

Os níveis de formulação: proposta de aulas complexificada sobre as emergências climáticas

The levels of formulation: proposal of complexificated classes about climate emergencies

Fernanda da Rocha Carvalho ¹

Giselle Watanabe ²

Resumo:

Para além de compreender a dinâmica da Terra, entender os fenômenos da natureza torna-se essencial quando se pensa nas intervenções que o ser humano impõe no planeta. Neste contexto, as situações de crise socioambiental, incluindo as alterações climáticas exigem uma formação que vai além de estratégias empregadas pelos governos e empresas, requer repensar uma formação básica que coloque o sujeito diante da sua realidade para lidar com as limitações e dinâmicas de reconstrução da natureza. Pensando nestas questões, esse trabalho propõe aulas complexificada para o ensino de Ciências, tendo como objetivo identificar os Níveis de Formulação em uma proposta sobre as emergências climáticas. Metodologicamente, os dados foram analisados utilizando a Análise de Conteúdo com viés da complexidade, categorizando os Níveis de Formulações emergidos das relações entre o ensino de Física e outras esferas do conhecimento. Dos resultados, notam-se que os três Níveis de Formulação encontrados podem contribuir para a construção de um conhecimento mais próximos dos estudantes; além de dar ao docente a oportunidade de reconstruir em suas aulas a partir de outras estratégias que mobilizem os conhecimentos que contribuem para a transição de um pensamento simples para outro mais complexo.

Palavras-chave: Níveis de Formulação; ensino de física; educação ambiental.

Abstract:

Further than understand Earth's dynamic, understand the nature phenomenons is essential when are considered the human interventions imposed on the planet. In this context, the socio-environmental crisis situations, including climate changes require a training beyond that strategies carried out by governments and companies. It requires to think a basic training that set the subjects against its reality to deal with the restrictions and dynamics of nature's reconstruction. Thinking about these issues, this assignment proposes complexified classes for Science education aiming to identify the levels of Formulations at a proposal about climate emergencies. Methodologically, the data were analyzed using the Content Analysis at complexity bias, classifying the formulation levels from the relationship between Physics teaching and other knowledges branches. From the results, we notice that the true levels of formulation found, should contribute for the construction of a knowledge neareast of the students and provide for the teachers an opportunity of rebuild their classes from other strategies that bring to bear the knowledges to contribute for a transition of a simple think to another more intricate

Keywords: Formulation levels; physics teaching; environmental education.

¹ Doutoranda, Universidade Federal do ABC (UFABC), Programa de Pós graduação em Ensino de Ciências e Matemática ABC, Santo André - SP, Brasil. Bolsista da UFABC/Doutorado é 23006.000123/2018-23. Orcid iD do autor 1: <https://orcid.org/0000-0001-8481-5626>. E-mail: carvalho.fernanda@ufabc.edu.br

² Pós Doutora, Centro de Ciências Naturais e Humanas ABC da Universidade Federal do ABC (UFABC), Programa de Pós graduação em Ensino de Ciências e Matemática ABC, Santo André - SP, Brasil. Orcid iD do autor 2: <https://orcid.org/0000-0002-2839-0341>. E-mail: giselle.watanabe@ufabc.edu.br

Introdução

A manipulação de informações acerca dos problemas socioambientais promovidas nos últimos anos no Brasil indicara ainda mais a necessidade de se propor a aprendizagem atrelada à realidade dos sujeitos, envolvendo as esferas social, política, cultural, econômica, socioambiental etc. Tal como salienta García (1998), buscar um conhecimento escolar que faça sentido aos estudantes, seja por influência das relações externas ou pelos problemas vivenciados pela comunidade, requer repensar em um conhecimento que possibilite mudança acerca do meio no qual está inserido. Desta forma, o autor defende as complexidades nas dinâmicas do contexto escolar, na realidade do sujeito e na construção do conhecimento escolar, em convergência com essas reflexões, Morin (2007) explorar a complexidade atrelado às interconexões dos sistemas sociais, o desenvolvimento do pensamento complexo e interdisciplinaridade. Nessa perspectiva, Morin (2007) aponta para uma visão complexa do mundo, considerando que ela tem potencial para promover uma formação mais abrangente e menos fragmentada. O autor argumenta que o pensar complexo é compreender as partes, as conexões dos elementos que constituem o sistema e considerar suas relações com o todo.

Para considerar esses elementos, parece importante tratar temas que possam promover reflexões abertas e complexas, tal como os socioambientais. García (1998) argumenta que o desenvolvimento da Educação Ambiental (EA) deve promover uma cultura que trata dos problemas ambientais voltados às questões dinâmica e articulada com esferas sociais, políticas, econômicas, educacionais etc. O autor enfatiza a necessidade de romper com a visão de mundo estático e simplista quando se lida com tais questões, nesse sentido, Guimarães (2008) vai ao encontro dessas ideias afirmando que a escola possui papel fundamental na desconstrução de uma educação conservacionista, na qual o homem precisa se afastar da natureza para conservá-la, focando em atitudes certas ou erradas.

Discussões dessa natureza se apresentam sob diversas perspectivas, por exemplo, nas produções acadêmicas desta revista³, indicadas por reflexões acerca dos problemas locais (regionais) enfrentados pela comunidade, ações no contexto da sala de aula e práticas socioambientais que vêm sendo abordados. Desta forma, a EA na perspectiva da complexidade, cria abordagens mais integradas para enfrentar os desafios ambientais. A exemplo dos trabalhos publicados, Modolon *et al* (2023) discutem a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) e sua inserção em todos os seus níveis e modalidades em caráter formal e não-formal da

³ INTERFACES DA EDUCAÇÃO (Link de acesso: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/interfaces>)
Interfaces da Educação, Paranaíba, V. 15, N. 43, p. 393 a 413, ano 2024
ISSN 2177-7691

educação. Os autores registram que a região sul do estado de Santa Catarina ainda carece das exigências previstas nos objetivos da PNEA e que tais discussões merecem atenção das instituições de ensino. Souza e Delarmelinda (2023) apresentaram pesquisa que avaliou os conteúdos abordados por professores de ciências da natureza sobre a temática meio ambiente nos anos finais do ensino fundamental, em região que sofre a pressão da degradação ambiental, localizada na Amazônia. Os autores relatam que a EA é tratada na educação básica com tema extraclasse, pelo fator de tempo, recursos financeiros e material didático apropriado impedindo uma abordagem holística.

No contexto do ensino, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento oficial da educação que estabelece os conhecimentos essenciais que os estudantes devem contemplar ao longo de sua trajetória escolar (Brasil, 2017). Quando se trata de questões ambientais, a BNCC reconhece a importância em considerar a potencialidade dos temas socioambientais integrando os conceitos específicos de outras áreas do conhecimento como a Física, Biologia, Geografia, Ciências Sociais etc., como forma de desenvolver a conscientização, reflexão crítica e ação em prol da sustentabilidade. Nos debates atuais, as teorias antropogênicas ganham destaque com discursos que os humanos são capazes de influenciar processos naturais em escala global, desta forma, o ensino deve compreender os problemas ambientais, bem como o desenvolvimento de habilidades para lidar com esses desafios de forma responsável e eficaz.

