

Um possível percurso formativo visando a promoção da Aprendizagem Significativa de Física no Ensino Médio

A possible training path aimed at promoting Meaningful Learning in Physics in High School

Una posible ruta formativa orientada a promover el Aprendizaje Significativo en Física en el Bachillerato

*Angelisa Benetti Clebsch**

*Adriana Marin***

*José de Pinho Alves Filho****

Resumo

As políticas públicas recentes relacionadas ao Ensino Médio, definiram uma base nacional comum curricular como referência para a elaboração dos currículos bem como uma nova estrutura para este nível de ensino que deve ser organizado em Formação Geral Básica e Itinerários Formativos. Apresenta-se um olhar crítico a estas políticas e discute-se sobre a necessidade da promoção da aprendizagem significativa de conceitos de Física, como alternativa necessária à aprendizagem mecânica. O problema de pesquisa que motivou os autores foi: como obter um percurso formativo de Física para o Ensino Médio com vistas à aprendizagem significativa de conceitos físicos? O objetivo deste artigo é apresentar indicativos para o desenvolvimento de percursos formativos para o ensino de Física no Ensino Médio, de forma a contribuir com a implementação do currículo oficial no âmbito das escolas e da sala de aula. Trata-se de uma pesquisa documental com análise qualitativa e teórica utilizando como ferramenta mapas conceituais e como base teórica a teoria da aprendizagem significativa. Como resultado, apresenta-se uma proposição teórica de uma perspectiva possível para o percurso formativo para a Física do Ensino Médio.

Palavras-chave: aprendizagem significativa; ensino de física; Ensino Médio; currículo.

Recebido em: 31.10.2021 — Aprovado em: 24.02.2022

<https://doi.org/10.5335/rep.v29i2.13110>

ISSN *on-line*: 2238-0302

* Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e mestra em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Docente do Instituto Federal Catarinense (IFC) – campus Rio do Sul. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6622-4371>. E-mail: angelisa.clebsch@ifc.edu.br.

** Mestra em Física pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Docente do Instituto Federal Catarinense (IFC) – campus Rio do Sul. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5652-3770>. E-mail: adriana.marin@ifc.edu.br.

*** Doutor em Educação: Ensino de Ciências Naturais pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com pós-doutoramento na Universidade de Aveiro/Portugal. Professor voluntário (docente permanente) no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6407-4418>. E-mail: jopinholho@gmail.com.

Abstract

Recent public policies related to Secondary Education have defined a common national curriculum base as a reference for the development of curricula, as well as a new structure for this level of education, which should be organized in General Basic Education and Training Itineraries. It presents a critical look at these policies and discusses the need to promote meaningful learning of physics concepts, as a necessary alternative to mechanical learning. The research problem that motivated the authors was: how to obtain a training course in Physics for High School with a view to meaningful learning of physical concepts? The objective of this article is to present indications for the development of formative paths for the teaching of Physics in High School, in order to contribute to the implementation of the official curriculum in the context of schools and the classroom. This is a documentary research with qualitative and theoretical analysis using conceptual maps as a tool and the theory of meaningful learning as a theoretical basis. As a result, a theoretical proposition of a possible perspective for the formative path for High School Physics is presented.

Keywords: meaningful learning; Physics education; high school; curriculum.

Resumen

Las recientes políticas públicas relacionadas con la Educación Secundaria definieron una base curricular nacional común como referencia para el desarrollo de los planes de estudio, así como una nueva estructura para este nivel educativo, que debe organizarse en Itinerarios de Educación Básica General y Formación. Presenta una mirada crítica a estas políticas y discute la necesidad de promover el aprendizaje significativo de conceptos de física, como una alternativa necesaria al aprendizaje mecánico. El problema de investigación que motivó a los autores fue: ¿cómo obtener un curso de formación en Física para el Bachillerato con miras al aprendizaje significativo de los conceptos físicos? El objetivo de este artículo es presentar indicaciones para el desarrollo de caminos formativos para la enseñanza de la Física en el Bachillerato, con el fin de contribuir a la implementación del currículo oficial en el contexto de las escuelas y el aula. Se trata de una investigación documental con análisis cualitativo y teórico utilizando mapas conceptuales como herramienta y la teoría del aprendizaje significativo como base teórica. Como resultado, se presenta una propuesta teórica de una posible perspectiva para el camino formativo de la Física de Educación Secundaria.

Palabras clave: aprendizaje significativo; educación física; escuela secundaria; plan de estudios.

Introdução

A Educação Básica está passando por mudanças determinadas por políticas públicas recentes. Algumas delas são consequência do Plano Nacional de Educação – PNE (BRASIL, 2014) como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Fundamental (EF) e Ensino Médio (EM).

A BNCC foi instituída em 2017, por meio da Resolução n. 2 de 2017 (BRASIL, 2017a), devendo ser respeitada obrigatoriamente nas etapas e modalidades da Educação

Básica. No documento são definidas 10 competências gerais para a Educação Básica e as competências específicas para cada área do conhecimento do EF: Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Ensino Religioso. As áreas do conhecimento e respectivas competências para o EM foram estabelecidas na Resolução n. 4 de 2018 (BRASIL, 2018c). Observa-se que há uma mudança na denominação das áreas do conhecimento do EM: Linguagens e suas tecnologias, Matemática e suas tecnologias, Ciências da Natureza e suas tecnologias e Ciências Humanas e Sociais aplicadas.

Para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, foco deste trabalho, são definidas três competências a serem desenvolvidas no EM:

- a) Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
- b) Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
- c) Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais, nacionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018c, p. 8).

Observa-se que nas duas primeiras há presença de temas próprios dos três componentes curriculares da área: Biologia, Física e Química. Já a terceira é mais genérica e foca na investigação científica, permitindo a definição de temáticas pertinentes ao contexto de cada sistema de ensino ou escola.

Além da BNCC, uma nova arquitetura para o Ensino Médio foi determinada pela Lei do Novo Ensino Médio (BRASIL, 2017b) e pela Resolução n. 3 de 2018 (BRASIL, 2018b) que alterou as Diretrizes Curriculares Nacionais para o EM. Pelos documentos, o EM deve ser organizado em Formação Geral Básica (FGB) e Itinerários Formativos (IF) (BRASIL, 2017b; BRASIL, 2018b), sendo permitido aos sistemas de ensino a elaboração de diferentes desenhos curriculares.

Observa-se nos documentos que a FGB traz uma preocupante redução na carga horária comum que fica limitada ao máximo de 1800 h. Ao mesmo tempo garante aos estudantes brasileiros uma formação comum que abrange todas as áreas do conhecimento e não desconsidera os componentes curriculares (disciplinas). Conforme artigo

11 das Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio, todas as disciplinas tradicionais estão garantidas, mas não em todos os anos do EM: “A critério dos sistemas de ensino, a formação geral básica pode ser contemplada em todos ou em parte dos anos do curso do ensino médio, com exceção dos estudos de língua portuguesa e da matemática que devem ser incluídos em todos os anos escolares” (BRASIL, 2018b, p. 6).

A organização por área do conhecimento proposta nas atuais diretrizes do EM visa fortalecer as relações entre os componentes das áreas e instiga o planejamento interdisciplinar. São sugeridas estratégias de ensino-aprendizagem “que rompam com o trabalho isolado apenas em disciplinas” (BRASIL, 2018b, p. 6).

Neste sentido, é preciso ficar atento à implementação do EM nos estados e escolas de modo a garantir na FGB a presença dos conhecimentos de Biologia, Física e Química considerados essenciais à cultura contemporânea.

