

PLANEJAMENTO DIDÁTICO COM USO DE MAPAS CONCEITUAIS PARA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR EM ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Andreia Freire dos Santos¹

Kalyne Teresa Machado¹

Divanízia do Nascimento Souza²

Tiago Nery Ribeiro³

Resumo: Produzir significados em sala de aula a partir de uma sequência de aprendizado relacionada somente a uma disciplina específica pode não ser adequado para externalização do conhecimento científico e seus significados. Tradicionalmente, os percursos de abordagem do currículo escolar dividem as áreas e os conteúdos disciplinares no intuito de fornecer aos estudantes competências específicas, promovendo nichos disciplinares, nos quais cada docente trabalha os conhecimentos de maneira distinta, com fronteiras bem demarcadas e sem comunicação com outras disciplinas. Uma das principais dificuldades na tentativa de elaborar um conhecimento interdisciplinar é a falta de conhecimento, por parte de alguns professores, sobre ferramentas que integrem tal conhecimento. Buscando contribuir para esse conhecimento, neste estudo buscou-se oferecer a docentes momentos de reflexão, a partir de uma ação planejada, acerca do emprego de mapa conceitual como estratégia para facilitar a organização de atividades interdisciplinares relacionadas ao tema óptica geométrica nas disciplinas de Ciências e Matemática. O objetivo deste estudo foi investigar sobre estratégias e dificuldades vivenciadas por duas docentes na elaboração desse tipo de mapa. A metodologia utilizada foi uma abordagem qualitativa do tipo exploratória, com três momentos em dias distintos: no primeiro, foi explicado às professoras o que são os mapas conceituais; o segundo momento foi denominado de diagnóstico e o terceiro de intervenção. Esses dois últimos momentos consistiram na elaboração, discussão e apresentação de mapas conceituais acerca do tema, considerando abordagem interdisciplinar em Física e Matemática no 9º ano do Ensino Fundamental, por duas docentes, uma de cada disciplina. Os resultados são promissores e sugerem que, a partir de ação planejada, a elaboração de mapa conceitual é uma estratégia que facilita a organização de atividades interdisciplinares.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade, Mapa conceitual, Óptica geométrica, Teoria da Aprendizagem Significativa.

¹ Discente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática/ Universidade Federal de Sergipe

² Divanízia do Nascimento Souza é professora do curso de Física do campus Prof. José Aloizio de Campos e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe

³ Tiago Nery Ribeiro é professor do curso de Física Licenciatura do Campus Prof. Alberto Carvalho e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe

TEACHING PLANNING WITH CONCEPT MAPS FOR AN INTERDISCIPLINARITY APPROACH IN GEOMETRIC OPTIC ON SECONDARY SCHOOL

Abstract: Producing meanings in the classroom from learning sequence-related only to a specific subject may not be suitable for externalization of scientific knowledge and its senses. Traditionally, curriculum approach pathways divide disciplinary areas and content to provide students with particular skills, promoting disciplinary niches where each teacher works knowledge differently, with a well-demarcated boundary and no communication with other subjects. One of the main difficulties in trying to develop interdisciplinary knowledge is the lack of tools that integrate such knowledge. Aiming to contribute to this knowledge, this work intended to offer teachers moments of reflection, based on a planned action, about the use of a conceptual map as a strategy to facilitate the organization of interdisciplinary activities related to the geometric optic in the disciplines of Science and Mathematics. This study aimed to investigate the strategies and difficulties experienced by teachers in the elaboration of this type of map. The methodology used was a qualitative exploratory approach, with three different moments: first, the concept maps were explained to the teachers; the second moment was called diagnosis and third, intervention. These last two moments consisted of the elaboration, discussion and presentation of concept maps about the subject, considering an interdisciplinary approach of Physics and Mathematics by two teachers from 9th elementary grade, one from each discipline. The results are promising and suggest that considering a planned action, the elaboration of the concept map is a strategy that facilitates the organization of interdisciplinary activities.

Keywords: Interdisciplinarity, Concept map, Geometric optic, Meaningful Learning Theory.

INTRODUÇÃO

Ao ensinar tem-se a intenção que os estudantes tenham a oportunidade de adquirir os significados do conteúdo e utilizá-los em seu cotidiano, na busca de uma formação que tenha como contexto a formação do indivíduo crítico. Portanto, produzir significados em sala de aula a partir de uma sequência de aprendizado única, relacionada somente a uma disciplina específica não nos parece um método adequado para externalização do conhecimento científico a partir de seus significados. Por exemplo, conceber o conhecimento da física sem uma adequada conexão com os conteúdos da matemática ou da química pode não ser suficiente para a promoção de uma aprendizagem que seja potencialmente significativa.

A interdisciplinaridade possibilita “o diálogo entre as diferentes disciplinas e seus conceitos, sem anular ou diminuir os conhecimentos produzidos em cada Ciência” (OLIVEIRA; SANTOS, 2017, p. 74). Porém, tradicionalmente, os percursos de abordagem do currículo escolar se opõem a isso, dividindo as áreas e os conteúdos disciplinares no intuito de

fornecer aos estudantes competências específicas, porque “os currículos e a formação docente permanecem ancoradas em paradigmas disciplinares” (PIETROCOLA; ALVES FILHO; PINHEIRO, 2003, p. 131). Isso, normalmente, faz com que os professores se atenham a certas especificidades disciplinares, de modo que cada docente trabalhe os conhecimentos de maneira distinta dos demais, resultando em fronteiras bem demarcadas, que inibem a comunicação com outras disciplinas. Para oportunizar outro tipo de percurso, que promova um ensino que tenha caráter interdisciplinar, torna-se necessário agregar práticas didático-pedagógicas que permitam aos estudantes vivenciar os conteúdos e conhecimentos disciplinares por meio de uma prática cotidiana que promova interação ampla e constante entre os diferentes campos disciplinares. Mas, deve-se enfatizar novamente que, embora, segundo Lenoir (2001), a interdisciplinaridade exija a relação entre pelo menos duas disciplinas, não é contrária à disciplinaridade.

