

Como ocorrem os indicadores da Alfabetização Científica durante a aplicação da metodologia de Rotação por Estações sobre o tema das mudanças climáticas?

How do the indicators of Scientific Literacy occur when applying the Station-Rotation Model on the topic of climate change?

Renan de Almeida Barbosas

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
renanabh38@gmail.com

José Vicente Lima Robaina

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
joserobaina1326@gmail.com

Resumo

As mudanças climáticas globais (MCG) alertam para a urgência de ações para seu enfrentamento e, como processos educativos importantes nesse contexto, a Educação em Ciências e a Educação Ambiental se potencializam no objetivo da Alfabetização Científica (AC) dos indivíduos. O presente estudo teve como objetivo a execução e análise de uma Rotação por Estações (REP) como metodologia estruturante para a AC sobre a as MCG. Classifica-se como um estudo de caso de caráter exploratório-descritivo, realizado em uma escola pública da cidade de Porto Alegre (RS). No total, quarenta e seis estudantes participaram do estudo, com idade entre 15 a 18 anos, que tiveram seus registros textuais analisados de acordo com os Indicadores da Alfabetização Científica (IAC) (SASSERON; CARVALHO, 2008). Os resultados sugerem que os(as) estudantes realizaram a seleção e tratamento de dados, a estruturação do pensamento e o entendimento da situação analisada através das problemáticas propostas e investigadas na REP.

Palavras chave: Cultura Científica Escolar; Ensino de Ciências por Investigação. Metodologias Ativas.

Abstract

Global climate change (GCC) highlights the urgency of actions to address it and, in this context, Science Education and Environmental Education are important educational processes empowered with the goal of Scientific Literacy (SL) of individuals. The present study aimed at the development and analysis of a Station-Rotation Model (SRM) as a structuring methodology for SL about the issue of GCC. Characterized as an exploratory-descriptive case study, it was performed in a public school in the city of Porto Alegre (RS). In total, forty-six students



participated in the study, aged between 15 and 18 years, who had their textual records analyzed using the Indicators of Scientific Literacy (ISL) (SASSERON; CARVALHO, 2008). The results suggest that the students carried the selection and processing of data, the structuring of thought, and the understanding of the situation analyzed through the problems proposed and investigated in the SRM.

Key words: School Science Culture; Science Teaching by Research; Active Methodologies.

Introdução

O contexto histórico-social atual pode ser compreendido como uma rede de expectativas e relações entre a diversidade de pessoas e instituições, gerando atitudes e informações que, de maneira acelerada, ocupam o cotidiano dos indivíduos. Dessa forma, a velocidade do acesso e a quantidade de informações tornaram as relações sociais mais complexas, uma vez que as diferentes dimensões do local, nacional e global têm se tornado dialeticamente mais concretas e abstratas, devido ao ritmo que a mídia e as redes sociais fazem parte do cotidiano de um número cada vez maior de indivíduos.

A temática das mudanças climáticas globais (MCG) têm se destacado no noticiário e em outros contextos, ressaltando a crescente urgência de ações para sua mitigação, provocando a sociedade em diferentes níveis para repensar e intervir sobre o impacto ambiental dos seres humanos na natureza. Estamos testemunhando diferentes fenômenos naturais causados ou acelerados pela atividade humana, como por exemplo, grandes inundações, incêndios incontrolláveis, desmatamento de florestas tropicais, derretimento de geleiras, que ameaçam a biodiversidade e sustentabilidade de vida humana no planeta (HANDMER et al.; 2012; UNDRR, 2019). A crise socioambiental ganhou destaque para além do campo científico, em parte pelos seus efeitos estarem visíveis ao redor dos seis continentes - embora com impactos consideráveis nos países em desenvolvimento (COULIBALY; ISLAM; MANAGI, 2020).

Esta discussão ganha relevância na interconexão entre a Educação Ambiental (EA) e a Educação em Ciências (EC) com o objetivo de ser um mecanismo de compreensão e consciência sobre comportamentos apropriados em relação à natureza através de processos educativos. No intuito de evitar a desconexão entre indivíduo e natureza que se encontra no discurso hegemônico, ao mesmo tempo em que se explicita as condições sociais e econômicas da crise socioambiental (LOUREIRO, 2015), a EC se potencializa ao fundamentar-se no processo educativo sobre o que é, como se faz e qual a contribuição da Ciência, resultando na Alfabetização Científica (AC) dos indivíduos (SCARPA; CAMPOS, 2018). Dessa forma, a abordagem didática investigativa ou Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) demonstra ser uma orientação teórico-didática que operacionaliza os processos da AC (SASSERON; CARVALHO, 2008; SASSERON, 2018).

