



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO (PRPG)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA (PPGECM)

ANA CAROLINA RODRIGUES MATEUS

**ESTUDO SOBRE CARACTERÍSTICAS DA ABORDAGEM STEAM COMO
POSSÍVEIS INDICADORES DE ALTAS HABILIDADES/SUPERDOTAÇÃO NA
ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

GOIÂNIA

2024

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

20/12/2024, 13:31

Sistema Eletrônico de Informações - Documento para Assinatura

Processo: 23070.058664/2024-15
Documento: 5055867



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
GERÊNCIA DE CURSOS E PROGRAMAS INTERDISCIPLINARES

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplo: Estado de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

Ana Carolina Rodrigues Mateus

3. Título do trabalho

ESTUDO SOBRE CARACTERÍSTICAS DA ABORDAGEM STEAM COMO POSSÍVEIS INDICADORES DE ALTAS HABILIDADES/SUPERDOTAÇÃO NA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(a) autor(a) e ao(a) orientador(a);
- b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Claudio Roberto Machado Beníte**, Professor do Magistério Superior, em 19/12/2024, às 22:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Carolina Rodrigues Mateus**, Discente, em 20/12/2024, às 13:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_organizacao=0, informando o código verificador **5055867** e o código CRC **EF88D1F6**.

Referência: Processo nº 23070.058664/2024-15

SEI nº 5055867

ANA CAROLINA RODRIGUES MATEUS

**ESTUDO SOBRE CARACTERÍSTICAS DA ABORDAGEM STEAM COMO
POSSÍVEIS INDICADORES DE ALTAS HABILIDADES/SUPERDOTAÇÃO NA
ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pró-Reitoria de Pós-Graduação, da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Educação em Ciências e Matemática.

Área de concentração: Qualificação de Professores de Ciências e Matemática

Orientador (a): Professor Doutor Cláudio Roberto Machado Benite

GOIÂNIA

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Mateus, Ana Carolina Rodrigues
ESTUDO SOBRE CARACTERÍSTICAS DA ABORDAGEM
STEAM COMO POSSÍVEIS INDICADORES DE ALTAS
HABILIDADES/SUPERDOTAÇÃO NA ÁREA DE CIÊNCIAS DA
NATUREZA [manuscrito] / Ana Carolina Rodrigues Mateus. - 2024.
CVIII, 108 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Roberto Machado Benite.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Pró
reitoria de Pós-graduação (PRPG), Programa de Pós-Graduação em
Educação em Ciências e Matemática, Goiânia, 2024.

Bibliografia.

Inclui siglas, fotografias, abreviaturas, símbolos, tabelas, lista de
figuras, lista de tabelas.

1. Altas Habilidades/Superdotação. 2. Ensino de Ciências da
Natureza. 3. Ensino Investigativo. 4. Abordagem STEAM. I. Benite,
Cláudio Roberto Machado , orient. II. Título.

CDU 376

ATA DE DEFESA

20/12/2024, 13:35

SEI/UFG - 4973791 - Ata de Defesa de Dissertação



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

GERÊNCIA DE CURSOS E PROGRAMAS INTERDISCIPLINARES

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata da sessão de Defesa de Dissertação de **Ana Carolina Rodrigues Mateus**, que confere o título de Mestre(a) em em EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, na área de concentração em **Qualificação de Professores de Ciências e Matemática**.

Ao/s **dezenove dias de novembro de 2024**, a partir das **15h30**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **“ESTUDO SOBRE CARACTERÍSTICAS DA ABORDAGEM STEAM COMO POSSÍVEIS INDICADORES DE ALTAS HABILIDADES/SUPERDOTAÇÃO NA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA”**. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, **Professor Doutor Claudio Roberto Machado Benite (PPGECM UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora, cujas participações se deram por videoconferência: **Professora Doutora Tatiane Negrini (UFSM)**, membro titular externo; **Professor Doutor Plauto Simão de Carvalho (UEG)**, membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca não fizeram sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido(a) o(a) candidato(a) **aprovado(a)** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo(a) Professor(a) Doutor(a) **Claudio Roberto Machado Benite**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Claudio Roberto Machado Benite, Professor do Magistério Superior**, em 19/11/2024, às 17:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Tatiane Negrini, Usuário Externo**, em 27/11/2024, às 16:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Plauto Simão De Carvalho, Usuário Externo**, em 29/11/2024, às 20:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4973791** e o código CRC **80893F92**.

Referência: Processo nº 23070.058664/2024-15

SEI nº 4973791

AGRADECIMENTOS

Ao concluir este trabalho, sinto-me profundamente grata a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta dissertação.

Iniciar o mestrado logo após a graduação foi uma mistura de emoções. Enquanto trabalhava em três empregos simultaneamente — duas escolas particulares e um contrato no estado —, ainda conseguia tempo para cursar as disciplinas do mestrado e estudar para concursos. Foi um período extremamente desafiador, e um dos momentos mais marcantes e difíceis foi a eliminação de um concurso por causa de meio ponto. Esse acontecimento me abalou profundamente; chorei muito e senti o peso da frustração. No entanto, esse episódio trouxe um aprendizado valioso: não é possível abraçar o mundo. Compreendi a importância de definir prioridades e seguir em frente de forma mais equilibrada.

Por vezes me perguntei se tinha escolhido o momento certo para entrar no mestrado, considerando que nunca deixei de trabalhar. Hoje, com a clareza do tempo, sei que conciliar trabalho e estudos é difícil, mas possível. Logo após aquele momento de dificuldade, surgiu uma nova oportunidade de emprego, que passou a ocupar todas as minhas tardes e, embora tenha aumentado a carga de trabalho, foi uma chance de crescimento profissional que eu não poderia desperdiçar.

Chegar até aqui foi uma jornada marcada por desafios, noites mal dormidas, lágrimas e momentos de desespero. Não foi um caminho fácil. Mas, apesar de todas as adversidades, consegui. E essa conquista não é só minha; ela é compartilhada com todos aqueles que estiveram ao meu lado durante esse percurso.

Primeiramente, agradeço a Deus, pela força, saúde e determinação durante todo este percurso.

Em seguida, agradeço ao meu noivo, Marco Túlio França Martins, por ser meu maior apoiador durante toda essa jornada. A você, que esteve ao meu lado em todos os momentos, me incentivando a estudar, suportando minhas crises e me ajudando a concretizar nossos planos, sou eternamente grata. Nossa caminhada junto fez essa conquista ainda mais significativa.

Agradeço também à sua família, que sempre me apoiou ao longo dessa jornada, cujo apoio e compreensão foram essenciais nos momentos mais desafiadores.

Aos diretores e coordenadores dos colégios onde trabalho, meu sincero agradecimento. Vocês, que sempre foram compreensivos e me deram o suporte necessário para que eu pudesse faltar quando as demandas do mestrado exigiam, foram fundamentais para que eu conseguisse equilibrar trabalho e estudos.

A minha mãe, que mesmo sem entender completamente o que é escrever uma dissertação, nunca deixou de me apoiar, ajudar e incentivar. Seu amor e dedicação foram meu combustível nos momentos mais difíceis. Ao meu pai, tios, tias, primas e amigos, que estiveram comigo tanto nos momentos bons quanto nos ruins, ofereço minha mais profunda gratidão. A presença de vocês me deu forças para continuar, mesmo quando as dificuldades pareciam intransponíveis.

Aos meus colegas do grupo de pesquisa em altas habilidades/superdotação, meu agradecimento por toda a troca de conhecimento e pelo apoio durante esta jornada. Vocês enriqueceram este percurso de maneiras que palavras não podem descrever.

Aos colegas e professores do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás, agradeço pelas valiosas trocas de conhecimento que enriqueceram meu trabalho.

Aos professores da pós-graduação, com especial agradecimento aos docentes da área de Ensino de Química da Universidade Federal de Goiás: Anna Benite, Márlon Soares, Nyuara Mesquita e Agustina Echeverría, que me acompanham desde a graduação em Química. Tenho por vocês um enorme carinho e admiração. Muito obrigada por todo o aprendizado e apoio ao longo desses anos.

Às amigadas construídas durante a pós-graduação, agradeço pela companhia e pelo suporte em cada fase desse processo. Vocês foram fundamentais para tornar essa caminhada mais leve e divertida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Cláudio Roberto Machado Benite, agradeço profundamente por sua paciência, sabedoria e orientação ao longo de todo o processo. Sei que não foi fácil me orientar devido à minha falta de tempo, mas sou muito grata pela sua compreensão e por ter acreditado no meu potencial, mesmo nos momentos em que eu mesma duvidava.

Por último, aos meus estudantes, que torcem por mim e me proporcionam experiências que são fundamentais para meu desenvolvimento profissional e pessoal. Obrigada por serem parte dessa caminhada e por me darem motivos para continuar evoluindo.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa caminhada. Chegar até aqui foi difícil, mas saber que eu estava cercada por pessoas incríveis tornou esse percurso possível.

RESUMO

Esta dissertação investiga o potencial da abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) como estratégia pedagógica para a sondagem de estudantes com possíveis indicadores de Altas Habilidades/Superdotação (AH/SD) na área de Ciências da Natureza. Diante dos desafios da educação inclusiva, especialmente no ensino de Ciências da Natureza, surge a necessidade de estratégias que favoreçam uma aprendizagem ativa e integrada, respeitando as potencialidades de cada estudante. O problema de pesquisa que norteou o estudo foi: "Como o professor pode identificar o potencial de estudantes com indicadores de AH/SD no ensino de Ciências da Natureza, por meio da abordagem STEAM?" Partindo dessa questão, buscou-se como objetivo do estudo: analisar as características da abordagem STEAM presentes na elaboração de solução para desafios investigativos, visando a sondagem de estudantes com possíveis indicadores de AH/SD na área de Ciências da Natureza. A metodologia, do tipo pesquisa participante, adotada incluiu a implementação de um desafio prático investigativo, desenvolvido com base nos princípios do STEAM, no qual uma estudante foi incentivada a construir um protótipo voltado para resolver um problema real de uma deficiente visual a dar medicamento ao seu filho. Utilizando uma captura em vídeo, denominado "registro do desafio prático investigativo," a estudante documentou as etapas de criação e explicação do protótipo, evidenciando o processo de pensamento e habilidades aplicadas. A análise dos dados focou na identificação de manifestações de habilidades cognitivas e metacognitivas, abordagem STEAM e capacidade de resolução de problemas. Além de, criatividade, habilidade acima da média e envolvimento com a tarefa, aspectos essenciais para o perfil de um estudante com AH/SD, segundo o modelo dos Três Anéis de Renzulli. Os resultados revelaram que a abordagem STEAM, aliada ao ensino investigativo, pode contribuir para a identificação de estudantes com potencial elevado, ao oferecer um ambiente que valoriza a inovação, o pensamento crítico e a aplicação prática dos conhecimentos científicos. A estudante demonstrou interesse e envolvimento com a tarefa, além de uma capacidade significativa de aplicar conceitos teóricos na prática. Como contribuição, o estudo reforça a importância de práticas pedagógicas que não apenas reconheçam, mas também desenvolvam o potencial de estudantes com indicadores de AH/SD em Ciências da Natureza. A abordagem STEAM é, portanto, recomendada como uma ferramenta de sondagem e como um meio de enriquecimento escolar, promovendo a formação integral dos estudantes com potencial elevado. A conclusão aponta para a necessidade de novas pesquisas que aprofundem o uso do STEAM em contextos variados e para diferentes perfis de estudantes, destacando o valor de um ensino de Ciências da Natureza inclusivo, crítico e que valorize a diversidade de talentos em sala de aula.

Palavras-chave: Altas Habilidades/Superdotação; Ensino de Ciências da Natureza; Ensino Investigativo; Abordagem STEAM.

ABSTRACT

This dissertation investigates the potential of the STEAM approach (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) as a pedagogical strategy for surveying students with possible indicators of High Abilities/Giftedness (AH/SD) in the area of Natural Sciences. Faced with the challenges of inclusive education, especially in the teaching of Natural Sciences, there is a need for strategies that promote active and integrated learning, respecting the potential of each student. The research problem that guided the study was: "How can teachers identify the potential of students with AH/SD indicators in teaching Natural Sciences, through the STEAM approach?" Based on this question, the objective of the study was to analyze the characteristics of the STEAM approach present in the development of solutions for investigative challenges, aiming to survey students with possible indicators of AH/SD in the area of Natural Sciences. The participatory research methodology adopted included the implementation of a practical investigative challenge, developed based on the principles of STEAM, in which a student was encouraged to build a prototype aimed at solving a real problem of a visually impaired person giving medication to the your son. Using a video capture, called "record of the practical investigative challenge," the student documented the steps of creating and explaining the prototype, highlighting the thought process and skills applied. Data analysis focused on identifying manifestations of cognitive and metacognitive skills, STEAM approach and problem-solving ability. In addition, creativity, above-average ability and involvement with the task, essential aspects for the profile of a student with AH/SD, according to Renzulli's Three Rings model. The results revealed that the STEAM approach, combined with investigative teaching, can contribute to the identification of students with high potential, by offering an environment that values innovation, critical thinking and the practical application of scientific knowledge. The student demonstrated interest and involvement with the task, as well as a significant ability to apply theoretical concepts in practice. As a contribution, the study reinforces the importance of pedagogical practices that not only recognize, but also develop the potential of students with AH/SD indicators in Natural Sciences. The STEAM approach is, therefore, recommended as a survey tool and as a means of school enrichment, promoting the comprehensive training of students with high potential. The conclusion points to the need for new research that deepens the use of STEAM in varied contexts and for different student profiles, highlighting the value of inclusive, critical Natural Sciences teaching that values the diversity of talents in the classroom.

Keywords: High Abilities/Giftedness; Teaching Natural Sciences; Investigative Teaching; STEAM approach.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AH/SD	Altas Habilidades/Superdotação
SEI	Sequência de Ensino Investigativo
STEAM	Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática
AEE	Atendimento Educacional Especializado
NEE	Necessidades Educativas Educacionais
NAAH/S	Núcleo de Atividades em Altas Habilidades/Superdotação
NAAH/S – GO	Núcleo de Atividades em Altas Habilidades/Superdotação de Goiás
SEDUC – GO	Secretaria Estadual de Educação De Goiás
CRE	Coordenação Regional de Educação
CEPFOR	Centro de Estudos, Pesquisa e Formação dos Profissionais da Educação
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PP	Pesquisa Participante
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
LPEQUI	Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
apud	citado por
<i>et al.</i>	e outros

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama da Teoria dos Três Anéis de Renzulli

Figura 2. Representação gráfica da definição de superdotação.

Figura 3. Estudante apresentando os materiais utilizados no experimento

Figura 4. Estudante exibindo o artefato criado para medição de líquidos

Figura 5. Estudante demonstrando a montagem do protótipo

Figura 6. Estudante simulando a medição de 5 mL de medicamento

Figura 7. Estudante indicando o momento em que o toque sinaliza a quantidade correta de medicamento

Figura 8. Estudante confirmando a precisão da quantidade de 5 mL do medicamento

Figura 9. Estudante simulando a medição de 100 mL de medicamento

Figura 10. Estudante validando a precisão da quantidade de 100 mL do medicamento

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Categorias de Análise de Dados

Tabela 2: Respostas destacadas pela professora sobre a estudante

Tabela 3: Elementos do ensino de Ciências da Natureza observadas a partir do registro do desafio prático investigativo dos estudantes

Tabela 4: Elementos de cada área do STEAM

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Extrato 1

Quadro 2: Extrato 2

Quadro 3: Extrato 3

Quadro 4: Resumo dos elementos STEAM investigados neste estudo

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	16
1 CAPÍTULO 1: SITUANDO A PESQUISA	18
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	18
1.2 O PERFIL DO CIENTISTA E SUAS CARACTERÍSTICAS.....	20
1.3 DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS EM CIÊNCIAS DA NATUREZA: DO LETRAMENTO CIENTÍFICO AO STEAM	22
2 CAPÍTULO 2: DELIMITANDO A PROBLEMÁTICA DA PESQUISA	25
2.1 A ABORDAGEM STEAM E SUA INTEGRAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA.....	25
2.2 INVESTIGANDO A PERGUNTA DE PESQUISA	27
2.3 O STEAM COMO ABORDAGEM PARA A SONDAGEM DE POTENCIAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA	29
3 CAPÍTULO 3: POSICIONANDO E ABORDANDO O PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO. 30	
3.1 A CONCEPÇÃO DE ESTUDANTES COM ALTAS HABILIDADES/SUPERDOTAÇÃO (AH/SD).....	30
3.2 A IMPORTÂNCIA DA INCLUSÃO DE ESTUDANTES COM CARACTERÍSTICAS DE AH/SD NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA	34
3.3 ENSINO INVESTIGATIVO COMO ESTRATÉGIA DE AÇÃO PARA ESTUDANTES COM INDICADORES DE AH/SD EM CIÊNCIAS DA NATUREZA.....	39
3.4 PROPOSTA DE ENSINO INVESTIGATIVO COMO INSTRUMENTO DE SONDAGEM DE INDICADORES DE AH/SD NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA	41
4 CAPÍTULO 4: METODOLOGIA	43
4.1 PRIMEIRA FASE DA PESQUISA PARTICIPANTE	45
4.2 SEGUNDA FASE DA PESQUISA PARTICIPANTE	45
4.3 TERCEIRA FASE DA PESQUISA PARTICIPANTE.....	46
4.4 QUARTA FASE DA PESQUISA PARTICIPANTE	48
4.5 COLETA DE DADOS	49
4.6 ANÁLISE DOS DADOS	50
5 CAPÍTULO 5: RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
5.1 PRIMEIRA FASE DA PP: DELINEANDO O PROJETO DE PESQUISA. A NECESSIDADE DE VISIBILIZAR OS ESTUDANTES COM ALTAS HABILIDADE/SUPERDOTAÇÃO (AH/SD)	52
5.2 SEGUNDA FASE DA PP: ANALISANDO AS CARACTERÍSTICAS DE ESTUDANTES COM AH/SD EM CIÊNCIAS DA NATUREZA	55
5.3 TERCEIRA FASE DA PP: COMPREENDENDO A SONDAGEM INICIAL PARA IDENTIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE AH/SD EM CIÊNCIAS DA NATUREZA.....	58

5.4	QUARTA FASE DA PP: ENSINO INVESTIGATIVO COMO PROPOSTA PARA A SONDA- GEM DE ESTUDANTES COM CARACTERÍSTICAS DE AH/SD.....	63
5.5	ANALISANDO O PLANO DE AÇÃO: REFLEXÕES TEÓRICAS ACERCA DO ‘REGISTRO DO DESAFIO PRÁTICO INVESTIGATIVO’	65
5.5.1	<i>Considerações e análise sobre a manifestação de habilidades cognitivas e metacognitivas em atividades investigativas no ensino de Ciências da Natureza</i>	72
5.5.2	<i>Considerações e análise sobre a abordagem STEAM de estudantes com características de AH/SD em Ciências da Natureza para a resolução de atividades investigativas.....</i>	81
5.5.3	<i>Quem é o estudante com indicadores de AH/SD em Ciências da Natureza? Afinal, E1 é essa estudante?</i>	93
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS/CONCLUSÃO.....	98
7	REFERÊNCIAS	102

INTRODUÇÃO

A educação enfrenta desafios significativos na identidade e no desenvolvimento das potencialidades de estudantes com Altas Habilidades/Superdotação (AH/SD). No contexto do ensino de Ciências da Natureza, essas questões tornam-se ainda mais complexas devido à natureza multidisciplinar, investigativo e integrador dessas áreas do conhecimento. Diante disso, a presente pesquisa propõe investigar e analisar a articulação da abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), como estratégia pedagógica central, pode auxiliar na sondagem e no desenvolvimento de potenciais em estudantes com possíveis indicadores de AH/SD em Ciências da Natureza.

