

Relações entre História da Ciência e Mapas Conceituais: o caso da estrutura bidimensional

Relationships between History of Science and Concept Maps: the case of the two-dimensional structure

Paulo Victor Santos Souza

Instituto Federal do Rio de Janeiro - campus Volta Redonda
paulo.victor@ifrj.edu.br

Marta Maximo-Pereira

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - campus Nova
Iguaçu
Laboratório de Pesquisa em Ensino de Ciências (LaPEC)
martamaximo@yahoo.com

Ariane Baffa Lourenço

Centro de Síntese USP Cidades Globais-Instituto de Estudos Avançados - Polo São
Carlos
ariane.lourenco@usp.br

Resumo

A História da Ciência (HC) envolve o trabalho de diferentes sujeitos na produção de um conhecimento que é provisório e contextual. O mapa conceitual (MC) é uma ferramenta utilizada em diversas situações educativas. Este trabalho objetiva investigar como licenciandos em Física associam a estrutura bidimensional do MC a características da HC. Analisamos as respostas dos estudantes a uma questão em que deveriam associar os elementos constituintes dos MC à forma de elaboração de conhecimento na HC. Quatro categorias foram associadas pelos licenciandos à estrutura bidimensional: *desenvolvimento dos conhecimentos de forma não linear ou cronológica; presença de relações entre conhecimentos (i) desenvolvidos em momentos e lugares diferentes; (ii) desenvolvidos por diferentes atores; relações entre diferentes conhecimentos.* A concepção de HC dos licenciandos pode ter possibilitado a elaboração de MC com estrutura bidimensional e a técnica de mapeamento conceitual pode auxiliá-los a expressar características da HC de forma mais apropriada.

Palavras chave: mapa conceitual, história da ciência, estrutura bidimensional.

Abstract

The History of Science (HS) involves the work of different subjects in the production of knowledge that is provisional and contextual. The concept map (CM) is a tool used in different educational situations. This work aims to investigate how future Physics' teachers associate the two-dimensional structure of the CM with characteristics of the HS. We analyzed the students' answers to a question in which they should associate the constituent elements of the CM to the way of elaborating knowledge in HS. Four categories were associated with the two-dimensional structure by the future teachers: *development of knowledge in a non-linear or chronological manner; presence of relationships between knowledge (i) developed at different times and places; (ii) developed by different actors; relationships between different knowledge*. The future teachers' conception of HS may have enabled the elaboration of CM with a two-dimensional structure and the conceptual mapping technique may help them to express some characteristics of HS in a more appropriate way.

Key words: concept map, history of science, two-dimensional structure.

Introdução

Formas de apresentar e trabalhar aspectos da História da Ciência (HC) em contexto educativo permanecem presentes na literatura da área de Ensino de Ciências (TEIXEIRA; GRECA; FREIRE JR., 2012; SILVA; ALVES; LEBOEUF, 2019; DINIZ et al., 2022; OLIVEIRA; NETO, 2022). A influência do contexto histórico e social na construção do conhecimento, o trabalho coletivo de diferentes sujeitos ao longo do tempo e em diferentes locais e a provisoriedade do conhecimento científico são alguns aspectos que entendemos que caracterizam a ciência e que podem ser ilustrados com episódios da HC. Em especial, o mapa conceitual (MC) pode ser uma ferramenta interessante de abordagem da HC em diferentes níveis de ensino, incluindo a formação de professores (ALVES *et al.*, 2013; REIS; SILVA, 2015; ROSA; GARCIA, 2017).

