

Comandos metacognitivos embutidos baseados na natureza da ciência: Potencialidades, limitações, condições e possibilidades

Embedded metacognitive prompts based on the nature of science: Potentialities, limitations, conditions and possibilities

Comandos metacognitivos integrados basados en la naturaleza de la ciencia: Potencialidades, limitaciones, condiciones y posibilidades

Recebido: 04/06/2021 | Revisado: 13/06/2021 | Aceito: 14/06/2021 | Publicado: 27/06/2021

César Silva Xavier

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9954-6614>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Brasil

E-mail: cesarbio2011@gmail.com

Maurício Abreu Pinto Peixoto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2604-279X>

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: geac.ufrj@gmail.com

Luciana Lima de Albuquerque da Veiga

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7190-2445>

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: lucianalimaveiga@gmail.com

Resumo

Pesquisa qualitativa sobre possibilidade de transposição e aplicabilidade da Estratégia de Ensino Metacognitivo (EEM) Embedded Metacognitive Prompts Based on Nature of Science. A estratégia utiliza módulos com comandos metacognitivos que direcionam o estudo de conteúdo científico baseado na natureza da ciência (NDC). O objetivo foi avaliar os constructos e teorias da pesquisa primária, relacioná-los com a descrição dos passos para e verificar as condições e possibilidade de sua reprodução no contexto escolar. Verificamos que as teorias sobre NDC, metacognição e autorregulação foram explicitadas e apresentadas de forma adequada para produção de protocolos com foco na utilização na educação básica, especialmente como suporte ao professor que pretenda utilizá-la. Entretanto, observamos limitações quanto à operacionalização e explicação insuficiente para a reprodução dos protocolos e necessidade de articulação entre os comandos metacognitivos, o aspecto da NDC e o conteúdo científico.

Palavras-chave: Metacognição; Autorregulação; Estratégias metacognitivas.

Abstract

Qualitative research on the possibility of transposition and applicability of the Metacognitive Teaching Strategy (MES) Embedded Metacognitive Prompts Based on Nature of Science. The strategy uses modules with metacognitive commands that direct the study of scientific content based on the nature of science (NDC). The objective was to evaluate the theoretical aspects of primary research, relate them to the description of the steps for its application and evaluate the possibility of its reproduction. We found that NDC, metacognition and self-regulation theories are adequate for protocols and their use in basic education. However, we observed an insufficient explanation for the application of the protocols and the need for articulation between the metacognitive commands, the NDC aspect and the scientific content.

Keywords: Metacognition; Self-regulation; Metacognitive strategies.

Resumen

Investigación cualitativa sobre la posibilidad de transposición y aplicabilidad de la Estrategia de Enseñanza Metacognitiva (MES). La estrategia utiliza módulos con comandos metacognitivos que dirigen el estudio del contenido científico basado en la naturaleza de la ciencia (NDC). El objetivo fue evaluar los aspectos teóricos de la investigación primaria, relacionarlos con la descripción de los pasos para su aplicación y evaluar la posibilidad de su reproducción. Verificamos que las teorías de NDC, metacognición y autorregulación son adecuadas para los protocolos y su uso en la educación básica. Sin embargo, observamos una explicación insuficiente para la aplicación de los protocolos y la necesidad de articulación entre los comandos metacognitivos, el aspecto NDC y el contenido científico.

Palabras clave: Metacognición; Autorregulación; Estrategias metacognitivas.

1. Introdução

Um dos grandes desafios da atualidade para a educação básica está relacionado com a vinculação entre o que se produz na academia e o que se realiza na sala de aula. Em particular sobre o que diz respeito às estratégias didáticas utilizadas e descritas nas pesquisas acadêmicas e a sua execução pelo professor no contexto da educação básica. Esta preocupação não é recente. Já em 1992, Gatti salientava que:

Trabalhos sobre os profissionais do ensino vêm sendo conduzidos por especialistas das mais diferentes disciplinas. Vale perguntar: que contribuição estes trabalhos trouxeram à formação e aperfeiçoamento do magistério? Fica difícil avaliar, tal é o quadro de qualidade de nosso ensino (p. 70).

Em parte, este fato pode ser atribuído a uma divergência entre os objetivos e metas estipulados por programas de formação de professores e aqueles desejados pelos profissionais que se encontram em plena atividade na sala de aula. A fala de uma formadora é clara neste sentido:

No início houve uma certa resistência em relação ao caminho que o programa tinha se proposto tomar, porque a gente pretendia discutir essas concepções de Ciência, Educação e Ambiente através de discussões de textos, através de leituras, de debates. Mas os professores queriam muito que a gente levasse formas de melhorar o ensino do dia a dia, como ensinar tal conteúdo de forma que os alunos se interessassem, uma experiência interessante para ensinar tal assunto. Era isso que eles queriam. (Formadora Lúcia) (Silva & Schnetzler, 2000, p. 46).

Vianin (2009) dá maior profundidade para esta perspectiva ao alertar sobre os riscos de abordagens especificamente teóricas para problemas escolares. O autor denomina este contexto de “Efeito Hércules”. Ou seja, o ato de teorizar sem, no entanto praticar a teoria. Este nome é dado em referência ao mitológico combate entre Hércules e o gigante Anteu, incansável lutador, filho de Gaia e Poseidon. Invencível porque, sempre em contato com a terra, recebia continuamente toda a energia que precisava de sua mãe. É então que Hércules só consegue vencê-lo quando, no combate, levanta-o interrompendo este contato. E é justamente este o risco apontado por Vianin em crítica aos teóricos distanciados do “chão” da sala de aula. Neste sentido o autor destaca e defende a importância do diálogo entre a academia e o contexto escolar, especialmente a sala de aula, em termos igualitários, ambos mutuamente se fertilizando.

Esta distância também se observa no campo metacognitivo. Definida por Flavell (1979) como *conhecimento e cognição sobre fenômenos cognitivos* a metacognição surge como campo de pesquisa sobre variados fenômenos tais como memória e compreensão. A metacognição corresponde a um discurso de segundo nível sobre cognição, reflete um termo amplo, utilizado para descrever o conhecimento que construímos, sob uma diversidade de aspectos.

Sobre como nós percebemos, recordamos, pensamos e agimos. Uma capacidade de saber sobre o que sabemos. [...] a metacognição faz relação com estratégias utilizadas pelos indivíduos para monitorar, testar, ordenar e controlar suas habilidades cognitivas nos esforços individuais para aprender. (Peixoto et al., 2007, pp. 69,70).

Para entender a Metacognição no contexto deste estudo, precisamos integrar as proposições originais de Flavell, detalhadas por Henry Wellman e os estudos propostos por Ann Brown que procuram aproxima-la ao campo da educação em ciências. Desta forma, podemos apresentar a metacognição como o conhecimento que o indivíduo possui sobre seu próprio conhecimento e a capacidade de regular os processos executivos, acrescidos do controle e orquestração desses mecanismos. (Rosa, 2011; Rosa & Villagrà, 2020).

Desde as definições de Flavell na década de 1970, uma volumosa produção tem sido publicada. Além de estudos sobre a natureza da metacognição (Nelson & Narens, 1994; Efklides, 2008; Engelmann & Bannert, 2019), há também os que se interessam por identificar seus benefícios educacionais (Holton & Clarke, 2006; Han Hong et al., 2015; Ohtani & Hisasaka, 2018). E neste campo também autores nacionais têm-se apresentado (Joly et al., 2004; Busaello et al., 2012; Ramos &

Silva-Forsberg, 2019), entre outros. Também já foi demonstrado que ensinar metacognição é possível (Peixoto et al., 2010; Bradea, 2014; Chew et al., 2016).

Em síntese, dentro das limitações e possibilidades, sabe-se o que é, como funciona e quais são os benefícios da metacognição. Mas de uma forma ou de outra, estas pesquisas apesar de contribuírem para a compreensão do fenômeno metacognitivo e para a ampliação de suas fronteiras, avançam pouco no que aqui nos interessa, a saber, favorecer o trabalho do professor em sala de aula.