O ensino e a aprendizagem sobre as MCG através de uma abordagem didática investigativa dialogam com os pressupostos teórico-didáticos das metodologias ativas de ensino, que valorizam, entre outras competências e habilidades, a criatividade, a autonomia e o trabalho em grupo mediante a participação ativa dos(as) estudantes (MORAN, 2018). Para que se concretize, esse tipo de aprendizagem deve levar em conta as diferentes formas de aprender e flexibilidade cognitiva dos estudantes, que podem ser atingidas se o(a) professor(a), atuando como um(a) orientador(a), favorece momentos individuais e colaborativos para a construção do conhecimento (SOUZA; ANDRADE, 2016; MORAN, 2018). Sendo assim, a estratégia da



Rotação por Estações (RPE) desponta como metodologia ativa, pois nessa estratégia, os(as) estudantes têm contato com a mesma temática a partir de recursos didáticos e graus de autonomia diferentes, sempre sob orientação do professor.

Nesse sentido, o presente estudo derivado de uma tese de doutorado em andamento teve como objetivo a execução e análise da estratégia RPE como metodologia estruturante do EnCI sobre a temáticas das MCG, no contexto do Ensino Médio em um espaço escolar de ensino. Após essa breve introdução, a seção seguinte detalhará os referenciais teóricos deste trabalho; a metodologia adotada no percurso da pesquisa; os resultados e discussões da aplicação da RPE, de acordo com os objetivos do presente estudo; e, por fim, as considerações finais com reflexões e desafios para estudos futuros.

Referencial Teórico

Essa seção apresenta, em dois momentos, os pressupostos teóricos que foram adotados para realização do estudo, a saber: o Ensino de Ciências por Investigação para promoção da Alfabetização Científica e a estratégia didática da Rotação por Estações.

O Ensino de Ciências por Investigação

O consenso sobre ensinar e aprender Ciências por uma abordagem didática investigativa pode ser evidenciado pela sua grande incidência na pesquisa educacional e prática docente em contexto nacional e internacional. No Brasil, apesar da baixa incidência de pesquisadores(as) dessa temática na região Norte, a abordagem didática investigativa é a concepção teórico-didática mais empregada nos processos de ensino e aprendizagem (PAULETTI, 2021). Ainda segundo a autora, a pesquisa como princípio educativo no cenário brasileiro está dividida em duas concepções: o educar pela pesquisa – que também retrata a pesquisa em sala de aula – e o ensino por investigação. No contexto internacional, essa abordagem é sintetizada pela concepção do *Inquiry Based Science Education* que, em certa medida, tem grande influência da concepção mais generalizada do *Inquiry Based Teaching* (PEDASTE et al., 2015; PAULETTI, 2020).

O objetivo comum é a proposição de aulas investigativas que se tornem uma prática de mediação das significações dos(as) estudantes em um processo simplificado do trabalho científico e, conseqüentemente, desenvolvendo uma cultura científica escolar (CARVALHO, 2013; SASSERON; CARVALHO, 2008). Nesse contexto, o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) contempla ações manipulativas e intelectuais, na qual a interação do(a) professor(a) com os(as) estudantes será como a de um(a) orientador(a) de pesquisa, permitindo a tomada de consciência nos processos cognitivos envolvidos, potencializando a construção de conhecimentos científicos e o estabelecimento de uma cultura científica escolar (CARVALHO, 2013; SASSERON, 2018). Esses pressupostos teóricos, metodológicos e epistemológicos se mostram importantes devido à sua baixa incidência como pesquisa acadêmica na sua interface com a EA (BARBOSA, 2019), bem como permitem a superação da concepção de que o EnCI deve propor apenas experimentos, visto que temas de Biologia muitas vezes não são passíveis de experimentos clássicos (SCARPA; SILVA, 2013).