Já os IF têm o propósito de dar flexibilidade ao currículo permitindo aos sistemas de ensino organizações próprias. É definido para os IF o aprofundamento em uma das áreas do conhecimento ou formação técnica e profissional em sintonia com os interesses dos estudantes e permitindo o protagonismo juvenil. As possibilidades de escolha por parte dos estudantes nos IF e o “protagonismo juvenil” ficam limitados ao que a escola oferece.

Para dar consequência às resoluções, foi publicado pelo Conselho Nacional de Educação a BNCC (BRASIL, 2018a), documento normativo contendo as áreas, competências e habilidades para todas as etapas da Educação Básica: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. No caso do Ensino Médio, a última versão da BNCC traz as competências e habilidades por área do conhecimento e não por componente curricular, no entanto não desconsidera e nem extingue os componentes curriculares. A BNCC é apresentada como referência obrigatória para a FGB e também orienta com relação ao aprofundamento das áreas do conhecimento ou formação técnica para os IF.

Para itinerários formativos na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias é sugerido o aprofundamento:

[...] de conhecimentos estruturantes para aplicação de diferentes conceitos em contextos sociais e de trabalho, organizando arranjos curriculares que permitam estudos em astronomia, metrologia, física geral, clássica, molecular, quântica e mecânica, instrumentação, ótica, acústica, química dos produtos naturais, análise de fenômenos físicos e químicos, meteorologia e climatologia, microbiologia, imunologia e parasitologia, ecologia, nutrição, zoologia, dentre outros, considerando o contexto local e as possibilidades de oferta pelos sistemas de ensino (BRASIL, 2018a, p. 477).

Ao observar a BNCC percebem-se rupturas/diferenças entre o Ensino Fundamental e o Ensino Médio. No caso do Ensino Fundamental são apresentados na BNCC os componentes da área, competências, unidades temáticas, habilidades, objetos do conhecimento por ano do EF. Na BNCC do EM são expostas competências e habilidades por área do conhecimento sem seriação, componentes curriculares e objetos do conhecimento. Não deveria ser o contrário? Aprofundar o conhecimento das áreas e delimitar objetos de conhecimento por componente curricular deveria ser reservado ao Ensino Médio. Como está, a BNCC pode induzir a reducionismos no Ensino Médio e a superficialidade dos conhecimentos. Por outro lado, a liberdade com relação ao *currículo planejado e em ação* (SACRISTÁN, 1998) no EM é muito maior. É um cenário que possibilita aos professores de Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química) ampliar o campo de atuação no EF que distribui objetos de conhecimento dos três campos em todos os anos deste nível.

Já no EM organizado por áreas do conhecimento abre-se aos professores a possibilidade de repensar o Ensino de Ciências da Natureza de forma a buscar integração entre os componentes curriculares, mas de modo a garantir os aprofundamentos específicos de cada um deles.

As resoluções citadas e a BNCC determinam um *currículo prescrito*, que é o currículo oficial para a Educação Básica definido por leis, decretos e resoluções. Clebsch (2018) ressignificou os patamares do currículo definidos por Sacristán (1998) para compreender como o *currículo oficial* se materializa na sala de aula, e como suas diferentes representações se relacionam. Definimos como *currículo institucional* aquele elaborado pelas escolas no Projeto Político Pedagógico. A implementação do *currículo oficial* e *institucional* começa com o *currículo planejado* nos programas ou planos de ensino de cada disciplina, e se concretiza através do *currículo em ação*, no âmbito da sala de aula.

Os diferentes documentos ora mencionados apresentam mudanças significativas no *currículo oficial*, que precisam ser compreendidas e tomadas como referência (no sentido de parâmetro, sugestão, orientação) e não como norma que deve ser seguida literalmente. Consideramos a necessidade de considerar nos currículos *institucional*, *planejado* e *em ação* os diferentes contextos que não são figurados e nem tem como ser abarcados em um currículo único para um país de dimensões continentais como o Brasil.

Tais políticas são objeto de estudo e críticas. A nota técnica de Barroso (2021), por exemplo, faz uma análise de possíveis impactos no Ensino Médio: “[...] há diversas formas de implementação dessa proposta, com resultados completamente diferentes.

Em especial, **essas diferenças podem induzir um mecanismo de ampliação de desigualdades educacionais**” (BARROSO, 2021, p. 14, grifo nosso).

Em especial, a organização dos currículos dos estados pode incluir nos itinerários formativos objetos de conhecimento e temas diversos que não trazem o aprofundamento dos componentes curriculares das áreas do conhecimento necessários a este nível de ensino e que são primordiais para os avanços científicos e tecnológicos. No caso das escolas privadas, nossa hipótese é que o aprofundamento das áreas nos itinerários formativos poderá acontecer pelo incremento do número de aulas nas disciplinas. No entanto, ainda não temos dados suficientes para analisar como se dará a implementação do novo ensino médio nas escolas sejam elas públicas ou privadas.

Como desdobramentos das políticas nacionais, os estados tiveram que definir novos currículos que em geral foram elaborados com a presença de professores da educação básica, consultores, coordenadores e redatores. Inicialmente do Ensino Fundamental e, em 2021, os currículos para o Ensino Médio. É no contexto da elaboração do currículo estadual que este trabalho se insere.

Quando foi proposta a uma das autoras a participação na elaboração do currículo estadual do EM, como consultora na área de Física, buscou-se identificar quais os conceitos essenciais da Física e possíveis interações entre eles, de modo a garantir a sua presença no currículo do estado. A partir do conhecimento da área e anos de atuação na docência na educação básica e na Licenciatura em Física, houve uma discussão com a segunda autora para pensar sobre o que seria essencial. Como resultado as autoras elaboraram de forma conjunta um mapa conceitual e um texto que serviu como suporte para a consultora na participação na elaboração do currículo estadual.

Nosso objetivo neste artigo é apresentar indicativos para o desenvolvimento de percursos formativos para o ensino de Física do EM, de forma a contribuir com a elaboração do *currículo institucional e planejado*. Apresenta-se ainda uma perspectiva possível para o percurso formativo de Física do EM, como um exemplo, que destaca na visão atual dos autores, conceitos essenciais da Física do Ensino Médio.

O problema que serviu de mote para sua elaboração foi: Como obter um percurso formativo de Física para o Ensino Médio com vistas à aprendizagem significativa de conceitos físicos?

Segundo Moreira (2021) os estudantes não aprendem conceitos físicos significativamente, o que é algo que precisa ser revisto. Eles memorizam de forma mecânica “fórmulas, definições, respostas certas, para serem reproduzidas nas provas e esquecidas logo depois” (MOREIRA, 2021, p. 1).

Para iniciar, retomamos na próxima seção, algumas das ideias acerca da Teoria da Aprendizagem Significativa, que é o tema do EIAS – Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa que acontece em média a cada três anos, desde 1982 com participação de pesquisadores da área de Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química) e Matemática.

A Teoria da Aprendizagem Significativa

Para Ausubel (2003) a estrutura cognitiva é considerada um sistema dinâmico de subsunçores inter-relacionados e hierarquicamente organizados, sendo o fator que mais influencia na aprendizagem significativa. Os subsunçores são proposições, concepções, ideias, conceitos, representações ou conhecimentos já estabelecidos na estrutura cognitiva do aprendiz e que servem de âncora para novos conhecimentos.

A aprendizagem significativa resulta da interação não arbitrária e substantiva entre conhecimentos prévios que já fazem parte da estrutura cognitiva do aprendiz e novos conhecimentos. Quando o novo conhecimento é assimilado, em função da interação do conhecimento prévio com o novo conhecimento, o subsunçor se modifica e fica mais rico/cresce e o conhecimento novo adquire significado. Desse modo, ocorre desenvolvimento, pois há uma modificação na estrutura cognitiva do sujeito, ou seja, na sua memória permanente. É diferente, portanto, da aprendizagem mecânica, na qual os conceitos aprendidos são utilizados de forma mecânica, em situações conhecidas.