É assim que do conjunto da literatura há uma linha, relativamente recente, que nos interessa em particular; a que versa sobre as Estratégias de Ensino Metacognitivas (EEM) entendidas como:

Ações pedagógicas planejadas e empregadas pelo professor que, além de trabalhar conteúdos, potencializem a autoconsciência de alunos em contextos de aprendizagem, propondo um discurso de segundo nível sobre a cognição, promovendo assim, a aprendizagem autorregulada” (Maraglia, 2018, p. 35).

Os autores acreditam que as EEM podem configurar-se como um importante elo entre o que se conhece sobre a metacognição e sua utilização pelo professor em sala de aula. Por um lado fundamentam-se no conjunto de conhecimentos neste campo. Mas por outro, e é isto o que aqui importa, correspondem a estratégias, ou seja:

[...] arte de aplicar com eficácia os recursos de que se dispõe ou de explorar as condições favoráveis de que porventura se desfrute, visando ao alcance de determinados objetivos. (Houaiss, 2009).

Neste sentido, são úteis para planejar e implementar ações pedagógicas.

A literatura apresenta trabalhos em que autores se dispuseram a utilizar EEM. Assim podemos citar exemplos como o de Marshall et al. (2009) que propuseram um modelo instrucional que utiliza avaliação formativa e reflexão metacognitiva para a aprendizagem por investigação. Schmidt et al. (2012) utilizaram questionários cognitivos e metacognitivos para a construção de diários de classe no ensino de imunologia para alunos de ensino fundamental. Verpoorten et al. (2014) utilizaram um jogo na tentativa de estímulo ao desenvolvimento de habilidades metacognitivas sobre a capacidade de auto avaliar a confiança em respostas dadas para a solução de problemas. Além dos benefícios relacionados à metacognição, Peixoto e Venturini (2021) afirmam que jogos contribuem para o desenvolvimento de conhecimentos, práticas cognitivas e sócioemocionais além do exercício da cidadania. Leopold e Leutner (2015) utilizaram a visualização com orientação metacognitiva com o objetivo de melhorar nos alunos, a capacidade de monitorar e controlar o processo de realização de tarefas.

No entanto, apesar dos avanços observados neste campo, o problema é que aqui também se observa falta de vinculação entre o que tem sido produzido na academia sobre EEM e sua possibilidade de utilização no ambiente escolar. Assim é que:

[...] as investigações analisadas fornecem pouca contribuição para o uso da metacognição no contexto escolar, decorrendo disso a necessidade de realizar mais pesquisas nesse campo e buscar alternativas para que ela possa se fazer presente em sala de aula (Rosa & Villagrà, 2018, p. 602).

Maraglia (2018) também concorda, ao afirmar que a maioria dos trabalhos que destacam as EEM no ensino de ciências e matemática tem dado mais atenção aos significados estatísticos do que à descrição de como se dá o seu processo de aplicação.

Na mesma perspectiva da desarticulação entre a produção acadêmica sobre EEM e o contexto escolar, Xavier e Peixoto (2019) constataram que pesquisas recuperadas em revisão de literatura sobre a aplicação de EEM no ensino de Biologia pouco contribuem para a atividade pedagógica. Isto porque, ainda que os resultados sobre a evocação explícita da

metacognição sejam positivos, a descrição das intervenções deixa a desejar para o caso de professores que pretendam reproduzir as estratégias junto às suas turmas.

Neste sentido, consideramos que o uso de qualquer estratégia em sala de aula, deve partir do princípio da necessidade de transpor um conhecimento gerado em algum campo da ciência. Ou seja, um saber reconhecido como conhecimento sábio, de referência, o “saber científico”, aquele a ensinar, para um saber a ser ensinado, o “saber escolar” (Leal, 2009).

Porém, fazer essa transposição didática ou didatização não é uma tarefa fácil, principalmente quando se trata de ensinar por meio de conhecimentos metacognitivos. Já dito, boa parte da literatura que divulga pesquisas com a utilização de estratégias metacognitivas para o ensino possui um distanciamento muito grande em relação à teoria e a prática, principalmente na forma de transpor tal estratégia para a sala de aula, e ainda mais ao realizar a divulgação científica.

Para Yves Chevallard (1997) a transposição didática de um conteúdo para dentro da sala de aula, deve ser capaz de conduzir uma série de transformações adaptativas tornando esse conhecimento passível de tornar-se um objeto para o ensino. Nesse sentido, Leal (2009) simplifica a transposição didática no esquema apresentado na figura 1:

Figura 1: Esquema detalhado da transposição didática adaptado de Leal (2009).



Fonte: Acervo dos autores (2021)

Lopes (1997) afirma que a transposição didática, não deve ser entendida de forma simplista. Não se trata de transformar o saber acadêmico em um saber mais fácil de ser compreendido, mais acessível apenas pela mera simplificação. Apesar da crítica, a autora incentiva que a escola não seja apenas um ambiente que recebe e transmite os conhecimentos produzidos em outras instituições. Rejeita o restrito papel de mediadora entre dois saberes. Pelo contrário, afirma que a escola produz o seu próprio saber. E ela o faz a partir da reconstrução do conhecimento científico e não apenas por simples adaptação ou simplificação.

Portanto, pensar tais questões, envolve diretamente a didática, importante espaço para o estudo, aprofundamento e desenvolvimento de pesquisas relacionadas à metacognição pela sua capacidade de favorecer o ensino e os processos próprios para a construção do conhecimento. Apesar das divergências encontradas dentro da própria pedagogia sobre o objeto de estudo da didática, Libâneo (1994) considera que esta tem como principal objeto de investigação, o processo de ensino. Desta forma, questionar o conhecimento produzido na academia em relação a processos de ensino está diretamente ligado à didática.

É neste contexto que dedicamos nossas atenções para o estudo da EEM conhecida como EMPNOS. Esta se destacou por fazer uso da metacognição e da autorregulação para estimular no aprendiz o pensamento sobre a Natureza da Ciência (NDC). A sigla EMPNOS significa “*Embedded Metacognitive Prompts based On Nature of Science*” que traduzido para o português corresponde a “Comandos Metacognitivos Embutidos Baseados na Natureza da Ciência”.

O objetivo deste trabalho é apresentar a estratégia EMPNOS destacando seus aspectos teóricos, descrever ainda que parcialmente os passos necessários para a realização da estratégia e analisar as limitações e potencialidades para sua aplicação nas escolas de ensino básico.

2. Metodologia

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa de doutorado que tem como objetivo avaliar as condições de possibilidade de aplicação de diferentes EEM que foram reunidas em uma revisão sistemática da literatura intitulada “Estratégias de Ensino Metacognitivas: uma revisão sistemática de literatura” de autoria de Maraglia (2018). Especificamente para este artigo, nos dedicamos a uma das EEM recuperadas e que passou a compor nosso inventário inicial.

Assim nossos estudos se concentraram em avaliar as condições e possibilidades de aplicação da Estratégia de Ensino Metacognitivo EMPNOS e as condições e possibilidade de transposição para o ensino básico. Para tanto, foi necessário verificar se de fato há ocorrência de estratégia ou intervenção, especificamente metacognitiva e como a NDC é retratada. Além destes aspectos, foi avaliada a descrição da EEM e suas condições de exequibilidade.

Neste sentido, realizamos análise descritiva com abordagem qualitativa e paradigma de pesquisa crítica. Sua finalidade buscou a liberação, crítica e identificação de potencial (Esteban, 2010), de modo a identificar e avaliar os constructos da EMPNOS, as potencialidades, limitações e a forma como ela é apresentada.

Assim, a fonte primária para a realização do trabalho foi o trabalho de Peters e Kitsantas (2010) intitulado “*The Effect of Nature of Science Metacognitive Prompts on Science Students’ Content and Nature of Science Knowledge, Metacognition, and Self-Regulatory Efficacy*”.