Nesse sentido, o EnCI manifesta-se como mecanismo de subversão às relações de poder que condicionam a pedagogia tradicional e bancária (FREIRE, 2005a; 2005b), que desvela aos(as) estudantes uma forma consciente e racional de enxergar sua realidade fora do contexto escolar. O EnCI coloca a proposição de um problema como ponto inicial para a aprendizagem, estimulando o raciocínio científico entre os(as) estudantes sendo que, tanto na ação



manipulativa quanto na ação intelectual, a interação do(a) professor(a) com os(as) estudantes será colaborativa, conduzindo os(as) estudantes a tomarem consciência desses processos cognitivos, potencializando a construção de conhecimentos científicos (CARVALHO, 2013).

Dessa forma, objetiva-se a Alfabetização Científica (AC) dos(as) estudantes como consequência da abordagem didática do EnCI. Esse objetivo pode ser compreendido como a interação reflexiva e consciente com noções, conhecimentos, procedimentos e habilidades do empreendimento científico, permitindo que os(as) estudantes interajam “com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p.61). A AC, portanto, se estrutura na compreensão 1) dos conhecimentos científicos; 2) da Natureza da Ciências e suas relações ético-políticas; e 3) das relações e implicações da Ciência com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (SASSERON; CARVALHO, 2011).

O processo de avaliação da AC em sala de aula pode ser realizado através dos Indicadores da Alfabetização Científica (IAC) propostos por Sasseron e Carvalho (2008), considerando o pressuposto que esses indicadores não são excludentes entre si, mas revelam aspectos complementares da AC durante os processos de ensino e aprendizagem. Para as autoras, os indicadores podem ser divididos em três grupos: 1) o trabalho com os dados obtidos em uma investigação; 2) as dimensões que estruturam o pensamento no desenvolvimento de uma argumentação ou ideia; e 3) os aspectos da compreensão da investigação realizada (SASSERON; CARVALHO, 2008).

A importância desses indicadores consiste em tornar possível o conhecimento sobre as variáveis, suas relações e a compreensão geral de determinado fenômeno que é objeto de aprendizagem (SASSERON; CARVALHO, 2008). Apesar dos IAC terem sido desenvolvidos e utilizados para analisar interações discursivas na construção de argumentos durante aulas investigativas, estudos apontam a importância da complementariedade dos tipos de discursos, incluindo a escrita e o desenho, para a organização de ideias coesas e coerentes nos processos de ensino e aprendizagem (SASSERON; CARVALHO, 2010). No contexto da AC oportunizada pelo EnCI, a exigência de diferentes modos de discurso amplia o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e competências por estudantes que tenham algum tipo de dificuldade com a comunicação oral, além de viabilizar a mobilização de conceitos relacionados àqueles envolvidos na investigação realizada durante as aulas (PIZARRO, 2014; SASSERON; CARVALHO, 2010).

Rotação por Estações

A partir do legado deixado pelo escolanovismo sobre a necessidade de autonomia e protagonismo dos estudantes nos processos educativos escolares, as metodologias ativas (MA) de ensino despontam como formas de repensar o papel do(a) professor(a) como sujeito que planeja e orienta a aprendizagem dos(as) estudantes. Considerando o avanço da cultura digital e seus impactos nas competências e habilidades do processo de escolarização, as MA incorporam o uso das mídias e das tecnologias nesse processo, porém, não se limitando à essa inserção tecnologia, as MA se caracterizam “pela inter-relação entre educação, cultura, sociedade, política e escola, sendo desenvolvida por meio de métodos ativos e criativos, centrados na atividade do aluno com a intenção de propiciar a aprendizagem” (ALMEIDA, 2018, p.16).

Dessa forma, objetiva-se que o(a) professor(a) tenha o potencial de promover nos(as) estudantes uma criticidade do entendimento dos processos cognitivos, de contextualização com a temática de estudo que não são facilmente percebidas e de desafiar as capacidades de autonomia e resiliência (MORAN, 2015). Com esse intuito, a MA da Rotação por Estações (REP) foi



adaptada do método *Blended Learning Model: Station-Rotation Model* e pode ser entendida como a organização de atividades pedagógicas em formato de circuito, contemplando diferentes formas de aprendizagem e de recursos didáticos.

Na REP, os(as) estudantes de diferentes formas a partir de estações de trabalho que abordam o mesmo tema. De acordo com Coussirat (2018):

Os estudantes devem ser dispostos em grupos e cada grupo deverá iniciar aleatoriamente uma das atividades. Terão um determinado tempo para realizá-las e, ao fim desse tempo, o grupo passará para a próxima estação, até realizar todas as atividades, de modo que, ao final do processo de rodízio, todos tenham realizado as mesmas atividades (p.24).