Recentemente Maximo-Pereira, Souza e Lourenço (2021) propuseram, de forma teórica, relações entre os elementos constituintes de um MC e a elaboração de conhecimento na HC, tendo por base uma concepção de ciência como empreendimento humano. Os autores associaram aspectos estruturais do MC com características sobre como o conhecimento vai se desenvolvendo ao longo da HC. Por exemplo, segundo eles, a bidimensionalidade do MC permite expressar que os conceitos se desenvolvem na HC de forma não-linear. Isso significa que um dado conceito pode ter sido elaborado com base em ideias e concepções de diferentes momentos históricos e de distintos atores ou mesmo que dois conceitos diferentes podem ter sido formulados para explicar um mesmo fenômeno ao mesmo tempo na HC. O caráter bidimensional do MC possibilita, assim, expressar esses conceitos e as relações entre eles.

Alinhados à perspectiva desse trabalho, temos interesse em investigar se futuros professores de Física conseguem estabelecer relações entre os elementos constituintes dos MC e o desenvolvimento do conhecimento científico ao longo da HC. Tal fato poderia contribuir para a sua futura prática docente (tanto em seu planejamento como em atividades de ensino destinadas aos estudantes) e estimular o uso, por parte do docente, tanto dos MC como da HC em contexto de sala de aula. Por isso, neste trabalho, temos como objetivo investigar como licenciandos em Física associam a estrutura bidimensional do MC a características da HC na perspectiva por nós defendida neste trabalho.

O presente texto faz parte de uma pesquisa mais ampla, que visa buscar evidências empíricas da percepção de existência de relações entre MC e HC por parte de licenciandos de disciplinas científicas. A esse respeito, estamos também tentando suprir uma lacuna presente nas publicações sobre História e Filosofia da Ciência (HFC), segundo a revisão de literatura feita por Teixeira, Greca, Freire Jr. (2012). Os autores apontam para

a escassez de trabalhos empíricos, portanto a primeira e forte recomendação que se apresenta é que, a despeito das dificuldades de se implementar propostas didáticas orientadas por HFC, a comunidade de pesquisadores da área deve investir na realização de intervenções visando a implementar o uso de HFC no Ensino de Ciências (em particular de Física), tornando-as objetos de investigação, para que se possa ter uma melhor compreensão da sua eficácia em situações reais de sala de aula (TEIXEIRA; GRECA; FREIRE JR, 2012, p. 33).

Nessa direção, o presente trabalho, de natureza empírica, visa contribuir com investigações sobre o uso da HC em contexto educativo, trazendo como possibilidade para isso a utilização de MC por licenciandos em Física.

Fundamentação teórica

O MC é uma ferramenta gráfica que permite organizar e representar o conhecimento, sendo constituído basicamente por conceitos os quais estão relacionados entre si por meio de palavras de ligação, formando as proposições (RIES, 2022). Cada proposição deve ser elaborada de maneira a revelar de forma nítida a relação conceitual apresentada, o que fornece informações para, de acordo com Correia e Nardi (2019, p. 686),

julgar se tais relações estão de acordo com o conhecimento de referência e, se necessário, avaliar quais são as alterações que podem ser feitas para adequar o conteúdo expresso no mapa. A possibilidade de tornar visíveis as estruturas de conhecimento permite ao professor caracterizar o entendimento conceitual dos alunos sobre o tema em estudo, bem como acompanhar as alterações que elas sofrem ao longo do processo de ensino-aprendizagem (CORREIA; NARDI, 2019, p. 686).

Neste trabalho, consideramos as potencialidades dos MC para expressar a elaboração do conhecimento na HC, concordando com Tefen (2011), segundo a qual

supõe-se que a articulação entre ambos [MC e HC] possa ser favorável ao estabelecimento de uma visão mais integradora da ciência, que perpassa a fragmentação do conhecimento científico estabelecida para fins didáticos (TEFEN, 2011, p. 42).