Um projeto de ensino envolvendo mais de uma disciplina não caracteriza necessariamente um projeto interdisciplinar, visto que somente a simples junção de disciplinas não representa uma ação que resulte em abordagem interdisciplinar. Segundo Fazenda (2015), a interdisciplinaridade abrange duas ordens complementares de educação, a científica e a social. Mas apoiada em estudos de outros autores, a autora nos apresenta uma terceira, que contempla a formação de professores. No que tange à científica, diríamos que o conhecimento de cada área deve ser abordado de maneira abrangente, envolvendo conceitos das demais áreas relacionadas, o que se denomina “um saber/saber”. Quanto à social, é relevante que seja considerada a cultura de cada região onde são desenvolvidos os projetos, de forma a associar o conhecimento científico às problemáticas sociais, políticas e econômicas, configurando-se o “saber/fazer”. A terceira ordem, referente à formação de professores, busca um saber ser interdisciplinar, fazendo a junção da área científica com a área social, caracterizando um ser que além de saber/saber, saber/fazer, também faz parte de um saber/ser. Essa ordem promove um ser interdisciplinar, incluindo na experiência docente: sentido, intencionalidade e funcionalidade.

A interdisciplinaridade pode ser compreendida em três planos, definidos por Lenoir (2001, in FAZENDA, 1998) e detalhados por Augusto e Caldeira (2007), denominados interdisciplinaridade curricular, interdisciplinaridade didática e interdisciplinaridade pedagógica. A interdisciplinaridade curricular se situa no âmbito do “saber/fazer”, porque se evidencia na construção do currículo escolar, auxiliando na definição dos objetivos e programas de cada disciplina. A interdisciplinaridade didática emerge no planejamento do trabalho interdisciplinar a ser realizado, permitindo que os planos específicos de cada

disciplina possam ser mais facilmente integrados. A interdisciplinaridade pedagógica abrange a prática pedagógica interdisciplinar, que é a vivenciada na sala de aula.

Apresentada em 2017, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) considera que o ensino de Ciências não deve ser um apanhado de conceitos e conteúdos sem sentido para os alunos, é necessário que seja dada ênfase ao letramento científico. Logo, é mais relevante que ao longo do Ensino Fundamental os alunos sejam habilitados a compreender e a interpretar o mundo, mais do que meramente conhecer conceitos científicos. Com isso eles podem interferir na realidade de forma consciente, considerando as consequências prováveis que suas ações têm nos contextos individuais e coletivos (BRASIL, 2017).

O saber interdisciplinar, que se faz essencial na formação de professores, habilita o professor de ciências a alcançar um ensino voltado para o letramento científico. Esse letramento requer uma aprendizagem significativa. Tal aprendizagem, conforme Masini e Moreira (2017), abrange a integração de sentimentos, pensamentos e ações. Isso diz respeito à aquisição de novas informações relacionadas com aspectos especificamente relevantes da estrutura de conhecimentos do indivíduo, o que permite a ele a aplicação do novo conhecimento em explicações, argumentações e soluções de situações-problemas.

Para que a aprendizagem significativa possa ser alcançada na escola, são necessárias estratégias de ensino e instrumentos facilitadores. Os mapas conceituais, propostos por Novak (2000), representam um recurso gráfico para destacar as relações entre conceitos ligados por palavras, sendo diagramas hierárquicos de conceitos e das relações entre esses (ROSA, 2011). Então, esses mapas representam um dos instrumentos estratégicos facilitadores de aprendizagem significativa.

Isso significa que os mapas conceituais podem ter o potencial de relacionar um conjunto de ideias que, para o estudante seja importante, e sobre as quais ele poderá concentrar em uma tarefa particular em seu processo de aprendizagem. Para Moreira (2006), é uma atividade criativa, pois, a partir do momento em que atua como mecanismo heurístico, permite aos alunos construir novas relações e, conseqüentemente, novos significados.

Este trabalho apresenta uma estudo empírico, de abordagem qualitativa, sobre resultados de uma experiência interdisciplinar de formação continuada de duas docentes do ensino básico com ênfase no uso de mapas conceituais. O objetivo da formação foi oferecer às docentes momentos de reflexão, a partir de uma ação planejada, acerca do emprego de mapa conceitual como estratégia facilitadora para a organização de atividades interdisciplinares relacionadas ao tema óptica geométrica nas disciplinas de ciências e matemática. A formação foi pautada na consideração de que os mapas conceituais são instrumentos úteis para a

promoção da aprendizagem significativa, de avaliação dessa aprendizagem e que possibilitam saber/ser interdisciplinar. O objetivo deste estudo foi investigar sobre estratégias e dificuldades vivenciadas pelas docentes na elaboração dos mapas.