A partir desse pressuposto, a REP proporciona a alternância entre atividades em ambiente virtual, atividades em grupos sob orientação do(a) professor e a utilização de habilidades como escrita, interpretação, reflexão e argumentação (HORN; STAKER, 2015). Portanto, corrobora com os pressupostos do próprio EnCI, particularmente em relação à importância do trabalho colaborativo com colegas que podem ter maior domínio dos conhecimentos necessários às atividades e a orientação do(a) professor(a).

A respeito desse aspecto sociointeracionista, compreende-se as interações sociais, no contexto mencionado, são propulsoras do desenvolvimento de funções mentais superiores, mediadas principalmente pela linguagem. Desse modo, conhecimentos, problemas e valores relacionados com a investigação realizada são artefatos sociais e culturalmente construídos, que potencializam a transformação das estruturas cognitivas em prol da aprendizagem (CARVALHO, 2013). Sendo assim, a metodologia da REP estimula competências interpessoais e intrapessoais, e no âmbito pedagógico, permite a superação de lacunas de aprendizagem de determinado conteúdo através do exercício da autonomia e da identificação de dúvidas ao longo do processo (SILVA; SANADA, 2018).

Metodologia

A tese de doutorado em andamento que origina o presente estudo possui abordagem mista¹, e lança mão de técnicas, processos e análises de caráter qualitativo e quantitativo. De acordo com Dal-Farra e Fetters (2017), a escolha por uma pesquisa com Métodos Mistos busca integrar os benefícios da abordagem qualitativa e quantitativa para melhor entendimento do problema. Especificamente sobre a abordagem qualitativa, será possível reunir aspectos subjetivos presentes na linguagem e nas atitudes, referentes às crenças, emoções e comportamentos manifestos durante as interações entre indivíduos (MINAYO, 2009; CASTRO et al., 2010; DAL FARRA; FETTERS, 2017).

Compreendendo um dos momentos qualitativos, o presente estudo trata-se de um recorte que pode ser definido como um estudo de caso e, em relação aos seus objetivos, é exploratório-descritivo, pois investiga a partir do esclarecimento de ideias, atitudes e conceitos que pertencentes ao fenômeno pesquisado, ao mesmo tempo em que tenciona a descrição do fenômeno em si, com o auxílio dos enfoques metodológicos direcionados (BOGDAN; BIKLEN, 2003). Dessa forma, investigou-se o impacto da aplicação da REP com pressupostos

¹ Optamos por esclarecer que este estudo é originado de uma pesquisa mais ampla, que compreende uma tese de doutoramento. A tese composta por mais de um estudo possui abordagem metodológica mista, porém, as análises quantitativas não fazem parte do presente estudo, conforme é explicitado nos parágrafos seguintes.



do EnCI junto a duas turmas de primeiro ano do Ensino Médio de uma escola localizada na região central da cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, no segundo semestre de 2022². No total, quarenta e seis estudantes participaram deste estudo, com idade entre 15 a 18 anos.

A REP com pressupostos do EnCI sobre a temática MCG foi composta de quatro estações independentes, nas quais os estudantes trabalharam de forma autônoma e em grupos após exposição dos conteúdos relevantes para a REP e instruções para execução das tarefas. Os grupos foram construídos a partir da divisão dos estudantes de forma espontânea em cada uma das estações, não ultrapassando o número de seis integrantes por grupo/estação, em cada uma das turmas participantes do estudo. Considerando os pressupostos didáticos da REP, cada grupo deveria responder aos desafios presentes em cada estação em 10 (dez) minutos e, ao sinal do professor, deveriam trocar para a estação seguinte a fim de terminar o circuito para completar as respostas à todas as estações e desafios. Devido à dinâmica do “chão da escola”, a REP teve duração de quatro aulas ou períodos divididos em dois encontros na sala de vídeo da escola em que a pesquisa foi realizada.