O STEAM é uma abordagem pedagógica que promove a integração de diferentes áreas do conhecimento, possibilitando o desenvolvimento de habilidades cognitivas e metacognitivas em estudantes. Para estudantes que apresentam características de AH/SD, essa abordagem interdisciplinar tem o potencial de estimular o pensamento crítico e criativo, permitindo a articulação de conceitos científicos em contextos práticos, alinhando-se aos princípios de uma educação externa para a formação integral do indivíduo.

A fundamentação teórica desta pesquisa é sustentada por contribuições importantes em cada um dos campos investigados. No que se refere às AH/SD, os estudos de Joseph Renzulli (1986, 1994, 2005, 2018) são centrais, com sua Teoria dos Três Anéis, que propõe que as AH/SD é resultado da intersecção entre habilidade acima da média, criatividade e envolvimento com a tarefa. Negrini (2008), Pérez (2016, 2017), Virgolim (2007, 2014, 2018, 2021), Freitas (2008) e Nóbrega (2022) também oferecem contribuições para a compreensão das características e necessidades educacionais desses estudantes no contexto brasileiro. Para o ensino de Ciências da Natureza, as ideias de Sasseron (2008, 2011, 2015, 2018) e Carvalho (2007, 2008, 2011, 2021) são fundamentais, particularmente no que diz respeito ao desenvolvimento de práticas pedagógicas que oportunizam a investigação científica e o pensamento crítico nos estudantes. Finalmente, a integração da abordagem STEAM é embasada nas contribuições de Lorezin (2019), Yakman (2018), Bacich e Holanda (2020), que destacam a importância de uma abordagem interdisciplinar que favorece a aprendizagem ativa, criativa e aplicada.

A estrutura desta dissertação está organizada em seis capítulos. O Capítulo 1 contextualiza a pesquisa no campo da educação científica e explora o desenvolvimento de competências na área de Ciências da Natureza, com ênfase no letramento científico e na

transição para o STEAM. São abordados o perfil do cientista e suas características, aspectos fundamentais para entender o papel do ensino de Ciências da Natureza na formação de estudantes com potencial elevado. No Capítulo 2, delimita-se a problemática da pesquisa, apresentando a abordagem STEAM e sua integração no ensino de Ciências da Natureza, a pergunta de pesquisa e uma reflexão sobre o STEAM como uma abordagem eficaz para a sondagem de potenciais no ensino de Ciências.

O Capítulo 3 posiciona e discute a concepção de estudantes com AH/SD, a importância de sua inclusão no ensino de Ciências da Natureza e o papel do STEAM como uma estratégia pedagógica para enriquecimento e desenvolvimento desses estudantes. O Capítulo 4 descreve a metodologia da pesquisa, detalhando as fases da pesquisa participante, a coleta e a análise de dados.

No Capítulo 5, são apresentados os resultados e discussões, que analisam a aplicação da abordagem STEAM e como ela auxilia na sondagem de estudantes com possíveis indicadores de AH/SD em Ciências da Natureza. Finalmente, o Capítulo 6 reúne as considerações finais, refletindo sobre os resultados da pesquisa e as implicações para a prática educacional.

Dessa forma, esta dissertação visa contribuir para o campo da educação em Ciências da Natureza na perspectiva da Educação Especial/Inclusiva, oferecendo novas perspectivas e estratégias pedagógicas para a pré-identificação e o desenvolvimento de estudantes com AH/SD. A integração da abordagem STEAM destaca-se como uma prática interdisciplinar que favorece a aprendizagem ativa e investigativa, alinhando-se ao objetivo de proporcionar uma educação mais inclusiva e desafiadora para todos os estudantes.

1 CAPÍTULO 1: SITUANDO A PESQUISA

1.1 Considerações iniciais

A educação brasileira enfrenta desafios contínuos na criação de estratégias inclusivas que atendam às necessidades de estudantes com diferentes perfis, habilidades e condições de aprendizado. No contexto do ensino de Ciências da Natureza, essa tarefa torna-se ainda mais complexa devido ao caráter investigativo e interdisciplinar dessas áreas, que abrangem os componentes curriculares de Química, Física e Biologia. Em um ambiente marcado por demandas de aprendizagem prática e contextualizada, é essencial que a educação desenvolva abordagens que permitam a todos os estudantes, especialmente aqueles com necessidades educacionais especiais, explorarem suas potencialidades e construam uma compreensão significativa dos fenômenos naturais.

Neste estudo, propõe-se investigar a aplicação da abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) como uma estratégia pedagógica que possa promover a inclusão e estimular o interesse dos estudantes em Ciências da Natureza. O STEAM oferece uma estrutura integradora que permite ao estudante transitar entre diferentes áreas do conhecimento, conectando conceitos e aplicando-os na resolução de problemas práticos. Ao valorizar a aprendizagem ativa, a abordagem incentiva o desenvolvimento de habilidades investigativas em um contexto prático e colaborativo, fundamental para o ensino inclusivo e acessível.

A escolha dessa abordagem como foco de pesquisa partiu de experiências profissionais e acadêmicas que permitiram um contato próximo com os desafios do ensino de Ciências da Natureza para uma diversidade de estudantes. Sou graduada em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG) e iniciei minha trajetória no campo da Educação Especial/Inclusiva em 2020, durante o estágio obrigatório, quando passei a integrar o grupo de pesquisa em Altas Habilidade/Superdotação do Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão (LPEQUI).

Essa experiência foi significativa, pois ocorreu no início da pandemia, período em que a educação passou a lidar com novos e intensos desafios, exigindo adaptações tanto na prática docente quanto no aprendizado. No grupo de pesquisa, desenvolvi um interesse pela pesquisa em metodologias inclusivas e investigativas no ensino de Ciências da Natureza, observando a importância de promover uma aprendizagem contextualizada e significativa para diferentes perfis de estudantes.

Ao atuar como professora, percebi o impacto de métodos de ensino tradicionais, muitas vezes baseados na memorização e em provas, sobre a motivação dos estudantes, especialmente naqueles que apresentam curiosidade e interesse natural pelas Ciências da Natureza. Esse cenário me incentivou a explorar práticas pedagógicas mais inclusivas e inovadoras, que permitissem uma participação ativa dos estudantes e favorecessem a compreensão prática dos conteúdos. Com essa motivação, concluí minha graduação em 2022, desenvolvi um projeto de pesquisa relacionado e participei do processo seletivo para o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) também pela UFG, visando aprofundar a investigação e os conhecimentos sobre o assunto.

Durante minha formação no mestrado, mantive minha atuação no ensino em diferentes contextos, como escolas particulares e um programa de gratuidade em um cursinho pré-vestibular, o que ampliou minha experiência em adaptar o ensino para perfis diversos de estudantes. Atualmente, trabalho como tutora em cursos técnicos de Química e professora de Química no ensino médio, onde continuo a aplicar e observar o impacto de metodologias inclusivas e investigativas no desenvolvimento e no engajamento dos estudantes. Apesar das limitações de tempo que dificultaram minha participação em eventos fora de Goiânia, tive a oportunidade de apresentar trabalhos e realizar apresentações sobre a importância de práticas pedagógicas integrativas para a educação em Ciências.

Assim, esta dissertação pretende contribuir para o campo da educação em Ciências da Natureza, propondo a articulação entre a abordagem STEAM e práticas pedagógicas inclusivas e investigativas que possam auxiliar professores a reconhecer e valorizar as potencialidades dos estudantes, promovendo uma aprendizagem ativa, crítica e integradora.

Nesse contexto, ao buscar estratégias que promovam a inclusão e engajem os estudantes no ensino de Ciências da Natureza, é importante considerar as características que definem o perfil de um cientista. Compreender essas qualidades permite que os professores identifiquem e incentivem habilidades nos estudantes, como a curiosidade, o pensamento crítico e a capacidade de resolução de problemas. No próximo tópico, discutiremos o perfil do cientista e as características que orientam sua prática, destacando a relevância desses aspectos na construção de competências científicas entre os estudantes, com o objetivo de formar futuros cidadãos e profissionais comprometidos com a Ciência e a sociedade.

1.2 O perfil do cientista e suas características

Historicamente, a imagem do cientista tem sido amplamente estereotipada como a de uma figura estranha, solitária e frequentemente masculina. Essas representações são disseminadas em mídias populares, como filmes, livros e desenhos animados, influenciando a forma como a sociedade, especialmente os jovens, enxerga a Ciência e os cientistas (Mesquita; Soares, 2008). Esses estereótipos não apenas limitam a percepção pública sobre quem pode ser um cientista, mas também desestimulam potenciais talentos a seguirem carreiras científicas ao perpetuar a ideia de que a Ciência é uma atividade elitista, restrita a poucas pessoas (Ribeiro; Coelho Da Silva, 2018).

Os cientistas são frequentemente referidos como "gênios isolados" (Pérez *et al.*, 2001). Essa perspectiva reforça a noção de que a Ciência é uma atividade individualista, na qual os indivíduos, sozinhos, são os responsáveis pela obtenção de novos conhecimentos científicos (Fernández; Quintanilla; Blancafort, 2010). Esse pensamento leva a uma visão elitista e excludente da Ciência, onde se considera que apenas uma minoria com habilidades intelectuais superiores — em sua maioria homens — pode atuar como cientistas. Tal visão desconsidera o papel fundamental das mulheres e de outros grupos historicamente marginalizados no desenvolvimento científico, reforçando estereótipos sexistas e elitistas (Ribeiro; Silva, 2018).

Além disso, a prática científica é frequentemente reduzida à dimensão experimental, ignorando-se outras áreas das Ciências que não se baseiam exclusivamente na experimentação (Ribeiro; Coelho Da Silva, 2018). Essa visão limitada se relaciona à ênfase em uma única abordagem para a prática científica — o chamado "método científico" —, muitas vezes descrito como um conjunto fixo de etapas a serem seguidas, com foco na experimentação como a principal forma de investigação (Pérez *et al.*, 2001). A partir dessa perspectiva, os cientistas são frequentemente retratados como indivíduos que, dedicados exclusivamente à Ciência, não têm tempo para descanso e continuam a conduzir suas pesquisas de forma independente e incessante (Ribeiro; Silva, 2018). Essa imagem, além de distorcer a realidade da prática científica, reforça a ideia de que a Ciência é um processo isolado e imutável.

Existem vários fatores que afetam esses estereótipos sobre os cientistas e, conseqüentemente, distorcem a compreensão pública da Ciência. Entre os mais notáveis estão a influência de livros didáticos, da população adulta, dos professores e das mídias sociais (Ribeiro; Silva, 2018). Nesse sentido, os benefícios de incorporar a história e as características dos cientistas nas escolas podem ser consideráveis. Ao adotar abordagens educacionais que promovam essas características, como a curiosidade, a investigação e o pensamento crítico, e

ao integrá-las de maneira interdisciplinar e prática, é possível reduzir os estereótipos e promover uma visão mais inclusiva da Ciência. Isso pode, inclusive, inspirar mais estudantes — especialmente aqueles de comunidades menos favorecidas — a explorarem carreiras científicas. Definir e promover as características da identidade do cientista nas escolas é, portanto, essencial para evitar preconceitos e ampliar a inclusão no campo científico.

Uma das características mais marcantes do cientista é a curiosidade, aliada à capacidade de pensar de maneira inovadora, o que o permite encontrar soluções para diversos problemas. Essa curiosidade intelectual é acompanhada de uma postura crítica, buscando a validação ou refutação de teorias, processo pelo qual a Ciência avança (Popper, 1982). Além disso, a inovação desempenha um papel central na atividade científica. Os cientistas frequentemente rompem com paradigmas estabelecidos, propondo novas perspectivas e teorias que expandem a compreensão do mundo (Kuhn, 1996). Essa capacidade de pensar de maneira não convencional e de gerar novas hipóteses é um dos principais pontos do progresso científico.

Outra característica no perfil do cientista é a aplicação do raciocínio lógico-matemático. Segundo Lakatos (1989), a matemática desempenha um papel na formulação de teorias científicas e na validação de resultados experimentais. A capacidade de empregar um pensamento rigoroso e fundamentado em princípios matemáticos é uma competência que distingue o cientista e permite alcançar soluções baseadas em evidências. Desse modo, os cientistas formulam hipóteses, conduzem experimentos e analisam dados de maneira objetiva, o que confere vigor às suas conclusões.

A prática científica moderna é caracterizada pela colaboração, interdisciplinaridade e pela troca constante de ideias entre cientistas de diferentes áreas do conhecimento. O trabalho em equipe e a cooperação internacional são traços centrais da Ciência atual, como destacam Oki e Moradillo (2008), que enfatizam a importância da integração de múltiplos saberes para resolver problemas complexos. Além disso, Merton (1973) ressalta que o cientista deve ser motivado pela busca incansável da verdade, conduzindo investigações com integridade e rigor ético.

A visão tradicional do cientista como um "gênio isolado", desvinculado de um contexto colaborativo, contrasta fortemente com a realidade da prática científica. Se esse estereótipo não for desafiado, pode desestimular estudantes a seguirem carreiras científicas, especialmente aqueles que não se identificam com essa imagem restrita. Por isso, é importante promover uma visão mais inclusiva e diversificada da figura do cientista, trazendo para o ambiente escolar exemplos de cientistas diversos e destacando as características que verdadeiramente os definem.

Isso contribui para humanizar a figura do cientista e tornar a Ciência mais acessível a todos (Ribeiro; Silva, 2018).

No contexto educacional, a abordagem STEAM (acrônimo em inglês para Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) se destaca como uma ferramenta poderosa para aproximar os estudantes das práticas científicas, promovendo o desenvolvimento de habilidades que espelham as características do cientista. Essa abordagem, oferece aos estudantes a oportunidade de desenvolver habilidades como curiosidade, pensamento crítico, inovação e resolução de problemas, que são fundamentais na prática científica (Yakman, 2018). Ao promover a interdisciplinaridade e a investigação ativa, a abordagem STEAM prepara os estudantes para compreenderem a Ciência como um processo dinâmico e colaborativo, desafiando os estereótipos tradicionais (Lorezin, 2019).

Ao incentivar essas habilidades nos estudantes, o STEAM cria um ambiente que os aproxima do perfil do cientista e os encoraja a desenvolver uma mentalidade investigativa e criativa, elementos essenciais para o desenvolvimento de habilidades científicas. Nesse processo, o papel do professor é central, pois cabe a ele facilitar o desenvolvimento dessas características, promovendo um ambiente de investigação e exploração que encoraja a inovação.

Assim, a análise das características dos cientistas, além de fornecer uma compreensão mais realista sobre a prática científica, estabelece as bases para a discussão sobre como essas habilidades podem ser promovidas e desenvolvidas em sala de aula, especialmente no ensino de Ciências da Natureza. A seguir, será abordada a relevância dessa área do conhecimento e sua contribuição para o desenvolvimento de competências científicas no contexto educacional.