Nota-se a busca por uma formação que apresenta ações efetivas e discussões de questões ambientais no espaço escolar. Assim, a EA na perspectiva da complexidade vem ao encontro da educação que não seja algo isolada e particular de uma disciplina, mas pautada em conhecimentos escolares que levem à complexificação do conhecimento (García, 1998; 2004) reconhecendo as relações, interferências sociais e histórica, a forma de interagir e lidar com o meio em transformação

García (1998) discute que a reorganização do saber e referência de outras esferas do conhecimento são ferramentas que possibilitam ao sujeito atuar e tratar os problemas socioambientais. Do ponto de vista da construção do conhecimento escolar, reconhecer as questões ambientais é compreender as interconexões que envolvem aspectos sociais, econômicos, políticos, culturais e científicos. Desta forma, a EA no contexto escolar deve ser abordada de forma abrangente com múltiplas dimensões para discussões. Nesse caso, os Níveis de Formulação (Guerrero-Fernández *et al.*, 2021; Rodríguez-Marín *et al.*, 2013; 2014; García, 1998; 2004) movem ações do docente durante o processo de ensino e aprendizagem. Assim, o

termo níveis se refere à expectativa do conhecimento escolar a ser alcançado em sala de aula, já o termo formulação, reflete no planejamento (estratégias e ações) dos conceitos científicos escolares que possam contribuir para a formação de um sujeito complexo (Rodríguez-Marín *et al.* 2013; 2014; Carvalho, 2016)

Diante dessas preocupações, considera-se que o desenvolvimento da EA mais crítica e complexa não deve ser isolada, mas o processo ensino-aprendizagem deve pautar em ações que levem à complexificação desse conhecimento. Entende-se que buscar formações com esses vieses envolve, em um primeiro momento, estabelecer os níveis de aprendizagem, partindo do pensamento simples para outro mais complexo. Isso, implica tanto na reformulação dos problemas no contexto escolar quanto na forma de entender e analisar a aprendizagem dos estudantes no processo de construção de um determinado conteúdo (García, 1998; 2004). Diante disso, esse artigo identifica os níveis de formulação que os estudantes podem alcançar (tomados a partir dos interesses e percepções dos professores) em uma proposta de aulas complexa sobre as emergências climáticas.

1. Referencial teórico

Os Níveis de Formulação e as Hipóteses de Transição são bases para construir o conhecimento escolar com viés a uma EA na perspectiva mais crítica e complexa relacionada à formação que visa compreender os possíveis caminhos para a construção do conhecimento escolar e identificar os elementos (ideias, argumentos, conhecimentos) que aparecem no processo do ensinar e aprender. Assim, torna-se fundamental tratar da complexidade no processo de ensino e de aprendizagem. Para Morin (2007) a complexidade ajuda a compreender as interações, incertezas e interligações dos sistemas abertos, argumentando que “o pensamento simplificador é incapaz de conceber a conjunção do uno e do múltiplo” (Morin, 2007, p.12). Do ponto de vista do fazer escolar, Garcia (2004) traz a discussão para uma formação do sujeito capaz de refletir e se posicionar frente aos problemas ambientais, o autor compreende a escola como um espaço de reflexão sobre as atividades humanas e suas relações socioambientais, tornando-se assim um local catalisador e de fomento para mudanças sociais.

Os Níveis de Formulação que Guerreiro et al (2021), Rodriguez-Martin et al (2014) e Garcia (1998; 2004) discutem, com viés a prática docente, se desenvolvem nas interações e reorganizações do conhecimento escolar construído ao longo do processo de aprendizagem, baseados na compreensão e argumentação dos estudantes, considerando que são sujeitos em

constante transformação que partem de um pensamento simples em direção a um pensamento mais complexo.

A EA na perspectiva da complexidade não propõe um conhecimento escolar pronto, mas um caminho capaz de complexificar esse conhecimento e contribuir para a ruptura do pensamento simples. Assim, torna-se fundamental reconhecer que os Níveis de Formulação se estabelecem a partir das partes ou do todo. Morin (2007) ao trazer a discussão sobre o pensamento complexo, salienta que o conhecimento não pode ser fragmentado e desarticulado de outros conhecimentos, pois pensar de forma complexa está atrelado a englobar, articular e contextualizar, buscando ultrapassar o pensamento simplificador. Nesse sentido, os Níveis de Formulação apresentam natureza flexível, pois reconhecem a diversidade dos argumentos encontrados pelos estudantes ao longo do desenvolvimento do conhecimento escolar.

Assim, às reflexões voltadas às questões socioambientais devem romper com discussões reducionistas e deterministas, buscando uma formação que se preocupa com o desenvolvimento educacional que não seja algo isolado ou reprodução de discursos simplificadores presentes nos veículos de comunicação (Carvalho *et al.* 2017). Loureiro (2008) argumenta que a escola deve superar os ensinamentos conduzidos sem reflexões críticas e pouco questionados, pois é espaço e instrumento funcional à sociedade para reflexões ambientais contextualizadas diante da sociedade moderna.

1.1 A construção de um conhecimento pautado na EA na perspectiva complexa

Trabalhar com as questões socioambientais implica lidar com os problemas locais e globais enfrentados pela sociedade. Questões locais tratam-se de problemas enfrentados no cotidiano pelo sujeito como, poluição do ar, água e solo, alterações climáticas regionais, perda da biodiversidade local, descargas de esgoto não tratado entre outras. E questões globais referem-se a mudanças climáticas, esgotamento dos recursos naturais, desmatamento, excesso de resíduos plásticos nos oceanos, por exemplo. As relações entre elas é que interessa, porque conduz ao entendimento das partes e do todo para se repensar nos problemas em níveis local, nacional e internacional, além de abordagem educacional que leva os estudantes a reconhecer nos espaços em que se inserem.

Outro ponto a ser repensado quando se busca a EA na perspectiva da complexidade refere-se a natureza do conhecimento que será base para os estudos, ou seja, implica em incorporar a perspectiva da complexidade. Muitos dos trabalhos sobre as questões ambientais, desenvolvidos no contexto escolar baseiam-se em discussões deterministas e limitados a

instrumentalização ecológica, a exemplo das atividades de reciclagem ou plantio de árvores (Guimarães, 2008; Loureiro, 2008) ou discussões catastróficas diante as emergências climáticas, ignorando os interesses, os limites e os paradoxos de uma sociedade sustentável. Desta forma, os trabalhos voltados às questões ambientais ainda possuem caráter tímido e muitas vezes desvinculado dos conceitos científicos, o que conduz a discussão pouco crítica e pensamentos simplificadoros (Morin, 2007).

Morin (2007) aborda o termo pensamento simplificador para a tendência natural do homem em reduzir ou facilitar soluções diante de um problema local ou global, ignorando as interconexões. O autor ressalta que a simplificação leva à compreensão distorcida da realidade, pois o sujeito está imerso em discurso neutro, parcial e incompleto diante de problemas que possuem múltiplas influências, interesses e interações envolvidas. Desta forma, a EA na perspectiva da complexidade reconhece as incertezas e as diversidades ao lidar com as questões ambientais e reconhece que o pensamento simplificador limita o sujeito em compreender e integrar outras esferas do conhecimento.