A primeira estação (1REP) continha dois gráficos com imagens de satélite demonstrando o ganho e a perda de cobertura arbórea no Brasil, comparando os anos de 2001 e 2021, colocando o seguinte desafio: “Discuta em grupo e escrevam sobre como o desmatamento pode se relacionar com as emissões dos gases do efeito estufa”. A segunda estação (2REP) apresentava um gráfico no formato de mapa mundi, separado por regiões geográficas, apontando as consequências climáticas para essas regiões de a temperatura média global subir em 2°Celsius, contendo o seguinte desafio: “Imagine que vocês estão em um grupo representante dos estudantes em uma Conferência do Clima da sua cidade e o tema em debate são os impactos das mudanças climáticas na sua cidade. Qual o argumento vocês utilizariam para convencer sobre o entendimento que tiveram dos gráficos?”.

No escopo do presente estudo, delimitamos as respostas escritas dos(as) estudantes nas estações 1REP e 2REP ao término de cada estação como dado coletado a ser analisado. Para tanto, a análise desses registros textuais se deu à luz dos IAC propostos por Sasseron e Carvalho (2008), buscando verificar tais indicadores na escrita negociada e compartilhada de cada grupo, por meio dos conhecimentos, habilidades e atitudes dos(as) estudantes presentes nas respostas aos desafios propostos pela REP. Conforme mencionado na seção Referencial Teórico, os IAC possuem três grupos que abordam dimensões complementares presentes no ensino e aprendizagem de Ciências por investigação, apresentados no quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Indicadores da Alfabetização Científica (IAC).

Grupos dos IAC	Dimensões	Descrição
Seleção e tratamento de dados de uma investigação	Seriação	sem ordem prévia, consiste em um rol de dados, uma lista de dados trabalhados
	Organização	ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado
	Classificação	ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas
Estruturação do pensamento	Raciocínio lógico	compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionada à forma como o pensamento é exposto

² Vale ressaltar que a pesquisa foi aprovada junto Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética de número 57490922.4.0000.5347.



	Raciocínio proporcional	aspectos do modo como as variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas
Entendimento da situação analisada	Levantamento de hipóteses	aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema (pode surgir da forma de uma afirmação ou de uma pergunta)
	Teste de hipóteses	colocar à prova as suposições anteriormente levantadas (pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias)
	Justificativa	quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto
	Previsão	quando é mencionada uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos
	Explicação	quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas (estão relacionadas à justificativa para o problema)

Fonte: Extraído e adaptado de Penha, Carvalho e Vieira (2015) e Sasseron e Carvalho (2008).

Na seção seguinte, apresentamos os resultados e suas implicações, dialogando com o referencial teórico e os apontamentos do professor-pesquisador que conduziu a aplicação das atividades.

Resultados e Discussões

Nesta seção, apresentamos os principais resultados e análises dos registros escritos dos(as) estudantes que responderam aos desafios da REP aplicada sobre a temática das MCG. Para o escopo desse estudo, tais registros consistem em respostas por escrito, negociadas e compartilhadas pelos grupos de estudantes aos desafios das estações 1REP e 2REP sobre a relação da perda de cobertura arbórea e efeitos climáticos do aumento da temperatura global, respectivamente. Vale ressaltar que os registros textuais foram extraídos de maneira literal e suas análises não focaram em eventuais erros de língua portuguesa.

À luz dos IAC (SASSERON; CARVALHO, 2008), pudemos identificar a presença de pelo menos um desses indicadores em 80% das respostas escritas pelos diferentes grupos de estudantes. Esse resultado aponta que, em maior ou menor grau de envolvimento com as atividades realizadas, os aprendizes tiveram contato e demonstraram habilidades e processos relativos ao fazer científico no processo investigativo de responder à um problema através da análise de materiais também pertencentes às Ciências. Contudo, verificou-se que as atividades propostas não contemplaram uma parcela dos(as) estudantes, que se limitaram à descrição dos gráficos e imagens que lhe foram apresentadas.

Um primeiro exemplo de resposta em que sugere a presença de três grupos de IAC corresponde à do grupo 7:

Com a perda de vegetação (em rosa no gráfico), temos o aumento do efeito estufa, pois as árvores absorvem uma parte da energia solar. Podemos ver uma grande diferença do gráfico de 2001 pro de 2021, o desmatamento vem influenciando nesses últimos anos o efeito estufa e seu aumento (Grupo 7-1REP).