1.3 Desenvolvimento de competências em Ciências da Natureza: do letramento científico ao STEAM

A área de Ciências da Natureza na educação básica abrange os componentes curriculares de Química, Física e Biologia, conforme estabelecido pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018). No entanto, a BNCC propõe que o ensino desses componentes curriculares seja tratado nas salas de aulas de maneira articulada, enfatizando a importância da interdisciplinaridade e da contextualização no ensino de Ciências (Brasil, 2018). Essa visão visa desenvolver nos estudantes uma compreensão holística dos fenômenos naturais, promovendo a integração dos conhecimentos científicos com as demandas sociais, culturais e ambientais (Dias, 2021).

É importante que o ensino de Ciências da Natureza vá além da simples transmissão de conceitos teóricos. A BNCC propõe que o desenvolvimento de competências e habilidades nessa área seja articulado entre Biologia, Física e Química, com foco na contextualização social, ambiental, cultural e histórica (Brasil, 2018). Além disso, o ensino deve envolver práticas investigativas, ajudando os estudantes a compreenderem e aplicar as linguagens e processos científicos no contexto das Ciências da Natureza (Nóbrega, 2022).

As práticas investigativas ocupam um papel fundamental no Ensino Médio. Nesse contexto, aproximar os estudantes dos processos de investigação científica, que envolvem etapas de identificação de problemas, formulação de perguntas, teste de hipóteses, uso de instrumentos de medidas, coleta de dados, planejamento de experimentos e comunicação de resultados (Brasil, 2018). Esses procedimentos possibilitam que os estudantes desenvolvam habilidades críticas, aplicando os conhecimentos científicos de forma prática.

Considerando esses princípios, a área de Ciências da Natureza tem o papel de garantir o desenvolvimento de competências específicas de acordo com a BNCC que incluem:

- 1) Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações entre matéria e energia, para propor ações que minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em diferentes contextos.
- 2) Interpretar a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos, elaborando argumentos que permitam realizar previsões sobre a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.
- 3) Investigar situações-problema e aplicar o conhecimento científico e tecnológico para propor soluções que atendam a demandas locais, regionais e globais, comunicando as descobertas de maneira eficaz, utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais.

A partir dessas competências, são definidas habilidades que os estudantes devem alcançar durante essa etapa, alinhando-se aos objetivos do ensino de Ciências da Natureza e visando a aplicação prática e contextualizada dos conhecimentos adquiridos (Brasil, 2018).

Essas competências destacam a importância do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar as questões relacionadas aspectos naturais, sociais e tecnológicos do mundo (Brasil, 2020). Para promover o letramento científico, é necessário que o currículo incorpore as Ciências da Natureza, pois a compreensão dos conceitos essenciais dessa área é fundamental tanto para os estudantes que seguem carreiras científicas, tanto para todos os estudantes, para formar cidadãos informados e capazes de tomar decisões críticas baseadas em evidências. Além disso, a abordagem interdisciplinar permite que os estudantes

apliquem os conhecimentos científicos em situações reais e entendam a conexão entre diferentes áreas do saber (Franco; Munford, 2018).

A BNCC também destaca a necessidade de analisar o papel do conhecimento científico e tecnológico em relação à sociedade, meio ambiente, saúde e cultura (Brasil, 2018). Ela sugere que os estudantes reflitam sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade, e como esses elementos impactam a vida cotidiana. Essa abordagem incentiva o uso do conhecimento científico para resolver problemas reais, promovendo a tomada de decisões informadas. Portanto, é importante que o ensino das Ciências da Natureza seja contextualizado e vinculado às vidas dos estudantes, a fim de desenvolver uma compreensão crítica e reflexiva da Ciência (Leite; Ritter, 2017).

As Ciências da Natureza desempenham um papel central no desenvolvimento social e na compreensão do mundo. A integração desses componentes curriculares por meio de uma abordagem interdisciplinar e contextualizada é importante para a formação de cidadãos letrados cientificamente e críticos. O ensino, por sua vez, deve promover a colaboração entre Química, Física e Biologia, tornando o conhecimento mais relevante e significativo.

A abordagem STEAM se destaca ao promover uma experiência de aprendizagem cada vez mais integrada e interdisciplinar, focando no desenvolvimento de diversas habilidades dos estudantes. Essa proposta está em alinhamento direto com as diretrizes estabelecidas pela BNCC, que valoriza o desenvolvimento de competências através da interconexão entre áreas do conhecimento (Rico, 2019).

Ao promover a integração entre os componentes curriculares da Química, Física e Biologia, a abordagem STEAM busca criar soluções inovadoras para problemas reais, conectando o conhecimento científico ao mundo prático. Ela estimula o pensamento crítico, a criatividade e a colaboração (Lorezin, 2019). Portanto, o ensino de Ciências da Natureza, segundo a BNCC e a abordagem STEAM, deve ser caracterizado pela interdisciplinaridade e pela conexão com o mundo real. Isso possibilita a formação de cidadãos críticos e letrados cientificamente, capazes de utilizar os conhecimentos adquiridos para a construção de uma sociedade mais justa e sustentável.

2 CAPÍTULO 2: DELIMITANDO A PROBLEMÁTICA DA PESQUISA

2.1 A abordagem STEAM e sua integração no ensino de Ciências da Natureza

O ensino de Ciências da Natureza é fundamental para a formação integral dos estudantes, proporcionando-lhes, além do conhecimento teórico, habilidades práticas e investigativas que os ajudam a compreender e interagir com o mundo natural ao seu redor (Santos; Oliosi, 2013). Ele vai além da simples transmissão de informações organizadas, pois visa a aplicação desse conhecimento para a resolução de problemas reais (Sasseron, 2015). Nesse sentido, o STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) surge como uma abordagem de ensino que promove a integração de várias áreas do conhecimento, que visa auxiliar o estudante no processo de ensino-aprendizagem com foco no desenvolvimento de habilidades e competências por meio do trabalho colaborativo (Bacich; Holanda, 2020), transformando o ensino de Ciências da Natureza em uma experiência mais dinâmica e conectada à realidade dos estudantes.

A abordagem STEAM discutida nesta pesquisa foca na integração interdisciplinar de diferentes componentes curriculares, utilizando problemas reais para promover a aprendizagem ativa dos estudantes (Dias, 2021). Essa interdisciplinaridade também auxilia no desenvolvimento das competências e habilidades destacadas na BNCC, que propõe que a escola discuta questões sociais por meio de projetos fundamentados em princípios éticos, democráticos e solidários, respeitando a opinião do grupo (Brasil, 2018). A abordagem STEAM é baseada em princípios como a interdisciplinaridade, a resolução de problemas, a aprendizagem ativa e o desenvolvimento de competências criativas e inovadoras (Lorenzin, 2019). Embora não mencione diretamente a abordagem STEAM, a BNCC apresenta elementos que estão alinhados com seus princípios, ao enfatizar a importância de projetos interdisciplinares, a investigação científica e o desenvolvimento de habilidades práticas e colaborativas.

Nesse modelo de ensino de Ciências da Natureza, fundamentado em situações-problema que são solucionadas pelos próprios estudantes, o conhecimento não é apenas incorporado, mas também transformado, abrangendo diversos aspectos cognitivos em processos contínuos e descontínuos de descoberta (Lorenzin, 2019). Dentro dessa perspectiva, o uso da abordagem STEAM por meio de projetos interdisciplinares apoia o desenvolvimento dos objetivos de aprendizagem, permitindo que os estudantes, de forma autônoma e interativa, construam protótipos, solucionem problemas e interpretem suas próprias criações (Bacich; Holanda, 2020). O STEAM, ao promover a autonomia do estudante, oferece um ambiente de

aprendizagem no qual ele é desafiado a aplicar os conceitos científicos para solucionar problemas do mundo real, promovendo uma aprendizagem significativa.

A abordagem STEAM, incentiva o estudante a adotar uma postura ativa, especialmente por meio de atividades práticas, que promovem o desenvolvimento de habilidades como inovação, criatividade, pensamento matemático, planejamento e execução de projetos, programação, além de fomentar o espírito de cooperação e colaboração (Lorenzin, 2019).

A abordagem STEAM se alinha às diretrizes da BNCC, que destaca a necessidade de desenvolver competências como a resolução de problemas, a investigação científica e o pensamento crítico (Brasil, 2018). Diferente do ensino tradicional, onde o professor atua principalmente como transmissor de informações e o estudante como um simples receptor e repetidor, o STEAM propõe uma abordagem ativa e interdisciplinar, que desenvolve habilidades críticas e investigativas (Teixeira, 2019). Os estudantes são incentivados a aplicar conceitos de Ciências da Natureza juntamente com Matemática, Tecnologia, Engenharia e Artes para solucionar desafios práticos, o que contribui para o desenvolvimento de habilidades e competências (Dias, 2021).

Essa interdisciplinaridade é uma das bases do STEAM, pois permite a conexão entre áreas o conhecimento que, tradicionalmente, são ensinadas de forma separada (Lorenzin, 2019). No ensino de Ciências da Natureza, isso significa que o estudante não aprenderá conceitos de Biologia, Física e Química de maneira isolada, mas integrará esses componentes curriculares para entender fenômenos e resolver problemas. Por exemplo, ao trabalhar em um projeto que envolve a construção de protótipos para a resolução de problemas ambientais, os estudantes precisam mobilizar conhecimentos de Química (para entender reações químicas), de Física e Tecnologia (para compreender a mecânica envolvida), e de Matemática e Engenharia (para realizar cálculos e medições precisas). Esse tipo de integração favorece uma compreensão do conhecimento científico e estimula a criatividade e a inovação (Vasconcelos, 2023).

Além disso, o STEAM também inclui a Arte como um componente curricular, o que amplia as possibilidades de expressão criativa dos estudantes. A inclusão da Arte no STEAM estimula o processo de aprendizagem e possibilita que os estudantes desenvolvam habilidades como a capacidade de visualização, o design e a estética, que são fundamentais para o desenvolvimento de projetos inovadores (Bacich; Holanda, 2020). Dessa forma, a interdisciplinaridade dessa abordagem permite que os estudantes solucionem de forma criativa e inovadora, tornando-os preparados para resolver desafios.

2.2 Investigando a pergunta de pesquisa

Como mencionado, entendemos que o processo de formação cidadã é alcançado por meio da educação e do conhecimento das Ciências da Natureza. A responsabilidade da escola, portanto, vai além da mera transmissão de informações; ela deve capacitar as pessoas a assumirem responsabilidades e participar ativamente da sociedade (Giles, 1987). Dessa maneira, a prática educacional pode ser definida como um meio pelo qual as pessoas se desenvolvem cognitivamente, interagindo com vários grupos sociais e se apropriando da cultura e do conhecimento. Embora o estudante seja responsável pela construção de seu próprio conhecimento, os professores têm a responsabilidade, como mediadores entre a Ciência e o estudante, de criar estratégias que permitam a participação ativa dos estudantes por meio de um ensino que promova uma compreensão contextualizada da Ciência (Carabetta, 2022).

Considerando que a internalização e a construção gradual do conhecimento são processos fundamentais para a concretização do aprendizado, é importante compreender como se dá a construção de conceitos científicos (Carabetta, 2022), destacando seu uso em questões cotidianas, ambientais e tecnológicas. No entanto, o conhecimento de Ciências da Natureza é frequentemente ensinado por meio de aulas expositivas e tradicionais, que limitam os estudantes à memorização de definições e leis (Mizukami, 1986). Essas abordagens, porém, não conseguem atingir plenamente os objetivos pedagógicos dessa área do conhecimento, que possui um perfil investigativo e exploratório, característico das Ciências da Natureza.

Nesse contexto, surge um grupo específico de estudantes que, mesmo com a oferta de aulas que desfavorecem a apropriação de conhecimentos, demonstra facilidade e interesse pelas Ciências da Natureza, superando as expectativas dos professores quanto à aprendizagem do conteúdo, demonstrando rendimentos exemplares e resultados escolares acima do nível dos demais colegas de turma. Em contraponto a esse cenário, esses estudantes geralmente são deixados de lado pelos professores, com a justificativa de que são inteligentes e aprendem sozinhos. No entanto, conforme apontado por Antipoff e Campos (2010), esses estudantes não aprendem sozinhos, mas a partir das oportunidades oferecidas a eles. O atendimento educacional diferenciado é essencial para esses indivíduos, pois quanto antes houver o atendimento, menos potenciais serão desperdiçados. Esse cenário revela a invisibilidade de um grupo da Educação Especial que, segundo as políticas educacionais, tem direito ao serviço de Atendimento Educacional Especializado (AEE): os estudantes com indicadores de Altas Habilidades/Superdotação (AH/SD).

Segundo a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva, as pessoas com AH/SD são aquelas que apresentam “elevada criatividade, grande envolvimento na aprendizagem e realização de tarefas em áreas de seu interesse” (Brasil, 2008, p. 15). Partindo desse pressuposto, neste estudo adotamos como referencial teórico a Teoria dos Três Anéis, de Joseph Renzulli, que sugere comportamentos superdotados relativos aos traços de: habilidade acima da média, criatividade e envolvimento com a tarefa (Renzulli, 2004).

Diante disso, torna-se evidente a necessidade de repensar as abordagens no ensino de Ciências da Natureza, buscando estratégias que promovam um ambiente de aprendizagem que estimule a curiosidade, o pensamento crítico e a capacidade de resolver problemas. A personalização desse ambiente possibilita o surgimento de talentos em sala de aula, além de favorecer o crescimento de todos os estudantes, valorizando suas particularidades e ritmos de aprendizagem. Ao adaptar as práticas pedagógicas às necessidades individuais, cria-se um espaço inclusivo e desafiador, que potencializa o desenvolvimento das competências de cada estudante.

Neste estudo, uma estudante foi desafiada a resolver um problema real e desenvolver um artefato dentro do contexto do STEAM, aplicando de forma autônoma os conhecimentos interdisciplinares de Ciências da Natureza, Matemática e outras áreas. A investigação se concentra em como a estudante articula suas ideias para resolver o problema proposto, utilizando o pensamento interdisciplinar característico do STEAM. O objetivo é compreender como a resolução de problemas complexos, por meio do desenvolvimento de protótipos e de projetos colaborativos, pode revelar os potenciais indicativos de AH/SD.

Como discutido anteriormente, embora a BNCC não mencione explicitamente o STEAM, ela valoriza práticas pedagógicas que promovem a colaboração, a resolução de problemas e o desenvolvimento de competências criativas e inovadoras (Brasil, 2018). Esses princípios estão diretamente alinhados com os objetivos do STEAM, que integra múltiplos componentes curriculares para promover uma educação mais ativa e reflexiva.

Este estudo busca, portanto, entender como o STEAM pode ser utilizado para identificar esses talentos ocultos, promovendo uma educação mais inclusiva e equitativa. Assim, o problema de pesquisa desta investigação é: *Como o professor pode identificar o perfil de potencial de estudantes com AH/SD no ensino de Ciências da Natureza utilizando a abordagem STEAM?* A investigação analisará como a aluna resolve o problema proposto pelo desafio STEAM e como essa abordagem pode revelar talentos muitas vezes invisíveis no ambiente escolar tradicional.

2.3 O STEAM como abordagem para a sondagem de potenciais no ensino de Ciências da Natureza

A metodologia tradicional, centrada na transmissão de conceitos, pode impedir que os estudantes pesquisem, reflitam, criem hipóteses e testem alternativas de maneira significativa. Isso limita o desenvolvimento de habilidades investigativas, críticas e criativas (Medeiros; Goi, 2020). Assim, a abordagem STEAM surge como uma proposta que reformula essas concepções, permitindo que os estudantes assumam um papel protagonista no processo de aprendizagem, enquanto os professores se tornam mediadores, ajudando a articular a integração de diferentes áreas do conhecimento e a resolução de problemas práticos.

Acreditamos, que um dos principais objetivos do ensino de Ciências da Natureza é promover a formação integral dos estudantes, visando o desenvolvimento de cidadãos criativos, aptos a utilizar o conhecimento científico para construir argumentos bem fundamentados e resolver problemas de maneira crítica. Esse processo também envolve a capacidade de transformar a realidade social por meio de ações que refletem responsabilidade social, autocuidado, empatia e a colaboração com seus pares (Bacich; Holanda, 2020). Nessa perspectiva, o STEAM surge como uma abordagem para enfrentar os desafios contemporâneos, promovendo uma educação que favorece o desenvolvimento de competências e habilidades, como criatividade, pensamento crítico, comunicação e colaboração (Bacich; Holanda, 2020).

O STEAM, por meio de sua abordagem interdisciplinar, promove um ambiente de aprendizagem que estimula a curiosidade e o pensamento crítico, ao mesmo tempo em que possibilita a sondagem de talentos, especialmente em estudantes com características de AH/SD. Ao desenvolver atividades investigativas e projetos interdisciplinares, o STEAM permite que os estudantes apliquem suas habilidades em situações reais, demonstrando suas capacidades de maneira prática. A criação de protótipos, a resolução de problemas e o trabalho colaborativo são elementos que ajudam os professores a identificarem indicadores de AH/SD, uma vez que esses estudantes tendem a se destacar em atividades que exigem inovação e pensamento crítico.

O Ensino de Ciências por Investigação foi utilizado neste estudo como uma proposta, para orientar os estudantes na formulação de perguntas, na coleta de dados e na construção de hipóteses, servindo como um instrumento para o desenvolvimento de soluções. De acordo com Carvalho (2021), o Ensino de Ciências por Investigação é aquele que:

possibilita ao estudante, no que diz respeito ao processo de produção do conhecimento, identificar padrões a partir de dados, propor explicações com base em evidências, selecionar evidências para justificar uma explicação, construir argumentos para relacionar dados e conclusões e empregar dados para

tomar decisões; e, no que se refere ao processo de comunicação, discutir, escrever e comunicar aos colegas o conhecimento científico" (Carvalho, 2021, p.132).