Para se elaborar um bom MC, é importante atender aos seguintes critérios (CAÑAS, NOVAK, REISKA, 2015): a) ter como base uma pergunta focal ou um contexto bem definido; b) os conceitos devem ser formados, sempre que possível, de uma ou poucas palavras; c) as linhas de ligações que relacionam os conceitos formando as proposições devem ser compostas de uma ou poucas palavras; d) seguir uma organização hierárquica em que o conceito mais geral é disposto no topo do mapa e os demais, progressivamente, nos demais níveis; e) não relacionar mais que três ou quatro conceitos a um conceito; f) as relações cruzadas devem revelar interrelações significativas entre dois conceitos de diferentes subdomínios de conhecimento; g)

um conceito não deve aparecer mais de uma vez no mapa. Ademais, é fundamental estar atento à qualidade dos conceitos e à estrutura do MC.

Nesse sentido, entendemos que o atendimento a esses critérios de qualidade do MC implica necessariamente na presença da estrutura bidimensional no MC. Fazemos essa consideração porque a organização hierárquica dos conceitos, a formação de proposições e as relações cruzadas, em conjunto, só podem existir em um diagrama em duas dimensões, como é o caso do MC. Assim, a presença da estrutura bidimensional no MC é importante para garantir, de certa forma, que todos os demais elementos do MC possam compor um MC de qualidade. Corroborando com tais colocações, Pina-Oliveira, Fracolli e Janzen (2021, p. 29468) consideram que o MC “possibilita a visualização bidimensional de informações, conceitos e eventos regulares (conhecimento) que se correlacionam entre si por meio de proposições representadas por termos de ligação (entendimento)”. Além disso, apontam que diagramas que possuem esta estrutura bidimensional favorecem a observação qualitativa de elementos requeridos em um processo avaliativo, no caso, os autores direcionam seus comentários para a área da saúde (PINA-OLIVEIRA; FRACOLLI; JANZEN, 2021). No entanto, consideramos que esse potencial da estrutura bidimensional do MC pode ser ampliado para diferentes áreas do conhecimento.

Metodologia

A pesquisa apresentada neste texto é de natureza qualitativa e foi realizada com alunos de um curso de Licenciatura em Física. Tal curso é oferecido na modalidade à distância pelo sistema público de educação universitária no estado do Rio de Janeiro, Brasil, e conta com a oferta de disciplinas que discutem a base conceitual da Física, o processo de ensino-aprendizagem e também a História da Física (HF). Integram o curso as disciplinas de História da Física I (HF1) e História da Física II (HF2), sendo a presente investigação desenvolvida em HF1.

HF1 é oferecida no 7º período do curso (que tem um total de oito semestres) e tem carga horária de 60h. A ementa da disciplina estende-se da formação das categorias de pensamento em Física (desde os filósofos pré-socráticos) até o advento da filosofia natural do mecanicismo e as Leis de Newton (DIAS; SAPUNARU, 2007). Os dados foram coletados na disciplina HF1, durante a terceira (e última) avaliação, realizada por 15 alunos no primeiro semestre de 2021.

O primeiro contato dos alunos com os MC ocorreu durante a primeira avaliação da disciplina. A avaliação estava estruturada da seguinte maneira: inicialmente, os licenciandos deveriam responder a algumas perguntas sobre a técnica de mapeamento a partir da leitura de alguns artigos da literatura, em especial, o de Aguiar e Correia (2013). Em seguida, deveriam construir um MC, sendo orientados por uma sequência de sugestões cujo intuito era facilitar a organização dos conceitos e sua expressão por meio do MC. Por exemplo, sugeriu-se aos alunos que selecionassem os conceitos que considerassem relevantes para responder à pergunta focal, organizassem esses conceitos hierarquicamente e construíssem proposições com eles, utilizando palavras ou termos de ligação.

Ainda na primeira avaliação, após essa atividade formativa inicial sobre os MC, os licenciandos deveriam responder de maneira espontânea se consideravam que existia alguma correlação entre a HC e o processo de mapeamento conceitual. A segunda avaliação da disciplina não envolveu mapas conceituais, apenas conteúdos de HC.