O que vai evidenciar se a aprendizagem foi significativa é a constatação de que o estudante consegue resolver questões e problemas de uma maneira nova, e que necessitem de uma transformação do conhecimento adquirido.

Novak e Cañas (2008) esclarecem que tanto na aprendizagem mecânica quanto na aprendizagem significativa, as informações ficam retidas na memória de longo prazo. O que diferencia os processos é que na aprendizagem mecânica como não há interação da nova informação com o conhecimento prévio, o conhecimento aprendido em geral é esquecido rapidamente e a estrutura cognitiva do aprendiz não se aprimora. Como consequência, o conhecimento aprendido de forma mecânica dificilmente será mobilizado em situações novas (NOVAK, 2002, apud NOVAK; CAÑAS, 2008).

Ao apresentar os subsunçores, Ausubel estabelece que uma das condições para que aconteça a aprendizagem significativa é que o aprendiz deve possuir subsunçores para que os novos conceitos possam ser ancorados (AUSUBEL, 1963). Tanto que ele diz que o professor deve identificar o que o estudante já sabe a partir disso organizar o ensino. Deste modo fica evidente o quanto é importante que o professor identifique os

subsunçores necessários à aprendizagem dos novos conceitos e organize uma sequência de objetos do conhecimento adequada de forma que potencialize a aprendizagem significativa.

O professor pode utilizar organizadores prévios (AUSUBEL et al. 1980; MOREIRA, 2011) para evidenciar e retomar com os estudantes os pré-requisitos, explicando a relevância deles para a aprendizagem dos novos conhecimentos. Por exemplo, antes de trabalhar problemas envolvendo plano inclinado, é importante que o professor retome o conceito de força, leis de Newton, atrito, decomposição de forças, relações trigonométricas no triângulo retângulo entre outros subsunçores.

Se queremos promover a educação científica dos estudantes e a aprendizagem de conceitos físicos com significado, é importante não trabalhar os objetos de conhecimento de forma isolada e considerar que os estudantes já dispõe de todos os subsunçores. Fazer questionamentos para identificar o que os estudantes já sabem e pequenas revisões de conceitos podem ser relevantes à promoção da aprendizagem significativa e à educação científica dos estudantes.

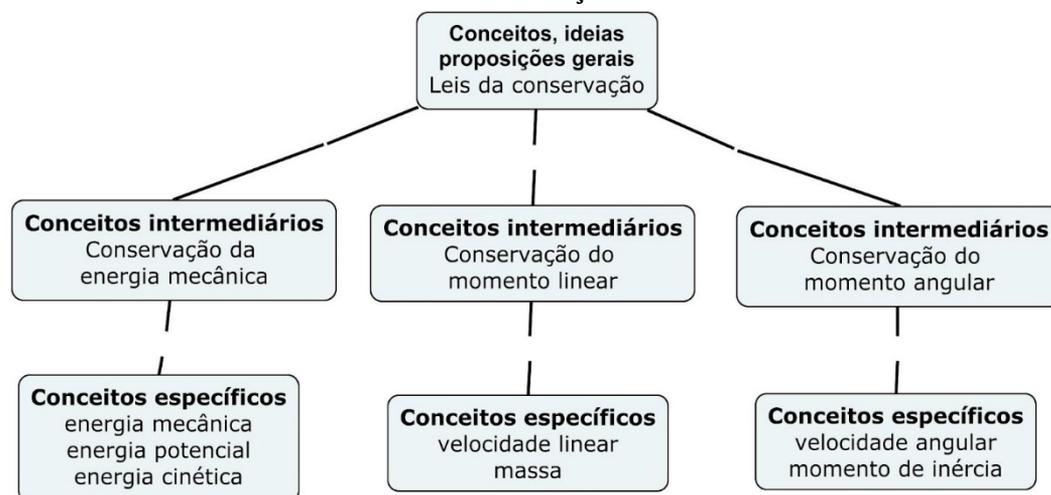
Outra condição para a aprendizagem significativa é que o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo, ou seja, com significado lógico, claro e relacionável com o que o estudante já sabe. Neste caso, é fundamental que o professor conheça a estrutura da matéria que ensina e organize uma sequência adequada à aprendizagem significativa. Neste aspecto, como a aprendizagem é um processo contínuo de modificação da estrutura cognitiva, o professor com o passar do tempo também percebe novas relações entre os conceitos.

Uma outra condição para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o aprendiz precisa querer aprender, ou seja, querer relacionar o novo conhecimento com o que ele já sabe (AUSUBEL, 1963; NOVAK; GOWIN, 1984). Assim, a responsabilidade de optar por aprender é do estudante. Concordamos com Novak e Gowin (1984) quando afirmam que a educação que intervém na vida dos estudantes faz com que vejam o mundo de maneira diferente, ano após ano, sendo que “A verdadeira educação muda o significado da experiência humana” (NOVAK; GOWIN, 1984, p. 27). Isso pode não acontecer com estudantes sentados ao seu lado que optaram por não aprender.

Com a aprendizagem significativa, progressivamente a estrutura cognitiva vai se diferenciando e fazendo a reconciliação integradora (MOREIRA, 2011). Deste modo, o subsunçor ganha novos significados, há integração de significados e as diferenças aparentes são eliminadas. Moreira (2011) explica que a estrutura cognitiva se caracteriza por uma estrutura dinâmica de subsunçores que se relacionam e são hierarquicamente

organizados por dois processos: *diferenciação progressiva* e *reconciliação integradora*. A *diferenciação progressiva* acontece pela utilização gradativa/sucessiva de um subsunçor e do estabelecimento de novas relações que permitem que ele sirva de arrimo para novas aprendizagens significativas. De forma simultânea e menos frequentemente, acontece a *reconciliação integradora* que consiste em eliminar diferenças entre conceitos e integrar significados de forma ordenada. Estes processos são internos e próprios para cada estudante. Se o professor conhece a estrutura da matéria que ensina (conceitos gerais, intermediários e específicos) pode contribuir na aprendizagem significativa dos conceitos por parte dos estudantes. Na figura 1, apresentamos conceitos intermediários e específicos para as Leis da conservação normalmente tratadas no primeiro ano do Ensino Médio, para ilustrar a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integradora*.

Fig. 1: Conceitos gerais, intermediários e específicos relacionados à Leis da conservação.



Fonte: autores (2021).

No segundo e terceiro ano, a lei da conservação da energia se aplica à termodinâmica e a eletricidade, e novas leis da conservação são estudadas no EM como por exemplo, a conservação da carga elétrica. Se a aprendizagem é mecânica, o estudante pode aprender as leis da conservação de modo independente sem compreender que na Física há “coisas” que se conservam.

A *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integradora* acontecem também na mente de quem ensina. O processo de ação-reflexão vivenciado em um ato pedagógico (SHULMAN, 1987; CLEBSCH; ALVES FILHO, 2019) faz com que o professor tenha uma nova compreensão da matéria. Deste modo, novas relações entre os conceitos

podem ser percebidas e sustentar decisões sobre o que ensinar e como ensinar diante da carga horária disponível ao ensino de Física.

Para entender as relações entre professor e aluno nos processos de ensino-aprendizagem, utilizamos Novak (2011) que apresenta a aprendizagem significativa como um esboço de teoria de educação e define cinco elementos envolvidos na negociação de significados: professor, estudante, conhecimento, contexto e avaliação.