No entanto, o foco principal da pesquisa está na maneira como o STEAM pode promover nos estudantes a capacidade de aplicar seus conhecimentos e habilidades para resolver problemas práticos, possibilitando a sondagem de estudantes com indicadores de AH/SD em Ciências da Natureza.

A BNCC enfatiza a importância de práticas pedagógicas que incentivem a colaboração, a resolução de problemas e o desenvolvimento de competências criativas (Brasil, 2018). O STEAM, ao alinhar-se com essas diretrizes, oferece um ambiente de aprendizagem propício para o desenvolvimento dessas habilidades, além de promover um ensino personalizado que valoriza as singularidades dos estudantes. Esse ambiente permite que o potencial de cada estudante seja revelado, especialmente em atividades que exigem a integração de diferentes componentes curriculares, como as Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologia.

Por meio da abordagem STEAM, os professores conseguem criar cenários de aprendizagem que favorecem a participação ativa dos estudantes, permitindo que eles construam protótipos e resolvam problemas de maneira autônoma. Essa prática promove o engajamento e a motivação dos estudantes e permite a pré-identificação de talentos que, em uma abordagem mais tradicional, poderiam passar despercebidos. O desenvolvimento dessas atividades práticas revela habilidades que muitas vezes não são visíveis em aulas expositivas, destacando os estudantes com indicadores de AH/SD.

Diante desse contexto, no próximo capítulo, será explorado o problema central da pesquisa, aprofundando a discussão sobre os estudantes com AH/SD no ensino de Ciências da Natureza. A partir das bases estabelecidas no STEAM, investigaremos como sondar e apoiar o desenvolvimento desses talentos dentro de um contexto de ensino mais inclusivo e investigativo.

3 CAPÍTULO 3: POSICIONANDO E ABORDANDO O PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO

3.1 A concepção de estudantes com Altas Habilidades/Superdotação (AH/SD)

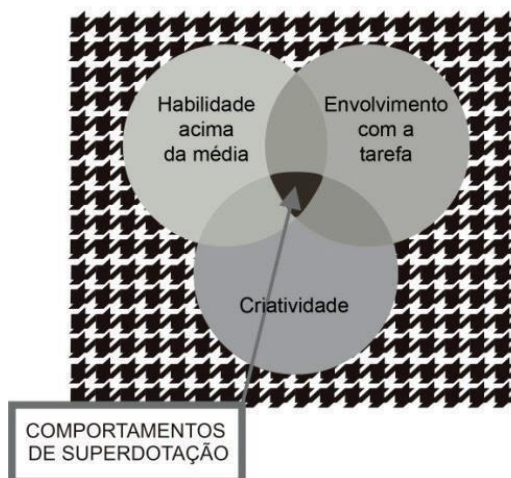
O público da Educação Especial, na perspectiva da Educação Inclusiva, inclui estudantes com Altas Habilidades/Superdotação (AH/SD), que representam uma parcela significativa da população escolar, embora muitas vezes não recebem o atendimento especializado necessário para atender às suas necessidades educacionais específicas (Negrini; Freitas, 2008). Segundo a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva, pessoas com altas habilidades/superdotação apresentam "elevada criatividade, grande envolvimento na aprendizagem e realização de tarefas em áreas de seu interesse" (Brasil, 2008, p. 15).

Dentre os estudiosos cujas ideias têm ganhado maior reconhecimento sobre AH/SD, destaca-se Joseph Salvatore Renzulli (1986), cujas teorias são acompanhadas por métodos práticos de identificação e por programas que vêm sendo amplamente implementados em diversos países ao redor do mundo. Em razão de sua importância, apresentaremos de forma sucinta a perspectiva que este autor oferece sobre essa especificidade.

Renzulli (1986) destaca que as AH/SD podem ser classificadas em dois tipos. A primeira, conhecida como superdotação acadêmica ou escolar, que se refere aos indivíduos que se destacam na escola, aprendem com rapidez e demonstram um nível elevado de compreensão. O segundo tipo, que ele denomina como superdotação criativo-produtiva, está relacionado a aspectos da atividade humana, onde é valorizado o a capacidade de desenvolvimento de produtos originais que influenciam os outros e promovem mudanças significativas.

Por meio do Modelo dos Três Anéis, (do inglês, "*The Three-Ring Conception of Giftedness*"), Renzulli (1986) atribuiu aos estudantes identificados com AH/SD uma interação dinâmica entre três características fundamentais: habilidade acima da média, criatividade e envolvimento com a tarefa. Esta teoria destaca que a superdotação não é uma característica fixa, mas pode ser desenvolvida e manifestada em diferentes contextos e fases da vida. Esses três elementos, dispostos em um padrão que lembra um xadrez (ver Figura 1), ilustram a influência dos fatores ambientais, sociais e de personalidade no desenvolvimento da superdotação, representada pela área da "teia" no modelo, que contribuem para o surgimento da superdotação no ponto de interseção dessas características (Renzulli; Reis, 1997; Renzulli, 2005). Para Renzulli (2005), esse fenômeno ocorre no contexto do desenvolvimento humano, manifestando-se em comportamentos observáveis nos quais o potencial do indivíduo se traduz em desempenho em uma área específica.

Figura 1. Diagrama da Teoria dos Três Anéis de Renzulli



Fonte: adaptado e traduzido por Renzulli, 1986

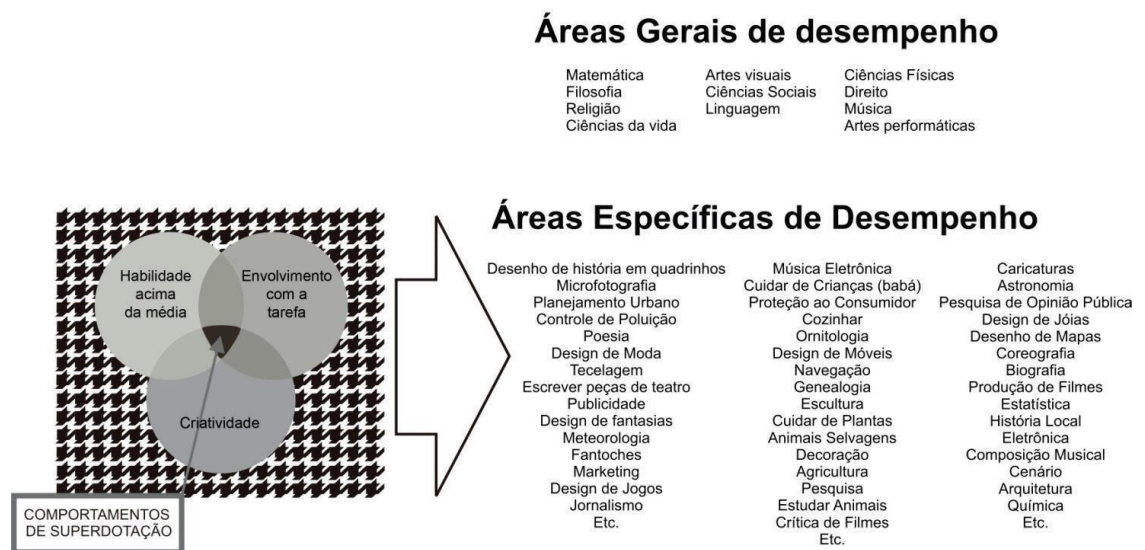
O Modelo dos Três Anéis de Renzulli enfatiza que os comportamentos associados à superdotação podem surgir mesmo na ausência simultânea dos três conjuntos de características (Renzulli; Reis, 1997). Também diz que, embora esses comportamentos sejam moldados por fatores de personalidade, como autoestima, autoeficácia e energia, além de fatores ambientais, incluindo nível socioeconômico, perfil dos pais e estimulação infantil, e ainda influenciados por predisposições genéticas, eles podem ser positivamente impactados por experiências educacionais planejadas de forma cuidadosa (Renzulli; Reis, 1997). Renzulli também observa que, nem sempre, a criança manifesta esse conjunto de traços de forma igualmente desenvolvida. No entanto, se as oportunidades oferecidas forem adequadas, ela poderá expandir significativamente todo o seu potencial (Renzulli, 2005).

Nesse contexto, Renzulli argumenta que não devemos entender que as AH/SD existem em um espectro contínuo. Assim, todos possuem essas capacidades em diferentes níveis, intensidades e complexidades. Essa concepção enfatiza que as AH/SD abrangem tanto aspectos cognitivos quanto características de personalidade, com os talentos emergindo conforme as diversas habilidades de um indivíduo, sejam elas latentes ou já manifestas, são identificadas e expressas de maneira criativa em contextos onde ele se sente motivado a explorar seu potencial ao máximo (Virgolim, 2014). Dessa forma, as AH/SD são o resultado da combinação entre o domínio e expressão de determinadas habilidades, o nível de motivação ao realizar atividades específicas e a originalidade que o indivíduo expõe em suas ideias. Essa compreensão reforça o papel da escola em estimular o desenvolvimento e a expressão de talentos criativos e intelectuais em todos os estudantes. Portanto, para o ambiente da sala de aula regular, isso implica na responsabilidade de elaborar um currículo inclusivo e adaptado, que atenda às necessidades de todos os estudantes, incluindo aqueles com AH/SD (Virgolim, 2014).

Os fatores ambientais e de personalidade, representados pela "teia" no fundo do Modelo dos Três Anéis, desempenham um papel fundamental na manifestação das AH/SD, complementando os três anéis centrais. Esses elementos externos incluem, entre outros, o nível socioeconômico, a qualidade da estimulação infantil, o perfil dos pais e o contexto educacional, fatores que podem tanto favorecer quanto inibir o potencial do estudante (Renzulli, 2005). Aspectos de personalidade, como autoestima, autoeficácia, resiliência e energia pessoal, interagem com esses fatores ambientais e influenciam a forma como cada estudante responde aos desafios. Em um ambiente de sala de aula que estimule a expressão dessas características, por exemplo, há uma maior probabilidade de que habilidades latentes venham à tona, permitindo que o estudante demonstre suas competências e talentos (Renzulli, 2005). Essa concepção amplia a compreensão da superdotação ao reconhecê-la como um fenômeno dinâmico e contextual, reforçando a importância de um ambiente educacional que valorize e desenvolva esses elementos para o pleno desenvolvimento das AH/SD.

A Figura 2 proposta por Virgolim (2007), inclui os fatores ambientais e de personalidade, que influenciam a manifestação dos talentos contemplando áreas gerais e específicas do conhecimento. Uma representação deste conceito, é mostrada no diagrama da Figura 2.

Figura 2. Representação gráfica da definição de superdotação.



Fonte: Figura traduzida de Renzulli (1986) e adaptada por Virgolim (2007)

Segundo Renzulli (2005), a superdotação não é uma característica fixa ou predeterminada; ela pode emergir e se desenvolver ao longo do tempo, especialmente quando o estudante é inserido em ambientes que estimulem o seu potencial em áreas específicas. O anel "habilidade acima da média" engloba tanto habilidades gerais quanto específicas. As habilidades gerais referem-se à capacidade de processar informações, integrar experiências para

produzir respostas adaptativas a novas situações e se envolver em pensamento abstrato. Já as habilidades específicas dizem respeito à capacidade de adquirir conhecimento, habilidades ou competências necessárias para executar uma ou mais atividades em uma área especializada, como as Ciências da Natureza (Renzulli, 2005).

Em relação ao anel “envolvimento com a tarefa”, refere-se ao componente motivacional e representa a energia que a pessoa dedica para resolver um determinado problema ou tarefa. Esse envolvimento abrange características pessoais, como paciência, perseverança, dedicação, esforço, autoconfiança e a convicção na própria capacidade de realizar um trabalho significativo (Renzulli, 2005). E por último, o anel “criatividade” envolve a habilidade de gerar ideias e soluções inovadoras, é a noção da capacidade do indivíduo em produzir conhecimento, seja no campo teórico ou prático, que tenha como propósito a resolução de um problema (Renzulli; Reis, 1994).

Para Renzulli (2004), essas características podem ser aprimoradas em um processo contínuo e sustentado por experiências educacionais bem planejadas, como atividades de enriquecimento curricular. Ele sugere que o desenvolvimento da superdotação depende de estímulos apropriados, que permitam ao estudante explorar e expandir suas potencialidades em contextos de aprendizagem desafiadores. Dessa forma, a contribuição teórica de Renzulli oferece uma base para o desenvolvimento de práticas educativas que valorizem a diversidade de habilidades e incentivem o crescimento acadêmico e pessoal dos estudantes com AH/SD (Renzulli, 2014; 2018).

3.2 A importância da inclusão de estudantes com características de AH/SD no ensino de Ciências da Natureza

O processo de identificação de estudantes com AH/SD é complexo devido à diversidade de características, condições de aprendizagem e potencialidades, e, em muitas situações, isso pode levar a diagnósticos equivocados (Ferreira; Raposo, 2023). No entanto, é de suma importância identificar o perfil de estudantes com indicadores de AH/SD em Ciências da Natureza para evitar equívocos na compreensão de suas características e oferecer as intervenções pedagógicas necessárias de maneira adequada.

Ao discutir os estudantes com altas habilidades/superdotação (AH/SD), o debate se aproxima das questões relacionadas à inteligência. Durante muito tempo, a inteligência foi considerada um conceito único e unidimensional, mensurado principalmente por meio dos conhecidos Testes de Inteligência ou testes de QI. No entanto, esses testes têm sido alvo de

críticas, pois são aplicados de forma isolada, sem considerar o contexto em que o estudante vive, além de ignorarem outras capacidades humanas que também são relevantes (Negrini; Freitas, 2008). Aqui, vale destacar a Teoria dos Três Anéis de Renzulli (2005), que enfatiza que o meio ambiente e os fatores externos desempenham um papel no desenvolvimento das AH/SD. A 'teia' no modelo de Renzulli representa essas influências ambientais e de personalidade, mostrando que o potencial de um indivíduo pode ser ampliado ou limitado pelas condições e oportunidades a que ele é exposto.

A Teoria das Inteligências Múltiplas, proposta por Howard Gardner, desafia essa visão tradicional de inteligência como algo unitário e unidimensional. Gardner sugere que a competência cognitiva humana é mais bem compreendida como um conjunto diversificado de habilidades, talentos ou capacidades mentais, denominadas "inteligências" (Gardner, 1995). Ele define cada inteligência como "um potencial biopsicológico para processar informação, que pode ser ativado em um contexto cultural específico para resolver problemas ou criar produtos que tenham valor para uma cultura" (Gardner, 2001, p. 47). Essa perspectiva revela que a inteligência se manifesta de maneiras variadas em cada indivíduo, com diferentes tipos de inteligências e abordagens distintas para a resolução de problemas. Além disso, Gardner destaca que a inteligência é moldada pelos valores culturais e pelas oportunidades que o indivíduo recebe ao longo de sua vida.

Gardner (1995, 2001) identificou a existência de oito tipos de inteligência: musical, cinestésica-corporal, lógico-matemática, linguística, espacial, interpessoal, intrapessoal e naturalista. Segundo o autor, essas inteligências geralmente operam de maneira integrada na maioria das pessoas, de modo que a execução de certas atividades pode demandar a combinação de várias delas. Isso é particularmente relevante no contexto da abordagem STEAM, que integra diferentes áreas do conhecimento para promover a resolução criativa de problemas. Por exemplo:

1) **Inteligência Lógico-Matemática:** Refere-se à capacidade de resolver problemas ou gerar produtos utilizando a lógica e a matemática, incluindo a habilidade para resolver equações, fazer cálculos e solucionar problemas abstratos. Cientistas frequentemente demonstram essa inteligência, que é fundamental no desenvolvimento de habilidades científicas, como a experimentação e o raciocínio lógico. No contexto STEAM, ela se manifesta em atividades que exigem análise de dados, matemática e experimentos laboratoriais em Ciências da Natureza.

2) **Inteligência Naturalista:** Relaciona-se à habilidade de reconhecer, categorizar e interagir com elementos do ambiente natural, contribuindo para uma maior compreensão do

meio ambiente e de seus componentes. Essa inteligência é especialmente relevante no ensino de Ciências da Natureza, onde os estudantes podem aplicar seus conhecimentos para entender e resolver problemas. No STEAM, a inteligência naturalista pode ser explorada em projetos interdisciplinares que envolvem os componentes curriculares dessa área do conhecimento.

3) **Inteligência Espacial:** Envolve a capacidade de formar e manipular modelos mentais, para compreender e representar fenômenos complexos. Em Ciências da Natureza, essa inteligência é aplicada na visualização de estruturas moleculares em Química ou na compreensão da movimentação de corpos celestes em Física. A abordagem STEAM utiliza essa inteligência em tarefas que requerem a criação de representações visuais, como diagramas e protótipos.

4) **Inteligência Cinético-Corporal:** Refere-se à habilidade de resolver problemas ou criar produtos utilizando o corpo ou partes dele. No ensino de Ciências da Natureza, essa inteligência pode ser importante em atividades práticas e experimentais, como a construção de modelos ou a execução de experimentos em laboratório. O STEAM valoriza essa inteligência em projetos que exigem a construção de protótipos e o uso de habilidades motoras.