Na terceira avaliação, solicitou-se aos alunos que novamente construíssem um MC e que, em seguida, e de maneira estimulada, respondessem se consideravam que existe alguma correlação

entre a HC e o processo de mapeamento conceitual. Desta vez, uma lista com aspectos característicos dos MC foi fornecida, de modo que cabia aos estudantes indicar a possível correlação com a construção do conhecimento em HC e justificar sua resposta. Entre a primeira e a terceira avaliação, os alunos não confeccionaram nenhum outro MC.

Em detalhe, os dados coletados na terceira avaliação abrangem tanto os MC elaborados pelos alunos como as relações que estabeleceram entre os elementos do MC e a elaboração de conhecimento na HC. Para tanto, foram analisados (i) os MC elaborados como resposta à pergunta focal “*Quais as origens históricas da Lei da Inércia?*” e (ii) as respostas dos licenciandos à seguinte questão: “*Entre o processo de mapeamento conceitual e o desenvolvimento da História da Física (HF) se estabelecem algumas relações. Listamos abaixo alguns dos elementos do mapeamento que apresentam parte correspondente no processo de formação do conhecimento em HF: Pergunta focal ou temática; Conceito; Palavra/frase de ligação; Proposição; Organização hierárquica de conceitos; Ligações cruzadas e Estrutura bidimensional. A que elementos no processo de formação do conhecimento em HF esses elementos do mapa correspondem? Justifique suas respostas.*”

Embora o arcabouço teórico que fundamenta essa questão abarque diferentes aspectos da relação entre a técnica de mapeamento conceitual e a elaboração do conhecimento científico na HC (MAXIMO-PEREIRA; SOUZA; LOURENÇO, 2021), neste trabalho, estreitamos nossa atenção a um único elemento dos MC - a estrutura bidimensional. Assim, apenas as respostas sobre a relação entre a estrutura bidimensional do MC e o desenvolvimento da HC foram analisadas neste estudo. Para tanto, fez-se uso da análise de conteúdo (MORAES, 1999), seguindo-se as respectivas etapas: preparação das informações por meio da leitura das respostas dos licenciandos; criação de unidades de análise (UA), que representavam indicadores que permitissem entender a relação da estrutura bidimensional do MC e a HC; categorização e agrupamento das UA; descrição de cada categoria formada; e interpretação das categorias, sempre que possível lançando mão de referenciais da literatura da área.

Análise de dados

No que se refere à estrutura bidimensional, inicialmente iremos identificar se os MC elaborados a apresentam ou não e, a seguir, iremos analisar as percepções dos licenciandos sobre a relação entre a estrutura bidimensional e a elaboração de conhecimento na HC.

Dos 15 MC elaborados, 14 apresentavam uma estrutura bidimensional e, portanto, se constituem em MC efetivamente, assinalando que a metodologia adotada nesta pesquisa para introduzir os alunos na técnica de mapeamento conceitual foi apropriada para tal fim.

A estrutura bidimensional é uma característica dos MC consequente do fato de que conceitos distintos, que compartilham ou não o mesmo nível hierárquico, derivam de um único conceito (MOREIRA; ROSA, 1986). O mapa do Aluno 10 (Figura 1) apresenta essa característica, a bidimensionalidade, de maneira clara. A produção dos alunos que não apresenta bidimensionalidade não pode efetivamente ser considerada um MC. Antes, pode ser compreendido como um tipo de resumo inspirado em um MC, uma representação linear do conteúdo que pode refletir uma compreensão linear sobre o tema por parte do aluno ou as limitações dele na confecção do MC. Numa representação assim, um conceito deriva exclusivamente de outro em um nível hierárquico mais geral, de modo que cada nível hierárquico é povoado por apenas um conceito. Uma representação assim foi feita pelo Aluno 12, como mostra a Figura 2.

trabalho.