O processo de avaliação ocorreu em diferentes fases e níveis de leitura. Inicialmente procedeu-se pela leitura do título e resumo e posteriormente a leitura completa do artigo. Com o artigo completo foi realizada a princípio a leitura inspeccional, ou pré-leitura (Adler & Doren, 2010). Esta entendida como um nível de leitura superficial procurando extrair as informações iniciais, visando rapidez, reconhecimento da estrutura do texto e identificação de elementos sugestivos de leitura mais profunda. (Prates et al., 2016)

Foram levados em consideração a importância da metodologia, resultados, discussão e considerações finais do estudo primário. No entanto, a leitura exaustiva do material concentrou-se especialmente na teoria metacognitiva relacionada à autorregulação, na teoria sobre a natureza da ciência (NDC) e nos passos utilizados para a aplicação da estratégia junto aos alunos. A importância desta ênfase às teorias e aos procedimentos de aplicação da EEM se deve ao fato de considerarmos que a partir destes itens, seria possível compreender as suas relações com os objetivos da aplicação da EEM proposta pelos autores do estudo primário.

A partir da identificação dos elementos acima citados, passamos a executar a Leitura Analítica. Esta definida como uma leitura mais completa e aprofundada utilizando o tempo necessário para a compreensão do texto. Posteriormente utilizamos a Leitura Sintópica ou comparativa, neste caso, utilizando e comparando outras referências que tratam do mesmo assunto. (Adler & Doren, 2010)

Estes dois últimos níveis de leitura se concentraram especialmente nas teorias metacognitivas e de autorregulação, no constructo da NDC e nos aspectos didáticos observados nos procedimentos de aplicação da EEM. O objetivo deste último item foi apontar as limitações e potencialidades para a reprodução da estratégia.

Assim os resultados foram organizados de modo a apresentar ao leitor, inicialmente a descrição dos constructos da NDC, a metacognição e estratégia de ensino metacognitivo. Posteriormente a descrição propriamente dita da EEM EMPNOS. Por fim discutimos a importância da NDC no âmbito da EMPNOS, a autorregulação, metacognição e estratégia de ensino metacognitivo e a exequibilidade da EEM EMPNOS no contexto escolar.

3. Resultados

3.1 Natureza da Ciência

A estratégia de ensino metacognitiva EMPNOS caracteriza-se por abordar o ensino de ciências, não sob a ótica exclusiva do conhecimento do Conteúdo Científico, mas pela sua ênfase na Natureza da Ciência (NDC). A estratégia tem como principal objetivo inserir os alunos em atividades que os estimulem, mesmo de forma superficial e limitada, a espelhar o pensamento do cientista e sua comunidade no exercício de fazer ciência.

Existem diferentes perspectivas para definir a NDC. Mas ainda que haja divergências entre filósofos, historiadores e educadores das ciências, elas são muito abstratas para alunos de ensino médio (Mc Comas, 1998; Abd-El-Khalick et al, 1998; Moura, 2014).

No entanto para o professor, “Compreender a Natureza da Ciência significa saber do que ela é feita, como elaborá-la, o que e por que ela influencia e é influenciada.” (Moura, 2014, p. 33). Por isto, mesmo que nos limites da faixa etária de seus alunos, fazer uso de conceitos pertinentes à NDC, permite ao docente descrever como funciona a ciência, como operam os cientistas como um grupo social, como é a relação entre o campo científico e a sociedade e quais são as reações da sociedade aos empreendimentos científicos (Mc Comas et al., 1998).

Para que não se simplifique demasiadamente nem sobrecarregue o currículo de ciências, há consenso de que se devam utilizar algumas ideias chave (Mc Comas, 1998; Lederman et al., 1998; Mc Comas, 2008). Para relacionar ensino e pesquisa de modo a adequar a inclusão da NDC no ensino de ciências no ensino fundamental e médio, a literatura converge em sete aspectos da NDC que definem a ciência como uma disciplina (Mc Comas, 2005): (1) o conhecimento científico é durável, ainda que provisório; (2) evidências empíricas são usadas para apoiar ideias na ciência; (3) fatores sociais e históricos desempenham um papel na construção do conhecimento científico; (4) as leis e teorias desempenham um papel central no desenvolvimento do conhecimento científico, embora tenham diferentes funções; (5) a manutenção precisa de registros, a revisão por pares e a replicação de experimentos ajudam a validar as ideias científicas; (6) a ciência é um empreendimento criativo; e (7) ciência e tecnologia não são as mesmas, mas elas se influenciam mutuamente. Estes sete aspectos da NDC são utilizados no âmbito da EMPNOS.

3.2 Metacognição e Estratégias de Ensino Metacognitivas

A metacognição, é um termo amplo, utilizado para descrever o “conhecimento que construímos sobre como nós percebemos, recordamos, pensamos e agimos”, sob diferentes aspectos. É “Uma capacidade de saber sobre o que sabemos”. A metacognição também pode ser entendida como uma tecnologia educacional simbólica uma vez que entre outros aspectos, atua na estimulação da consciência e gerência dos processos cognitivos, favorecendo a autonomia do aprendiz ao buscar valorização do papel do binômio ensino-aprendizagem (Peixoto et al., 2007).

Utilizando as definições de Flavell (1979) e Brown (1978) e as palavras de Rosa e Alves Filho (2014) entendemos a metacognição como “o conhecimento que o sujeito tem sobre seu conhecimento e a capacidade de regulação dada aos processos executivos, somados ao controle e à orquestração desses mecanismos” (p.63).

No entanto sabe-se que a autonomia para estudar e aprender, envolvendo monitoramento e o repensar dos próprios conhecimentos e a autorregulação, não corresponde a uma “habilidade que se adquire em curto prazo, muito pelo contrário, exige esforço e uma constante tomada de consciência e (re) avaliação do que se está fazendo” (Locatelli, 2014, p. 25).

Assim, com base na premissa de que a metacognição pode ser “ensinada e treinada”, diversos autores, (Leopold & Leutner, 2015; Peters & Kitsantas, 2010; Osés & Carrasco, 2013; Eggert et al., 2013; Rosa & Villagrà. 2020) entre outros, vem propondo intervenções com o objetivo de desenvolver o pensamento metacognitivo em aprendizes.

Portanto, ensinar a metacognição por meio da metacognição, passa pelo caminho da compreensão do que seja uma estratégia de ensino metacognitiva, e antes disso, a diferença ante uma estratégia cognitiva. De acordo Dembo (1994), as estratégias cognitivas se diferenciam das metacognitivas porque as cognitivas se referem a comportamentos e pensamentos que influenciam o processo de aprendizagem possibilitando que a informação seja armazenada de forma mais eficaz. Já, as estratégias metacognitivas estão relacionadas aos procedimentos que o indivíduo utiliza para planejar, monitorar e regular o seu próprio pensamento, conforme exposto por Locatelli (2014).

A metacognição sob a forma de estratégia metacognitiva é classificada como uma estratégia de aprendizagem quando o foco do ensino está centrado no aluno. Sua atuação enquanto ferramenta didática tem como objetivo facilitar a utilização, o armazenamento e a pesquisa das informações por parte do aprendiz. Desta forma promove a compreensão do monitoramento, regulação e planejamento do seu próprio pensamento. E isto influencia os processos de aprendizagem, na forma de como armazenar esse conhecimento, levando o aprendiz ao autoconhecimento dos seus próprios processos de aprendizagem.

Assim, podemos considerar a metacognição como fundamentação teórica para estratégias de ensino-aprendizagem. E ainda mais, considerá-la como ferramenta didática que possibilita a formação do aluno, dentro do viés cognitivo. É também uma abordagem baseada na preparação deste aluno para ser capaz de agir em diferentes demandas da sociedade atual. Isto se deve ao fato da metacognição desenvolver a capacidade autônoma dos indivíduos, e por sua vez, a melhoria da sua reflexão e formação do pensamento reflexivo.