Loureiro (2008) argumenta que a escola, sendo instrumento funcional à sociedade, deveria superar os ensinamentos conduzidos sem reflexões críticas e pouco questionados, e propor uma EA contextualizada para a sociedade moderna que tem por finalidade a construção de valores, conceitos, habilidades e atitudes éticas da relação sociedade-natureza. Para o autor nada adianta a inserção da EA no currículo escolar sem considerar os processos sociais, as interações de poder, regras institucionais, as condições de trabalho do docente e a comunidade que o aluno está inserido. Loureiro (2008) enfatiza que a produção do conhecimento deve ser constituída através de movimentos e interações entre o indivíduo e a sociedade, de forma que a escola exerce uma função fundamental nessa relação refletindo diretamente no currículo. Segundo o autor,

[...] para essa perspectiva não cabe querer que a educação ambiental se insira transversalmente no currículo, sem entender as relações de poder, as regras institucionais, as condições de trabalhos docentes, a funcionalidade da educação no capitalismo, os mecanismos de exclusão e permanência do aluno na escola. (Loureiro, 2008, p. 70)

Nessa perspectiva, Morin (2007) salienta que a simplificação da visão de mundo leva à alienação diante de alguma temática, bem como à redução da capacidade de articulação com outras áreas do conhecimento. O autor destaca a importância da relação da complexidade com as incertezas e indeterminações que compõem um sistema dinâmico e aberto, entretanto, vale ressaltar que discutir complexidade não se resume apenas às questões das incertezas, mas à combinação entre ordem e desordem. Outro ponto fundamental nessa discussão é compreender

que a complexidade não visa eliminar o simples, já que o simples é como uma avaliação momentânea da situação, mas sim incorporar o simples como aspecto dentre as várias complexidades que o sistema apresenta, portanto o pensamento simplificador fragmenta a discussão, enquanto o pensamento complexo integra os pensamentos simplificadores.

Morin (2007) conceitua o pensamento complexo ao considerar os diversos campos disciplinares. O princípio desse pensamento é de incompletude e de incerteza, em busca permanente do saber não fragmentado. Para o autor, o pensamento complexo reconhece as relações dos sistemas e dos problemas contemporâneos, por meio das interconexões que rompem com o pensamento linear e a visão neutra da realidade. Na prática da educação, García (1998) traz uma reflexão sobre a possibilidade de passar de um conhecimento simples para outro conhecimento mais complexo, promovendo a transição entre os conhecimentos cotidiano e científico para conhecimento escolar. Essa relação é discutida pelo autor levando em consideração a existência de uma interação contínua e sem hierarquia entre esses conhecimentos, assim, o conhecimento escolar é construído a partir de um sistema de ideias aberto e que evolui ao longo do tempo e dentro do seu contexto, o que significa que nunca será um conhecimento universal e neutro, pois depende do contexto escolar que está inserido, do conhecimento científico e do conhecimento cotidiano do sujeito, assim, o conhecimento escolar tem sua própria natureza e dinâmica.

Os pressupostos da complexidade de Garcia (1998; 2004) e Morin (2007) convergem quando enfatizam a importância de promover uma formação crítica e pautada em diversas perspectivas, de forma a não tratar as questões ambientais por um viés determinista e reducionista. Neste caso, dá-se a oportunidade para o sujeito analisar os problemas de forma que incorpore em suas ações e reflexões diferentes parâmetros para tomadas de decisões. A discussão sobre a incerteza e os riscos se torna fundamental na construção do conhecimento escolar para superar o pensamento simples (que busca uma resposta exata e neutra dos problemas contemporâneos) e busca o pensamento complexo, que relaciona as interações do sistema.

Desta forma, a EA na perspectiva da complexidade se dedica à função de desenvolver determinados hábitos ambientalistas, mas proporcionar uma mudança de pensamento e ação, que permite desenvolver e discutir que não existe uma verdade certa sobre a resolução dos problemas ambientais, mas uma verdade relativa que pode ser construída e reconstruída de acordo com as esferas sociais, culturais, econômica e política. Assim, a construção do conhecimento no contexto escolar necessita que seja aberto, dinâmico e integrado a outras áreas

de conhecimento, evitando a visão *conservacionista ou ambientalista* (GARCÍA, 2004), que foca na atitude certa ou errada do aluno. O discurso voltado à complexidade do ponto de vista de García (1998) refere-se à uma reorganização do saber e à nova forma de atuar e tratar os problemas ambientais.

O conteúdo de Educação Ambiental deve ser um meio para promover uma cultura alternativa do modelo social dominante. Uma cultura que integra, de forma equilibrada, a concepção sistêmica do meio, da ética ambiental e da capacidade de resolver problemas socioambientais. Uma cultura que leva em conta as contribuições das ciências – da ciência da natureza e da ciência sociais - e dos aspectos ideológicos (García, 2004, p. 197)

Para García (2004) a prática da conscientização, quando trabalhada sem vínculo às outras esferas do conhecimento, fomenta a ideia de que os problemas socioambientais são pontuais e não fazem parte do sistema como todo. A construção do conhecimento escolar complexificado deve ser um processo social, baseado na interação, valores éticos e culturais, logo a EA na perspectiva da complexidade não deve limitar-se a reprodução de informações, mas se construída de forma contextualizada, com abordagens que promovam a conexão e considere aspectos da dinâmica dos sistemas.

1.2 Os Níveis de Formulação na construção de uma EA na perspectiva da complexidade

As preocupações expostas para a construção do conhecimento escolar para promover ações efetivas na escola diante da EA na perspectiva da complexidade são discutidas na perspectiva de Rodríguez-Marín et al (2013; 2014) que implica em identificar os conceitos científicos escolares e estabelecer níveis de aprendizagem que os sujeitos alcançam, partindo do pensamento simples para outro mais complexo. Essa ferramenta, possibilita repensar na formulação dos problemas ambientais tratados no contexto escolar e na forma de entender e analisar a aprendizagem dos estudantes durante o processo. Desta forma, a construção do conhecimento escolar se organiza a partir dos Níveis de Formulação (Guerrero-Fernández *et al.*, 2021; Rodríguez-Marín *et al.*, 2014; García, 1998; 2004).

Para Rodríguez-Marín *et al.* (2013), o conceito de Nível de Formulação é construído como o planejamento de aulas com possibilidades de estabelecer e compreender o desenvolvimento dos conceitos trabalhados pelo docente em sala, orientando a ação antes, durante e após a construção das aulas. Vale ressaltar que além de contribuir para a organização, diante da construção do conhecimento, os Níveis de Formulação possibilitam identificar os elementos conceituais que os estudantes constroem ou reconstroem frente a um conhecimento específico, chamado de Hipótese de Transição. Os dois conceitos – Níveis de Formulação e Hipótese de Transição - são interdependentes, havendo a relação estreita entre eles: o educador

planeja suas atividades e conseqüentemente considera a evolução das ideias dos estudantes. Segundo os autores,

[...] O educador tem de ter uma hipótese de trabalho sobre o que pode acontecer no processo de ensino e aprendizagem, e essa hipótese não deve referir-se, necessariamente, a uma mudança progressiva e linear, mas uma transição mais aberta a partir de um nível de formulação para outro, também se consideram contratempos e mudanças não previstas inicialmente (Rodríguez-Marín *et al.*, 2014, p. 307).