Outros trabalhos têm buscado, de alguma forma, evidenciar possibilidades de aproximações interdisciplinares por meio de organização de mapas conceituais. Um exemplo é o de Correia et al. (2014), que explora o mapeamento conceitual para identificar pontos de acoplamento entre duas disciplinas do ciclo básico dos cursos de graduação (Ciências da Natureza e Psicologia, Educação e Temas Contemporâneos) oferecidas por uma universidade pública de São Paulo. Os mapas foram construídos com a colaboração dos docentes da disciplina e de uma aluna de graduação que já havia cursado as disciplinas e que já compreendia sobre elaboração dos mapas. Após as etapas de elaboração e revisão dos mapas, os autores conseguiram representar a interface entre essas disciplinas e identificar os conceitos pertinentes às disciplinas que são elementos promissores para estimular a interdisciplinaridade.

REFERENCIAL TEÓRICO

Compreender a aprendizagem significativa é o fundamento necessário para o entendimento da natureza e da criação do conhecimento (NOVAK, 2000). Considerando esse entendimento, parece fundamental que os conteúdos disciplinares sejam trabalhados a partir de modelos de ensino que promovam a interdisciplinaridade. Então, embora as especificidades das disciplinas científicas existam, é sempre possível haver uma cooperação entre elas.

Para Novak (2000), a construção de significados envolve o pensamento, o sentimento e a ação, e todos estes três aspectos devem ser integrados na nova aprendizagem significativa e, especialmente, na aprendizagem de novos conhecimentos. Essa construção demanda, principalmente, uma interação curricular que esteja fundamentada na diversidade do conhecimento, a partir de fatores diversos mutuamente interligados. Entre os vários fatores, Kysilka (2003, p. 292-293, apud MIKSER; REISKA; ROHTLA, 2008) indica os seguintes:

- 1) A aprendizagem genuína ocorre quando os alunos estão envolvidos em atividades significativas e com propósito.
- 2) As atividades mais significativas são aquelas que estão mais diretamente relacionadas aos interesses e necessidades.
- 3) O conhecimento no mundo real não é aplicado em partes e fragmentos, mas de forma integrativa.

- 4) Os indivíduos precisam saber como aprender e como pensar e não devem ser receptáculos de fatos.
- 5) O assunto é um meio, não um objetivo.
- 6) Professores e estudantes precisam trabalhar de forma cooperativa no processo educativo para garantir o aprendizado.
- 7) O conhecimento está crescendo exponencialmente e mudando rapidamente, não é mais estático e conquistável.
- 8) A tecnologia está mudando o acesso à informação, desafiando as etapas predeterminadas, sequenciais e de bloqueio do processo de aprendizagem.

Dessa forma, considera-se aqui que um ensino baseado na interdisciplinaridade pode proporcionar um aprendizado significativo. Para Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo em que as novas informações estão relacionadas com um aspecto relevante, existente na estrutura de conhecimentos de um indivíduo (NOVAK, 2000). Para que a aprendizagem significativa ocorra, faz-se necessário que o aprendiz deseje realizar as atividades que contribuirão para a aprendizagem de um novo conceito ou assunto. Conforme Novak (2000), o professor pode encorajar esta decisão, utilizando nas atividades ferramentas como os mapas conceituais. Isso considerando ser tais mapas como um instrumento facilitador no processo de ensino e aprendizagem, conforme Lorenzetti e Silva (2018, p. 386), pois, em contraste com a didática tradicional dos professores, podem tornar as aulas “mais aprazíveis, dinâmicas e eficientes, intensificando e reforçando a aprendizagem significativa”. Embora, conforme Aguiar e Correia (2013, p. 156) “o sucesso na utilização dos MCs como uma estratégia inovadora em sala de aula depende de um período de treinamento na técnica, que deve envolver professores (primeiro) e seus alunos (depois)”.

Para Ausubel, a construção de significados será mais eficiente quando se considera, de início, a aprendizagem das questões mais gerais e inclusivas de um tema, oportunizando o aperfeiçoamento dos significados conceituais na estrutura cognitiva, o que se denomina diferenciação progressiva da estrutura cognitiva. Sob o ponto de vista do autor,

Um desenvolvimento conceitual realiza-se melhor quando se introduzem primeiro os conceitos mais gerais e inclusivos e depois se diferenciam, progressivamente, estes conceitos em termos de pormenores e especificidades. (AUSUBEL, 1968, apud NOVAK, 2000, p. 63).

Enquanto na diferenciação progressiva são atribuídos novos significados a um dado subsunçor, a partir da sucessiva utilização desse subsunçor na significação de novos conhecimentos, na reconciliação integrativa se dá um processo dinâmico, simultâneo à diferenciação progressiva, que possibilita resolver inconsistências e relacionar significados (MOREIRA, 2011).

Na busca de uma ação interdisciplinar em sala de aula, os mapas conceituais representam uma boa alternativa pedagógica porque, como cita Novak,

estes podem ser extremamente úteis para a orientação de professores, administradores e formandos, no sentido de partilharem os mesmos significados conceituais para as palavras ou símbolos apresentados. Também podem ser úteis para mudar o formando da aprendizagem meramente representacional para significados conceituais mais ricos. Mesmo com formandos relativamente sofisticados, os mapas conceituais podem ajudar a partilhar significados de conceitos e a facilitar a criação de novos conhecimentos (NOVAK, 2000, p. 38).