Maraglia (2018) destaca que em contextos de ensino, as estratégias de ensino podem ser definidas como situações variadas, criadas pelo professor para facilitar aos alunos a interação com o conhecimento. E quando estas estratégias se fundamentam em conceitos e objetivos metacognitivos, é possível então falar de estratégias de ensino metacognitivas. Estas estratégias podem ser utilizadas pelo professor como meio de intervenção para potencializar o envolvimento dos alunos com a aprendizagem de acordo com os seus objetivos educacionais.

Neste sentido é que Astolfi e Develay (1991) citados por Leal (2009) propõem que sugestões didáticas integram dentre outras, a reflexão pedagógica que permite “traduzir em atos pedagógicos uma intenção educativa, sendo agora o docente um eterno artesão de gênio que deve contextualizar as ferramentas que lhe propõe a pesquisa didática em função das condições de suas práticas” (p. 9).

Portanto, seria nesse aspecto que a Estratégia de Ensino Metacognitiva - EMPNOS se configura, como uma estratégia didática para o ensino.

3.3 A Estratégia Didática de EMPNOS

A EMPNOS é uma estratégia que utiliza como base a palavra de origem inglesa prompt – “comando” em tradução direta para o português. Nesse sentido, um prompt corresponde a um estímulo, uma dica, um suporte, um disparador de um pensamento ou ação. No caso da EMPNOS, o professor utiliza comandos embutidos em ações ou tarefas, que permitem, induzem, estimulam e/ou favorecem no aluno uma maior compreensão/aprendizado da natureza da ciência. Os comandos utilizados para a realização da estratégia fundamentam-se e derivam de conceitos da metacognição e da autorregulação. Os comandos estão organizados na forma de listas de verificação.

Com o intuito de verificar a utilização da estratégia didática EMPNOS, avaliamos o artigo *The Effect of Nature of Science Metacognitive Prompts on Science Students' Content and Nature of Science Knowledge, Metacognition, and Self-Regulatory Efficacy* de Peters e Kitsantas (2010) na tentativa de propor uma transposição para a sala de aula da educação básica brasileira.

A pesquisa descrita por Peters e Kitsantas (2010) foi realizada com 83 estudantes de ciências da oitava série, distribuídos em quatro turmas. Os estudantes foram divididos em dois grupos sendo: um o experimental e o outro o grupo de comparação. O trabalho das autoras foi desenvolvido em uma escola média urbana na região do meio-Atlântico dos Estados Unidos que atende 928 alunos, da 6ª à 8ª série.

O planejamento completo, proposto pela EMPNOS, inclui quatro módulos. Cada módulo se baseia em um dos sete aspectos da NDC propostos por Mc Comas (2005). Peters e Kitsantas (2010) contemplaram somente o módulo focado em dados empíricos. No entanto solicitamos à autora Erin Peters a fornecer três módulos faltantes no artigo. A autora gentilmente nos forneceu os módulos, a saber: Módulo dois focado em leis e teorias, o três é focado em revisão por pares e coleta de dados e o quatro, tem foco na criatividade. Apesar da disponibilização dos outros três módulos, decidimos focar nossa avaliação no módulo que trata do aspecto que diz que as evidências empíricas são usadas para apoiar ideias na ciência.

A atividade deste módulo inclui três tarefas distintas, a saber: 1) obter o conhecimento prévio individualmente e relatá-lo para a classe, 2) conduzir duas ou três investigações sobre novos fenômenos e, 3) resumir as “grandes ideias” no módulo usando evidências encontradas nas investigações. Cada módulo também traz listas de verificação organizadas a partir de um dos sete aspectos da NDC acima.

Em cada módulo estas tarefas são realizadas repetidamente em quatro níveis sequenciais, a saber: Observação, Emulação, Autocontrole e Autorregulação. Isto é o que favorece o desenvolvimento de habilidades de autorregulação (Zimmerman, 2000). Desta forma, em cada um dos módulos propõe-se a execução de quatro fases. E assim o professor providencia:

1. *Observação* – Exemplo de como um cientista abordaria o aspecto da natureza da ciência no módulo e a lógica subjacente. Para tal, os alunos recebem um modelo, ou um exemplo de como um cientista responderia a uma pergunta relacionada ao módulo. A partir daí haverá a solicitação para que os alunos procedam na descrição da observação de um novo fenômeno, com base no que foi visto anteriormente. Espera-se que os alunos em grupo de três a quatro integrantes leiam, discutam e entendam a abordagem científica a partir do modelo.

2. *Emulação* - Uma lista de verificação para o aluno sobre o aspecto da natureza da ciência que deve ser considerado para a tarefa. Esta fase ocorre após a segunda investigação dos novos fenômenos de modo que os alunos possam realizar uma tarefa semelhante à do modelo da fase de observação, com apoio da lista de verificação. É esperado que os alunos, em grupo, reproduzam a tarefa conforme o modelo e verifiquem seu trabalho usando a lista de verificação que contém os comandos metacognitivos. (Quadro 1)

3. *Autocontrole* - Uma breve lista de verificação dos principais aspectos da natureza da ciência, bem como algumas perguntas simples sobre *pensar sobre seu pensamento*. Esta fase ocorre após as atividades de investigação dos fenômenos de modo que os alunos possam responder aos comandos metacognitivos da lista de verificação, discutir e refletir sobre as respostas com os colegas. Observa-se que neste módulo, algumas perguntas da fase de emulação se repetem. (Quadro 1)

4. *Autorregulação* - Perguntas mais avançadas que solicitam que verifiquem se o seu pensamento está alinhado com o aspecto da natureza da ciência trabalhado especificamente naquele módulo. Corresponde à última fase, e neste momento o aluno deve completá-la individualmente como tarefa de casa de modo que possa refletir sobre a combinação das atividades de todo o módulo. Posteriormente, em sala de aula, os alunos devem verificar as respostas uns dos outros e discuti-las com o professor.

O Quadro 1 corresponde a uma adaptação de módulo utilizado por Peters e Kitsantas. Nele se destacam as fases de desenvolvimento da autorregulação e as respectivas ações e listas de verificação. Este é referente ao conteúdo sobre eletromagnetismo.

Quadro 1: Módulo 1 da EMPNOS adaptado de Peters e Kitsantas (2010).

Tópico: Ímãs Permanentes Aspecto da Natureza da ciência: Evidências empíricas são usadas para apoiar ideias na ciência Questão: Como é possível utilizar evidências empíricas para apoiar teorias científicas?	
Fase 1 Observação	<i>Exemplo: eu gostaria de explicar as coisas em detalhes, para que outras pessoas pudessem entender minha exploração. Eu mediria a distância entre os ímãs quando a interação aconteceu. O ímã # 1 começou a se afastar do ímã # 2 quando aproximei o ímã # 2. Isso começou a acontecer quando os ímãs estavam a 1 cm de distância um do outro e continuaram à medida que se aproximavam.</i>
Fase 2 Emulação	() Minhas observações descrevem o que vejo, ouço ou sinto. () Minhas observações são feitas de medidas com as quais outras pessoas podem concordar. Por exemplo, em vez de dizer "é grande", eu digo "O carro azul tem 20 cm de comprimento." () Minhas observações são claras para outras pessoas que não estão realizando este laboratório. () Minhas observações vêm apenas dos meus cinco sentidos e não são inferências. () Minhas observações podem ser usadas mais tarde para tirar conclusões. () Minhas observações não são julgamentos sobre o que vejo, ouço ou sinto.
Fase 3 Autocontrole	1. Suas observações são claras para outras pessoas? Explique porque você pensa assim. 2. Verifique suas explicações contra suas observações. Eles fazem sentido juntos? Explique com um exemplo. 3. Minhas observações são claras para outras pessoas que não estão realizando este laboratório. 4. Minhas observações vêm apenas dos meus cinco sentidos e não são inferências. 5. Minhas observações podem ser usadas mais tarde para tirar conclusões.
Fase 4 Autorregulação	<ul style="list-style-type: none">• Outras pessoas podem entender sua observação fora de contexto? Como você sabe disso?• Sua observação é livre de qualquer julgamento? Explique.• Suas observações são relevantes para o propósito da investigação? Explique como eles são.• Que grandes ideias (teoria) você usou para entender suas observações?• Que generalização você desenvolveu por causa de suas observações?• Como suas observações suportam essa generalização?• O que os cientistas entendem sobre sua generalização?• O seu pensamento sobre as observações se tornou mais parecido com o de um especialista?

