5	3	7	2	4
G	2	5	5	6	2	7
H	0	4	0	0	3	5
I	3	11	0	3	3	3
J	6	8	2	4	1	6
K	0	5	4	4	1	3
L	-	2	2	3	2	1
M	-	2	2	6	6	8
N	3	8	-	-	2	-
O	0	3	-	-	-	-
P	-	4	-	-	-	-

FONTE: Ribeiro, 2015.

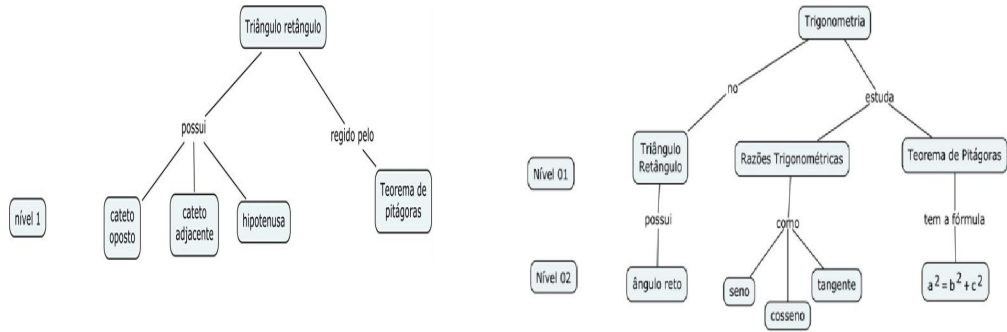
Podemos notar que, no primeiro mapa, a partir da quantidade abaixo do esperado de conceitos sobre razões trigonométricas no triângulo retângulo e da quantidade de relações válidas entre eles, os alunos tiveram dificuldades em representar relações significativas entre os conceitos. Uma explicação para isso pode estar nas experiências de ensino vivenciadas por eles nas aulas que tiveram oportunidade de assistir sobre o tema.

As relações válidas analisadas no segundo mapa demonstram uma evolução significativa em relação às do primeiro. O aumento das relações entre conceitos para o grupo 01 foi de 100%; para o grupo 02 esse aumento foi de quase 70%; e de pouco mais que 80% para o grupo 03.

Não se observou, tanto no primeiro como no segundo mapa conceitual, ligações cruzadas válidas entre os conceitos. A evidência do estabelecimento dessas ligações é uma forma importante de identificarmos se houve ligações significativas entre um segmento de hierarquia conceitual e o outro.

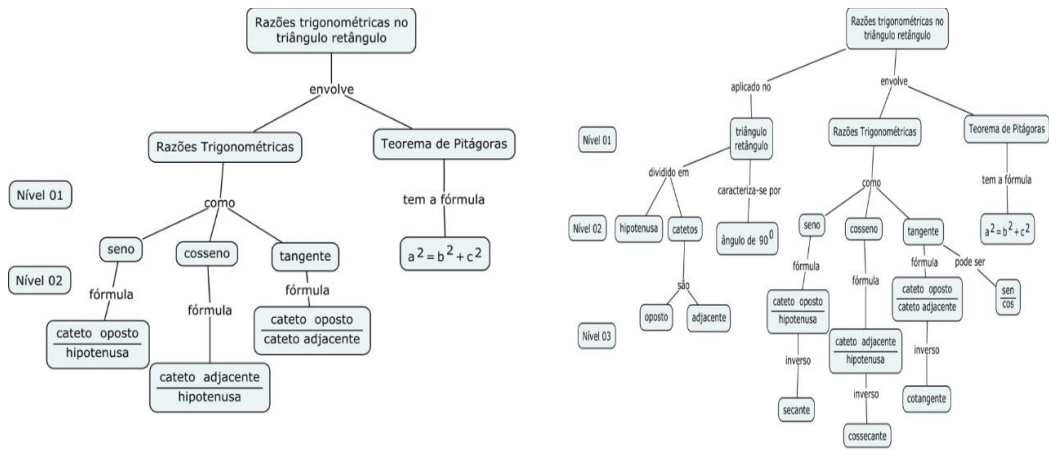
A partir da análise da estruturação dos mapas, observou-se uma predominância de diagramação em forma de rede, sequencial ou linear, que obedeceu a uma ordem hierárquica de conceitos. Nas figuras 01, 02 e 03 estão apresentados alguns dos mapas construídos pelos alunos, de forma a representar a estrutura e o nível hierárquico desses mapas. Escolhemos mapas elaborados pelos mesmos alunos que produziram os transcritos na análise prévia, para analisarmos melhor a evolução conceitual dos mesmos. Os mapas foram manuscritos, porém, para auxiliar na leitura, foram transcritos *ipsis litteris* para o *software cmaptools*. Os alunos estão identificados por letras, que foram definidas inicialmente na coleta de dados.