O mapa conceitual foi desenvolvido por Novak e seus colegas na década de 1972 na Universidade de Cornell nos Estados Unidos, com o objetivo de ser uma ferramenta de representação do conhecimento (NOVAK, 2000). Porém, atualmente, principalmente pelo seu caráter flexível enquanto técnica, segundo Moreira (1988), o mapa conceitual pode ser utilizado para diferentes finalidades, como instrumento de análise curricular, técnica didática, recurso de aprendizagem e meio de avaliação.

O mapa conceitual como um instrumento de análise curricular tem o potencial de auxiliar no planejamento didático, pois é útil como ferramenta de análise e negociação de significados sobre o conhecimento relacionado a um tema, o que pode justamente auxiliar na busca de uma ação interdisciplinar. Para Moran (2002, apud MIKSER; REISKA; ROHTLA, 2008), a interdisciplinaridade inclui um valioso grau de flexibilidade, sendo representada por formas de diálogo entre duas ou mais disciplinas, na esperança que esse diálogo seja transformador, produzindo novas formas de conhecimento. No planejamento didático, o mapa conceitual pode funcionar como um organizador, possibilitando que as atividades docentes de análise do planejamento didático derivem na estruturação do conhecimento das diversas disciplinas.

Moreira (1992) cita que se faz necessário entender a representação da estrutura cognitiva de um indivíduo em uma certa área de conhecimento, acerca do conteúdo e a organização conceitual de suas ideias em tal área. Nesse campo, os mapas conceituais podem ser utilizados para representar a estruturação do conhecimento do aprendiz e podem auxiliar na definição da estruturação curricular e na interdisciplinaridade.

Para Novak (2000),

Os mapas conceptuais irão desempenhar um papel fundamental como uma ferramenta de representação do conhecimento que um formando possui e, também, da estrutura de conhecimento de qualquer assunto (NOVAK, 2000, p. 31).

Ou seja, os mapas conceituais têm o potencial de auxiliar o professor na elaboração de novos produtos didático-pedagógicos, inclusive naqueles que podem ser vivenciados em aulas que sejam interdisciplinares. Logo, entende-se que tais mapas podem auxiliar a prática de uma interdisciplinaridade didática.

METODOLOGIA

A experiência descrita aqui, de treinamento para elaboração de um planejamento didático com uso de mapas conceituais para abordagem interdisciplinar do tema óptica geométrica no Ensino Fundamental, foi vivenciada por duas professoras da educação básica, mestrandas do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECIMA, da Universidade Federal de Sergipe. Uma das professoras é licenciada em Matemática e a outra em Física. Foi utilizada uma abordagem qualitativa do tipo exploratória, na qual, inicialmente, foi apresentado às professoras o que são mapas conceituais, os constituintes básicos desses mapas e as respectivas formas de elaboração; foi também apresentado sobre a utilização do software de construção de mapas *CmapTools*®. Esse software, que está disponível em <https://cmap.ihmc.us/cmaptools/>, possibilita construir e compartilhar mapas conceituais (cmaptools, 2019).

A coleta de dados da pesquisa ocorreu em três momentos em dias distintos: no primeiro foi explicado às professoras o que são os mapas conceituais e sobre a construção deles; o segundo momento foi denominado de diagnóstico e o terceiro de intervenção. O segundo e o terceiro momentos consistiram na elaboração, discussão e apresentação de mapas conceituais acerca do tema princípios da óptica geométrica, de uma maneira que o enfoque desse tema pudesse ser abordado de forma interdisciplinar em Física e Matemática no 9º ano do Ensino Fundamental.

Foram elaborados dois mapas, no momento do diagnóstico, um por cada docente. Nesse momento, buscou-se revelar indícios de elementos de interdisciplinaridade entre os mapas produzidos pelas docentes, para, em seguida, promover uma discussão acerca da compreensão do tema externalizada e compartilhada pelas professoras. Os argumentos das professoras foram baseados somente nos conhecimentos que elas já tinham do tema e nas experiências pessoais docentes. Os discursos das docentes foram gravados para análise posterior, e na seção de discussão dos resultados alguns trechos desses discursos estão apresentados.

No momento de intervenção, após a discussão sobre os primeiros mapas conceituais elaborados pelas docentes, elas elaboraram um novo mapa, conjuntamente. As apresentações e discursos das docentes também foram gravados. Durante as apresentações dos mapas, as discussões foram motivadas por perguntas semiestruturadas, com a finalidade de esclarecer sobre as principais dificuldades que elas vivenciaram na elaboração do mapa. Foram apresentados também os seguintes questionamentos às docentes: Conseguiram construir o mapa sobre o tema de forma interdisciplinar, abordando conceitos da física e da matemática? Encontraram conexões e/ou ligações entre as disciplinas física e matemática no tema abordado? É viável utilizar o mapa conceitual como uma ferramenta de promoção da interdisciplinaridade?