Fonte: Acervo dos autores (2021).

4. Discussão

4.1 A Natureza da Ciência no âmbito da EMPNOS

Os aspectos da Natureza da Ciência propostos na EMPNOS, baseados nas proposições Mc Comas (2005) vem ao encontro de uma das competências propostas pela BNCC. Assim:

“Analisar 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 e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos [...]” (Brasil, 2015, p. 544)

Neste sentido, é esperado que os aprendizes apropriem-se, por exemplo, de procedimentos de coleta e análise de dados relativamente aprimorados, assim como se tornem mais autônomos no uso da linguagem científica.

No entanto entendemos que haverá pouco sucesso no desenvolvimento desta competência se o ensino de ciências não der a ênfase necessária aos meios utilizados pelos cientistas para fazer ciência, sobre os métodos utilizados para validação do conhecimento científico e sobre como a comunidade científica influencia e é influenciada pela sociedade.

E este é um ponto positivo. Observa-se boa aderência entre as metas e procedimentos da estratégia e aqueles demandados pela BNCC. Ainda mais, é razoável supor que sua utilização seja eficaz na consecução destas metas. Neste sentido, Moura (2014) entende a NDC como “um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico” (p. 32). A NDC abrange tanto assuntos internos como “método científico e a relação

entre experimento e teoria” (p. 32). Quanto a assuntos externos “como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas” (p. 32).

Estes assuntos são contemplados pelos aspectos da Natureza da Ciência (enumerados anteriormente) propostos por McComas (2005) e utilizados na EMPNOS. Este mesmo autor admite a limitação de um tema tão complexo ser resumido a sete aspectos, no entanto considera adequado quanto à profundidade e integridade para o trabalho com o ensino básico. Martins (2015) destaca a complexidade inerente aos estudos sobre NDC, sob uma variedade de aspectos, e aponta a existência de uma diversidade de caminhos para a sua construção, assim como a existência de diferentes terminologias, pontos de partida e conclusões. Entretanto considera ser melhor algum ensino sobre NDC, mesmo com limitações, “do que deixarmos de agir e permitirmos a continuidade da propagação de visões deturpadas e equivocadas da ciência.” (p. 717)

Esta perspectiva que aproxima o aprendiz do modo de produzir ciência pode resultar em seu distanciamento das armadilhas dos contemporâneos obscurantistas e “fabricantes da ignorância”. Estes movidos pelos mais variados interesses corporativistas, vivem de produzir narrativas com vistas a desacreditar a ciência. Isto tem sido feito ao longo da história. Por exemplo, no passado a indústria do cigarro negava a relação entre câncer e hábito de fumar, e hoje as negativas enunciadas por governos e corporações sobre as consequências das emissões de carbono na atmosfera. (Leite, 2014, 2015)

Neste cenário, questões relacionadas à esfericidade da terra, o aquecimento global, assim como os benefícios das vacinas, entre outras vêm sendo negadas de maneira cada vez mais ampla. Este processo caracteriza o que tem sido interpretado genericamente como “aumento da ignorância.” (Peixoto & Xavier, 2021).

Recentemente o avanço no número de casos de Covid-19 tem levado parte da população a confiar em todo tipo de notícias encontradas nas redes sociais sem, no entanto, procurar saber sobre a validade das informações. Desta forma a disseminação de notícias falsas sobre a origem da doença, receitas milagrosas sobre a cura e profecias relacionadas a meios de prevenção têm levado a um nível de informações distorcidas, jamais visto. Este tipo de distorção acaba por impressionar pessoas em momentos difíceis, o que prejudica ainda mais o cotidiano e a saúde da população além de provocar caos e desespero. (Sousa Junior et al., 2020)

É neste contexto que entendemos a importância do ensino da NDC e de seus aspectos contra o avanço do obscurantismo e culto à ignorância que vem afetando a sociedade no âmbito global.

4.2 Autorregulação, metacognição e estratégias de ensino metacognitivo

Destacamos que os níveis sequenciais do desenvolvimento da autorregulação (observação e emulação, autocontrole e autorregulação) propostos na EMPNOS, têm bases na perspectiva de autorregulação da cognição social em Zimmerman (2000). Segundo o autor, os níveis mentais do desenvolvimento da habilidade de autorregulação apresentam a seguinte sequência e características: 1. Observação - Indução indireta de uma habilidade a partir de um modelo proficiente; 2. Emulação - Desempenho imitativo do padrão geral ou estilo das habilidades de um modelo com assistência social; 3. Autocontrole - Exibição da habilidade independente do modelo em condições estruturadas; 4. Autorregulação - Uso adaptativo de habilidades através de mudanças nas condições pessoais e ambientais.

Para Zimmerman (2000) a fonte de aprendizado de habilidades regulatórias é principalmente social nos dois primeiros níveis (observação e emulação). No entanto, nos níveis mais avançados (autocontrole e autorregulação) o *locus* muda para fontes próprias, ou seja, para Zimmerman as duas primeiras fases, observação e emulação, são fases às quais os alunos necessitam da presença de um modelo para sua realização. Por outro lado, as fases de autocontrole e autorregulação correspondem a fases que os alunos podem realizar sem necessariamente a presença do modelo.

Nesta perspectiva encontramos interface entre os níveis do desenvolvimento da autorregulação de Zimmerman e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) proposta por de Vygotsky. Para este autor, a ideia central de ZDP reside na existência de um potencial do aprendiz para o desenvolvimento. Neste caso pode ser definido por aquilo que o aprendiz inicialmente não é capaz de realizar sozinho, mas que, com a ajuda de pessoas competentes (um professor, um adulto ou par mais capaz), torna-se capaz de realizar posteriormente por si mesmo. (Lefrançois, 2017)

Neste contexto, Fino (2001) propõe implicações pedagógicas da ZDP. Na EMPNOS são observadas duas delas: 1. O tutor como agente metacognitivo e 2. A importância dos pares como mediadores da aprendizagem. A primeira aponta o tutor como agente metacognitivo. No caso da EMPNOS observa-se que as tarefas desempenhadas pelos alunos e orientadas pelo professor relacionam-se com as definições de Flavell (1979). Elas utilizam comandos (prompts) metacognitivos, em níveis sequenciais de desenvolvimento da autorregulação, envolvem de forma recursiva a tomada de consciência do aprendiz sobre o próprio conhecimento e sobre o modo de proceder para a realização das ações executivas.

A segunda implicação pedagógica da ZDP proposta por Fino destaca a importância dos pares como mediadores da aprendizagem. Para Fino, durante a aprendizagem mediada por pares, a responsabilidade de controle externo é transferida do professor para o “par-tutor.” Espera-se a partir dessa transferência, a aprendizagem autorregulada. Neste contexto, Locatelli (2018) afirma que embora a metacognição seja um processo individual, a interação entre pares através do diálogo pode potencializá-la de modo a provocar modificações nas ideias dos indivíduos a partir do seu monitoramento e autorregulação.

Rosa e Villagrà (2018) sobre intervenções didáticas no ensino de física orientadas pela metacognição apontam a grande presença de estudos centrados no uso de comandos metacognitivos, servindo de apoio aos alunos na resolução de problemas.