Figura 01: Respectivamente, primeiro e segundo mapa conceitual construído pelo aluno G do grupo 1.



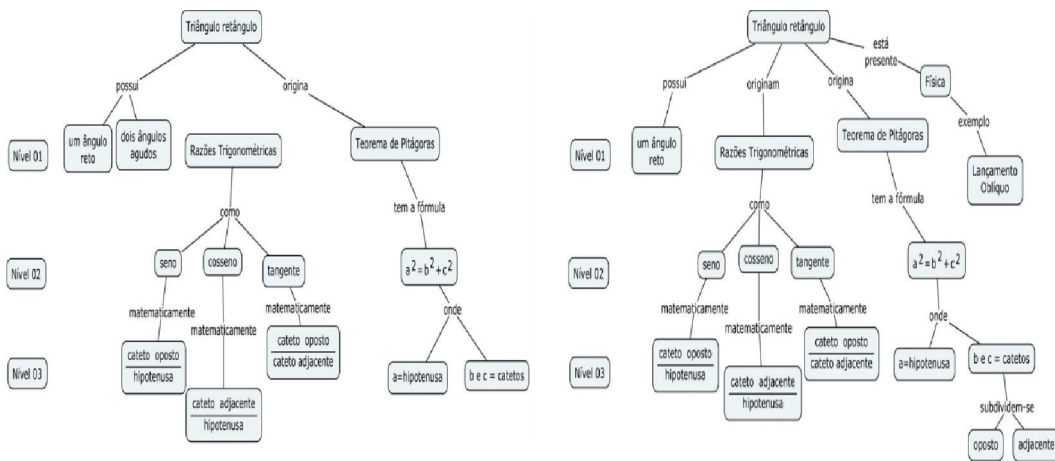
FONTE: Ribeiro, 2015.

Figura 02: Respectivamente, primeiro e segundo mapa conceitual construído pelo aluno B do grupo 3.



FONTE: Ribeiro, 2015.

Figura 03: Respectivamente, primeiro e segundo mapa conceitual construído pelo aluno D do grupo 2.

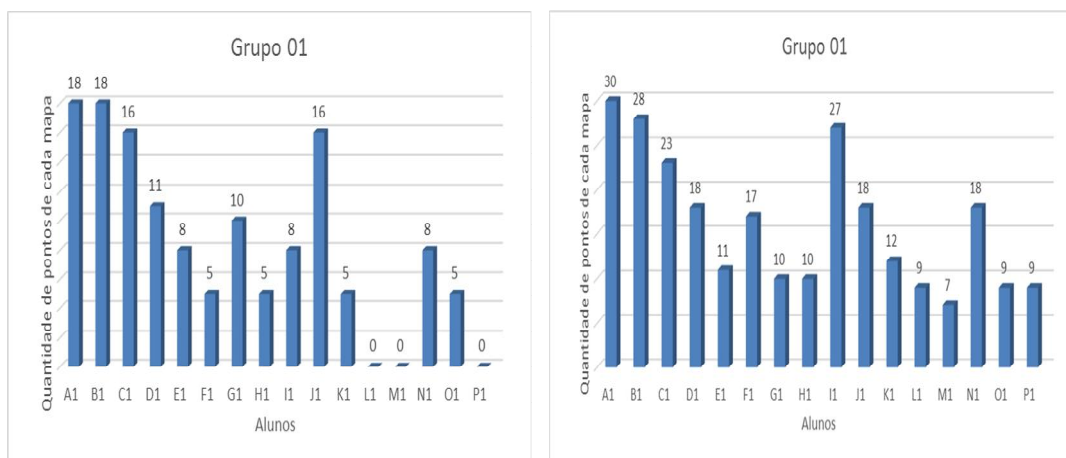


FONTE: Ribeiro, 2015.

A análise da estrutura dos mapas nos permitiu evidenciar a evolução deles no que se refere à construção, representação dos conceitos, às relações conceituais, aos níveis hierárquicos e quanto à criatividade dos alunos ao desenhá-los.