RESULTADOS E DISCUSSÃO

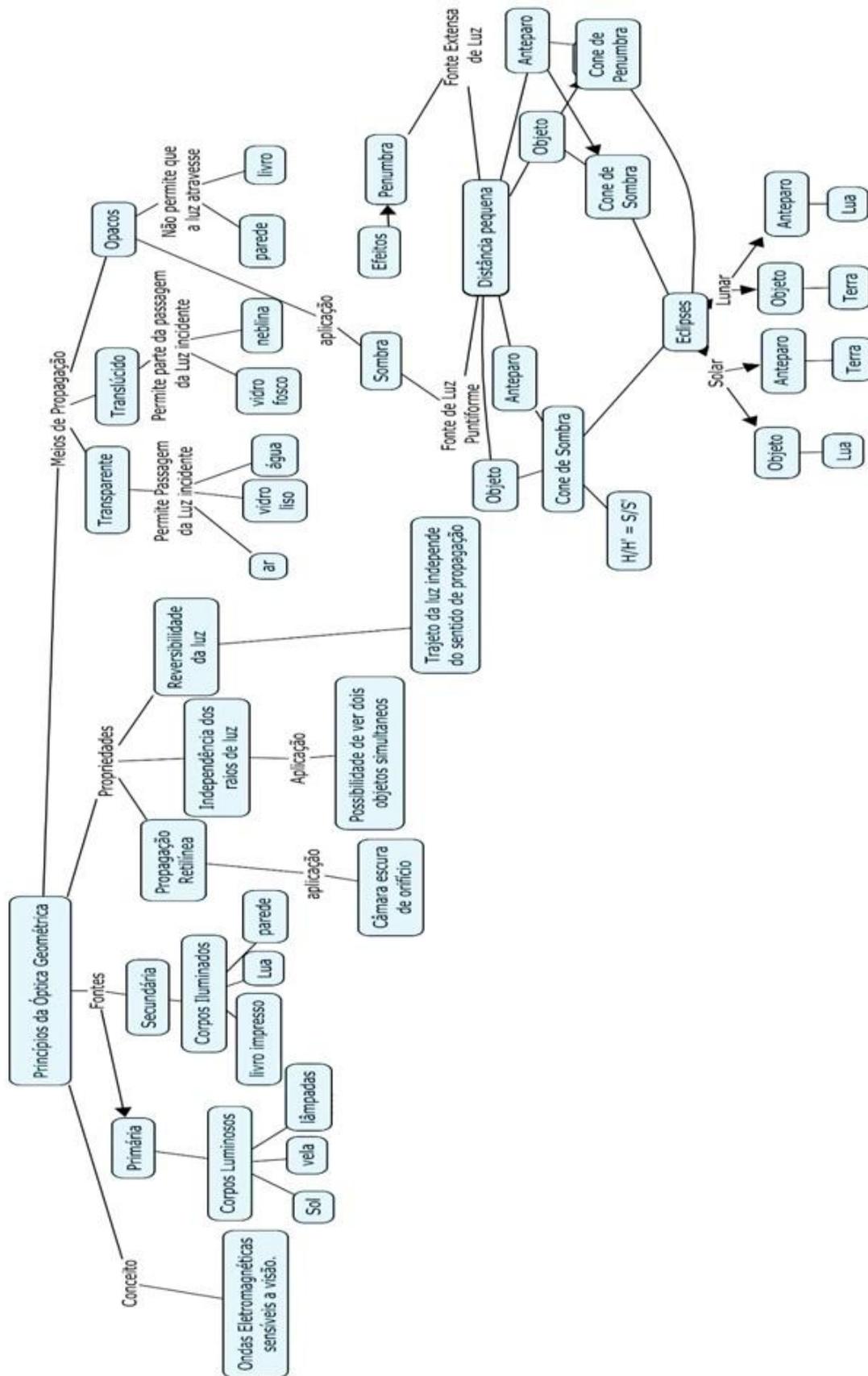
Neste item estão apresentados os resultados da análise dos mapas conceituais e das discussões com as professoras durante a investigação.

Nos mapas conceituais elaborados no momento do diagnóstico, que estão apresentados nas figuras 1 e 2, identificamos que cada docente representou características próprias e específicas das respectivas áreas de formação, confirmando que um mapa conceitual pode ser revelador dos conhecimentos que possuem, uma vez que,

os mapas conceituais são uma ferramenta para representação de alguns quadros conceituais-proposicionais ou de significados que uma pessoa tem para um determinado conceito ou conjunto de conceitos. Se um indivíduo pudesse desenhar todos os mapas conceituais possíveis, no qual um determinado conceito estivesse relacionado com outros, em todos os contextos possíveis, ter-se-ia uma boa representação do significado que o conceito teria para esse indivíduo. (NOVAK, 2000, p. 40)