Assim se considerarmos que; em primeiro lugar, a definição de estratégia como a arte de aplicar de forma eficaz os recursos disponíveis ou de explorar as condições favoráveis de que se dispõe, com vistas a alcançar determinados objetivos Houaiss (2009). Em segundo lugar que a utilização dos comandos metacognitivos na EMPNOS corresponde a uma ação planejada de modo a potencializar a autoconsciência e a autorregulação do aprendiz (Maraglia, 2018). E finalmente, que estes comandos trabalham o conteúdo científico proposto e as bases da natureza da ciência (NDC). É plausível então aceitar a EMPNOS como uma estratégia, mais especificamente como uma estratégia de ensino metacognitiva.

Do ponto de vista das definições operacionais da metacognição, os comandos metacognitivos sugeridos no nível emulação são relativamente simples e relacionam-se com algumas das definições operacionais organizadas por Peixoto (2021) e por Rosa e Villagrà (2020).

Assim os comandos a seguir podem ser classificados como estratégias metacognitivas de monitoramento, especificamente de controle e regulação: 1. *Minhas observações descrevem o que vejo, ouço ou sinto.* 2. *Minhas observações são feitas de medidas com as quais outras pessoas podem concordar. Por exemplo, em vez de dizer "é grande", eu digo "O carro azul tem 20 cm de comprimento".* 3. *Minhas observações são claras para outras pessoas que não estão realizando este laboratório.*

O controle segundo Peixoto et al. (2021) é um sistema de meta-nível que atua sobre os processos cognitivos de nível mais baixo. É, no sentido do fluxo informacional, um processo de baixo para cima (Nelson & Narens, 1990). Caracteriza-se por: apresentar modelos ideais de funcionamento dos processos cognitivos e ao mesmo tempo conferir a sua adequação aos modelos pré-existentes e permite a regulação ao apontar inadequações e os procedimentos corretivos necessários.

Para Rosa e Villagrà (2020) os comandos acima também podem ser enquadrados como elemento metacognitivo de monitoração uma vez que influenciam no controle da ação e verificação se a mesma está “adequada para atingir o objetivo proposto, avaliando o desvio em relação a este, percebendo erros e corrigindo-os, se necessário.” (p. 63).

Ainda na emulação, o comando *Minhas observações podem ser usadas mais tarde para tirar conclusões?* pode representar planejamento que está incluído no conceito das estratégias metacognitivas usado no contexto das habilidades metacognitivas (Desoete, 2008). Especificamente por que segundo o autor, permite pensar com antecipação: Como, quando e porque agir no sentido de obter seus objetivos.

Já no nível autocontrole é possível observar um avanço das exigências quanto ao controle metacognitivo. Por exemplo, 1. *Suas observações são claras para outras pessoas? Explique porque você pensa assim.* Observe-se a necessidade de um maior esforço para a realização do comando, uma vez que além da declaração, o aprendiz ainda precisa justificar sua crença de clareza para outras pessoas. Em Rosa & Villagrà (2020) este comando poderia ser enquadrado no componente metacognitivo de controle executivo e autorregulador, especificamente como elemento metacognitivo de avaliação. Neste contexto, um dos questionamentos seria: “Consegue descrever o que realizou e como realizou?” (Rosa & Villagrà, 2020 p. 64)

No nível mental de autorregulação, na EMPNOS, observa-se novamente a retomada da autoconsciência e autorregulação. Neste nível mental, são utilizados comandos como 1. *Suas observações são relevantes para o propósito da investigação? Explique como eles são.* 2. *Que grandes ideias (teoria) você usou para entender suas observações?* 3. *Que generalização você desenvolveu por causa das suas observações?*

Estes comandos remetem aos elementos da avaliação, incluída nas estratégias metacognitivas no contexto das habilidades metacognitivas proposta por Johnson, Hashtroudi e Lindsay (1993) uma vez que atua na integração entre o “conhecimento e o sentimento metacognitivo para definir o estado atual do resultado e o curso futuro do processamento da tarefa.”

Os mesmos comandos destacados acima também podem ser reconhecidos entre os elementos metacognitivos do controle executivo e autorregulador, especialmente da avaliação proposta como por Rosa e Villagrà (2020). Neste contexto, os autores propõem questionamentos metacognitivos como:

Qual era o objetivo proposto inicialmente? Houve necessidade de rever algo durante a realização da atividade? Qual o resultado da atividade? Tem consciência do conhecimento adquirido com a realização da atividade? Os resultados encontrados foram os esperados? (Rosa & Villagrà, 2020, p. 64)

Assim conforme Veemer (1997), ao avaliar, o aprendiz reflete sobre resultados, entendimento do problema, a adequação do plano e a execução do método de solução. E ainda sobre a adequação da resposta no contexto do problema.

3.3 Quanto à Exequibilidade da estratégia

Observamos que apesar dos aspectos positivos do ponto de vista teórico e metodológico, o estudo primário que descreve a EMPNOS não oferece ao leitor a sustentação necessária para a sua execução. Não fica claro, por exemplo, qual é o número de aulas necessárias e se há necessidade de alguma preparação prévia. Também não ficam explícitos os passos necessários para o desenvolvimento da estratégia.

Silvia e Schnetzler (2000) apontam que o interesse entre professores está em aprender formas claras e objetivas de melhorar o ensino no dia a dia de modo que possam ensinar seus conteúdos e ao mesmo tempo despertar o interesse de seus alunos. No entanto, a forma como os passos são descritos no artigo, não oferece condições precisas para a reprodução da estratégia.

Do ponto de vista operacional, como mencionado anteriormente, cada módulo apresenta três tarefas distintas que envolvem: I. Obtenção individual do conhecimento prévio e relato sobre o conteúdo com a turma; II. Condução de duas ou três investigações sobre novos fenômenos e III. Resumo das grandes ideias a partir das evidências usadas nas investigações.

No entanto não fica explícito como proceder na tarefa II, sobre a condução de duas ou mais investigações dos “novos fenômenos”. Isto é, não fica claro o que exatamente do conteúdo foi abordado e como o conteúdo se articula com os fenômenos e com os comandos metacognitivos. Além do mais, também são omitidos os recursos didáticos ou técnicas (Experimento? Vídeo? Leitura de textos?) que teriam sido utilizados para que os fenômenos fossem observados e ainda quais fenômenos poderiam ter sido observados. Desta forma observamos falta de articulação entre as tarefas, os conteúdos científicos e os comandos metacognitivos.

Na proposta da EMPNOS também não há nenhuma referência às teorias sobre magnetismo. Desta forma não adianta haver um comando que enfatize a observação, porque ela fica sem nenhuma teoria a ser apoiada. É de se supor que na aplicação real, feita em sala de aula isto tenha sido explicitado, mas no artigo isto foi omitido. E a preocupação deste estudo é verificar a aplicação da EMPNOS em contextos reais, o brasileiro em especial.

Pela proposta entende-se que o elo que une os três aspectos (comando metacognitivo, a NDC e o conteúdo específico a ser ensinado) é a observação do aluno. No caso do conteúdo Ímãs Permanentes, o aluno observa movimentos de repulsão entre dois ímãs. Isto é o concreto, é o que ele vê. E esta é uma evidência empírica, que do ponto de vista do módulo serviria para apoiar uma teoria científica demonstrando que a ciência as usa para avançar. Ótimo; mas aqui neste exemplo, onde está a teoria a ser apoiada pela evidência?

Assim cabe ao professor interessado em reproduzir a estratégia, elaborar um planejamento que, conforme descrito por Almeida (2011), leve em conta além dos objetivos e finalidades, o espaço, recursos físicos, tipos de recursos imprescindíveis, os riscos e condições para o desenvolvimento do conteúdo.