Gardner (1995) argumenta que as pessoas são frequentemente avaliadas e julgadas por meio de testes que já não têm relevância significativa, uma vez que não é necessário que todos sejam especialistas em tudo o que fazem para serem considerados inteligentes. A Teoria das Inteligências Múltiplas enfatiza justamente esse ponto: identificar em quais áreas o indivíduo se sobressai, destacando que cada pessoa possui talentos únicos em um ou mais domínios, sem a exigência de compreensão universal.

Nesse contexto, indivíduos com AH/SD destacam-se em seu grupo social por possuírem uma ou mais dessas "inteligências" ou habilidades de forma superior. Compreender essas habilidades permite identificar que pessoas com essa especificidade apresentam características notavelmente superiores em relação a seus pares, sendo essas qualidades perceptíveis tanto por aqueles que convivem com elas quanto pela própria pessoa (Negrini; Freitas, 2008). A atenção do professor ao observar essas e outras características em seus estudantes pode ser crucial para identificar indicadores de AH/SD, que muitas vezes permanecem ocultos nas salas de aula, mascarados por mitos e percepções equivocadas (Negrini; Freitas, 2008).

Na sala de aula, o professor que estiver familiarizado com a Teoria dos Três Anéis de Renzulli será capaz de identificar quais estudantes demonstram habilidades acima da média em comparação com seus pares, aqueles que mostram um envolvimento com as atividades nos componentes curriculares de Física, Química e/ou Biologia, que apresentam criatividade em relação aos conteúdos abordados e como essas se manifestam em diferentes contextos de

aprendizagem. A inclusão de estudantes AH/SD no ensino regular de Ciências da Natureza traz benefícios não apenas para esses estudantes, mas também para toda a comunidade escolar. Partimos do princípio de que o indivíduo com Necessidades Educativas Educacionais (NEE), assim como qualquer cidadão, tem o direito de aprender Ciências de maneira acessível e inclusiva. Isso envolve ter as condições necessárias para acessar e decodificar as representações simbólicas historicamente criadas pela humanidade para explicar fenômenos naturais, bem como entender suas implicações para o desenvolvimento social e tecnológico (Chassot, 2003).

A escola tem a responsabilidade de oferecer um ambiente democrático e inclusivo que amplie a visão de mundo dos estudantes. Isso possibilita que eles intervenham de forma mais crítica na sociedade, independentemente de suas particularidades, sejam elas dificuldades no processo de aquisição sensorial ou mental, ou uma grande facilidade de aprendizagem dos conteúdos escolares (Nóbrega, 2022). Para isso, é essencial que as práticas pedagógicas sejam intencionalmente planejadas para desafiar os estudantes com AH/SD, estimulando habilidades como a criatividade, o pensamento crítico e a capacidade de resolver problemas de maneira inovadora. Nesse sentido, o STEAM se apresenta como uma abordagem que integra diferentes áreas do conhecimento e promove a aplicação prática dos conceitos científicos.

Portanto, se há especificidades que precisam ser consideradas para potencializar a aprendizagem de Ciências da Natureza para esses estudantes, a investigação do professor, no contexto formativo por meio da pesquisa, deve começar por compreender quem é esse estudante. A partir dessa análise, é importante identificar as formas mais eficazes de favorecer a apropriação da linguagem científica pelo estudante, promovendo, assim, sua enculturação científica (Carvalho, 2007). Além da formação e capacitação dos professores, outro desafio significativo para a inclusão de estudantes com AH/SD no ensino de Ciências da Natureza é a falta de laboratórios e bibliotecas, que facilita o acesso dos jovens a conteúdos científicos, consideradas uma ferramenta essencial para estimular o aprendizado entre os estudantes (Nóbrega, 2022).

No entanto, uma questão mais profunda sobre a exclusão escolar de público da Educação Especial/Inclusiva, especialmente aqueles com AH/SD, está relacionada à própria lógica que o discurso inclusivo tem assumido nas escolas (Nóbrega, 2022). Essa lógica se manifesta na excessiva responsabilização do professor e da escola pelo fracasso escolar desses estudantes. Nóbrega (2022) comenta que, se antes das políticas públicas inclusivas o estudante era responsabilizado por não se adaptar ao sistema escolar, agora a culpa recai sobre a escola e ao professor por não conseguirem incluir esses estudantes.

Para que o estudante com AH/SD deixe de ser invisível, é importante que ocorram reformulações legais que garantam um atendimento específico para esse grupo. Essas reformulações devem ser baseadas em uma formação especializada, fundamentada em uma teoria sólida, e considerar o processo de desenvolvimento escolar desses estudantes (Nóbrega, 2022). Portanto, a inclusão de estudantes com AH/SD na área de Ciências da Natureza representa a contribuição social na área da Educação Especial/Inclusiva.

Para isso, é fundamental que professores de Ciências da Natureza possam desenvolver habilidades nos estudantes com AH/SD, promovendo o avanço das estruturas mentais desses. Isso deve ocorrer de modo a facilitar a aquisição de uma capacidade autônoma e autorreflexiva, permitindo que eles comparem suas concepções prévias com ideias científicas fundamentadas em uma lógica coerente para intervir no mundo (Nóbrega, 2022). Dessa forma, é importante que as práticas pedagógicas sejam intencionalmente planejadas para desafiar os estudantes com AH/SD, promovendo um ambiente de aprendizagem que estimule a curiosidade, a construção de novos conhecimentos, a criatividade, a reflexão, a habilidade de pensar e o pensamento crítico. Isso não só potencializa o desenvolvimento das habilidades cognitivas desses estudantes, como também os encoraja a buscar soluções inovadoras para problemas complexos, aplicando conhecimentos científicos em contextos reais. Ao mesmo tempo, os professores contribuem para o desenvolvimento de uma cidadania científica, onde os estudantes dominam conceitos e são capazes de aplicar suas habilidades para transformar a sociedade de maneira significativa.

Nesta direção, para garantir que todos os estudantes tenham a oportunidade de maximizar seu potencial, são necessárias políticas e práticas inclusivas bem-organizadas e que valorizem a diversidade de habilidades. Para enfrentar os desafios e melhorar a inclusão escolar de estudantes com AH/SD no Brasil, o Ministério da Educação, instituiu em 2006, os Núcleos de Atividades de Altas Habilidades/Superdotação (NAAH/S). Esses núcleos, estabelecidos por meio de uma colaboração entre as Secretarias Estaduais de Educação e o Governo Federal, atuam em três eixos principais: a identificação de estudantes com AH/SD nas escolas públicas, o suporte à família e ao estudante, e a capacitação de docentes (Brasil, 2006). Por essa razão, reconhecemos a relevância do trabalho realizado pelos NAAH/S, que promovem a articulação entre escola, família e estudante (Nóbrega, 2022).

Destacamos que, apesar da implementação dos NAAH/S, a questão da baixa identificação de estudantes com AH/SD no ambiente escolar permanece um desafio presente nas escolas (Nóbrega, 2022). Um dos aspectos que ressaltamos é que a identificação desses estudantes envolve um processo de avaliação multidimensional, que se apresenta como um desafio

complexo. Por isso, é importante destacar que a identificação escolar do estudante com AH/SD envolve um processo de avaliação multidimensional e colaborativo, que pode ser mediado pelos NAAH/S, onde estes estão ativos, ou por outros profissionais capacitados na área.

Nesse contexto, o professor desempenha o papel principal ao indicar o estudante, baseando-se no seu desempenho escolar em áreas de interesse. Nessa etapa, a função do NAAH/S é analisar, em conjunto com uma equipe multidisciplinar designada pelas Secretarias Estaduais de Educação, todas as informações coletadas sobre o estudante. Essa análise busca identificar indicadores de comportamento que indiquem superdotação, evidenciando a presença dessa especificidade no indivíduo. Somente após esse processo é emitido um parecer pedagógico indicando, ou não, a necessidade de atendimento especializado (Virgolim, 2014).

Portanto, é fundamental empregar instrumentos de avaliação abrangentes e precisos, que considerem diferentes âmbitos, incluindo o pedagógico, para valorizar e estimular o potencial desses estudantes. Diante disso, sugerimos o uso do ensino investigativo como uma estratégia de ação para sondar e desenvolver o potencial dos estudantes com características de AH/SD no ensino de Ciências da Natureza. Essa abordagem promove o engajamento ativo dos estudantes em processos investigativos, incentivando a exploração, a formulação de hipóteses e a busca por soluções práticas para problemas reais. No contexto do STEAM, o ensino investigativo contribui para integrar conhecimentos de forma significativa e aplicar conceitos científicos em situações que desafiem o pensamento crítico e criativo.

3.3 Ensino investigativo como estratégia de ação para estudantes com indicadores de AH/SD em Ciências da Natureza

O ensino investigativo, combinado com a abordagem STEAM, se apresenta neste estudo como uma estratégia para engajar estudantes com características de AH/SD em Ciências da Natureza. Esta combinação promove uma aprendizagem ativa e interdisciplinar, oferecendo aos estudantes oportunidades de aplicar conceitos científicos de maneira prática e inovadora.

Pérez e Freitas (2016) apresentam alguns indicadores de AH/SD, que estão relacionados a Teoria dos Três Anéis. 1) O estudante geralmente apresenta um vocabulário avançado em comparação com seus colegas, possui uma capacidade analítica e indutiva bem desenvolvida e tem uma excelente memória. 2) Além disso, ele realiza pesquisas por conta própria e possui vasto conhecimento em sua área de interesse, destacando-se em nossa pesquisa para a Ciências da Natureza. 3) Ademais, demonstram grande curiosidade e imaginação, frequentemente com ideias originais e incomuns. 4) Eles gostam de conversar com adultos, fazem perguntas

provocativas, buscam entender o "como" e o "porquê" das coisas, apreciam críticas construtivas, sabem considerar ideias diferentes das suas, não gostam de exercícios repetitivos e são muito questionadores. 5) Além disso, podem ser extremamente organizados, envolvidos e perfeccionistas, treinando por conta própria para aprimorar suas habilidades. 6) Por fim, às vezes, deixam outras atividades de lado para se dedicar ao que lhes interessa, mostrando persistência e uma grande capacidade de persuasão, argumentação e convencimento.

Esses estudantes aprendem com facilidade e rapidez, muitas vezes de maneira autônoma, complementando os assuntos abordados em sala de aula, o que torna o ambiente investigativo e interdisciplinar do STEAM ainda mais relevante para atender às suas necessidades. O ensino investigativo, com o suporte dessa abordagem, oferece o ambiente escolar para estimular essa criatividade, permitindo que os estudantes explorem conceitos científicos por meio da construção de protótipos e da resolução de problemas reais.

Essas características mencionadas pelas autoras são frequentemente observadas em estudantes com indicadores de AH/SD. No entanto, é importante destacar que, enquanto alguns estudantes possam manifestar quase todas essas características, outros podem apresentar apenas algumas delas. Nesse sentido, a intenção é que o professor de Ciências da Natureza observe atentamente seus estudantes e ofereça atividades desafiadoras de enriquecimento curricular, permitindo que todos desenvolvam seu potencial. Isso é especialmente importante porque a maioria dos estudantes com indicadores de AH/SD não possui uma avaliação formal que comprove a superdotação (Hoffelder; Mendes, 2020).

Segundo Renzulli (2018), pessoas com AH/SD são vistas como produtoras de conhecimento e requerem abordagens de ensino diferenciadas. Essas abordagens devem oferecer experiências enriquecedoras e exploratórias, promovendo o desenvolvimento de aptidões individuais e cooperativas em suas áreas de interesse, além de fortalecer suas habilidades e talentos. É com base nisso que, em nossa pesquisa, consideramos o ensino investigativo, como estratégia de ação, e o STEAM, como abordagem interdisciplinar, que promove a aprendizagem ativa e participativa dos estudantes, estimulando a curiosidade, a criatividade, o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico, a compreensão de conceitos científicos e a capacidade de resolver problemas.

O ensino investigativo, como estratégia de ação, aproxima o estudante da prática científica, semelhante ao trabalho dos cientistas, por meio da resolução de problemas significativos. Ele oferece espaço e tempo para questionamentos, formulação e aplicação de hipóteses, troca de informações e sistematização de ideias (Brito; Fireman, 2016). Uma característica dessas atividades é o foco na aprendizagem dos estudantes, destacando-se da

simples aquisição dos conteúdos científicos para sua integração na cultura científica e desenvolvimento de habilidades associadas ao método científico (Sasseron; Carvalho, 2011).

No que se refere aos estudantes com AH/SD, enfatizamos a importância de proporcionar a eles ambientes com maior possibilidade de diálogos, que incentivem o desenvolvimento de habilidades cognitivas e metacognitivas, promovam o engajamento científico e estimulem a criatividade, seja na proposição de novas ideias ou no aprimoramento de ideias previamente existentes (Nóbrega, 2022). Nesse contexto, o STEAM amplia essa experiência ao integrar as Ciências com Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, promovendo uma visão interdisciplinar do conhecimento.

De maneira geral, o ensino investigativo promove o desafio cognitivo dos estudantes, criando situações de contradição entre seu conhecimento prévio e novas observações, estimulando-os a assumir uma postura mais ativa no processo de ensino-aprendizagem. Caso algum estudante apresente indicadores de AH/SD, uma avaliação formal mais consistente pode ser utilizada (Nóbrega, 2022). Por isso, nesta pesquisa, referimo-nos à etapa de sondagem dos indicadores de AH/SD, que pode ser aplicada pelos professores regentes do ensino regular e tem o potencial de contribuir para a identificação de mais estudantes superdotados na escola.

Nesse contexto, é fundamental utilizar estratégias em sala de aula que motivem e valorizem o interesse do estudante, levando em consideração a realidade da escola nesse processo. Frente a isso, abordaremos a seguir uma ferramenta prática que contribui para engajar os estudantes e sondar suas características de AH/SD em Ciências da Natureza: a Sequência de Ensino Investigativo (SEI). Embora o ensino investigativo tenha servido como estratégia de ação em nossa pesquisa, a SEI foi usada como uma ferramenta que apresentou a situação problema aos estudantes, criando um contexto para que eles pudessem propor uma solução, integrando os princípios do STEAM.

3.4 Proposta de ensino investigativo como instrumento de sondagem de indicadores de AH/SD no ensino de Ciências da Natureza

Uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI), de acordo com Carvalho (2013), é estruturada pela proposição de um problema experimental ou teórico, que introduz os estudantes ao assunto desejado, seguido pelo levantamento de hipóteses, a investigação com o uso de diversos recursos para resolver o problema, a sistematização dos resultados que geram novas discussões sobre o tema, e, finalmente, a contextualização do conhecimento para sua aplicação no cotidiano.

A SEI nesta pesquisa é empregada como um instrumento pedagógico para aplicar um desafio investigativo juntamente com a abordagem STEAM. A SEI forneceu a estrutura inicial para que o professor pudesse apresentar uma pergunta-desafio ao estudante com indicadores de AH/SD em Ciências da Natureza. O objetivo é engajar os estudantes em processos de investigação que promovesse o pensamento crítico e a resolução criativa de problemas, características fundamentais no contexto do STEAM.

As SEI abrangem um tema da área do conhecimento, em que cada atividade é planejada dentro do conteúdo, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos estudantes:

condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (Carvalho, 2021, p.9).

Dessa forma, a SEI envolve os estudantes em desafios investigativos com base no STEAM, promovendo um processo de aprendizagem onde a investigação, a experimentação, o levantamento de hipóteses e a resolução de problemas são elementos centrais. Portanto, esse instrumento da estratégia de ação investigativa, pode ser uma estratégia pedagógica para a sondagem e o desenvolvimento de estudantes com indicadores de AH/SD nas Ciências da Natureza.

No contexto da educação em Ciências da Natureza, a SEI introduz os estudantes ao tema desejado, cria condições para que eles reflitam sobre as variáveis do fenômeno científico, possibilita a formulação de hipóteses e a execução de experimentos, proporcionando oportunidades para os estudantes desenvolverem competências e habilidades científicas e aplicarem o conhecimento adquirido em situações problemas (Carvalho, 2021). A SEI é uma das estratégias recomendadas para promover o desenvolvimento de habilidades científicas. Consequentemente, ao participarem dessas atividades, os estudantes podem propor soluções para problemas, aprimorando seu raciocínio lógico e desenvolvendo habilidades cognitivas essenciais para a construção do conhecimento científico (Suart; Marcondes, 2009).

No contexto da educação em Ciências da Natureza, a implementação da SEI representa tanto um desafio quanto uma oportunidade. Por um lado, os professores precisam adaptar suas práticas pedagógicas para facilitar o processo investigativo; por outro lado, os estudantes são encorajados a assumir um papel mais ativo em sua própria aprendizagem (Carvalho, 2021). Esse processo colaborativo entre professor e estudante é essencial para o sucesso do ensino investigativo.

Durante o processo investigativo de uma SEI, os professores têm a oportunidade de observar e avaliar uma variedade de características nos estudantes. Aqueles com indicadores de AH/SD em Ciências da Natureza frequentemente demonstram uma curiosidade em destaque em relação aos outros colegas e fazem muitas perguntas sobre os fenômenos estudados. Eles são capazes de desenvolver hipóteses inovadoras, além de mostrar um elevado nível de participação e engajamento nas atividades. Esses estudantes tendem a ser meticolosos na interpretação dos resultados, analisando criticamente e identificando padrões. Além disso, costumam se destacar na comunicação dos resultados de suas investigações, apresentando-os de maneira clara e articulada. A formulação de hipóteses, o planejamento e a execução de experimentos, a análise de dados e a comunicação científica são oportunidades proporcionadas pelo ensino investigativo.