Segundo Novak (2011), para que aconteça a aprendizagem significativa, professor e estudante devem compartilhar significados acerca da matéria. Sendo que a aprendizagem significativa supõe a integração construtiva de pensamentos, sentimentos e ações que leva ao engrandecimento do ser que aprende (NOVAK, 2011, 2019). Para Novak (2011), responsabilidade e compromisso são inerentes ao professor e ao estudante. O estudante no sentido de querer aprender de forma significativa. O professor no sentido de conhecer a matéria que ensina, e utilizar materiais potencialmente significativos visando à aprendizagem significativa dos conceitos.

O papel do professor como mediador do processo de aprendizagem implica em ter se apropriado do conhecimento de sua área e disciplina. Através de estratégias de ensino, o professor apresenta ao aluno os significados aceitos socialmente no contexto da matéria de ensino, o aluno de alguma forma mostra ao professor o significado que captou para que este avalie se o significado que o aluno captou é o aceite socialmente. O professor pode buscar inferir os processos internos que estão em desenvolvimento no aluno e que são necessários para a aprendizagem subsequente, e estimulá-los. As atividades propostas pelo professor devem, para serem bem-sucedidas, levar o aluno a raciocinar, usando o que ele já sabe e ao mesmo tempo exigindo um nível de abstração maior. A repetição nada acrescenta ao conhecimento já apropriado ou elaborado pelo estudante. Assim, o papel do professor é identificar a estrutura da matéria de ensino, localizando conceitos unificadores e abrangentes e, depois, os específicos, para conseguir reconhecer quais são os pré-requisitos que o estudante precisa ter em sua estrutura cognitiva para que ocorra uma aprendizagem significativa (AUSUBEL et al. 1980).

Com relação ao conhecimento, Novak (2011) destaca que a aprendizagem escolar trabalha em geral com memorização de um grande número de informações e com pouco destaque às ideias centrais das matérias (componentes curriculares), que são poderosas para ajudar os estudantes a aprender significativamente. A compreensão das grandes ideias facilita a aprendizagem significativa de conceitos subordinados e dá sentido a eles, por isso deveriam ser apresentados nos currículos (NOVAK, 2011). Novak (2011) menciona que a identificação das ideias centrais das matérias (componentes curriculares), como as que trazemos como exemplo neste artigo para a Física, deveriam

ser apresentadas nos currículos, pois trazem grande contribuição aos professores e estudantes.

Neste sentido, este artigo busca mostrar as ideias centrais da Física e que expressem a compreensão do corpo de conhecimentos da área pelos autores, utilizando mapas conceituais.

Aspectos metodológicos

Os mapas conceituais foram desenvolvidos por Novak na década de 1970, para fazer a análise de transcrições de gravações em áudio de entrevistas clínicas, em um programa de pesquisa que buscava entender as mudanças na maneira como as crianças compreendiam a ciência (NOVAK; CAÑAS, 2008; MOREIRA, 2011). Tratam-se de ferramentas gráficas e concisas que representam e organizam as estruturas conceituais de um corpo de conhecimentos (NOVAK; CAÑAS, 2008; MOREIRA, 2011). São descritivos e apresentam proposições que garantem clareza semântica, por isso diferem-se de mapas mentais.

Um mapa conceitual é um instrumento dinâmico, refletindo a compreensão de quem o faz no momento em que o faz, podendo ser utilizado como ferramenta de ensino, aprendizagem ou avaliação. A construção do mapa conceitual pelo professor auxilia na identificação dos conceitos fundamentais e específicos da área que ensina para tomar decisões com relação à seleção de conteúdos, planejamento e para a promoção da aprendizagem significativa. Já como ferramenta de aprendizagem, a construção de mapas conceituais auxilia o estudante a identificar os conceitos de uma área e estabelecer relações entre eles. Para o professor, a análise de mapas conceituais construídos por um estudante pode trazer indicativos de aprendizagem significativa de conceitos (MOREIRA, 2011), servindo como instrumento de avaliação.

Os mapas conceituais podem ser utilizados em uma aula, unidade de estudo, para um curso ou para um programa de educação completo, dependendo do grau de generalidade e inclusividade dos conceitos do mapa.

Neste artigo, utilizamos mapas conceituais como ferramenta para a proposição de uma alternativa de percurso formativo para a Física do Ensino Médio, como um exemplo para o *currículo planejado* e *currículo em ação*.

Para a construção dos mapas conceituais, nos baseamos nas sugestões propostas por Novak e Cañas (2008). Escrevemos uma pergunta focal (escopo do mapa) e elaboramos uma lista de conceitos que consideramos centrais na Física. Depois fomos agrupando os conceitos por similaridade (hierarquias, níveis). Logo após os conceitos

foram conectados com linhas e as linhas foram rotuladas com verbos flexionados para construir proposições com clareza semântica.

A elaboração dos mapas conceituais foi realizada em reuniões remotas que reuniu os autores utilizando o *Google Meet*. Os primeiros mapas foram finalizados no segundo semestre de 2020 e revisados no segundo semestre de 2021 para este artigo. Na construção dos mapas conceituais utilizamos o *software CmapTools* (NOVAK; CAÑAS, 2008; NOVAK, 2011).

Para a discussão dos mapas conceituais definimos *a posteriori* categorias de análise (BARDIN, 2011), utilizando como referência Aguiar e Correia (2013), Moreira (2021) o *currículo oficial* (BRASIL, 2018a; BRASIL, 2018b; BRASIL, 2018c) ora citado.

Definimos a categoria *mapeamento conceitual* para analisar a estrutura dos mapas conceituais e ressignificados alguns dos parâmetros de referências de Aguiar e Correia (2013) para análise de mapas conceituais como subcategorias de análise: *clareza semântica das proposições* construídas e a *organização hierárquica dos conceitos* na estruturação da rede proposicional. Além disso, seguimos a orientação dos referidos autores e fizemos revisões contínuas para modificar o conhecimento representado de acordo com as mudanças no entendimento dos conceitos pelos mapeadores.

A organização hierárquica dos conceitos visa explicitar como os conceitos são organizados em grupos (níveis) para indicar aqueles que são mais inclusivos e os que são menos inclusivos, bem como as ligações que se estabelecem entre eles. A clareza semântica é observada nas proposições formadas quando se liga o conceito inicial com o conceito final utilizando um verbo flexionado como termo de ligação.

Já a categoria *conceitos específicos de Física* tem base em (MOREIRA, 2021) que indica que ensinar e aprender Física envolve entre conceitos e conceitualização. Para Moreira (2021) as disciplinas têm conceitos específicos sem os quais não existiriam. E que na Física é mais importante focar nos conceitos do que nas fórmulas, já que as fórmulas contêm conceitos: “Se o ensino da Física der mais atenção aos conceitos físicos do que ao formalismo matemático estará contribuindo para uma maior compreensão da Física e para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.” p. 2. Assim, esta categoria discute os mapas com base em conceitos estruturantes da Física, identificados pelos autores. Suas subcategorias: *formação geral básica e itinerários formativos* são definidas a partir da análise documental do currículo oficial, cuja estrutura está expressa na figura 2.