Neste sentido, utilizemos um contraexemplo. Suponhamos que na mesma estrutura o tópico a ser ensinado seja a Fotossíntese. Mais especificamente e neste momento para simplificar, a teoria que a planta libera um gás pelas folhas. Então suponhamos hipoteticamente a utilização do conteúdo científico “Fotossíntese” e que o tópico abordado neste conteúdo seja a liberação de gás oxigênio para o ambiente. Poderíamos utilizar um experimento simples com plantas aquáticas que na presença de luz apresenta a formação de bolhas que se desprendem da superfície de suas folhas. Neste caso estaria explícito o fenômeno a ser observado e a parte do conteúdo científico relacionado ao fenômeno. Desta forma seria possível também, articular o conteúdo científico, com os comandos metacognitivos, ex.: *Minhas observações descrevem o que vejo, ouço ou sinto* e o aspecto da NDC Evidências empíricas são usadas para apoiar ideias na ciência. (Mc Comas, 2005)

Note-se que agora a teoria está explícita. E de forma também explícita o professor quer mostrar ao aluno que a ciência avança apoiada na evidência empírica. Então ele monta um experimento onde é possível ver a liberação de bolhas das folhas de uma planta aquática. Feito isto, por meio dos comandos metacognitivos adequados ele estimula o aluno a fazer e expressar suas observações. E assim se fecha o círculo.

Uma teoria que inicialmente para o aluno era apenas uma afirmativa como qualquer outra, seguida de prompts para observar um experimento que demonstra a teoria, e finalmente as fases subsequentes mostrando ao aluno que a observação feita apoiou a característica da ciência de fundamentar-se em observações empíricas.

É importante notar neste contraexemplo a presença explícita da teoria a ser demonstrada e sua relação direta com as observações. E isto estava ausente no artigo em estudo. E ainda mais, esta ausência comprometia o processo todo. Por isto entendemos como limitação esta particular sutileza necessária de atentar para não deixar invisíveis tópicos essenciais à estratégia.

Observamos a conexão entre os comandos metacognitivos e o aspecto da NDC estudada no módulo. Por se tratar de um aspecto da NDC relacionado a dados empíricos, a utilização de comandos metacognitivos fez sentido uma vez que fazem referências a fenômenos observáveis que segundo Marcondes (2010), sobre o empirismo e em referência a Aristóteles “Nada está no intelecto que não tenha passado pelos sentidos” (p.181). Por exemplo: “Minhas observações descrevem o que vejo,

ouço ou sinto.” “Minhas observações vêm apenas dos meus cinco sentidos e não são inferências.” “Minhas observações não são julgamentos sobre o que vejo, ouço ou sinto.” (Peters & Kitsantas, 2010)

Porém sem a explicitação do conteúdo científico, do tópico abordado e do fenômeno que foi observado, a reprodução da estratégia torna-se inviável. É neste sentido que observamos falta de articulação entre os comandos metacognitivos e o aspecto da ciência da natureza com o conteúdo científico proposto.

Num sentido geral percebemos ter havido esforço para demonstrar a eficiência da estratégia sem, no entanto, demonstrar integralmente como realizá-la. Alguns autores (Rosa & Villagrà, 2018; Maraglia, 2018; Xavier & Peixoto, 2019) afirmam que estudos sobre estratégias didáticas envolvendo a metacognição cujo diálogo se dá especificamente entre pares, demonstram desarticulação com a escola e pouca contribuição para a efetiva disseminação do conhecimento científico no contexto escolar.

5. Considerações Finais

O estudo primário *The Effect of Nature of Science Metacognitive Prompts on Science Students' Content and Nature of Science Knowledge, Metacognition, and Self-Regulatory Efficacy*, analisado nesta pesquisa, apresentou a EMPNOS como uma estratégia de ensino metacognitivo com bases teóricas explícitas e de grande importância, e do ponto de vista didático, guardadas suas limitações, potencialmente replicável no ambiente escolar.

Os constructos referentes à Natureza da Ciência foram explicitados neste trabalho, de modo a situar o leitor da sobre seus aspectos centrais e a importância da abordagem deste tema, sobre como a ciência é produzida e como atuam os cientistas nas suas atribuições em fazer ciência, especialmente no momento de negacionismo ao qual estamos vivendo. Sobre as teorias referentes à Metacognição e Autorregulação, foram explorados os principais fundamentos e a importância da prática de conhecer sobre o próprio conhecimento e da possibilidade planejamento, monitoração e controle das tarefas de aprendizagem estimuladas e mediadas pelas Estratégias de Ensino Metacognitivo.

Especificamente para a EMPNOS destacamos os constructos e teorias sobre a NDC, a metacognição e autorregulação de modo a fornecer o suporte necessário para embasar uma possível produção e/ou aprimoramento de protocolos de aplicação e/ou reprodução nas escolas do ensino básico. Além do mais o embasamento teórico fornece segurança tanto para quem elabora novas aplicações da EMPNOS quanto aos possíveis futuros usuários.

Apesar dos aspectos positivos, observamos que a forma como a estratégia é descrita não fornece o suporte suficiente para que outros professores possam reproduzi-la em suas turmas. Dentre os fatores limitantes para a aplicação da estratégia, está a falta de explicitação sobre os recursos e quantidade de aulas necessárias, e também sobre se há ou não necessidade de preparação prévia para sua aplicação.

Outras limitações observadas estão na falta de detalhamento dos passos para a execução das tarefas e sobre os fenômenos a serem observados. Além do mais, a falta de descrição das tarefas acaba por provocar, na observação de quem lê a estratégia, a falta de articulação entre os comandos metacognitivos para o aspecto da NDC abordado e o conteúdo científico.

Apesar das limitações, consideramos que este estudo nos revelou importantes potencialidades e possibilidades, além de valiosas informações para a reprodução da estratégia de ensino metacognitivo - EMPNOS no contexto nacional. No entanto verificamos a necessidade de mais estudos que permitam a adaptação da EMPNOS à este contexto. Estes estudos perpassam pela elaboração de planos que utilizem conteúdos científicos curriculares e experimentos simples de baixo custo com complexidade operacionalidade adequados à realidade escolar brasileira, articulados com o aspecto da NDC *Evidências empíricas são usadas para apoiar ideias na ciência* e os comandos metacognitivos.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes) e do Instituto Nutes da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Referências

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science education*, 82(4), 417-436.
- Adler, M. J., & Van Doren, C. (2010). *Como ler livros: o guia clássico para a leitura inteligente*. É realizações.
- Bradea, A. (2014) The Role of Metacognition in Teaching. 2nd IRI International Educational Conference. *Anais*. p.138–150, 2014. Komarno, ESLOVÁQUIA: János Tibor KARLOVITZ.
- Brasil. Ministério da Educação. (2015) Base nacional comum curricular. Brasília, DF: MEC, < <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc-etapa-ensino-medio> >
- Brown, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: a problem of metacognition. In R. Glaser (Org.), *Advances in instructional psychology* (pp. 77–165). NJ: LEA.
- Busnello, F. D. B., Jou, G. I. D., & Sperb, T. M. (2012). Desenvolvimento de habilidades metacognitivas: capacitação de professores de ensino fundamental. *Psicologia: Reflexão e crítica*, 25(2), 311-319.
- Chevallard, Y., & Gilman, C. (1997). *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- Chew, K. S., Durning, S. J., & Van Merriënboer, J. J. (2016). Teaching metacognition in clinical decision-making using a novel mnemonic checklist: an exploratory study. *Singapore medical journal*, 57(12), 694.
- Dembo, M.H. (1988) *Applying educational psychology in the classroom* (3 ed.). New York: Longman.
- Desoete, A. (2008). Multi-method assessment of metacognitive skills in elementary school children: How you test is what you get. *Metacognition and Learning*, 3(3), 189.
- Efklides, A. (2008). Metacognition: Defining its facets and levels of functioning in relation to self-regulation and co-regulation. *European Psychologist*, 13(4), 277-287.
- Eggert, S., Ostermeyer, F., Hasselhorn, M., & Bögeholz, S. (2013). Socioscientific decision making in the science classroom: The effect of embedded metacognitive instructions on students' learning outcomes. *Education Research International*, 2013.
- Engelmann, K., & Bannert, M. (2019). Analyzing temporal data for understanding the learning process induced by metacognitive prompts. *Learning and Instruction*, 101205.
- Esteban, M. P. S. (2010) *Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições*. São Paulo: AMRH EDITORA, 2010.
- Fino, C. N. (2001). Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. *Revista Portuguesa de educação*, 14, 273-291.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American psychologist*, 34(10), 906.
- Gatti, B. A. (1992). A formação dos docentes: o confronto necessário professor x academia. *Cadernos de Pesquisa*, (81), 70-74.
- Hong, W. H., Vadivelu, J., Daniel, E. G. S., & Sim, J. H. (2015). Thinking about thinking: changes in first-year medical students' metacognition and its relation to performance. *Medical education online*, 20(1), 27561.
- Holton, D., & Clarke, D. (2006). Scaffolding and metacognition. *International journal of mathematical education in science and technology*, 37(2), 127-143.
- Houaiss, A. (2009) *Dicionário da língua portuguesa*. [S. l.]: Objetiva.
- Joly, M. C. R. A., de Cantalice, L. M., & Vendramini, C. M. M. (2004). Evidências de validade de uma escala de estratégias de leitura para universitários. *Interação em Psicologia*, 8(2).
- Johnson, M. K., Hashtroudi, S., & Lindsay, D. S. (1993). Source monitoring. *Psychological bulletin*, 114(1), 3.
- LEAL, M. C. (2009). *Didática da Química: fundamentos e práticas para o Ensino Médio*. Belo Horizonte: Dimensão, 5-18.
- Lederman, N., Wade, P., & Bell, R. L. (1998). Assessing understanding of the nature of science: A historical perspective. In *The nature of science in science education* (pp. 331-350). Springer, Dordrecht.
- Lefrançois, G. R. (2016). *Teorias da aprendizagem: o que o professor disse*. Trad. Visconde S A, 6. São Paulo: Cengage Learning
- Leite, J. C. (2014). Controvérsias científicas ou negação da ciência? A agnotologia e a ciência do clima. *Scientiae Studia*, 12(1), 179-189.