Nessa perspectiva, os Níveis de Formulação referem-se aquilo que o professor foi efetivamente capaz de planejar/aplicar para suas aulas para a construção do conhecimento escolar. Assim, a organização do conhecimento escolar é proposta pelo docente tomando como referência a transição de um nível de conhecimento a outro de acordo com desenvolvimento cognitivo apresentado pelo sujeito. Nesta mesma reflexão, García (1998) ressalta que as ideias prévias dos indivíduos (conhecimento cotidiano) sofrem modificações ao terem contato com o conhecimento escolar, tornando-se mais complexo, pois incorporam elementos de outras esferas (questões sociais, culturais, políticas, tecnológicas etc.). Vale ressaltar, que os planejamentos ou planos construídos pelos docentes estabelecem possíveis caminhos e organização em sala de aula, entretanto os Níveis de Formulação, defendido nesse artigo, além de descrever como se formulam e se desenvolvem os conhecimentos escolares ao longo do tempo, compreende os diferentes níveis de complexidade e a maneira (hipóteses de transição) que os estudantes vão se aprofundando e modificando seu conhecimento inicial (cotidiano).

Para Rodríguez-Marín *et al.* (2014) os níveis se mostram como estruturas conceituais que visam compreender a construção do conhecimento mais básico, em que os conceitos são formulados de maneira simples e direta, para níveis mais altos, que abordam relações entre os diferentes elementos, conceitos mais amplos e abstratos e discussão de problemas que são compreendidos em toda a sua complexidade, levando em consideração os múltiplos elementos, interações dinâmicas e incertezas inerentes. Esses Níveis de Formulação auxiliam a análise da maneira como os conceitos se definem, abordados e interpretados pelos estudantes ao longo de uma proposta de aula, ressaltando as dimensões estruturais e conceituais, atrelado ao conhecimento escolar; dimensões contextuais, atrelado ao conhecimento cotidiano e complexas.

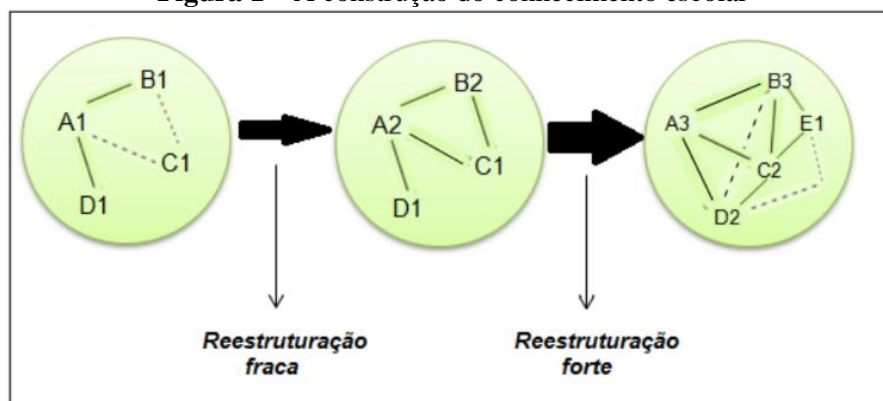
Assim, os níveis permitem que o docente possa dar coerência e sentido ao processo de construção de conhecimentos na intervenção pedagógica, disciplinar e orientar o tratamento dos problemas socioambientais, estabelecendo a gradação do simples ao complexo ao longo desse processo. Quanto à formulação dos conceitos, estes se atrelam à organização e reformulação dos problemas a investigar, levando em consideração as ideias dos sujeitos envolvidos no

contexto escolar e romper com as dificuldades de aprendizagem por intermédio da investigação. No contexto da complexidade, os Níveis de Formulação, além de ser construído de conceitos científicos escolares pelo docente, necessita levar em consideração a prática e dinâmica da sala de aula, e se possível, contar com a colaboração da comunidade escolar a fim de que juntos possam reorganizar as ideias dos estudantes durante o processo de aprendizagem. Para Morin (2007, p.18) “Em situações complexas, nas quais, num mesmo espaço e tempo, não há apenas ordem, mas também a desordem; não há apenas determinismo, mas também acasos”, o autor traz a reflexão das incertezas que emergem no contexto escolar. Porém, a complexidade não se resume apenas a incerteza ou na eliminação do simples, mas busca interpretar todos os elementos que um sistema abrange. Para Rodriguez-Marín et al. (2014) os Níveis de Formulação não são ferramentas fechadas e inflexíveis, mas sofrem modificações ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

A **Figura 1**, baseada em García (1998), representa as formas de interações possíveis que se apresentam nos Níveis de Formulação desejados, aquelas organizadas pelo docente, a partir das hipóteses de transição (argumentos) dos estudantes. Na Figura, os círculos representam o conhecimento escolar que se deseja alcançar na construção das aulas pelo docente, de acordo com os níveis de complexidade. Interpretam-se as construções dos argumentos desenvolvidos pelos estudantes com a analogia de letras e ligações de linhas, sendo as letras as ideias iniciais (A1, B1, etc.) que são concretizadas ou reorganizadas (A2, B2 etc.) de acordo com o desenvolvimento dos conceitos.

As linhas contínuas, nas ligações, referem-se aos argumentos concretos, baseados em dados e evidências científicas e informações confiáveis, enquanto as pontilhadas, referem-se aos argumentos que carecem de substâncias, baseados em crenças pessoais ou opiniões não fundamentadas com lógica que não são consistentes.

Figura 1 – A construção do conhecimento escolar



Fonte: García (1998, p. 151)

Para Rodríguez-Marín et al. (2014) a utilização dos Níveis de Formulação facilita reconhecer os elementos incorporados pelos estudantes e suas interações, transitando de argumentos simples para outros mais complexos, ainda que se esteja ciente da dinâmica que a sala de aula proporciona.

2. Metodologia

A modalidade da pesquisa é qualitativa buscando por particularidades em casos singulares, visando generalizar algumas estratégias que favoreçam a incorporação da complexidade nos contextos educativos. Assim, o caminho metodológico seguirá utilizando a Análise de Conteúdo (AC) (Bardin, 1977) apresentando e analisando as relações entre o ensino de Física e a construção do conhecimento (níveis de formulação). Destacam-se que os dados analisados por meio da AC trazem informações de natureza conceitual que buscar compreender o problema dessa pesquisa, para isso, toma-se como referência a desmontagem dos conceitos científicos de cada momento de aula e sua análise detalhada, na sequência, desenvolve-se as relações, procurando a identidade entre elas para então emergir da totalidade do texto, em direção a uma nova compreensão do todo (níveis de formulação).