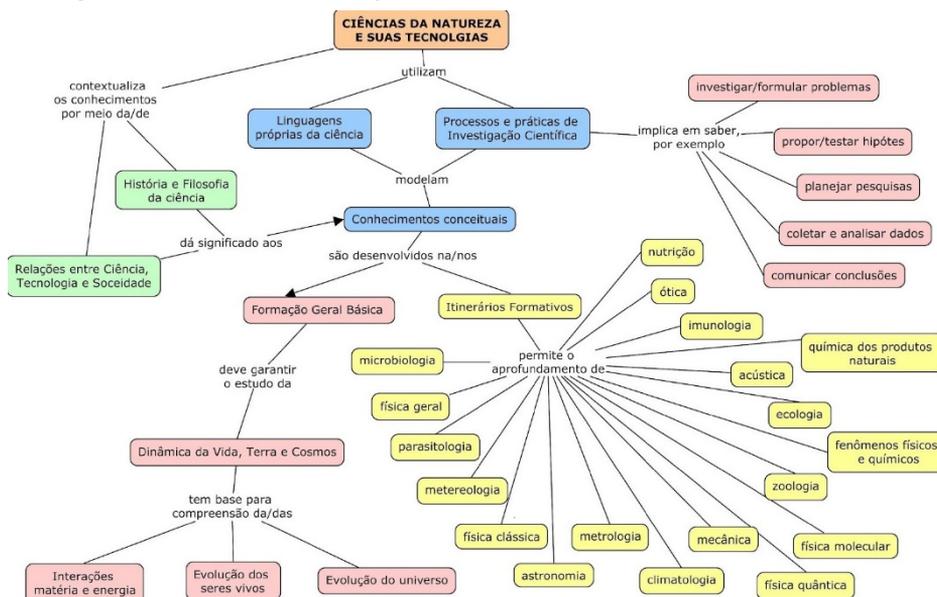
Observamos que o *currículo oficial* do Ensino Médio da área Ciências da Natureza e suas tecnologias propõe além da construção de conhecimentos conceituais da

FGB e IF, a utilização adequada da linguagem científica para atuação e leitura de diferentes situações, bem como a vivência de processos e práticas de investigação científica.

Com relação aos conhecimentos conceituais, é importante lembrar que o currículo oficial não separa competências e habilidades por componente curricular, como representamos na figura 2. Assim os temas (dinâmica da Vida, Terra e Cosmos) da FGB e áreas (por exemplo: ótica, zoologia e química dos produtos naturais) dos IF se relacionam.

No entanto, cada um dos componentes curriculares da área de Ciências da Natureza tem um corpo de conhecimentos próprios. A Física pode ser definida como a Ciência fundamental que estuda elementos que constituem a matéria, energia, movimentos e interações fundamentais da natureza. A Química em geral trabalha com as combinações entre os átomos e a diversidade de organizações. A Biologia normalmente trata sobre a organização das moléculas de forma complexa para formar a vida. Ou seja, o ensino de conceitos próprios da Biologia, Física e Química tem que ser realizado por professores com formação específica.

Fig. 2: organização do currículo oficial de Ciências da Natureza e suas tecnologias.



Fonte: autores (2021).

Consideramos que os conhecimentos conceituais, linguagens próprias da ciência e processos e prática de investigação científica, dispostos em azul no início do mapa

(figura 2) juntos podem ser associados ao desenvolvimento de competências científicas propostos por Moreira (2021). O autor menciona que as competências científicas como “modelagem científica, argumentação baseada em evidências, comunicação de resultados, perguntar, questionar e criticar cientificamente” (p. 3) não são desenvolvidas no ensino de Física, uma vez que o foco é a aprendizagem mecânica e não significativa.

No quadro 1 estão as categorias e subcategorias ora mencionadas.

Quadro 1: categorias e subcategorias de análise.

Categoria de análise	Sub-categorias de análise
Mapeamento conceitual	organização hierárquica dos conceitos
	clareza semântica das proposições
Conceitos específicos de Física	Formação Geral Básica
	Itinerários Formativos

Fonte: autores (2021).

Nossos resultados são descritivos e teóricos com abordagem predominantemente qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 2013).

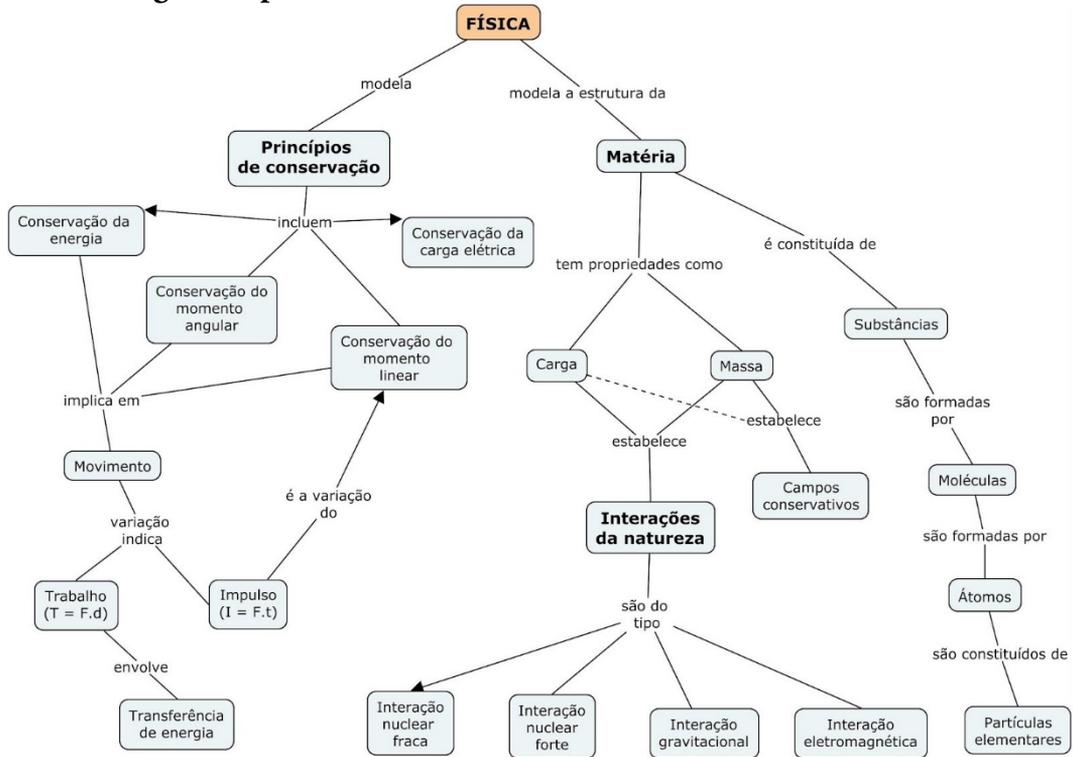
Resultados e discussão

A figura 3 traz um mapa conceitual que expressa conceitos fundamentais da Física e possíveis relações entre eles como exemplo de um possível mapeamento. Tais conceitos se aplicam aos diversos ramos da Física que fazem parte do Ensino Médio (Mecânica, Ondulatória, Óptica, Termodinâmica, Eletromagnetismo, Física Moderna), sendo utilizados várias vezes, o que faz com que os subsunçores fiquem cada vez mais sólidos, caso a aprendizagem seja com significado.

Com relação à categoria *organização hierárquica os conceitos*, observa-se na figura 3 que as propriedades da matéria é que estabelecem o campo e as interações fundamentais, que são conceitos centrais. A carga elétrica origina no espaço em torno dela um campo, que não modifica o espaço mas que localiza nele propriedades elétricas de tal forma que uma outra carga disposta neste campo sofrerá a ação de uma força elétrica. Para que se estabeleça um campo gravitacional é necessário que exista massa, ou seja,

uma das características intrínsecas da matéria é a geração de campos. As interações fundamentais acontecem a partir dos campos. Há uma similaridade entre a força elétrica gerada por uma carga e a força gravitacional gerada por um corpo que tem massa. Em ambos, o campo declina com a distância. Assim, se o estudante compreender o campo gravitacional, vai ficar mais fácil aprender de forma significativa o campo elétrico, o campo magnético, os campos nucleares, a atração entre prótons e elétrons. Para a aprendizagem significativa é importante a construção destes conceitos, não só a matematização e resolução de exercícios de forma mecânica.

