

Investigando o processo de mapeamento conceitual declarado por licenciandos no contexto de uma disciplina de História da Física

Investigating the conceptual mapping process declared by future teachers in the context of a discipline of History of Physics

Marta Maximo Pereira

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

Paulo Victor Santos Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ)
campus Volta Redonda
paulo.victor@ifrj.edu.br

Ariane Baffa Lourenço

Universidade de São Paulo (USP) campus São Carlos
arianebaffa@gmail.com

Resumo

A História da Ciência (HC) é fundamental para a formação de professores de ciências. O mapa conceitual (MC) tem sido apontado como recurso didático para disciplinas de HC. Neste trabalho, investigou-se o processo de mapeamento conceitual declarado como tendo sido usado por licenciandos para elaborarem seus MCs na avaliação final de uma disciplina de História da Física. Os dados foram analisados considerando-se o papel da HC e da estrutura dos MCs e etapas gerais de mapeamento conceitual previamente existentes. Foi observada uma tensão entre o domínio da HC e do MC como ferramenta, pois a maioria dos licenciandos declarou que construiu seu MC com base somente na HC ou na HC com menções à estrutura do MC. Já os licenciandos que utilizaram a estrutura do MC para orientar o seu mapeamento conceitual realizaram, de forma recursiva, as etapas de seleção de conceitos e de estabelecimento de relações entre eles.

Palavras chave: Mapa conceitual, mapeamento conceitual, História da Ciência, Licenciatura em Física.

Abstract

The History of Science (HS) is fundamental for science teachers instruction. The concept map (CM) has been identified as a teaching resource for HS courses. In this work, we investigated

the conceptual mapping process declared to have been used by future teachers to develop their CMs in the final evaluation of a History of Physics course. The data were analyzed considering the role of HS and of the structure of the CMs and general stages of conceptual mapping previously existed. A tension was observed between the domain of HS and CM understood as a tool, since most future teachers declared that they built their CM based only on HS or HS with references to the structure of the CM. Otherside, future teachers who used the CM structure to guide their conceptual mapping performed the stages of selecting concepts and establishing relationships between them in a recursive way.

Key words: Concept map, conceptual mapping, History of Science, Physics Teacher Training Course.

Introdução

Desde as últimas décadas do século XX, a História da Ciência (HC) tem sido considerada como um elemento importante a ser contemplado na Educação Científica, em especial, na formação inicial e continuada de professores de Ciências (MATTHEWS, 1995). Entre as formas de se trabalhar com a HC em cursos de Licenciatura, o mapa conceitual (MC) tem sido apontado como um instrumento de avaliação (ALVES et al., 2013) e/ou como um recurso didático (REIS; SILVA, 2015; ROSA; GARCIA, 2017) em potencial para disciplinas que envolvem aspectos da HC e da natureza da ciência. Tais trabalhos em geral analisam os MCs elaborados pelos estudantes, os comparam com MCs de referência ou acompanham a evolução dos MCs feitos pelos alunos. No entanto, o processo de mapeamento conceitual usado pelos licenciandos, em HC, até onde vai nosso conhecimento, não foi objeto de estudo de trabalhos anteriores na literatura.

Assim, o objetivo deste trabalho foi investigar como ocorre o processo de mapeamento conceitual por licenciandos em Física ao construírem MCs sobre aspectos da HC. Para tanto, analisamos como esse processo é declarado por eles ao elaborarem um MC como parte da avaliação de uma disciplina de História da Física.

Fundamentação Teórica

Os MCs são ferramentas gráficas que possibilitam a organização e a representação hierárquica do conhecimento, sendo formados por conceitos e palavras/frases de ligação. Os conceitos refletem “uma regularidade em eventos ou objetos, ou registros de eventos e objetos, designados por um rótulo” (NOVAK; CAÑAS, 2006, p.1, tradução nossa). Dois conceitos devem ser unidos por uma palavra/frase de ligação (ou palavra-chave, nos termos de Moreira (2006)), formando uma proposição, que expressa um significado lógico da relação estabelecida. Os MCs podem ser elaborados partindo de uma temática ou de uma pergunta focal, que é respondida pelo MC.