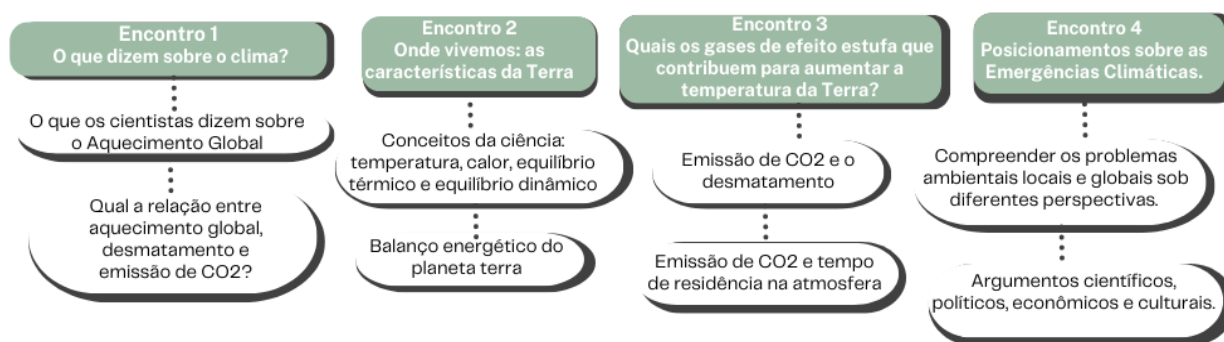
Para obter os dados da pesquisa, primeiramente, analisaram-se os conceitos científicos e esferas dos conhecimentos presentes na proposta de aulas complexificada sobre as emergências climáticas; em um segundo momento, identificaram-se os elementos da complexidade, a partir dos estudos dos referenciais teóricos, elencando os níveis de complexidade que os estudantes alcançam ao longo do processo de ensino aprendizagem. Para contemplar esses elementos, a proposta está organizada por meio de Encontros (1, 2, 3 e 4) que trazem discussões acerca dos conceitos de Ciências/Física e reflexões e atividades vinculadas a outras do conhecimento (esferas sociais, culturais, econômicas e políticas). Neste sentido, essa pesquisa analisa os espaços curriculares frente às fases definidas por Bardin (1977) como: pré-análise; exploração do material e tratamento dos resultados.

Vale ressaltar que o artigo é um recorte de uma tese de doutorado⁴ que busca investigar a articulação entre o ensino de Ciências, aspectos da complexidade e a questão socioambiental. Assim, a **Figura 2** apresenta a estrutura da proposta de aulas complexificada construída em

⁴ Pesquisa de doutorado com o título “Os níveis de formulação: construção do conhecimento escolar para complexificar o ensino de física”, desenvolvida pela aluna Fernanda da Rocha Carvalho no Programa de Pós-graduação em Ensino e História das Ciências e da Matemática da Universidade Federal do ABC (UFABC) com defesa programada para 25 de novembro de 2024.

parceria com o Grupo de Ensino de Ciências e suas Complexidade (GrECC)⁵ sobre a temática Emergências Climáticas, com foco no Ensino de Ciências. A proposta se desenvolveu ao considerar os aspectos da realidade dos sujeitos que cursam o ensino médio e a organização do currículo escolar de escolas públicas nas cidades de São Paulo e Santo André. Note-se que não se indicam séries/turmas específicas, pois a proposta construída se adequa à realidade dos sujeitos envolvidos na pesquisa e disciplinas do Novo Ensino Médio (eletivas, projetos etc.).

Figura 2 – Estrutura da proposta de aulas



Fonte: criado pelas autoras (2024)

A proposta de aulas toma como referência os conteúdos conceituais de Física tratados no ensino médio, a saber: calor, temperatura, princípios da Termodinâmica etc. Organizada a partir dos Encontros 1, 2, 3 e 4 e apresenta um caráter complexo, porque cada aula pode ser trabalhada separadamente e de forma aleatória (Encontro 1 com o Encontro 4, por exemplo). O **Encontro 1** aproxima os estudantes da temática por meio de diferentes concepções científicas, para isso, a proposta se propõe três posicionamentos debatidos na comunidade científica sobre o tema, a saber: (i) O aquecimento global (AG) é culpa do ser humano; (ii) O AG é um evento natural; e (iii) O AG não existe. Essa reflexão tem como objetivo apresentar os métodos científicos e tratar da construção de hipóteses para análise de dados, assim como possíveis soluções de problemas do ponto de vista de distintos cientistas/pesquisadores que visam entender a dinâmica da Terra. Após essa aproximação, os estudantes são convidados a investigar a relação entre diversos setores de atividades e as fontes de emissão de gás carbônico (CO₂), para então se posicionar sobre a situação do Brasil, em relação aos demais países, quando se fala de emissão de CO₂ para atmosfera.

O **Encontro 2** visa estudar conceitos que possam subsidiar os posicionamentos sobre as emergências climáticas. Para isso, compreender a Terra (planeta) como um sistema

⁵ Informações do grupo em: dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/1658605080842014

(termodinâmico) aberto permite identificar as relações que caracterizam o meio ambiente de uma forma global, reconhecendo as interações entre vários elementos presentes no sistema Terra e os gases poluentes que interferem na temperatura do planeta. Vale ressaltar que a discussão é abordada junto ao conceito de equilíbrio dinâmico, através de uma representação que demonstra o balanço das diversas interações das radiações na superfície da Terra, conceitos sobre calor, temperatura e equilíbrio térmico foram abordados para compreender o planeta como sistema (termodinâmico) aberto com entrada de energia (radiação que vem quase exclusivamente do Sol) e saída (radiação que a Terra emite para o espaço). Nesse momento, os estudantes podem analisar os valores, em percentagens, da radiação incidente na atmosfera e irradiada pelo sistema terrestre para o espaço, fundamentando o conceito de equilíbrio dinâmico.

Após a discussão sobre equilíbrio dinâmico, o **Encontro 3** visa abordar a interação da radiação com os gases da atmosfera. A proposta traz uma analogia à estufa de planta para compreender o efeito estufa da Terra, investigar os gases que afetam a temperatura do planeta e a contribuição relativa de cada um deles, pois assim será possível estimar qual ou quais são mais ‘eficientes’ na retenção de calor na atmosfera. O Encontro se inicia com discussão sobre o efeito estufa da Terra e investigar as fontes de emissão de CO₂ que afetam a temperatura do planeta, para então compreender a situação do Brasil em relação às emissões. Essa reflexão é construída através da análise de gráfico que especifica as emissões de CO₂, nos últimos trinta anos no Brasil, comparado com a evolução da temperatura média anual global. A partir dessa análise, a proposta segue com a discussão sobre as interações, a absorção de calor e a concentração dos gases responsáveis pelo aquecimento da atmosfera, assim, os estudantes se aprofundam nos conceitos científicos escolares sobre tempo de residência e a concentração desses gases na atmosfera. A ideia central do Encontro 3 é explicitar e compreender por que as pesquisas dão ênfase apenas no setor de desmatamento para a emissão de gases, por que o CO₂ é considerado o “vilão” do efeito estufa e como a temperatura média da Terra pode ser influenciada por outros gases.