Observa-se, portanto, que os(a) estudantes desse grupo se preocuparam com a *classificação* dos dados trabalhados, relacionando com as informações presentes no material manipulado. Ao interpretarem o gráfico apresentado juntamente com os conceitos de efeito estufa, energia solar



e desmatamento, demonstra-se um *raciocínio lógico e proporcional* para o levantamento de hipóteses, justificativa, previsão e explicação das consequências do aumento do desmatamento observado no material com a importância da fotossíntese na captação de gás carbônico (CO₂) e, logo, explicando a influência desses fenômenos no efeito estufa.

No exemplo a seguir, também se sugere que a resposta escrita dos(as) estudantes contempla a hierarquia dos dados disponibilizados, expondo de forma coerente a interdependência para argumentar a explicação dada ao desafio proposto:

O desmate promove emissão de CO₂ através da queima e da decomposição de material vegetal, levando a maiores concentrações atmosféricas, contribuindo com o aquecimento global. - Mais de 40% da perda de floresta primária tropical em 2021 ocorreu no Brasil (Grupo 4-1REP).

Para esse grupo de estudantes, a relação do desmatamento, CO₂ e o aquecimento global foi explicada pela emissão direta desse gás através das queimadas. Não observamos uma fundamentação pelas informações do material manipulado, já que o grupo construiu o entendimento dos conhecimentos conceituais com as implicações sociais e ambientais do que se poderia interpretar após a visualização dos gráficos. Ainda, identificamos que a organização das ideias, apesar da necessidade de aprofundamento conceitual, também possibilitou que os(as) estudantes relacionassem outros saberes que estavam presentes nas outras estações e no material de apoio que puderam utilizar durante a execução da REP, reforçando a *justificativa e explicação* das afirmações anteriores ao dado sobre a quantidade de perda de floresta primária tropical.

Outro excerto das respostas dos(as) estudantes que emergiu na 2REP sugere um enfoque ainda maior no *levantamento de hipóteses, justificativa, previsão e explicação*:

Vamos começar com a confirmação da região brasileira marcada em amarelo, no caso seria o norte e nordeste. Por lá é realmente mais abafado e seco. Temos de exemplo a falta de água e as queimadas da Amazônia. Normalmente durante a noite é mais frio por causa da umidade. O sul está como roxo, realmente é quente, porém o clima acaba se esfriando devido as precipitações e os extremos hídricos (Grupo 8-2REP).

A interpretação com as informações fornecidas pelo gráfico da 2REP estimularam a busca por outros conceitos para explicar os efeitos climáticos nas diferentes regiões do Brasil caso a temperatura global aumente em 2°C. Ao mesmo tempo que percebemos o confronto com conhecimentos prévios dos estudantes, vislumbra-se a organização das ideias com *raciocínio proporcional* para **relacionar** os efeitos das MCG com as características climáticas das regiões geográficas brasileiras. Sendo assim, a construção de entendimento feita por esse grupo resultou na **suposição fundamentada por exemplos** e na relação entre temperatura, umidade e precipitações, utilizando tanto a linguagem de sala de aula, quanto termos científicos.

Nesse sentido, verificamos que o objetivo de alfabetizar cientificamente através da abordagem didática investigativa do EnCI, estruturada pela metodologia da REP, pode ter sido atingida de acordo com os IAC identificados nos excertos acima. A análise dos registros textuais produzidos pelos(as) estudantes sugere sua inserção em atividades que estimularam a **seleção e tratamento de dados de uma investigação** através da listagem e ordenação dos dados; a **estruturação do pensamento** explicitada pela exposição de ideias e suas relações e interdependência entre si; e o **entendimento da situação analisada**, pois estimulou suposições, explicações, consequências diretas e suas relações com o fenômeno que estava sendo explicado em cada uma das estações (SASSERON; CARVALHO, 2008).



A identificação dos três grupos de IAC propostos por Sasseron e Carvalho (2008), em suas diferentes dimensões, nos indicam detalhes dos momentos de ensino e aprendizagem em que os(as) estudantes demonstraram a inserção na AC. Encontramos construções de entendimentos nos registros textuais coletados que, apesar do pouco aprofundamento, sugerem o esforço dos(as) aprendizes em trabalhar com as observações, dados e variáveis que foram apresentadas ou que emergiram do debate de ideias nos grupos e com o professor.