Fig. 3: Mapa conceitual com os conceitos estruturantes da Física.



Fonte: os autores.

A energia se relaciona à capacidade de realizar trabalho. Envolve transformações de energia de uma modalidade em outra. Por exemplo, em uma bateria, energia química é transformada em eletricidade. Quando a bateria é ligada a um motor a energia elétrica se transforma em energia mecânica. Além disso, a realização de trabalho envolve

transferência de energia. No caso da bateria do carro, a transformação em energia elétrica faz com que haja a disponibilidade desta energia para ligar a lâmpada do carro, acionar o motor e fazer funcionar o rádio.

Para dar exemplo da utilização dos conceitos fundantes por várias vezes no Ensino Médio, podemos mencionar a Mecânica, a área que normalmente é tratada no início do Ensino Médio. Conceitos como: interação, campo, movimento, energia, conservação, grandezas, transformações são construídos no estudo dos movimentos dos objetos macroscópicos e corpos celestes. Depois aplicam-se no estudo de outros objetos do conhecimento como campo eletromagnético, potencial elétrico, primeira lei da termodinâmica. Moreira (2011) exemplifica que se o estudante aprendeu de modo significativo o conceito de Conservação da Energia aplicado à Mecânica, consegue resolver problemas que envolvam transformações de energia cinética em potencial e vice-versa. Ao utilizar a Conservação da Energia nos fenômenos térmicos, depois elétricos, o princípio da Conservação da Energia fica mais rico. Ao aprender a conservação da quantidade de movimento (linear e angular), pode ser evidenciado que algumas coisas se conservam e o princípio da conservação se tornou um conceito mais abrangente. Assim, os conceitos vão ficando cada vez mais sólidos na estrutura cognitiva do estudante por meio dos processos mentais de *diferenciação progressiva* e *reconciliação integrativa* ora mencionados.

Observa-se a *clareza semântica das proposições* ao fazer a leitura do mapa (figura 3). No lado esquerdo do mapa pode-se ler: *A Física modela princípios de conservação*. Outras leituras do mapa: *Princípios de conservação* incluem *conservação da energia*. *Princípios de conservação* incluem *conservação do momento linear*. *Princípios de conservação* incluem *conservação do momento angular*. E assim sucessivamente. Já no lado direito pode-se ler: *Física modela a estrutura da matéria*. *Matéria* tem propriedades como *carga*. *Matéria* tem propriedades como *massa*. E assim por diante. Assim fica evidente que a clareza semântica se estabelece com a utilização de um verbo de ligação flexionado entre os conceitos.

Dentro dos conceitos apresentados no mapa, consideramos que devem fazer parte da FGB (categoria *formação geral básica*) os princípios da conservação: conservação da energia, conservação do momento linear e conservação do momento angular, conservação da carga elétrica, o que inclui todos os conceitos que estão logo abaixo no mapa que são menos inclusivos. Normalmente, a conservação da energia e dos momentos é apresentada no primeiro ano do Ensino Médio. Sugerimos também para a FGB a aprendizagem das propriedades da matéria (carga e massa) do conceito de campo, bem como o conceito de duas das interações fundamentais: integração gravitacional e

interação eletromagnética. Os conceitos de substâncias, moléculas e átomos como constituintes da matéria incluindo o modelo atômico atual também devem na visão dos autores fazer parte da FGB.

Nos IF os conceitos da FGB podem ser retomados e ampliados contribuindo na sua consolidação. Como exemplo: as quantidades conservadas vistas na mecânica, agora podem ser aplicadas para estudar o cosmos e sistemas astronômicos como estrelas e suas remanescentes. E estudar conceitualmente a teoria da relatividade geral para comparar com o modelo clássico.

Os conceitos de trabalho termodinâmico e elétrico podem ser retomados no IF e aplicados na análise da eficiência e das consequências do uso das máquinas térmicas e elétricas. Outro exemplo relaciona-se às interações fundamentais. A interação gravitacional e eletromagnética podem ser retomadas, incluindo a interação nuclear forte e interação nuclear fraca para consolidar a aprendizagem das interações fundamentais da natureza, ampliando para o estudo das radiações. O conceito de partículas por ser reinterpretado e ampliado, identificando as partículas que constituem a matéria e aquelas que são mediadoras das interações, chegando ao modelo padrão provisoriamente aceito atualmente.

É importante destacar que se analisarmos as habilidades referentes às competências para a área na BNCC identificamos todos os grandes campos da Física do EM, inclusive citados no *currículo oficial* (figura 2) como sendo dos itinerários formativos (física geral, clássica, moderna). Assim as habilidades da BNCC podem ser tomadas como parâmetro para a definição dos objetos do conhecimento tanto da FGB quanto dos IF.

Para identificar referências a conceitos e saberes específicos da área de Ciências da Natureza e suas tecnologias nas descrições das competências e nas habilidades da BNCC, consulte Barroso (2021).

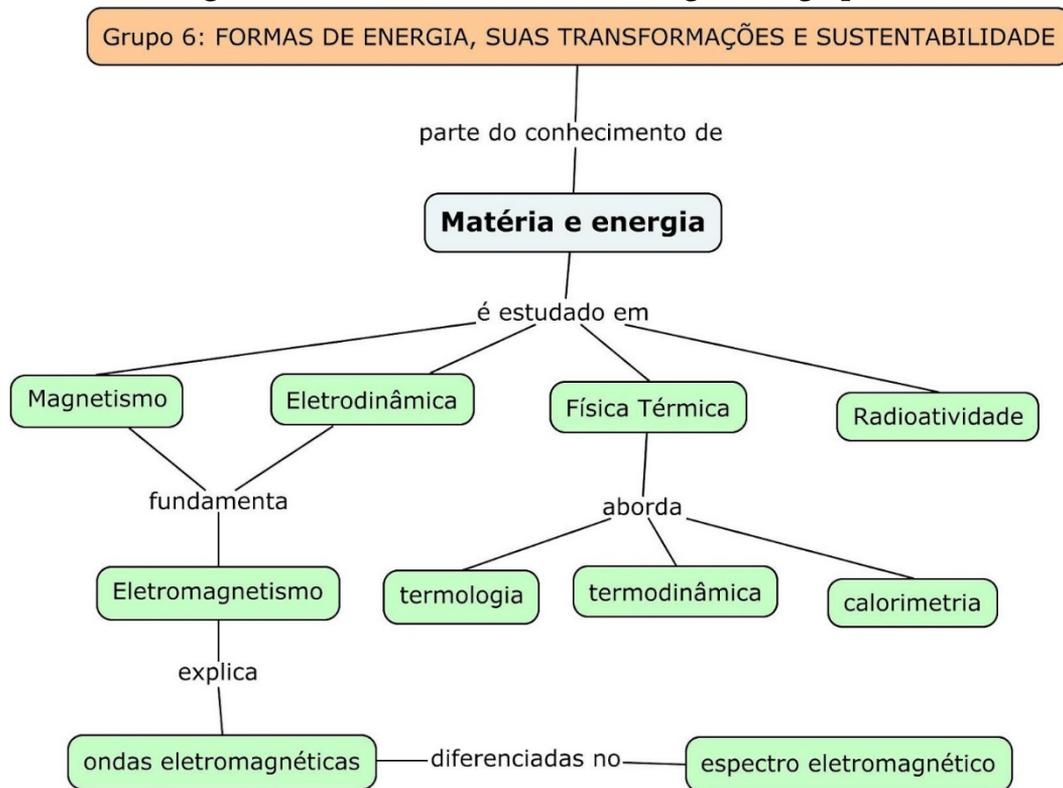
Como comentamos no início deste artigo, cada unidade federativa brasileira elaborou um currículo para o EM e que se insere também no patamar do *currículo oficial*. Como exemplo de um estudo de caso, vamos analisar nas categorias, *formação geral básica* e *itinerários formativos* o currículo de Ciências da Natureza e suas tecnologias de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2020b).