Desde sua criação, os MCs têm sido utilizados para diferentes propósitos, como ferramenta para o processo de ensino-aprendizagem, como elemento promotor de trabalho colaborativo, na avaliação de conteúdos, entre outros (CORREIA; SOARES; AGUIAR, 2019). Acerca do processo de elaboração de um MC, Dias-da-Silva (2018) sugere estas etapas:

- I) Fazer uma leitura detalhada do material sobre o tema; II) selecionar conceitos considerados relevantes para o MC; III) Buscar relações entre os conceitos selecionados e traçar linhas entre esses conceitos; IV) Determinar

termos de ligação que explicitem as relações entre os conceitos, formando frases com sentidos/lógica; adicionar as proposições formuladas no “quadro proposicional”; V) avaliar as proposições visando identificar possíveis erros conceituais; VI) montar um mapa conceitual por meio das frases inseridas no “quadro proposicional”

Uma proposição (NOVAK, CAÑAS, 2010) foi expressa nas etapas IV e VI como sendo “frases”. O “quadro proposicional” mencionado nas etapas IV e VI se refere a um quadro que reúna as proposições formadas, as quais serão usadas no MC. O processo de hierarquização dos conceitos não foi listado em Dias-da-Silva (2018) como etapa do processo de mapeamento conceitual, ainda que ele seja característico de um MC. Tais etapas (Dias-da-Silva, 2018), acrescidas do processo de hierarquização de conceitos, são a base para a construção de um MC.

Há de se considerar também que o tema do MC pode trazer determinada especificidade à sua construção, como ao se elaborar um MC com temáticas da HC. Destaca-se a HC porque ela envolve implícita ou explicitamente algum tipo de cronologia, diferentes episódios, atores e um conhecimento em constante transformação, aspectos que podem influenciar a elaboração dos MCs, sobretudo em contextos em que não haja uma orientação explícita sobre possíveis etapas de mapeamento conceitual.

Metodologia

Os registros coletados para este trabalho foram oriundos da avaliação final de História da Física I (HF I), disciplina obrigatória de um curso de Licenciatura em Física à distância. A ementa de HF I estende-se da formação das categorias de pensamento em física até o mecanicismo. Para que os MCs fossem usados como ferramenta de avaliação da disciplina, os alunos foram orientados a assistir a um minicurso sobre MCs, disponível gratuitamente na Internet, em que, além da parte teórica dos MCs, foi apresentada a ferramenta CmapTools, direcionada à construção dos MCs. Ademais, a prova também apresentava uma referência com o objetivo de orientar os alunos na resposta às perguntas e na confecção do MC (MOREIRA, 2006). O artigo em questão aborda as características dos MCs, sua fundamentação, exemplos e como eles podem ser úteis no processo de ensino-aprendizagem.

Dentre as avaliações da disciplina, a última era composta por quatro perguntas: a primeira, sobre aspectos técnicos da construção de MCs; a segunda, sobre como os MCs poderiam ser utilizados na avaliação da aprendizagem em Física; a terceira questão solicitava a construção de um MC com enfoque histórico centrado no conceito de força, o qual poderia sumarizar o que foi estudado na disciplina; a quarta questão pedia que os alunos descrevessem o processo de construção de seu MC da questão anterior e que apontassem como os MCs poderiam ser usados para avaliar a aprendizagem de História da Física.

Ao todo 16 licenciandos fizeram a prova, sendo que dela analisamos a última questão, no que se refere ao processo de construção dos MCs. Procedemos à leitura das mesmas, tendo especial atenção a dois aspectos: o papel da HC e da estrutura dos MCs presentes nas descrições do processo de mapeamento conceitual e as etapas de Dias-da-Silva (2018).