Quadro 1: Categorias referentes às relações feitas pelos licenciandos entre a estrutura bidimensional presente no MC e a elaboração de conhecimento na HC

Símbolo da categoria	Categoria
B1	Permite expressar o desenvolvimento dos conhecimentos de forma não linear ou cronológica.
B2	Permite expressar relações entre conhecimentos desenvolvidos em momentos e lugares diferentes.
B3	Permite expressar relações entre conhecimentos desenvolvidos por diferentes atores.
B4	Permite relacionar um conhecimento a diversos outros conhecimentos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A categoria B1, observada nas respostas de 8 licenciandos, considera que a estrutura bidimensional *Permite expressar o desenvolvimento dos conhecimentos de forma não linear ou cronológica*. Em outras palavras, a estrutura bidimensional do MC seria uma possibilidade de apresentar os conhecimentos em HC de modo diferente das clássicas linhas do tempo compostas de sequências lineares de fatos e conhecimentos. Segundo Tenfen (2011),

uma história meramente cronológica, de viés positivista, e muitas vezes vista como um repositório de curiosidades, é uma história pobre; em termos educacionais, é incomparavelmente inferior a uma história que se articula à filosofia da ciência, que suscita a reflexão e a argumentação fundamentada (TENFEN, 2011, p. 99).

Assim, a utilização do MC auxiliaria em uma visão mais ampla e integrada dos conhecimentos elaborados historicamente, como mencionado pelo Aluno 14:

No mapa conceitual, a estrutura bidimensional, permite expressar os conhecimentos de forma não linear, ou seja, apresentam disposição tanto na vertical quanto na horizontal. O que caminha lado a lado com a história da física, pois ao longo do tempo sempre foi necessário expressar conhecimentos de forma não linear [...] (Aluno 14).

A categoria B2, observada para 7 licenciandos, indica que a estrutura bidimensional *Permite expressar relações entre conhecimentos desenvolvidos em momentos e lugares diferentes*. Essa Categoria B2 abrange dados em que os estudantes afirmam que conhecimentos elaborados em diferentes momentos históricos e em vários locais podem ser relacionados ao se considerar a estrutura bidimensional do MC. O seguinte trecho da resposta do Aluno 7, sobre a estrutura bidimensional, se enquadra na Categoria B2:

[...] esse aspecto favorece expressar as elaborações de conhecimento da HC [...], por vezes simultâneas, dispersas por diferentes locais [...] (Aluno 7).

A Categoria B3 abrange dados de 7 licenciandos que afirmam que a estrutura bidimensional *Permite expressar relações entre conhecimentos desenvolvidos por diferentes atores*. Para esses sujeitos, as ideias de vários pensadores e cientistas podem ser expressas na estrutura bidimensional do MC. Como exemplo, temos o seguinte trecho de resposta do Aluno 8:

A estrutura bidimensional possibilita apresentar no MC os conhecimentos sobre HF da forma que eles ocorreram, [...] que envolve diversos integrantes

que construíram a história da forma que nos é apresentada (Aluno 8).

A Categoria B4 se refere a 7 sujeitos que entendem que a estrutura bidimensional *Permite relacionar um conhecimento a diversos outros conhecimentos*. Isso significa que a disposição dos conceitos em rede bidimensional no MC possibilita o estabelecimento de interrelações entre conhecimentos que poderiam não ser facilmente associáveis em uma estrutura linear e/ou cronológica. O Aluno 4 sintetiza esse entendimento.

Os mapas conceituais possuem estrutura bidimensional porque as relações entre os conceitos podem ter caráter horizontal ou vertical, dando não somente a ideia de continuidade entre as proposições como também a de conexões que não sejam necessariamente cronológicas (Aluno 4).

É interessante notar que um mesmo licenciando pode apresentar mais de uma categoria presente em sua resposta, como o caso do Aluno 15, cuja resposta se enquadra nas categorias B2, B3 e B4. Para ele, a estrutura bidimensional

Mostra correlações entre diversos conceitos [Categoria B4] [...], sendo assim permitindo ao leitor conectar de maneira mais fácil uma gama mais abrangente do conteúdo, e em HF [História de Física] podemos utilizar para mostrar que alguns temas eram discutidos ou pesquisados em lugares ou épocas diferentes [Categoria B2], por diversos estudiosos [Categoria B3] (Aluno 15).