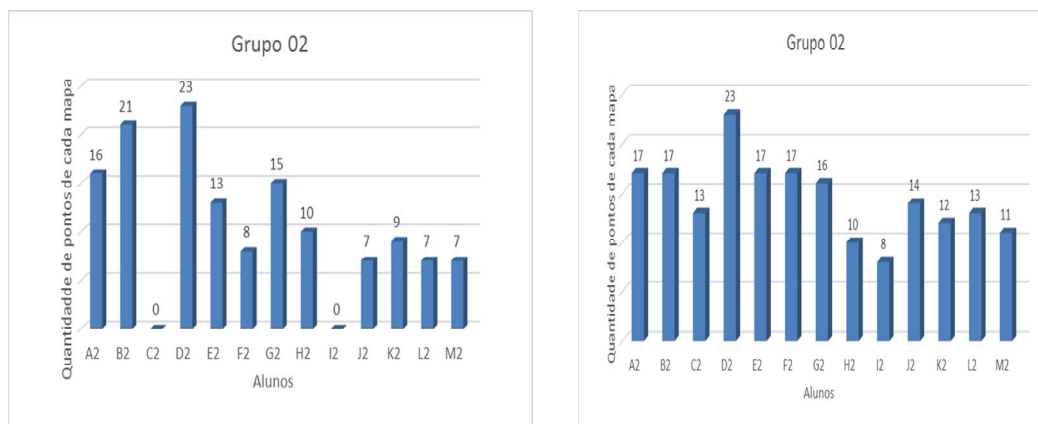
Na análise quantitativa dos mapas conceituais utilizamos o modelo de pontuação proposto por Novak e Gowin (1984, p. 53), apresentando na equação 1, informada anteriormente. Os escores de cada mapa construído dos grupos pesquisados se encontram nos gráficos das figuras 04, 05 e 06.

Figura 04 – Escores do primeiro e segundo mapa conceitual construído pelos alunos do grupo 01.



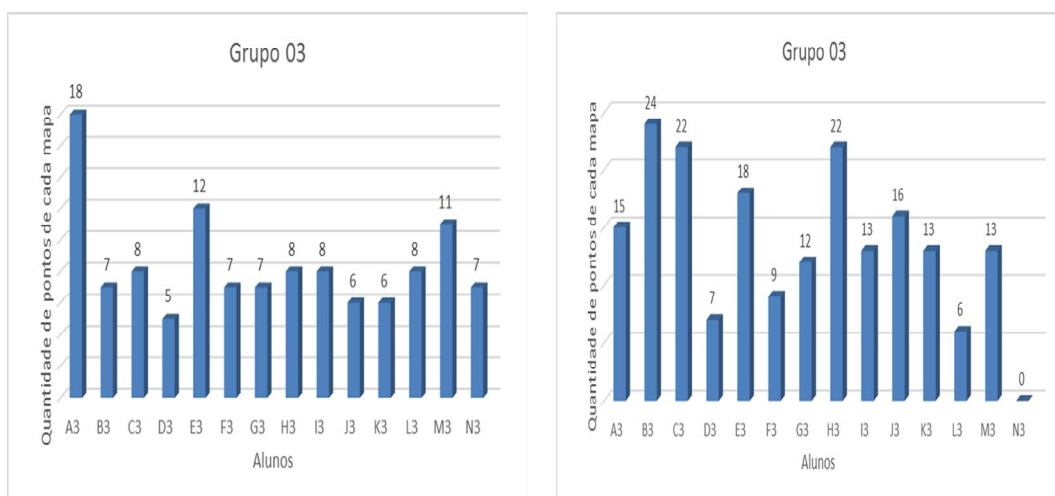
FONTE: Ribeiro, 2015.

Figura 05 – Escores do primeiro e segundo mapa conceitual construído pelos alunos do grupo 02.



FONTE: Ribeiro, 2015.

Figura 06 – Escores do primeiro e segundo mapa conceitual construído pelos alunos do grupo 03.



FONTE: Ribeiro, 2015.

A determinação dos escores definidos a partir da análise dos mapas empregando o modelo de pontuação de Novak e Gowin (1984), nos auxiliou a criar um parâmetro numérico que possibilitou evidenciar a evolução conceitual dos alunos após aplicação da UEPS.

Tomando como referência os escores de cada grupo, considerando a relação entre o primeiro e o segundo mapas conceituais elaborados, observamos que o índice percentual de melhoria da pontuação para cada grupo foi de, aproximadamente: 90 % para o grupo 01; 40 % para o grupo 02; e de 60 % para o grupo 03.

Percebe-se que os grupos apresentaram um avanço quantitativo quanto aos valores dos escores do segundo mapa em relação ao primeiro. Esse avanço foi caracterizado principalmente pela quantidade de ligações entre conceitos, pela melhoria no nível hierárquico e pela apresentação de exemplos referentes às situações-problema das atividades da UEPS.

Como coloca Moreira (2011(a), p. 135), os mapas conceituais são instrumentos que podem levar a profundas modificações na maneira de ensinar, de avaliar e de aprender, por promoverem a aprendizagem significativa, principalmente quando comparados com técnicas didáticas voltadas para a aprendizagem mecânica. Porém, é necessário que os alunos adquiram habilidades que os auxiliem a construção desses mapas.