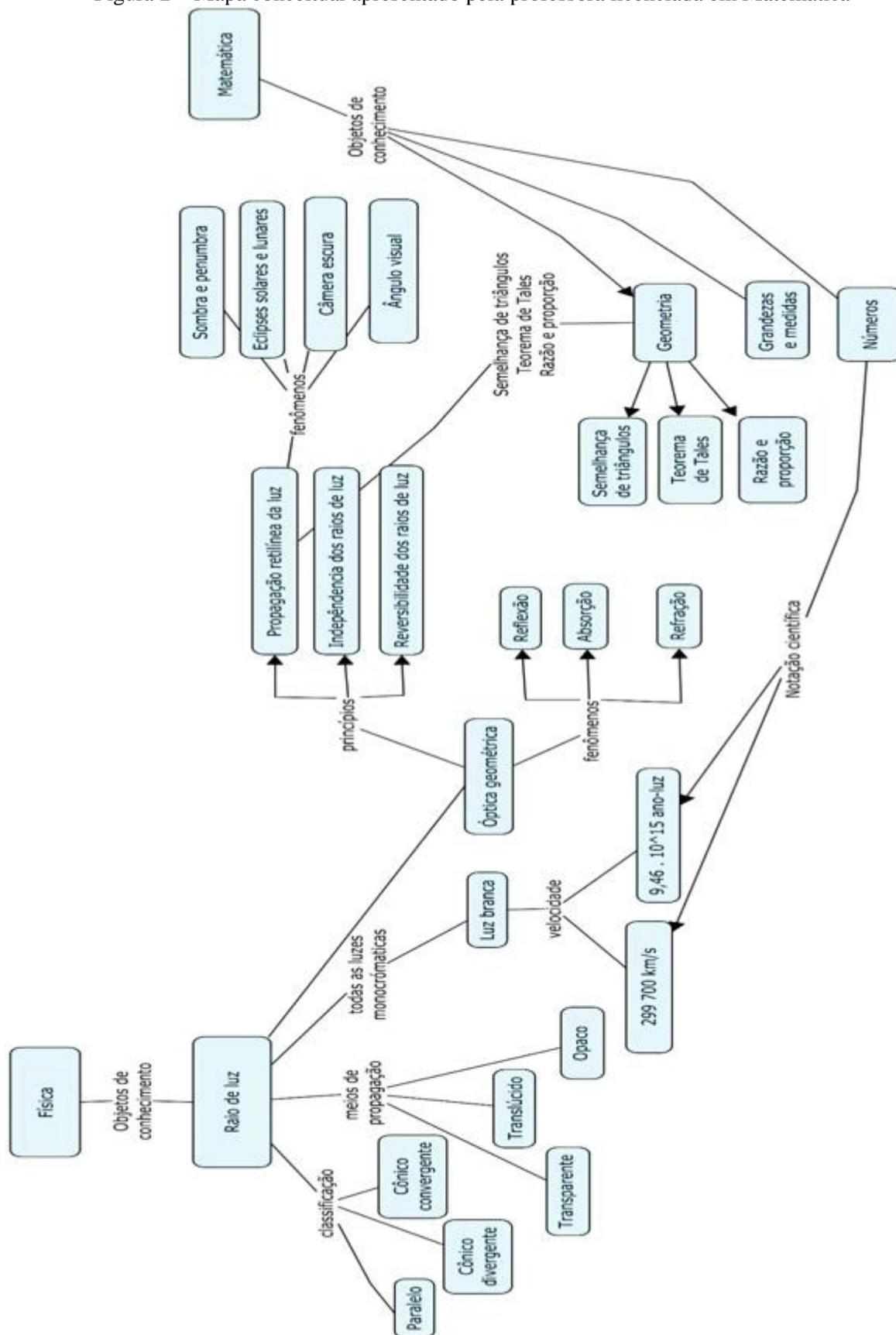
A partir da observação desses primeiros mapas conceituais, o que foi notável acerca do objetivo da pesquisa é que a aprendizagem conceitual para ambas professoras se baseia no desenvolvimento cognitivo de uma aprendizagem disciplinar. Por isso, mesmo buscando elaborar um mapa que demonstrasse uma organização interdisciplinar do tema abordado, as professoras não conseguiram apresentar indícios amplos dessa organização no primeiro mapa elaborado sobre o tema óptica geométrica. Isso está de acordo com a ideia de que a organização do saber científico escolar em disciplinas se constituiria numa forma organizada de se produzir e padronizar o conhecimento e, conseqüentemente, a estruturação disciplinar do currículo escolar. Aqueles que buscam a interdisciplinaridade buscam transpor tal ideia, conforme Pietrocola, Alves Filho e Pinheiro (2003, p. 133) e Correia et al. (2014).

Figura 1 – Mapa conceitual apresentado pela professora licenciada em Física



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 2 – Mapa conceitual apresentado pela professora licenciada em Matemática



Fonte: Dados da pesquisa.

A hierarquia conceitual apresentada nos mapas, com a finalidade de identificar os conceitos mais inclusivos, foi mais bem reconhecida no mapa da professora de Física, sendo justificada pelo grau de significação da sua formação. A organização hierárquica é própria do intelecto humano, porém, nos mapas de ambas docentes esse tipo de organização não foi utilizado numa relação de contextos diferentes daqueles aprendidos de forma disciplinar e memorística sobre o tema em questão.

Inicialmente, foi identificada na confecção dos mapas uma separação entre aquilo que o conteúdo representa para Física e para Matemática. O mapa conceitual, dessa forma, perde a função de representar o que o aprendiz sabe sobre o tema, mas permite compreender o que ele tende a identificar para cada parte do tema, tornando-se um mapa disciplinar. Em seus discursos as docentes citam:

Professora de Física: *necessitaria ter realizado um mapa para matemática e um mapa para física, por isso tive dificuldades para colocar as duas disciplinas tratando sobre o mesmo tema em um só mapa, então coloquei somente aquilo que é da física.*

Professora de Matemática: *Foi mais fácil fechar o mapa para o conteúdo de matemática, até porque domino mais, mas foi difícil relacioná-los; tive dificuldades em juntar os dois conteúdos.*

Embora, a partir do comentário da professora de Matemática, possa ser entendido que ela produziu dois mapas nessa etapa, na verdade apenas um mapa foi produzido por essa professora na etapa.

A partir dos mapas conceituais elaborados, observou-se que as docentes tiveram dificuldades em expor o conhecimento científico sobre o tema de forma interdisciplinar, sendo perceptível no discurso delas que os mapas elaborados são caracterizados por uma hierarquia conceitual simplista. Nos mapas, as docentes priorizaram as definições sobre o tema princípios da óptica geométrica, sem ligações entre conceitos nem o emprego adequado de proposições. No comentário delas, é perceptível o esclarecimento sobre a opção de elaborar mapa com caráter mais disciplinar do que interdisciplinar.