As categorias de B1 a B4 estão alinhadas à defesa teórica feita por Maximo-Pereira, Souza e Lourenço (2021), segundo os quais a estrutura bidimensional do MC permite evidenciar “elaborações de conhecimento na HC de forma não linear, por vezes simultâneas, ou dispersas no tempo e no espaço e envolvendo variados atores, em um processo de idas e vindas em sua construção” (p. 12).

Considerações finais

Neste trabalho, analisamos dados coletados junto a licenciandos em Física com vistas a investigar como eles associam a estrutura bidimensional do MC a características da HC. As categorias de B1 a B4, obtidas como resultado desta investigação, apontam para características da elaboração de conhecimento na HC que, segundo os sujeitos investigados, podem ser expressas por intermédio da estrutura bidimensional do MC, quais sejam: *desenvolvimento dos conhecimentos de forma não linear ou cronológica; presença de relações entre conhecimentos desenvolvidos em momentos e lugares diferentes; presença de relações entre conhecimentos desenvolvidos por diferentes atores; relações entre diferentes conhecimentos*. Tais categorias têm acordo com as relações entre HC e MC desenvolvidas por Maximo-Pereira, Souza e Lourenço (2021, p. 12), para os quais a estrutura bidimensional “favorece expressar as elaborações de conhecimento da HC de forma não linear, por vezes simultâneas, dispersas por diferentes locais e envolvendo variados atores, em um processo de idas e vindas em sua construção”.

Ademais, as categorias elaboradas evidenciam que a concepção de HC expressa pelos licenciandos pode ter possibilitado a elaboração de MC com estrutura bidimensional, assim como o fato de conhecer a técnica de mapeamento conceitual pode auxiliar os estudantes a expressarem a elaboração de conhecimento na HC de forma mais apropriada. Isso nos leva a

considerar que o uso da HC para se elaborar MC parece ter sido um exemplo em que a pergunta focal ou um contexto bem definido pode ter potencializado a confecção do próprio MC, pelo menos no que se refere à sua estrutura bidimensional.

Sobre as características de um bom MC, tal como apontado por Cañas, Novak, Reiska (2015), entendemos que a presença de bidimensionalidade não garante, mas permite que ocorra, a organização hierárquica dos conceitos no MC e a presença de relações cruzadas entre eles, pois ambos os elementos do MC só podem se manifestar em uma estrutura bidimensional. Assim, mais estudos devem ser feitos para se observar essas relações entre diferentes elementos do MC.

Como implicações desta pesquisa para o ensino de Física/Ciências, apontamos que os MC podem ser uma ferramenta interessante para apresentar a HC de forma mais adequada em cursos de licenciatura e também no Ensino Médio. Fazemos essa consideração, tendo em vista apenas os resultados obtidos neste trabalho, que enfatiza a bidimensionalidade dos MC, porque os MC permitem substituir as tradicionais linhas do tempo utilizadas nas aulas por uma apresentação visual da elaboração de conhecimento na HC como um processo em duas dimensões (no espaço e no tempo) e em rede de conceitos e proposições.

No sentido de ampliar os achados desta investigação, pretendemos realizar novos estudos empíricos sobre outros elementos dos MC e suas relações com aspectos da elaboração de conhecimento na HC.

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. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4265/2830>>. Acesso em: 07 out. 2022.

ALVES, V. L. O.; OLIVEIRA, F. L.; TEIXEIRA, S.; LINHARES, M. P. A história da ciência e o uso de mapas conceituais: uma proposta para a formação de professores de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. Anais [...]. São Paulo: ABRAPEC, 2013. v. 1. p. 1-8. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R1513-1.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2022.