Dentro da categoria *formação geral básica* observamos que estão definidos como conceitos estruturantes da área: natureza da ciência, biodiversidade e universo, matéria e energia. O uso do conceito “natureza da ciência” como estruturante expressa o caminho encontrado para a contextualização do conhecimento (figura 2). As habilidades

para a área são organizadas em oito grupos. Cada um deles com uma temática específica, o que pode contribuir para a contextualização, embora fechada, dos conhecimentos via relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Um quadro organizador traz os conceitos estruturantes relacionados aos objetos do conhecimento e habilidades específicas da área.

A partir da análise exploratória do quadro organizador (SANTA CATARINA, 2020b, p. 188-190), elaboramos como exemplo, um mapa conceitual (figura 4) para o grupo 6: ‘Formas de energia, suas transformações e sustentabilidade’, com a ressalva que o mapa traz além de conceitos, áreas do conhecimento da Física (diferenciados na cor verde).

Fig. 4: Conceitos de Física e áreas abrangidas no grupo 6.



Fonte: os autores (2021).

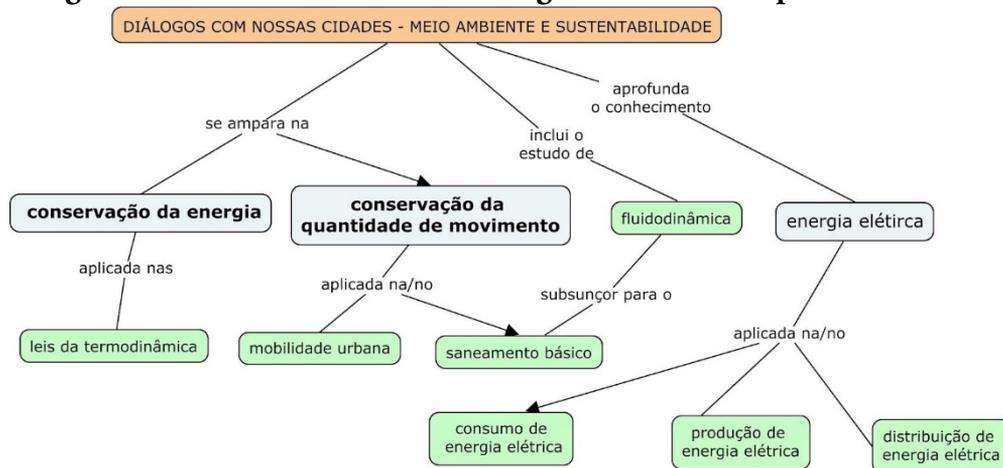
No documento (SANTA CATARINA, 2020b) os objetos do conhecimento estão listados misturados: Física, Química e Biologia. Identificamos na figura 4, sem

mencionar para o mesmo grupo as áreas de Química e Biologia, as áreas da Física presentes no grupo 6 que precisam da atuação do professor com formação em Física. Em cinza estão conceitos estruturantes da Física que definimos na figura 3. Assim cada professor precisa tomar decisões quanto aos conceitos a serem desenvolvidos de forma integrada na implementação do currículo. Outros professores de Santa Catarina poderão fazer seus mapas conceituais para orientar o planejamento de aulas da FBG.

Nos IF, observamos que o currículo de Santa Catarina apresenta disciplinas eletivas, segunda língua estrangeira, projeto de vida e trilhas de aprofundamento (SANTA CATARINA, 2020a). As disciplinas eletivas e trilhas de aprofundamento são por áreas do conhecimento ou integradas. Todas as trilhas foram elaboradas em torno de temas que indicam possibilidades de contextualização do conhecimento via relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (figura 2). Os professores ao fazer o planejamento, precisam lembrar que os IF têm o propósito de aprofundar os conhecimentos da FGB e não podem se constituir no *currículo em ação*, em itinerários informativos. Como são de escolha dos estudantes, a expectativa é que os mesmos tenham predisposição para aprender, uma das condições para a aprendizagem significativa.

Dentro da categoria *itinerários formativos*, apresentamos como exemplo um mapa conceitual para a trilha de aprofundamento da área “Diálogos com nossas cidades – meio ambiente e sustentabilidade” (SANTA CATARINA, 2020c), elaborado por meio da análise exploratória dos quadros das unidades curriculares, destacando no mesmo conceitos de Física e áreas identificados pelos autores. Estas últimas em verde.

Fig. 5: conceitos de Física e áreas abrangidas na trilha de aprofundamento.



Fonte: os autores (2021).

A figura 5 mostra, em uma exploração inicial o que identificamos na trilha de aprofundamento Diálogos com nossas cidades – meio ambiente e sustentabilidade que deverá ser desenvolvido pelo professor de Física de forma integrada com outros professores. Na cor cinza estão conceitos de física, sendo a conservação da energia e a conservação da quantidade de movimento conceitos que consideramos como estruturantes da área (figura 3). A fluidodinâmica, uma área normalmente não tratada no EM é inserida nesta trilha.

Nas trilhas a ênfase está na aplicação dos conceitos em temas amplos ligados ao cotidiano. Assim dá significado aos conhecimentos científicos necessários na construção da cidadania e tem potencial de contribuição para a promoção da aprendizagem significativa de Física.

Considerações finais

Trazemos subsídios da teoria da aprendizagem significativa que podem contribuir nos processos de implementação das políticas públicas aqui mencionadas. Novak e Gowin (1984) consideram que o professor, o aluno e currículo e o meio devem ser considerados na educação:

É obrigação do *professor* planificar a agenda de atividades e decidir qual o conhecimento que deve ser considerado e em que sequência. [...] O *aluno* deve optar por aprender; a aprendizagem é uma responsabilidade que não pode ser compartilhada. O *currículo* compreende o conhecimento, as capacidades, e os valores da experiência educativa que satisfaçam critérios de excelência de tal modo que o convertam em algo digno de ser estudado. O professor especialista será competente tanto no material como no critério de excelência utilizado na área em estudo. O *meio* é o contexto no qual a experiência de aprendizagem tem lugar, e influencia a forma como o professor e o aluno compartilham o significado do currículo (NOVAK; GOWIN, 1984, p. 22).

Concordamos com Novak e Gowin (1984) que o professor (no nosso caso de Física) é o especialista, que detêm conhecimentos específicos e o responsável em organizar o ensino. Assim, a partir dos conhecimentos sobre a estrutura da matéria a ensinar, pode fazer uma leitura crítica do *currículo oficial* e até do *currículo planejado* disposto nos livros didáticos e a partir daí tomar as decisões pedagógicas.

Ao pensar no currículo oficial (estadual), a construção de mapas conceituais nos auxiliou na identificação dos conceitos da Física do Ensino Médio, e são uma representação possível que apresentamos neste artigo. Cada professor com base em seus conhecimentos e experiência pode elaborar seus mapas e a partir deles pensar no percurso formativo de Física para o Ensino Médio.