Análise de dados

No que se refere ao papel da HC e da estrutura dos MCs presentes nas descrições do processo de mapeamento conceitual analisadas, foi possível sintetizar as seguintes categorias emergentes, expressas na Tabela 1, juntamente com sua frequência nos dados:

Tabela 1: Categorização dos processos de mapeamento conceitual declarados pelos alunos investigados.

Categorias	1- Construção com base na HC	2- Construção com base na HC com menções à estrutura do MC	3- Construção com base em menções à estrutura do MC e à HC	4- Construção com base na estrutura do MC com menções à HC	5- Construção com base na estrutura do MC	6- Outros
TOTAL por categoria	7	5	1	1	1	1

Fonte: Os autores

A Categoria 1, que caracteriza o processo de mapeamento conceitual declarado pela maioria dos licenciandos, abrange dados nos quais o processo de elaboração do MC foi descrito com base apenas nos assuntos de HC abordados na disciplina HF I. Por exemplo, o Aluno 2 relatou os conhecimentos que foram mencionados em seu MC com base em uma “linha do tempo” na qual o conceito de força foi se desenvolvendo, desde Aristóteles até Newton. Ele não mencionou nenhuma estrutura do MC que ele tenha usado para fazer o mapeamento conceitual.

Aluno 2: O processo de construção desse Mapa [...] baseou-se nos artigos [...] e no material didático da disciplina. Procurei traçar uma linha do tempo desde o conceito primitivo de força de Aristóteles até a definição matematizada de Isaac Newton. Nessa construção foram evidenciadas as principais características do conceito de força nos variados momentos da história da Física e suas relações e semelhanças com os diversos nomes responsáveis pela sua construção.

Ainda na Categoria 1, há dados em que ocorreram descrições de entendimentos dos licenciandos sobre aspectos da HC que o auxiliaram na compreensão do conceito de força. Nesses dados, a descrição do processo de mapeamento conceitual assemelhou-se à explicação do próprio MC elaborado, como foi o caso da Aluna 14.

Aluna 14: [...] Procurei organizar as ideias de acordo com o que os principais filósofos e cientistas da história da Física pensavam sobre o conceito de movimento e força associada ao movimento. Percebi principalmente três formas distintas de interpretar o movimento: proveniente de uma força divina (e sem causa direta), associado à mudança de estado de um corpo (existe causa) e, na sua última formulação, caracterizando o estado de um corpo (como nos diz a lei da inércia, que na ausência de forças, um corpo mantém o estado de repouso ou de M.R.U.).

Já os dados incluídos na Categoria 2 se referem a processos de mapeamento conceitual descritos também com base na HC, mas que apresentaram menções à estrutura dos MCs, marcadas em negrito, pelos autores, no caso do Aluno 8:

Aluno 8: Sobre o processo de construção, [...] se deu a partir da transcrição em um bloco de notas dos vários conceitos físicos, personagens e teorias que [...] poderiam estar relacionados ao **conceito principal** que se buscava esclarecer, no caso, de força. [...] foi feito o caminho inverso do ponto de vista cronológico, partindo de Newton e suas leis a Aristóteles. [...] buscou-se **colocar o conceito de força na parte central e superior do mapa, partindo daí suas inter-relações** com as Leis da Mecânica, da Gravitação Universal e Newton, que se desdobraram nas influências e críticas recebidas e na evolução conceitual do princípio da inércia. Ainda, na construção do mapa adotou-se a **inscrição dos conceitos nos objetos elipsóides; o nome dos personagens, nos objetos “molduras”;** e o **sumário da descrição ou esclarecimento de**

determinado conceito/lei, em retângulos.