No **Encontro 4** os estudantes retornam um posicionamento sobre a temática, discutindo as polêmicas que envolvem os argumentos científicos, políticos, econômicos e culturais. Assim, a proposta retoma a discussão iniciada no Encontro 1, a ideia é que os estudantes possam complexificar seus argumentos diante dos problemas ambientais locais e globais sob diferentes perspectivas e dos conhecimentos discutidos ao longo da proposta. Para isso, o tema é reapresentado aos estudantes por quatro representantes/líderes com pontos de vista diferentes,

por exemplo: no que diz respeito aos interesses da **comunidade científica**, a proposta traz um vídeo de representante cético que aborda uma discussão envolvendo as consequências de proibir as queimadas para os agricultores. Já o **representante político**, aborda uma discussão voltada aos interesses do governo e as ações atuais diante dos problemas ambientais do Brasil, vale ressaltar que esse representante usa nos seus argumentos dados científicos para justificar o desmatamento. Na discussão do **representante cultural**, a proposta aborda um viés indígena que traz argumentos que vão defender os interesses da comunidade local e global e a importância da fiscalização no desmatamento. No **setor da economia**, o representante aborda como os países devem se posicionar para utilizar seus recursos naturais de modo responsável e convergente às regras apresentadas na COP26 para não afetar diretamente a qualidade ambiental. E o **setor de comunicação - mídia**, que aborda fatores que tornam o Brasil crucial para evitar catástrofe climática mundial. O **Encontro 4** finaliza com um levantamento das principais ideias dos representantes/líderes, através de um mapa mental, e discussão dos seus interesses diante do tema. Assim, os estudantes são convidados a se posicionarem diante das suas atitudes e intervenções no meio ambiente.

Tendo como base a AC e os Níveis de Formulação, que é usado nesta pesquisa como uma ferramenta metodológica apoiada na teoria de Rodríguez-Marín *et al.* (2013; 2014), foram identificadas três categorias que contribuem para construir e organizar o conhecimento escolar, permitindo assim, uma relação entre o educador, o desenvolver das atividades e o acompanhamento do mesmo. Essas categorias referem-se: N1 (Nível de Formulação 1) voltada a mudança de uma visão ambientalista e fechada dos problemas ambientais; N2 (Nível de Formulação 2) voltada a capacidade de interpretar a realidade local e global baseado nos conceitos da Física; e N3 (Nível de Formulação 3) atrelada à organização do próprio conhecimento e posicionamento para a resolução de problemas com viés a outras esferas do conhecimento. A partir dessas categorias é possível identificar a construção do conhecimento escolar cada vez mais complexificado, o que significa sair da categoria N1, menos complexificada, para a categoria N3, mais complexificada. Nota-se que N1, N2 e N3 podem contribuir para que o professor tenha mais clareza acerca das possibilidades de trabalhos mais efetivos, capazes de promover uma educação mais crítica, aos moldes da EA mais crítica, complexa e reflexiva (Watanabe e Kawamura, 2014; 2020).

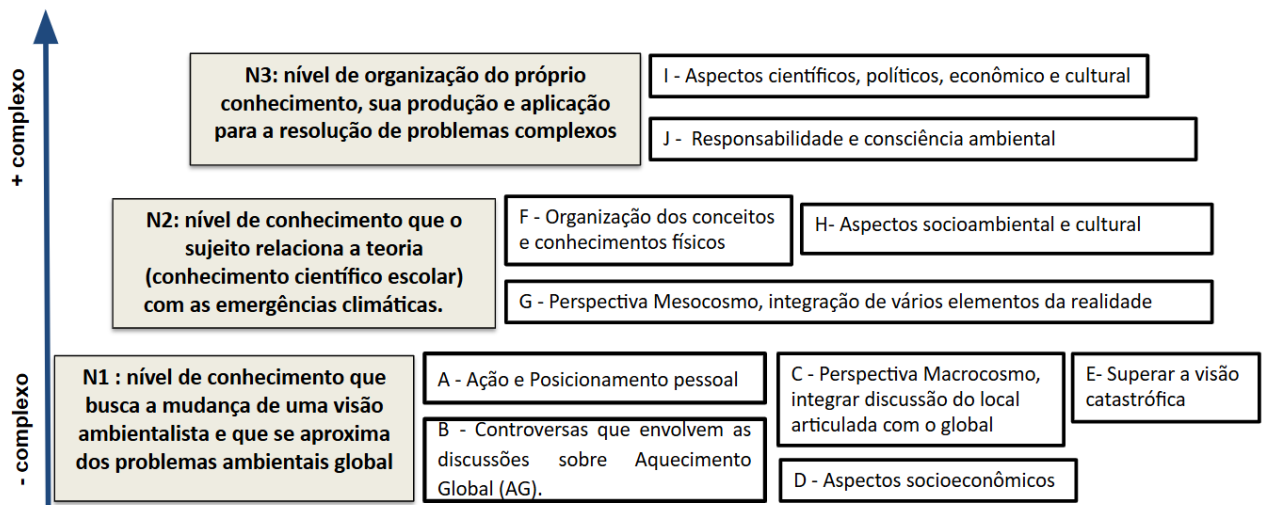
3. Resultados

As categorias identificadas a partir das aulas complexas construídas pelas autoras e pelo Grupo GrECC teve como base parte dos referências teóricos dessa pesquisa, baseiam em elementos como: um pensamento complexo (Morín, 2007) que rompe com um discurso isolado e neutro diante de um sistema, assim, as relações e visões do todo podem levar a um posicionamento mais abrangente diante das discussões sobre as questões ambientais - N1 (Nível de Formulação 1) voltada a mudança de uma visão ambientalista e fechada dos problemas ambientais. A necessidade de integrar diferentes perspectivas e áreas do conhecimento (García, 2004) que vão além das fronteiras disciplinares, pode promover uma abordagem capaz de reconhecer as incertezas presente na sociedade do sujeito - N2 (Nível de Formulação 2) voltada a capacidade de interpretar a realidade local e global baseado nos conceitos da Física.

O conhecimento complexificado reconhece a importância de se posicionar e lidar com o meio, de forma responsável e consciente diante das incertezas e riscos que o sistema é composto. Garcia (2004) enfatiza que a construção do conhecimento integra e reconhece conexões com aspectos sociais, culturais, econômicos e políticos - N3 (Nível de Formulação 3) atrelada à organização do próprio conhecimento e posicionamento para a resolução de problemas com viés a outras esferas do conhecimento. Vale ressaltar que o N3 não se limita a informações de diversas áreas, mas contribui para a construção da autonomia do sujeito, possibilitando o desenvolvimento de um pensamento complexo (Morin, 2007), visto que o estudante necessita se posicionar de forma mais crítica aos problemas que a proposta de aula aborda.

A identificação dos Níveis são flexíveis e dão margem para que os docentes possam adequar a sua disciplina e contexto escolar, assim, a análise das discussões tendem levar à reorganização conjunta entre as causas/consequências e interesses diante do assunto das emergências climáticas, apontando para a relação complexa que se estabelece. Desta forma, a **Figura 3** estabelece os níveis de complexidade fazendo uma analogia com uma escada, sendo o primeiro degrau caracterizado como o nível mais simples e os degraus sucessivos referem-se à aproximação de um conhecimento mais complexo. Nota-se que em cada degrau da escada (N1, N2 e N3) estão representados o objetivo que o professor deseja alcançar em sala de aula junto com as possíveis relações, interações e hipóteses que os estudantes podem argumentar (A, B, C etc.) de acordo com o desenvolvimento do conhecimento escolar.