A partir da análise dos mapas conceituais construídos pelos alunos, foi possível verificar uma evolução em cada mapa em relação aos primeiros mapas. Portanto, os mapas foram instrumentos que auxiliaram na identificação dos conhecimentos prévios dos alunos e após o desenvolvimento da UEPS, possibilitando a identificação da evolução conceitual dos alunos com a aplicação da UEPS. Isso está de acordo com o que o estabelecido por Moreno *et al.*,

utilizado como instrumento de avaliação da aprendizagem, o mapa conceitual revela aspectos cognitivos, atitudinais e procedimentais do educando, considerando que, no seu processo de elaboração, interagem aspectos motivacionais integrados à capacidade de pensar e atuar. O exercício da capacidade de conceitualização requer o desenvolvimento de habilidades, que envolvem funções de atenção, memória, abstração, comparação e diferenciação, para selecionar conteúdos considerados significativos,

estabelecer relações entre eles e com os conhecimentos prévios, e elaborar uma síntese gráfica de proposições. (MORENO *et al.*, 2007, p.461).

Dessa forma, os mapas conceituais produzidos pelos alunos dos três grupos auxiliaram a configurar a UEPS como um material de ensino potencialmente significativo. Afinal, podemos afirmar que, com base em Ausubel (2003), a construção deles influenciou a estrutura cognitiva dos alunos, no que se refere à compreensão dos conceitos apresentados durante o desenvolvimento da UEPS.

Considerações finais

Os mapas conceituais construídos pelos alunos participantes da pesquisa aqui apresentada foram um importante instrumento no desenvolvimento da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre o tema razões trigonométricas no triângulo retângulo em sala de aula, auxiliando na escolha e organização de conceitos e significados a serem discutidos no material e na identificação de conhecimentos prévios desses alunos. Esses mapas também serviram como ferramenta na identificação da evolução conceitual do tema a partir da utilização da UEPS, no que se refere à construção dos mapas, representação dos conceitos, relações conceituais, aos níveis hierárquicos, à criatividade e à capacidade dos alunos em desenhá-los. Embora essa evolução não signifique necessariamente aperfeiçoamento da diferenciação cognitiva progressiva, pois como cita Novak (1981, p. 87), a diferenciação cognitiva na aprendizagem significativa ocorre gradualmente, à medida que o aluno amadurece. Mas é razoável supor que a diferenciação identificada na comparação entre primeiro para o segundo mapa poderia ter pouca influência na relativa adequação da estrutura cognitiva do aluno, uma vez que a duração do período de realização da investigação pode ter sido insuficiente para uma avaliação através de mapas conceituais.

Para Moreira (2011(b)), a avaliação de uma UEPS deve ser realizada durante todos os momentos de sua aplicação, por meio de registros de tudo o que possa ser considerado na análise de evidências de um material de ensino que seja potencialmente significativo. A utilização do mapa conceitual no início e após a aplicação da unidade de ensino foi uma ótima ferramenta na sua avaliação; porém, acreditamos que os mapas deveriam ter sido elaborados pelos alunos em todos os encontros, para podermos evidenciar melhor a evolução conceitual do tema durante todos os momentos da aplicação da UEPS. Dessa forma, podemos concluir que os mapas conceituais foram úteis em demonstrar evidências de um material de aprendizagem potencialmente significativo.

Referências Bibliográficas

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Plátano Edições Técnicas, 2003, Lisboa/Portugal. Tradução de *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

BROWN, A. L. **Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings.** The Journal of the Learning Sciences, 2(2) p. 141-178. Lawrence Erlbaum Associates, 1992.

COBB, P. CONFREY, J., DISESSA, A. LEHRER, R, SCHAUBLE, L. (2003): '**Design Experiments in Educational Research**'. Educational Researcher; Jan/Feb 2003; 32(1); p. 9-13.

CORREIA, P. R. M.; SILVA, A. C. e JUNIOR, J. G. R. **Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 32, n. 4, 4402 (2010).

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. Editora Livraria da Física, 2011(a), São Paulo/SP.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(2)**, pp. 43-63, 2011(b).

MORENO, L. R.; SONZOGNO, M. C.; BATISTA, S. H. e BATISTA, N. A. **Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise**. Revista Ciência e Educação, vol. 13, n. 3, p. 453-463, 2007.

NOVAK, J. D. **Uma teoria de educação**. Editora Pioneira, São Paulo, 1981. Tradução de Marco Antônio Moreira.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa, Plátano Edições Técnicas, 1984. Tradução Carla Valadares.

RIBEIRO, T. N. **O ensino de razões trigonométricas no triângulo retângulo a partir de situações aplicadas à Física: um estudo baseado nas unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS)**. Tese de doutoramento, Universidade Anhanguera de São Paulo, 2015.

ROBERT, A. **Quelques outils d'analyse epistemologique et didactique de connaissances mathématiques à enseigner au lycée et à l'université**. Actes de la IX école d'été de Didactique des Mathématiques. p.192-212, Houlgate, França,.1997.