Na Categoria 3 foi incluído um dado em que apareceram menções à estrutura do MC e à HC de forma justaposta, sem relação explícita entre elas. Nesse caso, não foi possível identificar se o que orientou o processo de mapeamento conceitual foi a HC com menções à estrutura do MC (Categoria 2) ou se foi a estrutura do MC com menções à HC (Categoria 4). A resposta do Aluno 3 evidencia esta justaposição entre a estrutura do MC (primeira frase) e a HC (segunda e terceira frases) na descrição do processo de mapeamento conceitual.

Aluno 3: O mapa conceitual foi construído tendo como conceito-chave de força, utilizando um diagrama bidimensional, com figuras geométricas (elipses e retângulos) interligadas por proposições e setas. O conceito de força teve a evolução histórico-conceitual dado pelos Filósofos da época. Os métodos ancestrais oriundos da Grécia antiga principalmente, serviram de base para os métodos que ainda viriam.

As Categorias 4 e 5 são aquelas que contém dados em que a estrutura do MC (com ou sem menção à HC, respectivamente) foi o que orientou o mapeamento conceitual por parte dos licenciandos. Para elas, é possível reconhecer nos dados algumas das etapas sugeridas por Dias-da-Silva (2018) e também a hierarquização, as quais identificamos, entre parêntesis e em negrito, nos dados do Aluno 5 (Categoria 4).

Aluno 5: Esse mapa foi planejado tomando como base o apêndice 2, de Moreira (2006). Foi tratado os conceitos chave dos quatros pensadores visto no conteúdo desta disciplina (**Etapa I**), enfatizando a visão que todos tinham da força, colocando cada conceito (**Etapa II**) em ordem de prioridade (**Hierarquização**) no topo do mapa, assim atribuindo os demais conceitos (**Etapa II**) a completar o mapa de acordo com as conexões que cada um tem com os demais (**Etapa III**), sendo criado palavras-chaves que rotulam as linhas (**início da Etapa IV**) nas ligações entre os pares.

O Aluno 5 apresentou como etapa inicial o estudo da própria estrutura do MC (menção a “apêndice 2, de Moreira (2006)”). Isso pode ser justificado por esse ter sido o primeiro contato formal dos licenciandos de HF I com o processo de mapeamento conceitual, o que pode indicar que o Aluno 5 ainda não dominava a construção de MCs a ponto de prescindir desse estudo prévio sobre eles. O licenciando também realizou a hierarquização dos conceitos após a seleção dos mesmos, antes de serem conectados entre si e de serem colocadas as palavras de ligação.

Já o Aluno 1 descreve seu processo de mapeamento conceitual mencionando explicitamente algumas das etapas sugeridas por Dias-da-Silva (2018) para a elaboração de MCs, dado que foi identificado na Categoria 5. As referidas etapas foram destacadas e marcadas em negrito por nós.

Aluno 1: Para construir meu mapa conceitual primeiramente revisei todo o material de História da Física (**Etapa I**) e montei um esboço em uma folha de papel. Em seguida, usando o programa CmapTools, adicionei inicialmente todos os conceitos (**Etapa II**) e pensadores relevantes na área em branco. Fui então fazendo as relações (**Etapa III**), escrevendo as palavras-chave (**início da Etapa IV**) e reorganizando o espaço conforme necessário. Ao longo da construção do mapa fui adicionando novos conceitos (**Etapa II**) que ia lembrando, removendo outros que poderiam ser explicados de forma melhor, e fazendo novas conexões conceituais (**Etapa III**).

Nos dados dos Alunos 5 e 1 as etapas sugeridas por Dias-da-Silva (2018) apareceram de forma recursiva, pois os licenciandos retornaram às Etapas II (seleção de conceitos) e III (estabelecimento de relações entre os conceitos, unindo-os por linhas) ao longo do processo de

mapeamento conceitual que declararam ter realizado. A recursividade, com a revisão dos MCs elaborados e confecções de diferentes versões de um mesmo MC, é uma característica bastante desejável no uso dessa ferramenta no ensino, pois permite avaliar o desenvolvimento do estudante em um dado tema e/ou no próprio domínio do MC. No caso dos Alunos 5 e 1, foi possível observar a recursividade no interior do processo de mapeamento conceitual declarado na confecção de um único MC. Tal fato pode indicar que os licenciandos ainda estavam se apropriando da ferramenta, mas também pode ser uma evidência da própria reconstrução e reorganização conceitual realizadas durante a confecção do MC. Esse movimento de reflexão sobre o conhecimento propiciado pelo processo de mapeamento conceitual é uma das principais potencialidades dessa ferramenta, que pôde ser ilustrada nos dados relativos aos Alunos 5 e 1.