- Leite, J. C. (2015). Controvérsias na climatologia: o IPCC e o aquecimento global antropogênico. *Scientiae Studia*, 13(3), 643-677.
- Leopold, C., & Leutner, D. (2015). Improving students' science text comprehension through metacognitive self-regulation when applying learning strategies. *Metacognition and Learning*, 10(3), 313-346.
- Libâneo, J. C. (1994) *Didática*. São Paulo: Cortez.
- Locateli, S. W. (2014). *Tópicos de Metacognição: Para aprender e ensinar melhor*. 1. ed. Curitiba: Appris,. 75 p. v. 1.
- Locatelli, S. W. (2018) *Jogo e ensino de química: um relação metacognitiva no processo de aprendizagem*. In. Didatização lúdica no ensino de química / ciências - teorias de aprendizagem e outras interfaces. 1ed.São Paulo: Livraria da física. 1, 153-165.
- Lopes, A. R. C. (1997). Conhecimento escolar em química: processo de mediação didática da ciência. *Química Nova*, 20(5), 563-568.
- Maraglia, P. H. (2018). Estratégias de ensino metacognitivas: uma revisão sistemática de literatura. *Dissertação Orientador: Maurício Abreu Pinto Peixoto. NUTES UFRJ, Rio de Janeiro*.
- Marcondes, D. (2010) *Iniciação à história da Filosofia: Dos Pré-Socráticos a Wittgenstein*. 13. ed. Rio de Janeiro: Zahar.
- Martins, A. F. P. (2015). Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(3), 703-737.
- McComas, W. F., Almazroa, H., & Clough, M. P. (1998). The nature of science in science education: An introduction. *Science & Education*, 7(6), 511-532.
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17(2), 249-263.
- McCOMAS, W. F. (2005). *Seeking NOS standards: What content consensus exists in popular books on the nature of science*. In annual conference of the National Association of Research in Science Teaching, Dallas, TX.
- Moura, B. A. (2014). O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência. *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7(1), 32-46.
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1994). *Why investigates metacognition. Metacognition: Knowing about knowing*, 13, 1-25.
- Ohtani, K., & Hisasaka, T. (2018). Beyond intelligence: a meta-analytic review of the relationship among metacognition, intelligence, and academic performance. *Metacognition and Learning*, 13(2), 179-212.
- Oses, S. E., & Carrasco, L. E. (2013). Módulos alternativos en la enseñanza de las ciencias: estrategia didáctica orientada al logro de aprendizajes significativos. *Formación universitaria*, 6(3), 39-52.
- Peters, E., & Kitsantas, A. (2010). The effect of nature of science metacognitive prompts on science students' content and nature of science knowledge, metacognition, and self-regulatory efficacy. *School Science and Mathematics*, 110(8), 382-396.
- Peixoto, M. D. A. P., Brandão, M. A. G., & Santos, G. D. (2007). Metacognition and symbolic educational technology. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 31(1), 67-80.
- Peixoto, M. A. P., Silva, M. A., & Rocha, C. C. (2010). Aprendizagem e metacognição no ensino de metodologia científica. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), 12(1), 11-26.
- Peixoto, M. A. P. (2021) Construção de definições operacionais em Metacognição. *Psicologia Escolar e Educacional*, [s. l.]
- Peixoto, M. A. P., & Xavier, C. S. (2021) O projeto iluminista contra a ignorância e o obscurantismo. In: *Educação, Direitos Sociais e Democracia - Lutas e Desafios Contemporâneos*. [S. l.: s. n.].
- Peixoto, S. C., & Venturini, A. (2021). Jogos pedagógicos: Um recurso didático para a aprendizagem de Ciências e Matemática na educação inclusiva para o ensino fundamental-anos finais. *Research, Society and Development*, 10(6), e8810615525-e8810615525.
- Prates, A. E., Betarello, J., & Finelli, L. A. C. (2016). Reflexões sobre o ato de ler. *Humanidades*, 5(1).
- Ramos, E. D. S. B., & Silva-Forsberg, M. C. (2019) Contribuições da metacognição para a formação de professores que ensinam Ciências nos anos iniciais. *Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. 1-7
- Rosa, C. W. D., & Alves Filho, J. D. P. (2014). Estudo da viabilidade de uma proposta didática metacognitiva para as atividades experimentais em física. *Ciência & Educação* (Bauru), 20(1), 61-81.
- Rosa, C. T. W., & Villagrà, J. Á. M. (2018). Metacognição e Ensino de Física: Revisão de Pesquisas Associadas a Intervenções Didáticas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em ciências*, 581-608.
- Rosa, C. T. W., & Villagrà, J. A. M. (2020). Questionamento metacognitivo associado à abordagem didática por indagação: Análise de uma atividade de Ciências no Ensino Fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(1), 60-76.
- Silva, L. H. D. A., & Schnetzler, R. P. (2000). Buscando o caminho do meio: a "sala de espelhos" na construção de parcerias entre professores e formadores de professores de Ciências. *Ciência & Educação* (Bauru), 6(1), 43-54.
- Sousa Júnior, J. H., Raasch, M., Soares, J. C., & de Sousa, L. V. H. A. (2020). Da Desinformação ao Caos: uma análise das Fake News frente à pandemia do Coronavírus (COVID-19) no Brasil. *Cadernos de Prospecção*, 13(2 COVID-19), 331.

Vianin, Pierre. (2010) *L'aide stratégique aux élèves em difficulté scolaire: Comment donner à l'élève les clés de sa réussite*. 1. ed. Belgique: De Boeque sa, 2010. v. 2.

Xavier, C. S., & Peixoto, M. A. (2019). Estratégias de ensino metacognitivas e o aprendizado de biologia no ensino médio: o que há na literatura?. IX Encontro Regional de Ensino de Biologia. *Anais - RJ/ES*, Rio de Janeiro.

Zimmerman, B. J. (2000). *Attaining self-regulation: A social cognitive perspective*. In *Handbook of self-regulation* (pp. 13-39). Academic Press.