A organização das informações, que identificamos na maioria dos registros, sugere que este primeiro e essencial passo para a investigação de uma situação problemática proposta (SASSERON; CARVALHO, 2010) foi contemplada na aplicação da REP sobre a temática das MCG. Além disso, a maioria dos registros também evidencia IAC propostos por outros autores, como por exemplo, a escrita em Ciências que contempla um “posicionamento crítico diante de variados temas em Ciências e articulando [...] os seus conhecimentos, argumentos e dados das fontes de estudo” (PIZARRO, 2014, p.92) e a manifestação de habilidades cognitivas que permite articular o conhecimento científico com os fenômenos presentes na realidade dos(as) estudantes (OHLSSON, 1992), conforme levantado por Pizarro (2014).

O presente estudo apresenta algumas limitações, como por exemplo, a ausência de análise das interações discursivas durante as aulas, o que poderia detalhar a ocorrência dos IAC durante a REP aplicada. Por ser uma abordagem didática que não é comum em sala de aula, principalmente se colocamos em perspectiva a sua incidência desde os anos iniciais de escolarização, deve-se considerar que o impacto do EnCI estruturado pela estratégia da REP represente uma novidade didática na forma de construir entendimentos em sala de aula com estudantes do Ensino Médio. Estudos futuros podem avançar na produção de conhecimentos sobre os impactos da abordagem didática investigativa e de metodologias ativas para tratar sobre temáticas socioambientais a partir da avaliação dos indicadores da AC para a adaptação em outros contextos, considerando a reflexão que permite enfatizar diferentes momentos e formas de registro durante a AC de estudantes desse nível de escolar.

Considerações Finais

Compreendemos que o estudo realizado propôs a execução de tarefas e construção de entendimentos sobre conhecimentos, habilidades e competências científicas adaptadas ao contexto escolar do Ensino Médio (EM), logo, o nível de complexidade das respostas dos(as) estudantes apenas se assemelha a esses mesmos processos no campo científico. Nesse sentido, o objetivo foi investigar os processos de Alfabetização Científica (AC) através de seus indicadores após a execução de quatro aulas com uma abordagem didática investigativa sobre a temática das Mudanças Climáticas Globais (MCG), estruturadas pela metodologia ativa (MA) da Rotação por Estações (RPE).

Isto posto, observamos que a maioria dos(as) participantes dessas aulas demonstraram o envolvimento em processos e práticas que potencializam a AC. No escopo deste estudo, a ocorrência marcante da seleção de informações e dados, exposição de raciocínio lógico e proporcional e do levantamento de hipóteses, justificativa e previsão no registros textuais refletem a construção de entendimento sobre conhecimentos científicos ao mobilizar, relacionar e utilizar conceitos e exemplos discutidos em sala de aula para responder aos problemas propostos relacionados às MCG.

Finalmente, sugerimos que a REP, estruturada para atender aos objetivos da AC, seja escolhida e investigada como inovação didática que permite o desenvolvimento da autonomia, pensamento científico e de uma cultura científica escolar. Consistem, portanto, em fatores cognitivos do ensino e aprendizagem sobre temáticas socioambientais e científicas coerentes



Agradecimentos e apoios

O presente estudo foi financiado pela pesquisa foi financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES)- CÓDIGO FINANCEIRO 001

Referências

ALMEIDA, M. E. B. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Instituto Federal Paraná. Porto Alegre, 2018;

BACICH, L.; MORAN, J. M. Aprender e ensinar com foco na educação híbrida. **Revista Pátio**, Porto Alegre, n. 25, p. 45-47, jun. 2015. Disponível em: <<http://www.grupoa.com.br/revista-patio/artigo/11551/aprender-e-ensinar-com-foco-na-educacao-hibrida.aspx>>;

BARBOSA, R. de A. **Sequências didáticas em Educação Ambiental Crítica: tendências da produção acadêmica, análise epistemológica e reflexões para uma proposta na Educação em Ciências**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Instituto de Ciências Básicas e da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S.K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. 12.ed. Porto: Porto, 2003;

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. CARVALHO, A. M. P. de. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. p. 1-20 São Paulo: Cengage Learning, 2013;

CASTRO, F.G.; KELLISON, J. G., BOYD, S. J.; KOPAK, A. A Methodology for Conducting Integrative Mixed Methods Research and Data Analyses. **Journal of Mixed Methods Research**, vol. 4, no. 4, 2010, p. 342–360, 2010. DOI:10.1177/1558689810382916.