CANAS, A. J.; NOVAK, J. D.; REISKA, P. How good is my concept map? Am I a good Cmapper?. **Knowledge Management & E-Learning: An International Journal**, v. 7, n. 1, p. 6-19, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.34105/j.kmel.2015.07.002>>. Acesso em: 07 out. 2022.

CORREIA, P. R. M.; NARDI, A. O que revelam os mapas conceituais dos meus alunos? Avaliando o conhecimento declarativo sobre a evolução do universo. **Ciência & Educação**

(Bauru) [online], v. 25, n. 3, p. 685-704, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1516-731320190030008>>. Acesso em: 15 dez. 2022.

DIAS, P. M. C.; SAPUNARU, R. A. **História da Física I**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2007.

DINIZ, T. A. O.; NASCIMENTO, T. S.; RODRIGUES, B. H. R.; SANTOS, A. G. História da Física no Ensino Médio: um olhar sobre artigos com aplicações em sala de aula. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 19., 2022, Belo Horizonte. Anais [...]. São Paulo: SBF, 2022. v. 1., p. 1-8. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R1513-1.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2022.

MAXIMO-PEREIRA, M.; SOUZA, P. V. S.; LOURENÇO, A. B. Mapas Conceituais e a Elaboração de Conhecimento Científico na História da Ciência: algumas aproximações teóricas. **Ciência & Educação** (Bauru) [online]. v. 27, p. 1-16, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1516-731320210017>>. Acesso em: 16 set. 2022.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOREIRA, M. A.; ROSA, P. Mapas Conceituais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física** (Florianópolis), v. 3, n. 1, p. 17-25, 1986.

OLIVEIRA, N. A. C.; NETO, J. T. C. A História da Ciência e o Ensino de Física: o que indicam as produções. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 19., 2022, Belo Horizonte. Anais [...]. São Paulo: SBF, 2022. v. 1., p. 1-8. Disponível em: <<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epf/xix/sys/resumos/T0330-1.pdf>> Acesso em: 22 ago. 2022.

PINA-OLIVEIRA, A. A.; FRACOLLI, L. A.; JANZEN, D. C. Mapeamento conceitual novakiano via cmap tools: sínteses necessárias. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 6, p. 29466-29463, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.34119/bjhrv4n6-473>>. Acesso em: 07 out. 2022.

REIS, N. A.; DA SILVA, E. L. Estrutura da matéria: buscando discutir história da ciência e mapas conceituais no ensino superior. **Scientia Plena**, v. 11, n. 6, 2015. Disponível em: <<https://scientiaplena.emnuvens.com.br/sp/article/view/2514>>. Acesso em: 07 out. 2022.

RIES, K. E. et al. A literature review of open-ended concept maps as a research instrument to study knowledge and learning. **Quality & Quantity**, p. 1-35, 2021. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11135-021-01113-x>>. Acesso em: 07 out. 2022.

ROSA, V. M.; GARCIA, I. K. Os Mapas Conceituais como Ferramenta na Análise do Dinamismo das Concepções sobre a Natureza da Ciência. **Experiências em ensino de ciências**, v. 12, p. 145-156, 2017. Disponível em: <<https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/644>>. Acesso em: 07 out. 2022.

SILVA, C. M.; ALVES, M. F. S.; LEBOEUF, H. A. A história e filosofia da ciência no ensino de física: uma análise das publicações com propostas implementadas em sala de aula. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, [S. l.], v. 3, n. 3, p. 739–756, 2019. DOI: 10.33238/ReBECCEM.2019.v.3.n.3.23317. Disponível em: <<https://e-revista.unioeste.br/index.php/rebecem/article/view/23317>>. Acesso em: 24 ago. 2022.

TEFEN, D. N. **Mapas conceituais como ferramentas para a organização do conhecimento em uma disciplina sobre a História da Física**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 206. 2011.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE JR. O. Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de história e filosofia da ciência no ensino de Física. In: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (org.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal, RN: EDUFRN, 2012. p. 9-40.