Outra dificuldade apontada pelas docentes foi a pouca experiência na elaboração dos mapas, evidenciada por meio da pouca habilidade em apresentar os conceitos, na utilização de proposições e setas, e a não utilização de relações cruzadas.

Nos mapas elaborados, evidencia-se que as autoras procuram facilitar a subsunção, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora dos conceitos relativos à aprendizagem da óptica geométrica. Para Novak (2000, p. 97), esses princípios explicam melhor como ocorre a assimilação de novos conhecimentos na aprendizagem significativa, em

qualquer âmbito educacional. Nos mapas elaborados, observa-se que o princípio da aprendizagem significativa é fundamental para se compreender os fenômenos trabalhados, e essa compreensão será facilitada à medida que se adquirir uma maior compreensão da teoria da assimilação. Assim deve ser possível ganharem uma maior capacidade de se comprometerem com níveis elevados de aprendizagem significativa (Novak, 2000, p. 78). Corroborando com outros autores, a exemplo do Aguiar e Correia (2013), o trabalho com mapas conceituais requer tempo para a efetivação do seu processo de elaboração e demonstração no domínio do tema abordado.

Na figura 3 está apresentado o mapa conceitual elaborado em conjunto pelas docentes. Pôde-se perceber, a partir da observação desse mapa, uma notável diferença em relação aos primeiros, apresentados nas figuras 1 e 2. A diferença demonstra que, certamente, houve aprendizado relacionado com interdisciplinaridade didática, uma vez que conceitos adicionados às estruturas cognitivas das docentes contribuíram para a elaboração de um mapa mais representativo de abordagem interdisciplinar do tema em questão. Dessa forma, identifica-se que a elaboração desse mapa foi favorecida a partir da discussão sobre o tema, visando a interdisciplinaridade entre física e matemática, favorecendo a compreensão dos conceitos de forma mais eficaz.

Logicamente, algumas dificuldades são evidenciadas, dentre as quais a ausência de palavras de ligação, principalmente recorrente entre os conceitos identificados como sendo de física e aqueles nomeados como da matemática. Isso denota ainda que as docentes necessitam aprimorar a compreensão de que os conteúdos disciplinares podem ser abordados de forma integrada nas disciplinas.

Conforme a professora de Física, a elaboração do mapa conceitual ilustrado na figura 3 possibilitou *uma visão melhor de entendimento do todo, auxiliando nas diversas interações que existe no conteúdo*. Essa opinião se alinha ao entendimento de que é necessário comprometer-se com a interdisciplinaridade para que se possa dar maior relevância à complexidade dos temas que compõem os conteúdos curriculares, o que representaria o “saber/ fazer” definido por Fazenda (2015). Esse comprometimento é favorável ao encorajamento de discentes e docentes a buscarem uma aprendizagem que seja significativa.

Apesar da experiência interdisciplinar que resultou no mapa conceitual apresentado na figura 3 ser ainda embrionária, foi possível identificar nesse mapa a conexão entre as disciplinas Física e Matemática na abordagem conceitual do tema escolhido. Assim, pode-se dizer que essa forma de lidar com o tema em questão pode contribuir para superar alguma barreira conceitual que possa prejudicar a abordagem interdisciplinar do tema. Conforme a

professora de Matemática, *foi extremamente importante elaborar o mapa juntas; talvez não seria possível ter interdisciplinaridade sem a união das duas para elaboração do mapa.*

Quanto as estruturas de conhecimentos estão bem organizadas, existe ordem referente aos conceitos de nível mais elevado, que são mais inclusivos e gerais, e que subordinam aqueles de nível menos específicos. O mapa apresentado na figura 3 é composto por seis ramos, podendo ser classificado como mapa conceitual hierárquico, conforme Tavares (2007). Os diversos ramos provêm de uma raiz central, simbolizada pela palavra LUZ. Os seis ramos são identificados pelas seguintes palavras de ligação: fontes, classificação, meios de propagação, tipos, princípios e fenômenos ópticos. Essa organização hierárquica de conhecimento, que, segundo Novak, depende do contexto em causa, sendo uma característica extraordinária do intelecto do ser humano poder utilizar os mesmos conceitos em muitos contextos e hierarquias diferentes (NOVAK, 2000, p. 20).

O mapa representado na figura 3 demonstra um traçado hierárquico porque representa conexões significativas, tanto verticalmente como horizontalmente, ao longo da sua estrutura. Para Novak isso é importante porque:

Em termos neurológicos, formam-se, pelo menos, algumas sinapses entre os neurônios que armazenam os novos conceitos e os que armazenam os conceitos anteriormente apreendidos e relacionados. Assim, pode verificar-se que, quer as alterações quantitativas do conhecimento, quer as qualitativas, resultam da aprendizagem significativa. (NOVAK, 2000, p. 64).

Ainda é um desafio para as docentes demonstrar a compreensão delas acerca de interdisciplinaridade por meio da integração dos conhecimentos próprios de ambas disciplinas. Apesar disso, os elementos constituintes do mapa da figura 3 demonstram um progresso na explicitação do conhecimento interdisciplinar delas.

Isso denota que a elaboração conjunta de mapa conceitual é uma ferramenta eficaz para integração de conceitos entre a disciplina Física e a Matemática, principalmente porque algumas palavras de ligação tornam evidentes as conexões e integração entre essas disciplinas.