Considerações Finais

Neste trabalho, investigou-se o processo de mapeamento conceitual declarado por licenciandos para elaborarem seus MCs na avaliação final de uma disciplina de História da Física, em um curso de Licenciatura em Física à distância. Da análise geral dos dados emergiu uma tensão existente, nos processos de mapeamento conceitual declarados, entre o domínio do conhecimento específico (HC) e do MC como ferramenta. Isso foi expresso na formulação das Categorias de 1 a 6 (Tabela 1), que formam um espectro de possibilidades de processos de mapeamento conceitual, desde os que se pautaram exclusivamente pela HC até os que se basearam totalmente na estrutura do MC.

Considerando os dados da maioria dos estudantes (12 de 16), eles declararam que construíram seu MC com base somente na HC ou na HC com menções à estrutura do MC (Categorias 1 e 2). Alguns licenciandos com dados na Categoria 1 descreveram seu processo de mapeamento conceitual explicando como relacionaram os conhecimentos presentes no MC, com menções explícitas ao que foi ensinado na disciplina HF I. Nesses casos, eles parecem não distinguir a explicação do MC elaborado da descrição do processo de mapeamento conceitual utilizado para a confecção do MC. Tal fato pode ser devido à pouca ênfase dada à apresentação e utilização de MCs, o que defendemos que pode e deve estar mais presente ao longo dos cursos de licenciatura.

Algumas das etapas previstas por Dias-da-Silva (2018) foram identificadas em dados presentes nas Categorias 4 e 5, além de duas adicionais: leitura detalhada de material sobre MCs disponibilizado e hierarquização de conceitos selecionados, as quais entendemos que podem ser relevantes para o processo de mapeamento.

Foi possível reconhecer que os estudantes utilizaram diferentes caminhos na construção de seus MCs. As relações entre o processo de mapeamento conceitual descrito pelos alunos e o MC efetivamente elaborado, assim como possíveis associações entre o processo de mapeamento conceitual e a qualidade dos MCs, não foram objeto de estudo desta investigação. Contudo, são possibilidades de continuidade e aprofundamento da pesquisa aqui relatada.

Referências

ALVES, V. L. O. A história da ciência e o uso de mapas conceituais: uma proposta para a formação de professores de física. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: ABRAPEC, 2013. v. 1. p. 1-8.

CORREIA, P. R. M.; SILVA, K. S.; AGUIAR, J. G. Mapas conceituais no ensino de ciências e matemática: onde estamos e para onde vamos. **Caminhos da Educação Matemática em Revista/Online**, v. 9, n. 4, p. i-v, 2019.

DIAS-DA-SILVA, C. D. **Potencialidades dos mapas conceituais no processo de ensino-aprendizagem de zoologia**. 2018. 140f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Centro de Ciências Matemáticas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

MATTHEWS, M. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Diagramas V**. Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, 2006.

NOVAK, J.; CANÃS, A. La teoría subyacente a los mapas conceptuales ya cómo construirlos. **Reporte Técnico IHMC CmapTools**, v. 1, p. 1-37, 2006. Disponível em: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>. Acesso em 30 de agosto de 2020.

NOVAK, J.; CANÃS, A. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

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, p. 067208-1, 2015.

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.

TAVARES, R.; LUNA, G. Mapas Conceituais: uma ferramenta pedagógica na consecução do currículo. **Principia**, n. 15, p. 110-116, 2007.