Em situações futuras estes autores apresentariam outros mapas com os conceitos relacionados de forma diferente, já que a estrutura cognitiva é dinâmica. Já sugerimos a utilização de mapas conceituais por professores em outros textos:

A construção do mapa conceitual pelo professor auxilia na identificação dos conceitos fundamentais e específicos da área que ensina para tomar decisões com relação à seleção de conteúdos, planejamento e para a promoção da aprendizagem significativa. Neste sentido defende-se a utilização deste instrumento na formação (inicial ou continuada de professores) para que os professores percebam que há conceitos que são fundantes de uma matéria e outros, que são menos abrangentes. Identificar conceitos e estabelecer relações entre eles deve ser um exercício constante na prática docente, tendo em vista o amadurecimento profissional e a construção de saberes que a prática propicia (CLEBSCH et al. 2019, p. 1069).

No atual contexto das políticas públicas é importante que os professores de Física retomem os conhecimentos próprios da Física do EM e busquem fortalecer o diálogo com a Biologia e Química. Ao mesmo tempo, há a necessidade de professores e pesquisadores da área de Ensino de Física, bem como as sociedades científicas, buscarem espaço de participação nas decisões curriculares sobre a Educação Básica e formação de professores.

Embora nossa contribuição incida no ‘currículo oficial’, esperamos que nosso artigo contribua também na organização dos currículos ‘institucionais’ no âmbito das escolas, no ‘currículo planejado’ pelos professores e no ‘currículo em ação’ (que tem como sujeitos professores e estudantes). Diante do ‘currículo oficial’ aberto que dá liberdade mas exige a integração com a Biologia e Química é importante que os professores tomem decisões no âmbito do ensino de forma crítica.

No caso do Ensino Fundamental o currículo é mais rígido, como comentamos. No caso de um país continental como o Brasil pode deixar pouco espaço para as regionalidades. Como foi dito, anteriormente, o currículo do Ensino Médio é mais aberto e a interpretação literal por parte dos estados pode acarretar em reducionismos.

Esperamos que este trabalho corrobore com a ideia de Moreira (2021) de que no Ensino de Física deve-se considerar a aprendizagem significativa como um paradigma. Os mapas conceituais podem constituir-se em ferramenta alternativa aos professores para a definição do percurso formativo de Física a partir da experiência, conhecimento e do ‘currículo oficial’. Ressaltamos que o leitor deve considerar os mapas apresentados, bem como a sua discussão, como uma das possibilidades de percurso formativo ou encadeamento dos objetos do conhecimento.

Referências

- AGUIAR, Joana Guilaes de; CORREIA, Paulo Rogério Miranda. 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, David Paul. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.
- AUSUBEL, David Paul. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton, 1963.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BARDIN, Lawrence. *Análise de conteúdo*. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. 2. reimp. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARROSO, Marta Feijó. F. *Nota técnica LIMC 01/2021. Sobre a formação de professores para o Ensino Médio sob a ótica das mudanças curriculares recentes no país*. 2021. Disponível em: https://www.if.ufrj.br/~marta/formacao_professores_bncc_2021.pdf. Acesso em: 10 jun. 2022.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular: educação é base*. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018a. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- BRASIL. *Resolução n. 3, de 21 de novembro de 2018*. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/novembro-2018-pdf/102481-rceb003-18/file>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- BRASIL. *Resolução n. 4, de 17 de dezembro de 2018*. Institui a Base Nacional Comum Curricular na Etapa do Ensino Médio (BNCC-EM). Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018c. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2018-pdf/104101-rcp004-18/file>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- BRASIL. *Resolução n. 2, de 22 de dezembro de 2017*. Institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum Curricular, a ser respeitada obrigatoriamente ao longo das etapas e respectivas modalidades no âmbito da Educação Básica. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2017a. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/RESOLUCAOCNE_CP222DEDEZEMBRODE2017.pdf. Acesso em: 10 jun. 2022.

BRASIL. *Lei n. 13.415, de 16 de fevereiro de 2017*. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2017b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm. Acesso em: 10 jun. 2022.

BRASIL. *Lei n. 13.005, de 25 de junho de 2014*. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm. Acesso em: 10 jun. 2022.

CLEBSCH, Angelisa Benetti. *Construção dos saberes docentes na formação do licenciando em Física*. 2018. 420 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

CLEBSCH, Angelisa Benetti; ALVES FILHO, José de Pinho. Aprendizagem significativa e construção de saberes docentes na Licenciatura em Física. *Dynamis*, Blumenau, v. 24, n. 3. p. 165-180, 2019.

CLEBSCH, Angelisa Benetti; GONÇALVES, Marinês Dias; JURASZEK, Bruna; MARIN, Adriana. Mapas conceituais na formação docente para a educação inclusiva. In: Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa, 9, 2019, Sorocaba, SP. *Anais [...]*. Sorocaba, SP, 2019.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Elisa Dalmazo Afonso de. *Métodos de coleta de dados: observação, entrevista e análise documental*. In: LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Elisa Dalmazo Afonso de (org.). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 2. ed. Rio de Janeiro: EPU, 2013. p. 29-52.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 43, Suppl 1, 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

NOVAK, Joseph Donald. *Ajudando as pessoas a aprender: uma mensagem para o mundo*. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 9, 2019, Sorocaba, SP. *Anais [...]*. Sorocaba, SP, 2019.

NOVAK, Joseph Donald. A Theory of education: meaningful learning underlies the constructive integration of thinking, feeling, and acting leading to empowerment for commitment and responsibility. *Aprendizagem Significativa em Revista*, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 1-14, 2011.

NOVAK, Joseph Donald; CAÑAS, Alberto. J. *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them*. Florida: Institute for Human and Machine Cognition, 2008. Disponível em:

<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2022.

NOVAK, Joseph Donald; GOWIN, D. Bob. *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1984.

SACRISTÁN, José Gimeno. *O currículo: os conteúdos do ensino ou uma análise da prática*. In: SACRISTÁN, José Gimeno; PÉREZ GÓMEZ, Ángel. I. *Compreender e transformar o ensino*. Tradução de Ernani F. da Fonseca Rosa. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 119-148.

SANTA CATARINA. *Currículo Base do Ensino Médio do Território Catarinense*. Caderno 1 – Disposições Gerais. Florianópolis: CEE, 2020a. Disponível em: <http://www.cee.sc.gov.br/index.php/downloads/documentos-diversos/curriculo-base-do-territorio-catarinense/2069-curriculo-base-do-territorio-catarinense-do-ensino-medio-caderno-1/file>. Acesso em: 5 jun. 2022.

SANTA CATARINA. *Currículo Base do Ensino Médio do Território Catarinense*. Caderno 2 – Formação Geral Básica. Florianópolis: CEE, 2020b. Disponível em: <http://www.cee.sc.gov.br/index.php/downloads/documentos-diversos/curriculo-base-do-territorio-catarinense/2068-curriculo-base-do-territorio-catarinense-do-ensino-medio-caderno-2/file>. Acesso em: 5 jun. 2022.

SANTA CATARINA. *Currículo Base do Ensino Médio do Território Catarinense*. Caderno 3 – Portfólio de Trilhas de Aprofundamento. Florianópolis: CEE, 2020c. Disponível em: <http://www.cee.sc.gov.br/index.php/downloads/documentos-diversos/curriculo-base-do-territorio-catarinense/2067-curriculo-base-do-territorio-catarinense-do-ensino-medio-caderno-3/file>. Acesso em: 5 jun. 2022.

SHULMAN, Lee. S. Knowledge and Teaching: Foundations of the new Reform. *Harvard Educational Review*, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.