Nesse caso, as palavras de ligação que evidenciam isso estão relacionadas ao ramo do gráfico identificado por “princípios”. Os princípios, que são identificados como propagação retilínea, interdependências dos raios e reversibilidade da luz, estão conectados a “efeitos”. Esses efeitos, denominados de câmara escura e ângulo de visão, têm “em comum” ângulos congruentes, semelhança entre triângulos, proporção e trigonometria. Logo, observa-se neste ramo o encadeamento entre temas da Física e da Matemática.

CONCLUSÕES

Nesta investigação, a elaboração de mapa conceitual demonstrou potencial como ferramenta na identificação da integração do tema óptica geométrica feita por docentes de Física e Matemática da educação básica com ênfase no ensino interdisciplinar. A estrutura dos mapas conceituais elaborados revelou quais ideias são válidas e quais carecem de aprimoramento para a representação dos conceitos e relações sobre o tema. A oportunidade de elaborar um mapa em conjunto contribuiu para as docentes participantes dessa formação identificarem os conhecimentos relevantes para um trabalho interdisciplinar, o que poderá auxiliar no processo de elaboração das aulas a serem ministradas por elas. Isso corrobora com Novak, quando ele cita que os mapas conceituais podem ajudar no planejamento da instrução baseado em ideias válidas, já existentes, “e a reduzir as hipóteses de reforço das ideias inválidas existentes” (NOVAK, 2000, p. 72)

Também se confirmou que a elaboração de mapa conceitual é uma ferramenta importante para identificar, daqueles que o elaboraram, o que eles sabem e as suas dificuldades na organização do conhecimento.

O trabalho de elaboração dos mapas conceituais favoreceu a interação entre as docentes na busca da interdisciplinaridade no ensino do tema óptica geométrica. O mapa elaborado conjuntamente não foi fiel ao inicial, denotando características próprias registradas da interação entre as docentes representando uma tentativa de interdisciplinaridade didática. Logicamente, uma análise mais profunda dos mapas requer uma avaliação igualmente detalhada de suas várias partes, mas é possível afirmar que durante a elaboração do mapa em conjunto ocorreu diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, que são processos que possibilitam identificar a ocorrência de uma aprendizagem e de uma interação interdisciplinar significativa.

O trabalho docente isolado nas disciplinas e a pouca interação entre óptica e geometria diminui a oportunidade de conexão entre o conteúdo e a vida prática do estudante na realidade escolar. A elaboração de mapa conceitual tem o potencial de servir como ponto de partida para que os docentes discutam sobre os conteúdos curriculares que tenham o potencial de serem interdisciplinares, e sobre estratégias de ensino que contribuam para isso. Mesmo que esse seja somente um primeiro passo, ele é importante, uma vez que vivenciar a interdisciplinaridade em sala de aula é ainda um desafio.

Os resultados da experiência interdisciplinar de formação continuada apresentados aqui são promissores e sugerem que, a partir da ação planejada, atividades envolvendo

elaboração de mapa conceitual facilitam a organização de atividades interdisciplinares. Um novo passo seria, de forma similar, realizar outro estudo utilizando um número maior de mapas e mais docentes para obter resultados adicionais que contribuam com uma discussão ampla.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR J. G.; CORREIA, P. R. M. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 13, n. 2, p. 141-157, 2013.
- AUSUBEL, D.P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos**: Uma Perspectiva Cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília-DF; MEC; CONSED; UNDIME, 2017.
- CORREIA, P. R. M., CORDEIRO, G. B.; CICUTO, C. A. T.; JUNQUEIRA, P. G. Nova abordagem para identificar conexões disciplinares usando mapas conceituais: em busca da interdisciplinaridade no Ensino Superior. *Ciência & Educação*. v. 20, n. 2, p. 467-479, 2014.
- FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: Didática e Prática de Ensino**. Revista Interdisciplinaridade, n.06, p. 9-17, 2015
- LENOIR, Y. Didática e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. In: FAZENDA, I. C. A. (org). **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas: Papirus, 2001.
- LORENZETTI, L.; SILVA, V. R. A utilização dos mapas conceituais no ensino de ciências nos anos iniciais. **Espaço Pedagógico**. v. 25, n. 2, p. 383-406, 2018.
- MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. **A Aprendizagem Significativa na Escola**. Curitiba: CRV, 2017.
- MIKSER, R.; REISKA, P.; ROHTLA, K. **Science teachers' interpretations about interdisciplinary teaching**. Concept Mapping: Connecting Educators. Proc. of the Third Int. Conference on Concept. Mapping. Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland 2008.
- MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Universidade de Brasília, 2006.
- _____. **Mapas Conceituais e aprendizagem significativa**. O ensino Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, n. 23 a 28, p. 87- 95, 1988.
- _____. **Mapas conceituais no ensino de física**. Porto Alegre: Instituto de física-UFRGS, 44p. Texto de apoio ao professor de física, n.3. 1992.
- _____. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria de Física, 2011.
- NOVAK, J. D. **Aprender criar e utilizar o conhecimento: Mapas conceptuais TM como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.
- OLIVEIRA, E. B.; SANTOS, F. N. Pressupostos e definições em interdisciplinaridade: diálogo com alguns autores. **Interdisciplinaridade**, São Paulo, no. 11, p. 73-87, 2017.

PIETROCOLA, M.; ALVES FILHO, J. P.; PINHEIRO, T. F. Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências, **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 8, p. 131-152, 2003.

ROSA, C. T. W. **A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2011.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**; v. 12, p. 72-85. 2007.

Recebido em 22/05/2019; Aceito após revisão em 20/12/2019.