Por fim, a conexão com a abordagem STEAM é fundamental, pois as Ciências da Natureza, com seu perfil investigativo e exploratório (Sasseron, 2015), têm como objetivo buscar soluções para problemas por meio de articulações com diversas áreas do conhecimento. O uso da SEI como instrumento no desafio investigativo permitiu compreender como os estudantes manifestaram seus conhecimentos na criação de soluções, integrando conceitos da abordagem STEAM.

Considerando as Ciências da Natureza, que tem como objetivos pedagógicos um perfil investigativo e exploratório (Sasseron, 2015) e que têm como propósito buscar soluções para problemas sociais por meio de articulações com diversas áreas do conhecimento, fundamentamo-nos na abordagem STEAM como uma abordagem para compreender como esses estudantes manifestam seus conhecimentos na elaboração de soluções para problemas apresentados pelos professores através de atividades investigativas.

Assim, o objetivo geral deste estudo é: *Analisar as características da abordagem STEAM presentes na elaboração de solução para desafios investigativos, visando a sondagem de estudantes com possíveis indicadores de altas habilidades/superdotação na área de Ciências da Natureza.*

4 CAPÍTULO 4: METODOLOGIA

Esta investigação caracteriza-se como visão de um estudo qualitativo e empírico (Bogdan; Biklen, 1994), concebendo-o como uma análise crítica que envolve a relação entre sociedade e educação. Para Demo (2000):

A pesquisa inclui sempre a percepção emancipatória do sujeito que busca fazer e fazer-se oportunidade, à medida que começa e se reconstitui pelo questionamento sistemático da realidade, incluindo a prática como componente necessário da teoria, e vice-versa, englobando a ética dos fins e valores (Demo, 2000, p.8).

Dessa forma, a pesquisa se caracteriza por interações discursivas e o desenvolvimento contínuo, refletindo a dinâmica da investigação participante. Essas particularidades, aprimoradas por uma abordagem qualitativa, justificam a escolha desta orientação metodológica.

Considerando o objetivo desta pesquisa, a trajetória metodológica incorpora o ensino investigativo como estratégia de ação, promovendo a identificação de características de AH/SD através da resolução de problemas e é caracterizada por elementos de uma Pesquisa Participante (PP). Segundo Le Boterf (1984), a PP é definida como: “uma modalidade de pesquisa na qual possui a finalidade de auxiliar a população envolvida a identificar por si mesma os seus problemas, a realizar a análise crítica destes e a buscar as soluções adequadas” (Le Boterf, 1984, p. 52).

Essas particularidades justificam a escolha de uma Pesquisa Participante para explorar a eficácia de desafios investigativos na identificação e desenvolvimento de estudantes com indicadores de AH/SD. A escolha metodológica se justifica pela natureza exploratória da pesquisa, que busca aprofundar a compreensão das dinâmicas e percepções dos participantes no ambiente educacional. Aqui, a PP tem a intenção de apoiar toda a comunidade envolvida, a compreender a importância do olhar crítico para seu contexto, e tentando visibilizar questões referentes à inclusão escolar (Benite, 2009).

Conforme descrito por Le Boterf (1984), a PP se destaca também por envolver ativamente os sujeitos da pesquisa na construção do conhecimento. Nesse sentido, a escolha metodológica se torna relevante para o contexto deste estudo, pois auxilia numa compreensão mais aprofundada das vivências, percepções e práticas dos participantes em sala de aula. A participação ativa dos envolvidos enriquece o processo de coleta de dados e promove o seu próprio desenvolvimento e formação (Le Boterf, 1984).

Le Boterf (1984), destaca a importância da colaboração dos envolvidos na construção do conhecimento. São identificadas quatro fases.

- 1) Montagem institucional e metodológica da pesquisa participante;
- 2) Estudo preliminar e provisório da população em estudo;

3) Análise crítica dos problemas considerados prioritários e que os pesquisadores desejam estudar;

4) Programação e execução de um plano de ação para contribuir no enfrentamento dos problemas identificados.

A partir dessa estrutura, as três primeiras fases da pesquisa estabelecem um contexto, para criar o ambiente propício à aplicação da abordagem STEAM e do ensino investigativo na quarta fase, que é o foco principal desta dissertação. Com o objetivo de solucionar o problema de pesquisa, foram utilizadas as quatro fases da PP propostas por Le Boterf (1984), que estão descritas a seguir.

4.1 Primeira Fase da Pesquisa Participante

A primeira fase da PP consiste na montagem institucional e metodológica da pesquisa. O grupo de estudos em AH/SD do Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão (LPEQI), localizado no Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás (UFG), composto por dois professores formadores e quatro professores(as) em formação continuada (três de doutorado e uma de mestrado), fundamentam suas investigações no baixo percentual de estudantes caracterizados com AH/SD na área de Ciências da Natureza no estado de Goiás (Nóbrega, 2022).

Para enfrentar esse desafio em 2022, o grupo organizou, em parceria com o Núcleo de Atividades de Altas Habilidades/Superdotação de Goiás (NAAH/S – SEDUC/GO) um curso de capacitação de professores de Ciências da Natureza, com o objetivo de melhorar a compreensão sobre AH/SD e as estratégias pedagógicas para a sondagem desses estudantes nessa área de conhecimento, ofertado pelo Centro de Estudos, Pesquisa e Formação dos Profissionais da Educação (CEPFOR) da Secretaria de Estado de Educação de Goiás (SEDUC/GO). O curso, intitulado “Formação Docente para Sondagem Inicial de Estudantes com Altas Habilidades/Superdotação em Ciências da Natureza”, ofereceu três encontros síncronos e atividades assíncrona. Incorporou princípios da abordagem STEAM, visando capacitar os professores para integrar Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática em suas práticas pedagógicas, explorando o ensino investigativo como estratégia de sondagem e desenvolvimento de estudantes com potenciais indicadores de AH/SD. Essa fase é fundamental para estabelecer as bases da pesquisa e funciona como um contexto de apoio para as investigações mais específicas realizadas nas próximas fases.

4.2 Segunda Fase da Pesquisa Participante

A segunda fase da Pesquisa Participante consistiu no estudo preliminar e provisório da população envolvida, com o objetivo de compreender o contexto educacional e as práticas pedagógicas em Ciências da Natureza. Essa etapa foi essencial para explorar como os professores percebem e interagem com os estudantes que apresentam características diferenciadas e como essas percepções podem ser ampliadas através da formação continuada. O curso oferecido incorporou a abordagem STEAM e o ensino investigativo como estratégias pedagógicas, capacitando os professores a reconhecer e estimular o potencial dos estudantes com indicadores de AH/SD em Ciências da Natureza.

Durante o curso de formação oferecido aos professores de Ciências da Natureza, foram discutidos conceitos fundamentais sobre AH/SD e a importância de criar ambientes de aprendizagem que favoreçam o desenvolvimento desses estudantes. Embora muitos professores já tivessem adotado práticas pedagógicas além do ensino tradicional, como atividades experimentais, notou-se uma falta de familiaridade com as características específicas de estudantes com AH/SD na área de Ciências da Natureza. As conversas e reflexões destacaram a necessidade de estratégias pedagógicas que permitam reconhecer e valorizar o potencial desses estudantes. Essa fase também ajudou a construir uma base para a sondagem de indicadores de AH/SD, permitindo que os professores usassem o ensino investigativo para observar o engajamento e a aplicação interdisciplinar dos conceitos de Ciências da Natureza.

Essa fase proporcionou uma base para observar como as práticas pedagógicas podem ser ajustadas ou ampliadas para incluir abordagens interdisciplinares, como o STEAM, que encorajam os estudantes a aplicar conhecimentos de forma integrada e inovadora. Essa fase também ajudou a construir uma base para a sondagem de indicadores de AH/SD, permitindo que os professores usassem o ensino investigativo para observar o engajamento e a aplicação interdisciplinar dos conceitos de Ciências da Natureza. A análise desta etapa estabeleceu a base para aprofundar as investigações na fase seguinte, concentrando-se na aplicação dessas estratégias e na observação de indicadores de AH/SD.

4.3 Terceira Fase da Pesquisa Participante

A terceira fase da PP consiste na análise crítica dos problemas prioritários identificados, e que os pesquisadores desejam estudar, para o desenvolvimento das ações subsequentes. O principal problema identificado é a invisibilidade dos estudantes com AH/SD no contexto do ensino de Ciências da Natureza. Essa invisibilidade reflete um problema estrutural no reconhecimento, valorização e desenvolvimento desses estudantes dentro das práticas pedagógicas cotidianas.

Durante a análise, surgiram principais problemas detectados:

- a) Os professores, em sua maioria, não possuem instrumentos adequados para sondar e acompanhar o desenvolvimento de estudantes com potencial de indicadores em AH/SD. Isso leva a uma subidentificação desses estudantes, cujas habilidades acabam não sendo reconhecidas formalmente no ambiente escolar, resultando em sua invisibilidade.
- b) Outro problema identificado foi o desconhecimento por parte dos professores, sobre as características específicas de estudantes com AH/SD especialmente nas áreas de Ciências da Natureza. Muitos professores não estão capacitados para diferenciar esses estudantes de outros que simplesmente têm um bom desempenho acadêmico.
- c) O terceiro problema detectado foi a prevalência de métodos de ensino tradicionais, que tendem a não oferecer oportunidades para que estudantes com AH/SD demonstrem plenamente seu potencial. Atividades e aulas expositivas de Ciências da Natureza, baseadas em memorização e repetição, falham em criar um ambiente investigativo e desafiador, que permita aos estudantes com potencial de indicadores de AH/SD de explorar suas habilidades. A prevalência de métodos tradicionais evidenciou a necessidade de adotar o ensino investigativo como estratégia para criar ambientes mais desafiadores e propícios ao desenvolvimento dos estudantes com características de AH/SD.

A partir desses problemas, com ênfase na importância da sondagem inicial para a identificação de estudantes com características de AH/SD em Ciências da Natureza, nessa etapa, uma Ficha de Sondagem Inicial, desenvolvida pelo LPEQI, foi utilizada como um instrumento para que os professores indicassem estudantes que demonstravam potencial diferenciado. A análise dessa ficha justificou a escolha de uma estudante específica, cujas características sugeriam um perfil compatível com indicadores de AH/SD, para participar da resolução de uma situação-problema.

Assim, a partir desta fase da pesquisa foi feito à elaboração de um plano de ação. Este plano enfatiza a necessidade de adotar a abordagem STEAM como estratégia pedagógica para sondar e desenvolver o potencial dos estudantes com indicadores de potencial de AH/SD no ensino de Ciências da Natureza. O ensino investigativo foi utilizado como uma estratégia de ação, proporcionando um ambiente que estimula a curiosidade, pensamento crítico e a criatividade. Dentro dessa estratégia, a SEI foi aplicada especificamente para introduzir a situação-problema, desafiando os estudantes a integrarem e aplicarem conhecimentos de maneira prática e interdisciplinar. A SEI foi utilizada como um instrumento dentro da estratégia de ensino investigativo, alinhada à abordagem STEAM, permitindo que os estudantes integrassem e aplicassem conhecimentos de maneira prática e interdisciplinar. Dessa forma,

complementa-se com a abordagem STEAM ao fomentar o pensamento crítico e criativo dos estudantes, incentivando-os a propor soluções inovadoras e explorar suas habilidades de forma significativa.

4.4 Quarta Fase da Pesquisa Participante

A quarta fase da PP consiste na programação e execução de um plano de ação para enfrentar os problemas identificados nas fases anteriores. O foco desta fase foi aplicar a abordagem STEAM em desafios investigativos, com o objetivo de identificar características que indicam potencial de AH/SD em Ciências da Natureza. Esta fase é crucial para implementar as estratégias desenvolvidas e avaliar seu impacto na prática educativa. O foco está em criar um entendimento crítico sobre a temática abordada e em atingir o objetivo da investigação: *Analisar as características da abordagem STEAM presentes na elaboração de solução para desafios investigativos, visando a sondagem de estudantes com possíveis indicadores de AH/SD na área de Ciências da Natureza.* Nesta etapa, a SEI foi utilizada para apresentar a situação-problema de forma desafiadora e prática, permitindo que os estudantes aplicassem seus conhecimentos de maneira integrada (abordagem STEAM) para a criação de um protótipo baseado em problemas reais.

A questão prática oportunizou aos estudantes a integração de conhecimentos de Biologia, Química e Física para desenvolver uma solução inovadora. Para isso, eles foram desafiados a gravar um vídeo, a qual chamaremos de registro do desafio prático investigativo ao longo deste estudo. Esse registro visa explicar o processo de construção do protótipo, justificando suas escolhas com base nos conceitos de Ciências da Natureza. A SEI apresentou a situação-problema de maneira estruturada, permitindo que o estudante utilizasse a abordagem STEAM ao desenvolver um protótipo. Isso possibilitou observar as interações e habilidades necessárias para a resolução de problemas práticos. As gravações foram fundamentais para identificar habilidades cognitivas e metacognitivas, bem como para observar a capacidade dos estudantes de aplicar a abordagem STEAM de forma interdisciplinar e criativa para sondar indicadores de AH/SD.

O protótipo que mais se destacou no cumprimento dos objetivos desta pesquisa foi selecionado para análise de dados. A análise das gravações neste estudo focou em como a estudante selecionada (E1) demonstrou habilidades investigativas, criatividade e a capacidade de resolver problemas de maneira integrada. A escolha dessa estudante foi baseada na indicação feita por sua professora regente, utilizando a Ficha de Sondagem Inicial. Durante a execução

da questão prática, foram observadas suas interações, decisões e justificativas, fornecendo dados para a compreensão de suas potencialidades e indicadores de AH/SD em Ciências da Natureza. A execução do plano de ação para análise desta pesquisa aconteceu em uma escola pública estadual de Aparecida de Goiânia - Goiás, com a participação de uma professora de Ciências da Natureza (P1) que orientou a estudante durante a execução do desafio investigativo.

Dessa maneira, a Pesquisa Participante (PP) se caracterizou essencialmente pelo processo de conhecimento e ação dos participantes, transformando-se em uma jornada coletiva em busca de experiências educativas.

4.5 Coleta de Dados

A coleta de dados possui grande importância durante a realização de uma investigação, pois é durante a coleta de dados que o pesquisador alcança as informações imprescindíveis para o desenvolvimento do seu estudo (Silva, 2016). Como ressalta Silva (2016), o sucesso de uma pesquisa está ligado à forma como a coleta de dados é realizada, uma vez que essa etapa influencia diretamente a qualidade e a profundidade das análises subsequentes.

Para atender aos objetivos desta pesquisa, o primeiro instrumento utilizado foi uma Ficha de Identificação de Sondagem Inicial, desenvolvida pelo LPEQI. A ficha foi disponibilizada por meio do *Google Forms* e preenchida pelos professores participantes, que indicaram estudantes com possíveis indicadores de AH/SD para a resolução da SEI.

O segundo instrumento de coleta de dados consistiu no uso de gravações em áudio e vídeo, uma prática amplamente valorizada no contexto educacional por possibilitar o retorno e a análise detalhada das interações (Santos; Greca, 2006). Durante a execução da SEI, a estudante (E1) gravou um registro do desafio prático investigativo explicando o processo de construção do protótipo, justificando suas escolhas e demonstrando o funcionamento do artefato. Essas gravações foram posteriormente transcritas, resultando em extratos de falas que serviram como base para a análise dos dados, permitindo identificar habilidades cognitivas e metacognitivas, bem como a aplicação da abordagem STEAM.

Assim, a coleta de dados garantiu uma documentação abrangente das interações e manifestações da estudante, contribuindo para a compreensão das características de seu potencial acadêmico no contexto das Ciências da Natureza.

4.6 Análise dos Dados

A análise dos dados focou-se em captar as características investigativas e interdisciplinares demonstradas pela estudante ao utilizar a abordagem STEAM para resolver problemas práticos. Para a análise dos dados, foi utilizada a Análise de Conteúdo, conforme a

perspectiva de Bardin (1977). A escolha dessa técnica justifica-se por ser um método de análise voltada para descrever e interpretar o conteúdo de transcrições de falas, permitindo uma abordagem sistemática e objetiva. Segundo Bardin, a Análise de Conteúdo é um conjunto de técnicas que visa a análise das comunicações, empregando procedimentos rigorosos para descrever e interpretar o conteúdo das mensagens de maneira estruturada e lógica (Bardin, 1977). O foco central da Análise de Conteúdo é a fala, ou seja, o aspecto individual e atual da linguagem mais especificamente no discurso, considerado como o aspecto individual e atual das falas.

Neste estudo, o discurso presente na gravação no registro do desafio prático investigativo da estudante (E1) foi o principal objeto de análise neste estudo. Após a transcrição das falas, os trechos foram organizados em extratos que serão discutidos no próximo capítulo, referente aos Resultados e Discussão.

Com base nos objetivos da pesquisa, foram definidas três categorias principais de análise. Essas categorias refletem as dimensões para identificar e analisar indicadores de AH/SD e habilidades investigativas no contexto da abordagem STEAM. Cada categoria foi elaborada com o intuito de facilitar uma compreensão das habilidades e atitudes observadas no processo investigativo dos estudantes.