COULIBALY, T., ISLAM, M.; MANAGI, S. The Impacts of Climate Change and Natural Disasters on Agriculture in African Countries. **Economics of Disasters and Climate Change** v.4, p.347–364, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41885-019-00057-9>;

COUSSIRAT, R.S.S. **Rotação por Estações como estratégia para o ensino de radiações e radioatividade para estudantes de Ensino Médio**. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Instituto de Ciências Básicas e da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 123f;

DAL-FARRA, A. R.; FETTERS, M. D. Recentes avanços nas pesquisas com métodos mistos: aplicações nas áreas de educação e ensino. **Acta Scientiae**, Canoas v.19 n.3 p.466-492, maio/jun. 2017;

MINAYO, M. C. de S. Trabalho de campo: contexto de observação, interação e descoberta. Em: MINAYO, M. C. de S.; DESLANDES, S. F. GOMES, R. (Org). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 28ª. ed. Petrópolis: Vozes, 2009;

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 5. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005a;

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 47 ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2005b;



HANDMER, J., Y; HONDA, Z.W; KUNDZEWICZ, N. *ET AL.* Changes in impacts of climate extremes: human systems and ecosystems. In: **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation** [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. *et al.* (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 231-290, 2012;

HORN, M. B.; STAKER, H. **Blended**: Usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação. [tradução: Maria Cristina Guarte Monteiro] – Porto Alegre: Penso, 2015. p. 292;

LOUREIRO, C.F.B. Educação Ambiental e Educação para o Desenvolvimento Sustentável: polêmicas, aproximações e distanciamentos. Em: LOUREIRO, C.F.B.; LAMOSA, R. de A. C (orgs.). **Educação Ambiental no contexto escolar**: um balanço crítico da década da educação para o desenvolvimento sustentável. – Rio de Janeiro/ Quartet:CNPq, 2015;

MORAN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C. A.; MORALES, O. E. T. (Orgs.) **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania**: aproximações jovens. v. 2. PG: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015. (Coleção Mídias Contemporâneas). Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf>;

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018;

OHLSSON, S. The Cognitive Skill of Theory Articulation: a neglected aspect of Science Education? **Science & Education**. v. 1, n. 2, 1992. Disponível em: <<http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2FBF00572838.pdf>>.

PAULETTI, F. Concepções de pesquisa como princípio educativo em contexto brasileiro: ensinar e aprender por investigação. **Revista Debates Em Ensino De Química**, v. 6, p. 345-369, 2021;

PAULETTI, F. Etapas das práticas investigativas: as proximidades e os distanciamentos de contextos distintos. **Cadernos de Educação, Tecnologia e Sociedade**, v. 13, p. 432-449, 2020;

PEDASTE, M.; MÄEOTSA. M.; SIIMAN, L. A. *et al.* Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v.14, p.47–61. 2015;

PENHA; S. P. da; CARVALHO; A.M.P.; VIANNA, D. M. Laboratório didático investigativo e os objetivos da enculturação científica: análise do processo. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**. v.5, n.2, mai/ago, p. 6-23, 2015;

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 18, p. 1061-1085, 2018;

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008;

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Escrita e desenho: análise de registros elaborados por alunos do Ensino Fundamental em aulas de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 10, n. 2, 2010;



SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de Alfabetização Científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação** (UNESP. Impresso), v. 17, p. 97-114, 2011;

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. Em: **Revista Estudos Avançados**, v.32, n.94, 2018, pp. 25-42;

SCARPA, D.L.; SILVA, M. B. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. (Org.) CARVALHO, A.M.P. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013, 152p;

SILVA, I. D. da; SANADA; E. dos R. Procedimentos metodológicos nas salas de aula do curso de pedagogia: experiências do ensino híbrido. In: BACICH, L; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018;

SOUZA, P. R.; ANDRADE, M. do C. Modelos de Rotação do Ensino Híbrido: estações de trabalho e sala de aula invertida. Em: **E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 03-16, 2016;

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDRR); UNIVERSITY OF OXFORD. **Peoples' Climate Vote**. Results. United Nations Development Programme (UNDP), pp.1-67, Acesso em: 19 abril 2021. Disponível em: <
<https://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/climate-and-disaster-resilience/The-Peoples-Climate-Vote-Results.html> >;