FIGURA 3 – Níveis de Formulação encontrados



Fonte: criado pelas autoras (2024)

O N1 consiste em um **nível de conhecimento que busca a mudança de uma visão ambientalista e que se aproxima dos problemas ambientais globais**. Atrelado ao Encontro 1 da proposta de aulas, esse nível busca aproximar os estudantes do tema e compreender suas atitudes e posicionamento em relação ao meio ambiente (A), através de uma atividade que os faça repensar como sujeito responsável das mudanças climáticas. Vale ressaltar que essa reflexão será retomada na proposta no Encontro 4, assim, eles podem complementar ou modificar seus argumentos ao longo do que vão estudando. A partir desse contato inicial, discussões sobre as controvérsias que envolvem o AG são incorporadas para explicitar diferentes pontos de vista científicos sobre o assunto (B), a intenção desta reflexão é apresentar aos estudantes alguns elementos e relações que cercam o desmatamento e emissão de CO₂ na atmosfera e compreender que é possível diversas interpretações para os dados científicos e por isso não existe um posicionamento fechado acerca do AG entre os cientistas.

Para isso, esse momento segue com análises de gráficos que rompem com uma abordagem local e descontextualizada do global (C) com discussão atrelada a uma visão macrocosmo da emissão de CO₂ para atmosfera, assim, a análise aproxima os estudantes dos dados que relacionam a dinâmica dos países e as fontes emissoras (setor energético, setor de uso de terras e florestas, setor agropecuária e setor industrial) compreendendo que a emissão não é exclusivamente do desmatamento. Nesse nível, o sujeito pode repensar sobre os aspectos socioeconômicos (D) e se posicionar sobre a situação do Brasil diante dos outros países, a discussão sobre emissão de CO₂ é composta por um conjunto de variáveis que possibilita aos estudantes compreender a hierarquia entre os países, diante das emergências climáticas.

Ainda nesse Encontro, algumas imagens veiculadas aos meios de comunicação sobre qual “o problema ambiental do Brasil” são abordadas, nota-se que a discussão desse momento é apresentar o alarmismo diante do assunto (E), a intenção é sair de uma visão catastrófica de causa e efeito, por exemplo: desmatar a amazônia significa acabar com o planeta ou a amazônia é o pulmão do mundo, mas compreender as interações e reorganizações.

O N2 consiste em um **nível de conhecimento que o sujeito relaciona a teoria (conhecimento científico escolar) com as emergências climáticas**. Arelado ao Encontro 2 e 3 da proposta de aulas, esse nível busca aproximar os estudantes dos conceitos e conhecimentos físicos (F) que trazem elementos para discutir o tema. Para isso, os conteúdos de calor, temperatura, sistema (aberto e fechado) e equilíbrio térmico foram sistematizados nesse momento para que o estudante possa identificar os processos naturais e aqueles intensificados pela ação humana, assim, a proposta envolve uma discussão que leva em consideração a Física da atmosfera para compreender a dinâmica do planeta Terra. Após essas reflexões, a proposta demonstra um balanço das diversas interações das radiações que chegam e saem do planeta. Esse momento, os fluxos de energia e o fenômeno do efeito estufa são discutidos relacionando a vida humana na Terra e as interações de vários elementos da realidade (animal-planta, vivo-não-vivo, ambiente aquático-terrestre, história natural-fisiologia, humano-natural) que apresenta uma visão mesocosmo (G) aos estudantes neste nível.

A abordagem de como o sistema se reorganiza, as interações de elementos do meio ambiente e a dinâmica complexa do planeta possibilita retomar uma análise, Encontro 1 da proposta, sobre as contribuições na emissão de CO₂, em função de algumas características como, por exemplo, situação geográfica, estágio de desenvolvimento do país, atividades econômicas, governo vigente, etc. Assim, analisar a situação do Brasil, panorama local, junto com as informações gráficas de temperatura, emissão de CO₂ nos últimos 50 anos, tempo de permanência e concentração dos gases estufas na atmosfera, possibilita aos estudantes compreender porque os discursos da mídia dão ênfase apenas ao setor do desmatamento quando se fala de emissão de CO₂, esse nível visa buscar um diálogo com os aspectos socioambientais, sociais e culturais (H) que permeiam a questão do aquecimento global.

O N3, atrelado ao Encontro 4, consiste em um **nível de organização do próprio conhecimento, sua produção e aplicação para a resolução de problemas complexos e abertos**, superando uma visão unilateral e interesses únicos. Para isso, a proposta aborda diferentes visões frente às discussões das emergências climáticas, esse nível implicaria em promover reflexões que levem os estudantes a se posicionarem, seja revisando ou alterando

seus argumentos, diante dos problemas ambientais com reflexões de representantes da Comunidade Científica, dos Políticos, dos Economistas e representantes Culturais (indígenas) (I). Para isso, o tema é rerepresentado aos estudantes por quatro representantes/líderes com pontos de vista diferentes, por exemplo: Do ponto de vista de um científico cético, a proposta traz uma entrevista com Ricardo Felício (2020) - professor e doutor em Meteorologia - ressaltando que a questão ambiental é um instrumento geopolítico de países concorrentes que querem desqualificar a produção no Brasil, assim, a discussão é voltada aos embates de ativistas ambientais e como a proibição das queimadas pode prejudicar os agricultores mais pobres, defendendo a ideia de que não é possível culpar o ser humano sobre o Aquecimento Global porque outros fatores estão em jogo.

Do ponto de vista cultural, Joênia Wapichana (2019) - advogada e presidenta da Fundação Nacional dos Povos Indígenas (Funai) - aborda em seu discurso a situação das comunidades indígenas com a violência dos conflitos causados pela invasão de suas terras, pela extração ilegal de recursos naturais por garimpeiros, pelo desmatamento e pela degradação ambiental. Do ponto de vista político, Marcio Bittar (2019) - político brasileiro (deputado) - aborda em seus depoimentos que o aquecimento global não é antropogênico e que a ação humana não interfere diretamente o planeta Terra. Seu discurso é voltado ao fato que o homem não é capaz de modificar o meio ambiente (global), mas apenas seu local.

Do ponto de vista da economia, Emerson Kapaz (2021) - empresário e secretário de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo - fala sobre a relação da questão ambiental com a economia, o empresário argumenta que os recursos financeiros de investidores internacionais são influenciados pelo modo como os brasileiros tratam as questões ambientais. E do ponto de vista da mídia, a BBC News Brasil (2021) argumenta que o Brasil é o centro das atenções em discussões sobre mudanças climáticas por ter um papel fundamental em evitar efeitos catastróficos das mudanças climáticas e que é um dos países mais cobrados na COP26, a conferência das Nações Unidas sobre clima, por ser o sexto maior emissor de gases do efeito estufa.

Vale ressaltar que todos os discursos, analisados no Encontro 4, não representam uma uniformização dos representantes de cada grupo, a ideia é que os estudantes possam compreender as ações e intenções para articulá-las com seus interesses e se reposicionar diante das suas atitudes e intervenções no meio. Nesse sentido, a proximidade de representantes do Brasil (visão microcosmo) contribui para uma formação mais complexa quando os estudantes podem analisar as discussões sobre as questões socioambientais pautadas nas relações e

controvérsias de outras esferas de conhecimento, levando a responsabilidade e consciência ambiental (J).