Tabela 1. Categorias de Análise de Dados

Categoria	Objetivos	Indicadores
Habilidades Mentais	Analisar as habilidades cognitivas e metacognitivas dos estudantes a partir da resolução da situação problema.	Capacidade de planejar e monitorar tarefas, adaptar estratégias de aprendizagem, resolver problemas complexos, refletir sobre o próprio processo de aprendizagem.

Percepções de STEAM	Analisar a aplicação dos princípios da abordagem STEAM pelos estudantes com indicadores de características de AH/SD em Ciências da Natureza.	Integração de conhecimentos das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, criatividade na resolução de problemas, inovação na criação de protótipos e aplicação prática de conceitos teóricos.
Indicadores de Altas Habilidades/Superdotação	Identificar características de: criatividade, habilidade acima da média e envolvimento com a tarefa.	Desempenho em atividades práticas e teóricas, criatividade e originalidade, alta capacidade de resolver problemas complexos, envolvimento e motivação nas tarefas propostas.

Fonte: elaborada pelos autores

Para a construção dessas categorias, foi utilizado a Análise de Conteúdo de Bardin (1977) como a principal ferramenta, definida pela sistematização e objetividade na interpretação dos dados qualitativos. A categorização avançou um processo indutivo e dedutivo, com base tanto nas observações feitas no registro do desafio prático investigativo produzido pela estudante (E1) quanto nos fundamentos teóricos que embasam os objetivos da pesquisa.

As categorias emergiram da identificação de elementos recorrentes e significativos, que refletiram o desenvolvimento das habilidades cognitivas e metacognitivas dos estudantes, sua capacidade de integrar conhecimentos interdisciplinares no contexto da abordagem STEAM, e a manifestação de características associadas às AH/SD. Desse modo, as categorias "Habilidades Mentais", "Percepções de STEAM" e "Indicadores de Altas Habilidades/Superdotação" foram criadas com o objetivo de capturar, de forma estruturada e coerente, as dimensões centrais identificadas na análise dos dados.

Essa articulação teórica e empírica garantiu a relevância das categorias para a análise crítica dos dados. No próximo capítulo, essas categorias serão discutidas em profundidade, proporcionando uma compreensão abrangente das habilidades desenvolvidas pela estudante ao longo da atividade investigativa.

Essas categorias e os dados obtidos a partir da análise do registro do desafio prático investigativo será explorado com maior profundidade no capítulo que trata dos Resultados e Discussão.

5 CAPÍTULO 5: RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, apresentamos uma análise das fases da pesquisa participante (PP), explorando os dados coletados e as interpretações sobre a manifestação das habilidades cognitivas e metacognitivas dos estudantes no contexto do ensino investigativo em Ciências da Natureza e da abordagem STEAM.

A primeira seção aborda a fase inicial da pesquisa, onde delineamos o projeto e exploramos a necessidade de dar visibilidade aos estudantes com possíveis indicadores de Altas Habilidades/Superdotação (AH/SD). Em seguida, discutimos a segunda fase da PP, focando nas características observadas em estudantes com indicadores de AH/SD em Ciências da Natureza, analisando as particularidades desses estudantes no desenvolvimento de atividades investigativas.

Na terceira fase, passamos a compreender a sondagem inicial utilizada para identificar características de AH/SD, destacando a importância de estratégias pedagógicas para reconhecer os potenciais desses alunos desde o início do processo educativo. A quarta fase examina o uso do ensino investigativo como uma proposta para a sondagem de habilidades, aprofundando a análise das práticas pedagógicas que promovem a aprendizagem significativa e ativa em Ciências da Natureza.

O subtópico 5.5 propõe uma reflexão teórica a partir do plano de ação implementado, com foco no registro do desafio prático investigativo, termo adotado para a análise das gravações feitas pela estudante E1 durante a construção de seu protótipo. Dentro desse tópico, as subseções detalham: a manifestação de habilidades cognitivas e metacognitivas durante atividades investigativas; a aplicação da abordagem STEAM pelos estudantes com AH/SD, evidenciando a integração das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática para a resolução de problemas complexos; e, finalmente, uma análise sobre o perfil de um estudante com indicadores de AH/SD, questionando se a estudante E1 corresponde a esse perfil com base em suas ações e habilidades demonstradas.

Essas discussões visam caracterizar o potencial dos estudantes com AH/SD em Ciências da Natureza e também reforçar a importância de abordagens investigativas e interdisciplinares como ferramentas pedagógicas para sondar e desenvolver esses talentos em um contexto educacional.

5.1 Primeira fase da PP: delineando o projeto de pesquisa. A necessidade de visibilizar os estudantes com Altas Habilidade/Superdotação (AH/SD)

A identificação e o suporte para estudantes com AH/SD são importantes para promover

uma educação mais inclusiva e igualitária. De acordo com os estudos de Renzulli (2005), a falta de reconhecimento e apoio a esses estudantes pode resultar uma série de efeitos adversos, como a subutilização de seu potencial, o desinteresse em relação à escola e, em muitos casos, na invisibilidade dentro do sistema educacional.

No contexto brasileiro, essa invisibilidade é amplamente evidenciada por dados sobre a evolução das matrículas de estudantes com AH/SD. Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), havia cerca de 26.589 estudantes identificados com AH/SD na Educação Básica no Brasil em 2022 (Inep, 2022). No entanto, a análise mais detalhada por município revela que, em muitos casos, há uma ausência completa de registros desses estudantes, indicando um “zero absoluto” onde deveria haver uma identificação formal (Sampaio, 2023). Esses números destacam um déficit significativo na identificação e no Atendimento Educacional Especializado (AEE) para estudantes com AH/SD.

Especificamente no estado de Goiás, os dados de 2018 apontam que o número total de matrículas de estudantes com AH/SD foi de 398, sendo 326 na rede pública e 72 na rede privada (Inep, 2020). Entre esses, apenas 2 estudantes estavam matriculados em aulas exclusivas, enquanto os demais 396 estavam em aulas comuns – inclusivas (Inep, 2020). Embora a inclusão educacional seja uma prática predominante, a insuficiência de programas específicos e a falta de recursos adequados dificultam o atendimento completo das necessidades desses estudantes.

A invisibilidade dos estudantes com AH/SD pode ser atribuída a uma série de fatores, em parte, à falta de capacitação dos professores para reconhecer características específicas desses estudantes e à ausência de estratégias pedagógicas para integrar esses estudantes no ambiente escolar de maneira que suas habilidades sejam plenamente desenvolvidas, como comentadas em nossa pesquisa. Como aponta Nóbrega (2022), a falha em proporcionar um ambiente de aprendizagem desafiador e estimulante para esses estudantes não só limita o desenvolvimento de suas capacidades, mas também contribui para a perpetuação de desigualdades educacionais.

Nesta primeira fase da PP, o foco foi delinear o projeto de pesquisa, compreendendo o contexto de invisibilidade dos estudantes com características de AH/SD e as implicações desse fenômeno no ensino de Ciências da Natureza. Dessa forma, a primeira fase da nossa pesquisa buscou delinear o projeto com foco em visibilizar esses estudantes e compreender o cenário atual de identificação e suporte em Goiás. Em resposta a esse contexto, a nossa pesquisa foi estruturada com o objetivo de analisar características da abordagem STEAM presentes na elaboração de soluções para uma atividade investigativa, criando oportunidades para sondar estudantes com possíveis indicadores de AH/SD e dar-lhes visibilidade no contexto do ensino de Ciências da Natureza.

O uso do ensino investigativo como estratégia de ação, com a SEI como instrumento, foi escolhido como abordagem para envolver os estudantes em situações de aprendizagem prática e interdisciplinar, facilitando a sondagem de potenciais habilidades e talentos que poderiam indicar AH/SD. Essa abordagem integrada a abordagem STEAM proporcionou um ambiente de criatividade, investigação e resolução de problemas, permitindo que os estudantes demonstrassem suas habilidades. Essa estrutura inicial estabeleceu as bases para a segunda fase da PP, em que aprofundamos as considerações sobre como os estudantes com características de AH/SD se manifestam no ambiente educacional e como essas manifestações podem ser observadas e analisadas.

Garantir a visibilidade dos estudantes com AH/SD vai além de uma questão de justiça social; trata-se de uma necessidade educacional fundamental. Reconhecer esses estudantes implica identificar suas necessidades específicas e ajustar as práticas pedagógicas para criar um ambiente de aprendizagem propício ao seu desenvolvimento. Como destacam Reis e Renzulli (2010), desenvolver estratégias pedagógicas direcionadas a esses estudantes é importante para garantir que seu potencial seja plenamente explorado, promovendo seu crescimento individual e impulsionando a inovação e o progresso social.

Essa visibilidade requer um esforço conjunto entre pesquisadores, educadores e formuladores de políticas, visando a construção de um sistema educacional que seja verdadeiramente inclusivo, no qual cada estudante tenha a oportunidade de desenvolver ao máximo suas habilidades. No Brasil, e em Goiás, isso significa não apenas em sondar esses estudantes, mas também criar e implementar programas que atendam às suas necessidades educacionais de forma adequada.

Essa necessidade de um esforço conjunto reforça a importância de reconhecer e compreender as características dos estudantes com AH/SD, especialmente no contexto das Ciências da Natureza, que é o foco central deste estudo. Assim, ao avançarmos para a segunda fase da PP, exploraremos estratégias que permitam identificar e analisar os indicadores de AH/SD observados no ambiente educacional, em alinhamento com a abordagem STEAM.

5.2 Segunda fase da PP: analisando as características de estudantes com AH/SD em Ciências da Natureza

Dando continuidade ao delineamento do projeto estabelecido na primeira fase, a segunda fase da pesquisa aprofunda a análise sobre as características dos estudantes com AH/SD no contexto das Ciências da Natureza. Esse reconhecimento depende de uma análise de seus comportamentos e habilidades em situações de aprendizagem que envolvem conceitos científicos e desafios interdisciplinares. Estudantes com AH/SD, que fazem parte do público da

Educação Especial/Inclusiva, apresentam comportamentos e habilidades específicas que podem ser observados em sala de aula. A sondagem desses indicadores é uma prática que pode ser usada por professores de classes comum e é fundamental para ampliar visibilidade desses talentos, possibilitando que o potencial dos estudantes superdotados seja mais reconhecido e desenvolvido no ambiente escolar (Nóbrega, 2022).

Em sala de aula, o professor que conhece a Teoria dos Três Anéis (1986), é capaz de observar nos seus estudantes quem apresenta habilidades acima da média, comparado com os outros colegas, aquele que é muito envolvido com as atividades dos componentes curriculares de Química, Física e/ou Biologia e que também apresenta criatividade em relação aos conteúdos. Com base nessa teoria e na compreensão das características dessa especificidade, é possível planejar aulas motivadoras e enriquecedoras para a sondagem desses estudantes.

No entanto, estudantes que apresentam indicativos de superdotação não garantem sucesso futuro automaticamente, pois esses comportamentos podem não se manter em todas as fases da vida, caso não sejam estimulados. Eles dependem de aspectos como personalidade, ambiente e das oportunidades que surgem com o tempo (Hoffelder; Mendes, 2020). Embora as AH/SD não dependa da classe socioeconômica, um ambiente escolar rico em estímulos certamente ajudará a desenvolver essas habilidades e valorizá-las. Ainda assim, conforme discutem autores como Pérez (2017), muitos mitos cercam a identificação e compreensão de estudantes superdotados, como a crença de que apenas crianças de famílias privilegiadas podem ter altas habilidades. Esses equívocos dificultam a implementação de práticas pedagógicas adequadas e podem reforçar a invisibilidade desses estudantes no ambiente escolar. Dessa maneira, e no caso dos componentes curriculares de Ciências da Natureza, como é possível reconhecer um estudante com características de AH/SD?

Esses estudantes demonstram, durante as aulas de Ciências da Natureza, raciocínio lógico-matemático, capacidade de abstração, sociabilidade, produção criativa e comprometimento em encontrar soluções (Nóbrega, 2022). Essas habilidades podem ser exploradas de forma prática e interdisciplinar, onde a abordagem STEAM, junto à SEI, oferece um ambiente desafiador e integrador para que esses estudantes demonstrem suas habilidades de forma plena e significativa. Eles se destacam por participar ativamente das aulas, fazer perguntas investigativas e demonstrar interesse em compreender o funcionamento dos fenômenos naturais. Possuem um alto nível para o desenvolvimento do pensamento crítico, habilidade para resolver problemas e inovar, demonstrando uma boa compreensão dos conceitos científicos e a capacidade de aplicar teorias ao cotidiano (Nóbrega, 2022).

No entanto, a detecção dessas habilidades ainda enfrenta desafios devido à falta de estratégias pedagógicas que permitam a expressão dessas capacidades. Para evitar que esses estudantes percam o interesse pela escola, é necessário valorizá-los e reconhecê-los. Segundo

Renzulli (2016), os estudantes com AH/SD apresentam uma combinação de habilidades acima da média, criatividade e comprometimento com a tarefa, características que possibilitam um desempenho excepcional em contextos que desafiem suas capacidades. No campo das Ciências da Natureza, esses estudantes frequentemente demonstram curiosidade elevada, habilidade para realizar conexões complexas entre conceitos e capacidade para pensar de forma independente e inovadora, mas precisam de um ambiente de aprendizagem estimulante para desenvolver plenamente essas capacidades.

Uma característica desses estudantes é a criatividade, que os leva frequentemente a ideias originais e criativas para resolver problemas. Eles são capazes de pensar "fora da caixa" e combinam conhecimentos de vários componentes curriculares para propor soluções inovadoras. "Medir" a criatividade é um desafio, o que torna necessária uma avaliação processual que inclua relatos de professores e familiares, reconhecendo as produções desses estudantes como únicas (Silva; Luz; Negrini, 2023).

Dessa forma, é fundamental que os professores apresentem temas que despertem o interesse dos estudantes e estejam atualizados sobre questões científicas relevantes. Mesmo que um estudante demonstre interesse pelas Ciências da Natureza, ele pode não ter maturidade para escolher de forma independente um tema de pesquisa para aprofundar seus estudos (Nóbrega, 2022). Como resultado, é responsabilidade do professor examinar assuntos e conduzir discussões pertinentes do ponto de vista do aprendizado dos estudantes. A internalização de novas formas de comportamento pode ser desenvolvida por meio de oportunidades pedagógicas adequadas, oferecidas pelos professores (Facci, 2004).

O uso de abordagens e práticas que valorizem e respeitem as individualidades dos estudantes é de extrema importância para o ensino de Ciências da Natureza sob uma perspectiva inclusiva. Isso requer um ensino organizado e orientado que permita que os estudantes obtenham conhecimento científico de maneira construtiva, colaborativa e significativa (Ferreira, 2023). Dado que o comportamento superdotado pode se manifestar especialmente nas Ciências da Natureza, é necessário desenvolver práticas pedagógicas eficazes e atrativas. Essas práticas devem promover competências, atender aos interesses e satisfazer as necessidades intelectuais, emocionais, pessoais e comunicacionais dos estudantes.

Nessa direção, Renzulli (2018) sugere estratégias de enriquecimento curricular, pelas quais o ensino de Ciências da Natureza para estudantes com indicadores de AH/SD pode ser melhorado em salas de aula comuns, que visam desenvolver potenciais em destaque. Para atingir esse objetivo, ele sugere atividades para todos os estudantes na escola com o objetivo de promover o desenvolvimento de habilidades de produção de conhecimento por meio de experiências de aprendizagem enriquecidas e padrões de aprendizagem mais altos que considerem as particularidades, especificações e habilidades únicas de cada estudante.

A fase de sondagem tem um impacto significativo na identificação de estudantes com AH/SD, podendo acelerar ou comprometer o processo (Nóbrega, 2022). Portanto, a escolha de instrumentos avaliativos que se alinhem às características de AH/SD e aos estilos de aprendizagem dos estudantes é crucial. Autores como Renzulli (2014), Virgolim (2014) e Nóbrega (2022) destacam a importância de combinar procedimentos formais, como escalas de avaliação e questionários, com procedimentos informais, como a observação do professor. O olhar do professor em sala de aula desempenha um papel fundamental para iniciar o processo de investigação desse estudante (Silva; Luz; Negrini, 2023).

É importante que o ambiente escolar ofereça diversas oportunidades para que esses estudantes possam demonstrar e desenvolver suas habilidades em Ciências da Natureza. Um ambiente que valoriza a investigação, a experimentação e o pensamento crítico são particularmente propícios para a manifestação das características de AH/SD nessa área. Nesse contexto, a implementação de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) pode desempenhar um papel importante, ao proporcionar um ambiente onde os estudantes explorem e potencialize seus conhecimentos e habilidades.

Durante a implementação da atividade investigativa, foi possível observar como os estudantes com possíveis indicadores de AH/SD respondem de maneira positiva ao ambiente de aprendizagem que estimulava a curiosidade, a resolução de problemas e a conexão entre diferentes áreas do conhecimento. Esses estudantes demonstraram uma tendência a superar os limites do conteúdo abordado em sala de aula, buscando novas informações, fazendo conexões inovadoras e propondo soluções criativas para os problemas apresentados. O engajamento deles revelou a importância de oferecer desafios adequados a suas habilidades e interesses Nóbrega (2022).