Em resumo, os níveis de formulação na construção do conhecimento escolar permitem o desenvolvimento de reflexões e discussões de problemas socioambientais articulados com os conteúdos disciplinares da escola básica, reconhecendo o contexto escolar e a prática do educador. Portanto, na perspectiva da complexidade, os níveis não são, necessariamente, o conhecimento aprendido pelos estudantes, mas o conhecimento escolar planejado pelo professor que consistem na mudança de uma visão ambientalista (N1) para discussões fundamentadas por conhecimento científico (N2) atrelados a outras esferas do conhecimento (N3).

Considerações finais

Os Níveis de Formulação encontrados serão fundamentais para compreender como se dá a construção do conhecimento escolar ao longo de uma proposta de aulas, especialmente na dinâmica e organização das discussões, tornando-se fundamental compreender como os estudantes “caminham” dentro do processo. Vale destacar que esses níveis não devem ser usados apenas como ferramenta que identifica a passagem de um pensamento simples para outro mais complexo, mas trata-se de um instrumento metodológico que ajuda o docente compreender as interações e relações entre os elementos incorporados em suas aulas, analisando e sistematizar o todo e as partes (Morin, 2007). Isso significa que os Níveis de Formulação devem levar em consideração os elementos que aparecem como resultado da interação direta ou indireta dos estudantes com o sistema (aula de física; escola; cotidiano; professora etc.), mas não se trata da adição dos elementos, mas a interação desses componentes.

Dos resultados, foi possível identificar três Níveis de Formulação (N1, N2 e N3) podem contribuir para que o professor tenha mais clareza acerca das possibilidades de trabalhos mais efetivos, capazes de promover uma educação mais crítica, aos moldes da EA mais crítica, complexa e reflexiva (Watanabe e Kawamura, 2014; 2020). Tais níveis foram formulados pensando na discussão sobre as emergências climáticas, com viés a Física, tomou como referência a possibilidade dos sujeitos saírem de um conhecimento de baixo nível de complexidade e alcançarem níveis mais complexos, nos quais incorporam aspectos de interação e reorganização do conhecimento escolar e de outras esferas (García, 2004).

O N2, se inicia uma reflexão um pouco mais sistematizada do ponto de vista do conhecimento da Física desenvolvido nas aulas, nota-se que nesse nível as reflexões estão

baseadas nos conteúdos conceituais e possui um grau de complexidade maior que o N1, pois o conhecimento construído se aproxima de uma visão embasada pela dinâmica da própria natureza. O N3, nível mais complexo, encontram-se elementos ambientais articulados com questões sociais, econômicas, políticas e culturais. Desta forma, aspectos como as incertezas e relações do sistema são desenvolvidos ao longo da proposta de aula, no que se refere à complexidade, Morin (2007) busca tratar a natureza do conhecimento e os fenômenos do mundo como um sistema aberto, permeado por variáveis e dinamismo.

Ao longo da análise dos níveis de formulação foi possível notar que o conhecimento escolar não se estabelece de forma contínua e sequencial (Carvalho, 2016), pois os estudantes seguem uma evolução dentro do seu tempo e ideias, podem ser organizadas ou reconstruídas constantemente ao longo do processo de ensino-aprendizagem. Vale ressaltar, que a EA não deve ser tratada para solucionar problemas ambientais ou ser inserida no currículo como atividade extra, mas ser capaz de dar espaço para discutir os conceitos científicos escolares, entender as relações de poder e interesses por trás dos discursos e proporcionar condições para o estudante se ver protagonista nesse cenário.

Agradecimentos

Esse trabalho faz parte do projeto "A perspectiva da complexidade para abordar questões socioambientais e riscos", financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) referente ao processo nº 2024/03921-4. Plataforma Brasil (CAAE: 69067823.1.0000.5594).

Referências bibliográficas

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Traduzido por Renan Silva. Lisboa edições, 70, 225. 1977. Disponível em: <(PDF) BARDIN, L. (1977). Análise de conteúdo. Lisboa edições, 70, 225. | renan silva - Academia.edu>. Acesso em: 20 dezembro de 2023.

BRASIL. Ministério da educação. Secretaria de educação média. **Bncc - Base Nacional Comum Curricular. Ciências Da Natureza, Matemática E Suas Tecnologias**. Brasília: Mec. 2017

CARVALHO, F. R. **As Hipóteses de progressão numa progressão numa proposta de aula complexificada sobre o tema aquecimento global**. Dissertação de Mestrado do Programa Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática – Universidade Federal do ABC, Santo André - SP, 2016.

CARVALHO F. R.; WATANABE, G; RODRÍGUEZ-MARÍN, F. **Construção de conhecimento escolar científico na perspectiva da complexidade**. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, Extraordinario 0, 3237-3242. 2017.

GARCÍA, J. E. **Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares**. Espanha: Díada Editora S. L. 1998.

GARCÍA, J. E. **Educación ambiental, constructivismo y complejidad**. Série Fundamental, n21. Espanha: Díada Editora S. L. 2004.

GUERRERO-FERNÁNDEZ, A.; NIETO, R. M.; HERRUZO L. R.; LÓPEZ L. L.; RODRÍGUEZ-MARÍN, F.; GARCÍA D. E. El huerto educativo ante el cambio climático: Propuesta de una hipótesis de transición sobre el agua y la alimentación. **Investigación en la Escuela**, Espanha, 103, 48-63. 2021

GUIMARÃES, M. Caminhos da educação ambiental: da forma a ação. *In*: Guimarães, M (Org.). **Abordagem relacional como forma de ação**. Campinas, SP. 3ª edição, p. 9–16. 2008

LOUREIRO, C, F, B. Caminhos da educação ambiental: da forma a ação. *In*: Guimarães, M (Org.). **Educação Ambiental e teorias críticas**. Campinas, SP. 3ª edição, p. 51–86. 2008

MODOLON, T.; JULIANI, D. P.; BLEICHER, S. Política Nacional de Educação Ambiental em atividades de extensão do Instituto Federal de Santa Catarina - câmpus da região sul do estado. **Interfaces da Educação**. V. 14 n. 40, 191–209, 2023. <https://doi.org/10.61389/inter.v14i40.5919>

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 3ª ed. Porto Alegre: Sulina, 2007.

RODRÍGUEZ-MARÍN, F.; FERNÁNDEZ-ARROYO, J. Y.; GARCÍA, J.E. Las hipótesis de transición como herramienta didáctica para la educación ambiental. **Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**. Espanha, 32 (3), 303-318. 2014.

RODRÍGUEZ-MARÍN, F.; FERNÁNDEZ-ARROYO, J. Y.; GARCÍA, J. E. Educación ambiental y complejidad: el uso de las hipótesis de transición. **Enseñanza de las ciencias**, Núm. Extra, p. 1467-1471, ISSN 2174-6486. 2013

SOUZA, K. S; DELARME LINDA, E. A. Educação Ambiental na Amazônia Sul-Occidental: uma análise dos planejamentos didáticos e a percepção dos docentes em Ciências da Natureza. **Interfaces da Educação**, V. 13 N. 39, 2023.13(39). <https://doi.org/10.26514/inter.v13i39.5622v>

WATANABE. G; KAWAMURA, M. R. Uma educação na perspectiva ambiental crítica, complexa e reflexiva. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 14, No. 2. 2014.

WATANABE. G; KAWAMURA, M. R. Contribuições das produções sobre a complexidade: aportes para a educação científica escolar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, p. 428-454, ago. 2020