Nesse contexto, foi enviada aos professores do curso uma Ficha de Identificação de Sondagem Inicial, que serviu para reconhecer estudantes com potencial de AH/SD em Ciências da Natureza. Os professores preencheram a ficha com base em suas observações e conhecimento prévio dos estudantes, garantindo que o processo de sondagem fosse abrangente e refletisse tanto as habilidades observáveis quanto os indicadores formais de superdotação. Esse processo de sondagem inicial estabeleceu a base para a terceira fase da PP, que aprofunda a compreensão de como essas características foram identificadas e analisadas no ambiente educacional. Com o uso da Ficha de Sondagem, a segunda fase da PP construiu uma base para a terceira fase, garantindo que os professores, agora munidos de uma compreensão mais profunda, possam aplicar estratégias interdisciplinares e investigativas para identificar e apoiar o desenvolvimento do potencial desses estudantes.

5.3 Terceira fase da PP: compreendendo a sondagem inicial para identificação de

características de AH/SD em Ciências da Natureza

Nesta fase da pesquisa, foi implementado um processo estruturado para identificar possíveis indicadores de AH/SD em estudantes no contexto das Ciências da Natureza, com foco em como esses estudantes articulam conhecimentos das diferentes áreas que compõem a abordagem STEAM (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) para resolver situações problemas. O ensino investigativo foi adotado como a estratégia de ação central, com a SEI servindo como o instrumento utilizado para orientar e observar essa articulação de conhecimentos. A escolha da SEI e da abordagem STEAM nesta fase foi intencional para proporcionar um ambiente estruturado que estimule a curiosidade, o pensamento crítico e a capacidade de resolução de problemas. Essas ferramentas permitiram observar a articulação dos conhecimentos dos estudantes, fornecendo uma base para identificar indicadores de AH/SD.

A primeira etapa envolveu um curso de formação para os professores, no qual foram discutidas estratégias pedagógicas voltadas para o reconhecimento de estudantes com características de AH/SD. Com base no conhecimento adquirido, os professores preencheram uma Ficha de Sondagem Inicial, desenvolvida pelo grupo de pesquisa em AH/SD do LPEQI, para identificar indicadores como raciocínio lógico, uso de termos científicos, criatividade, capacidade de abstração e engajamento na resolução de problemas. Esses aspectos são fundamentais tanto para a abordagem STEAM quanto para o ensino investigativo, que valoriza a curiosidade e a exploração científica (Callegari; Rondini, 2021).

Na elaboração da ficha, foram consideradas perguntas que abordam características acadêmicas mais observáveis no contexto de uma sala de aula regular, conforme indicado pela literatura (Callegari; Rondini, 2021). A utilização de termos científicos, a capacidade de resolução de problemas, a busca por explicações de fenômenos naturais, a criação de soluções tecnológicas e o interesse em Ciências da Natureza são algumas das habilidades e comportamentos avaliados. Comportamentos como a criticidade e a argumentação baseada em evidências, a capacidade de estabelecer conexões entre o conhecimento escolar e o mundo ao redor, são indicativos de AH/SD em Ciências da Natureza que podem ser identificados pelos professores através dessas perguntas (Nóbrega, 2022).

Os professores utilizaram a ficha para registrar observações sobre os estudantes, destacando aqueles que demonstravam interesse científico e habilidades para aplicar conceitos de maneira interdisciplinar. A intenção era entender se esses comportamentos indicavam um potencial diferenciado e como esses estudantes poderiam integrar os conhecimentos de Química, Física e Biologia para resolver problemas — um aspecto central da abordagem STEAM.

Durante o curso de formação, surgiram percepções importantes sobre as dificuldades

enfrentadas pelos professores na identificação de estudantes com características de AH/SD em Ciências da Natureza. A ficha de sondagem revelou-se como um instrumento importante, mas também evidenciou a necessidade de um olhar atento para captar a complexidade das habilidades dos estudantes, especialmente na forma como eles conectam conceitos de maneira inovadora e interdisciplinar.

A ficha de identificação de sondagem inicial contribuiu significativamente para o processo de sondagem inicial, pois as perguntas ajudaram os professores a identificarem estudantes que demonstravam comportamentos e habilidades notáveis na área de Ciências da Natureza. Com base nesses dados, o professor pode selecionar os estudantes que participariam da atividade investigativa, com o objetivo de analisar suas habilidades na área do STEAM. A SEI, ao lado da abordagem STEAM, oferece um ambiente que valoriza a curiosidade, a experimentação e a resolução de problemas, permitindo que estudantes com indicadores de AH/SD expressem suas habilidades e conhecimentos interdisciplinares.

O plano de ação desta pesquisa tem como foco a identificação e análise de estratégias pedagógicas que sejam eficazes para revelar indicadores de AH/SD em estudantes no contexto das Ciências da Natureza. Embasada no ensino investigativo como estratégia de ação, a pesquisa entrega a abordagem STEAM como ferramenta para sondar esses indicadores, proporcionando um ambiente de aprendizagem que valoriza a curiosidade, a criatividade e a resolução de problemas.

Nosso estudo concentra-se, especificamente, na análise discursiva de uma estudante selecionada por meio de uma ficha de sondagem inicial, preenchida por sua professora regente, que apontou possíveis características de AH/SD. A análise dessa estudante vai além da identificação preliminar feita pela ficha, explorando como suas habilidades cognitivas e metacognitivas se manifestam durante a resolução de uma situação-problema estruturada a partir da abordagem STEAM.

Ao longo do processo, investigamos se e como a abordagem STEAM aparece nas falas e ações da estudante, especialmente no que se refere à sua capacidade de integrar conhecimentos de diferentes componentes curriculares da área das Ciências da Natureza, criar soluções inovadoras e resolver problemas complexos. A estudante selecionada para esta análise foi identificada por sua professora, que, ao utilizar a ficha de sondagem, destacou comportamentos e habilidades que sugeriam um potencial elevado para Ciências da Natureza.

Na sequência, apresentamos os principais dados coletados por meio da ficha de sondagem (Tabela 2), que destacam essas observações e fundamentam a hipótese de que a estudante possui indicadores de AH/SD. Esses dados empíricos serão analisados em profundidade, comparando as respostas da estudante com suas falas e ações observadas durante a execução da atividade investigativa, para compreender como ela articula e aplica

conhecimentos interdisciplinares no contexto da abordagem STEAM.

Tabela 2: Respostas destacadas pela professora sobre a estudante.

<p>1. Usa termos científicos em situações comuns de fala? *</p> <p><input type="radio"/> Sim</p> <p><input checked="" type="radio"/> Às vezes</p> <p><input type="radio"/> Não</p>
<p>10. Se interessa por notícias acerca dos avanços científicos e tecnológicos? *</p> <p><input checked="" type="radio"/> Sim</p> <p><input type="radio"/> Às vezes</p> <p><input type="radio"/> Não</p>
<p>26. Trata a disciplina de Ciências como algo aplicável na sociedade e os conhecimentos escolares como ferramenta de atuação no e sobre o mundo? *</p> <p><input checked="" type="radio"/> Sim</p> <p><input type="radio"/> Às vezes</p> <p><input type="radio"/> Não</p>
<p>28. Aprende com rapidez e facilidade as disciplinas de Ciências da Natureza (Física, Química e Biologia)? *</p> <p><input type="radio"/> Sim</p> <p><input checked="" type="radio"/> Às vezes</p> <p><input type="radio"/> Não</p>
<p>24. Elabora modelos mentais comparando proporções e medidas de materiais concretos ou simbólicos? *</p> <p><input type="radio"/> Sim</p> <p><input checked="" type="radio"/> Às vezes</p> <p><input type="radio"/> Não</p>

Fonte: elaborada pelos autores.

Essas características observadas na estudante estão de acordo com a literatura que descreve comportamentos e habilidades típicas de estudantes com AH/SD em Ciências da Natureza (Nóbrega, 2022). De acordo com as respostas destacadas na Ficha de Sondagem, a estudante trata a disciplina de Ciências como algo aplicável na sociedade e reconhece os conhecimentos escolares como ferramentas para atuação no e sobre o mundo. Essa perspectiva

prática e contextualizada é evidenciada pelo seu interesse em notícias relacionadas a avanços científicos e tecnológicos, o que indica uma curiosidade intelectual, característica frequentemente associada a estudantes com potencial de AH/SD (Renzulli, 2005). Essas habilidades sugerem uma capacidade cognitiva elevada (Nóbrega, 2022) e um entendimento mais profundo dos conteúdos de Ciências da Natureza, indo além do esperado para sua idade e nível de escolaridade.

Outro fator determinante na escolha dessa estudante para análise dos dados foi sua habilidade de aprender com rapidez e facilidade os conceitos dos componentes curriculares de Ciências da Natureza, como Física, Química e Biologia. Embora essa característica tenha sido indicada como observada "às vezes", ainda é um sinal de que, quando motivada ou interessada, a estudante pode se destacar significativamente. Essa rapidez na aprendizagem, aliada à sua capacidade de elaborar modelos mentais comparando proporções e medidas de materiais concretos ou simbólicos, reforça a hipótese de que a estudante possa apresentar indicadores de AH/SD em Ciências da Natureza.

Esses indicadores iniciais fornecem uma hipótese preliminar de que a estudante possui características de AH/SD em Ciências da Natureza. No entanto, para confirmar ou refutar essa hipótese, é importante observar sua atuação na atividade investigativa, onde será possível verificar se as habilidades cognitivas e metacognitivas identificadas na ficha se manifestam em um ambiente que promove a resolução de problemas de forma prática e investigativa. A SEI servirá como um contexto para aplicar o ensino investigativo como estratégia de ação, enquanto a abordagem STEAM proporcionará a estrutura interdisciplinar necessária para observar como a estudante articula e aplica conhecimentos de diferentes áreas.

A escolha da estudante para participar da SEI foi fundamentada nos dados empíricos coletados pela professora, que, após o curso de formação, foi capacitada a identificar indicadores preliminares de AH/SD. A seleção dessa estudante teve como objetivo verificar se os comportamentos e habilidades observados na ficha se traduzem em pensamento interdisciplinar e investigativo, características centrais no desenvolvimento da abordagem STEAM. A ficha de sondagem inicial destacou comportamentos como o uso frequente de terminologia científica, a curiosidade intelectual e o interesse por temas relacionados à ciência e tecnologia, sugerindo um potencial elevado em Ciências da Natureza.

Como apontado por Virgolim (2014), o papel do professor é central no processo de identificação de AH/SD, pois ele é capaz de observar os estudantes em contextos variados e captar comportamentos que indicam um potencial elevado. A decisão de incluir a estudante na SEI para investigar mais a fundo seu potencial foi fundamentada não apenas nas características observáveis mencionadas, mas também no olhar especializado da professora, que reconheceu esses indicadores com base no conhecimento adquirido durante o curso de formação.

Os indicadores presentes na ficha sugerem que a estudante tem o potencial de lidar com situações-problema de maneira interdisciplinar e criativa — habilidades fundamentais no contexto de uma abordagem STEAM. A análise subsequente da SEI permitirá uma investigação mais detalhada dessas características, observando sua capacidade de resolver problemas, criar soluções inovadoras e integrar conceitos de diferentes áreas das Ciências da Natureza. A utilização da SEI como um cenário investigativo, aliado a abordagem STEAM, permitirá explorar como a estudante articula e aplica conhecimentos interdisciplinares para a resolução de problemas.

Dessa forma, o estudo avança para a próxima fase, onde o ensino investigativo será implementado como instrumento para sondar as características de estudantes com possíveis indicadores de AH/SD no contexto das Ciências da Natureza. Esse processo permitirá observar como esses estudantes, ao serem desafiados por situações-problema, articulam conhecimentos interdisciplinares, desenvolvendo o pensamento crítico e investigativo promovido pela abordagem STEAM. A quarta fase da PP, portanto, aprofundará essa análise ao colocar em prática uma metodologia que explora a curiosidade científica e o potencial investigativo, fornecendo uma base empírica para a identificação de habilidades e talentos específicos na área de Ciências da Natureza.

5.4 Quarta fase da PP: ensino investigativo como proposta para a sondagem de estudantes com características de AH/SD

Nesta fase da pesquisa, adotamos o ensino investigativo como estratégia de ação para observar e explorar as características de estudantes com possíveis indicadores de AH/SD no contexto das Ciências da Natureza. Essa abordagem foi escolhida devido à sua capacidade de promover uma aprendizagem ativa e exploratória, permitindo aos estudantes envolverem-se em problemas complexos que exigem habilidades de pensamento crítico, criatividade e a aplicação prática de conhecimentos científicos.

O ensino investigativo, ao ser estruturado dentro da abordagem STEAM (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), oferece um ambiente para o desenvolvimento e observação de habilidades que são frequentemente associadas a estudantes com AH/SD, especialmente em contextos científicos. A abordagem STEAM exige que o estudante articule conhecimentos de várias áreas, integrando-os a um contexto real e desafiador, de modo a exigir habilidades interdisciplinares, criatividade e pensamento crítico — elementos essenciais do STEAM (Bacich; Holanda, 2020).

Para viabilizar essa estratégia, uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) foi utilizada como um instrumento de apoio que oferecesse um desafio prático e contextualizado,

direcionado a estimular as habilidades investigativas e a aplicação da abordagem STEAM na resolução de problemas. Nesse sentido, a SEI foi concebida para introduzir a situação-problema e estabelecer o contexto para o ensino investigativo dentro da abordagem STEAM, possibilitando uma experiência prática e significativa para a sondagem de habilidades investigativas e interdisciplinares.

A situação-problema apresentada na SEI foi cuidadosamente planejada para ser relevante e significativa no contexto do estudante, garantindo que o problema prático gerasse o interesse, estimulasse o pensamento investigativo e a curiosidade em solucioná-la (Carvalho, 2021). O desafio proposto envolveu a criação de um protótipo para auxiliar uma mãe com deficiência visual a administrar medicamentos ao seu filho de forma precisa e segura. Esse contexto foi escolhido por sua relevância prática e social, o que ajudou a conectar os conceitos de Ciências da Natureza a um problema cotidiano e concreto. Esse pressuposto está alinhado à ideia de que a aprendizagem se torna mais enriquecedora e prazerosa quando o conteúdo e o processo de aprendizagem são apreendidos em um contexto real e atual para o estudante (Renzulli, 2004).

A atividade foi projetada para observar o potencial de integração e aplicação interdisciplinar de conhecimentos em Ciências da Natureza. Assim, a situação-problema não se limitou a uma única área, mas exigiu que a estudante explorasse e integrasse conceitos de vários componentes curriculares, aplicando o pensamento crítico, a criatividade e habilidades práticas, todos elementos essenciais da abordagem STEAM (Bacich; Holanda, 2020). A criação de um protótipo, além de estimular a criatividade e a inovação, oferece uma maneira prática para que o estudante demonstre a integração de conceitos e habilidades das diferentes áreas do STEAM, essenciais no contexto do ensino investigativo.

O objetivo desta fase foi, portanto, investigar se a estudante conseguiria utilizar conhecimentos das Ciências da Natureza de maneira articulada e prática, e se demonstraria habilidades que sugerissem indicadores de AH/SD, tais como a inovação, a resolução de problemas complexos e a capacidade de estabelecer conexões interdisciplinares.

A proposta do ensino investigativo, estruturada na abordagem STEAM oferece um meio para sondar habilidades específicas que caracterizam estudantes com AH/SD, promovendo uma interação entre o ensino e o potencial do estudante. Durante a resolução da situação-problema, o foco foi observar como a estudante (E1) se envolveu com o processo investigativo, usando seus conhecimentos de Ciências da Natureza de maneira prática e adaptativa, e aplicando criatividade para superar desafios no desenvolvimento do protótipo.

Para coletar dados dessa fase, a estudante foi incentivada a gravar um registro do desafio prático investigativo explicando cada etapa do desenvolvimento do protótipo, descrevendo suas escolhas e justificando-as teoricamente com base em conceitos científicos. Esse processo de

gravação teve como objetivo capturar as interações discursivas e reflexões que evidenciam a abordagem STEAM, além de possibilitar a análise das habilidades cognitivas e metacognitivas da estudante.

Os dados coletados por meio do registro do desafio prático investigativo foram transcritos e analisados com foco em destacar momentos discursivos que evidenciam habilidades investigativas, a aplicabilidade de conceitos teóricos e a capacidade de inovação prática da estudante. Esses elementos reforçam seu potencial elevado nas Ciências da Natureza, uma vez que refletem tanto o engajamento interdisciplinar quanto a criatividade ao enfrentar desafios científicos. No próximo tópico, a análise dessas interações discursivas será detalhada, explorando como a estudante articulou conhecimentos interdisciplinares e aplicou a abordagem STEAM na resolução da situação-problema proposta.

5.5 Analisando o plano de ação: reflexões teóricas acerca do ‘registro do desafio prático investigativo’

Neste tópico, transcrevemos as interações discursivas entre a estudante (E1) e a professora (P1) durante a gravação do registro do desafio prático investigativo que apresenta a solução para a situação-problema prática proposta pela pesquisa. O desafio apresentado exigia que a estudante criasse um protótipo que auxiliasse pessoas com deficiência visual a medir medicamentos corretamente, aplicando habilidades interdisciplinares e usando materiais acessíveis. A tarefa, introduzida no contexto do ensino investigativo, permitiu observar a articulação de conhecimentos de Ciências da Natureza dentro da abordagem STEAM, que guia o processo criativo e de resolução de problemas. A análise do registro do desafio prático investigativo será realizada a partir dos extratos de fala, focando nas categorias de análise, como a criatividade, a integração de conhecimentos científicos, a resolução de problemas e a capacidade de argumentação, que são indicativas da abordagem STEAM. Essas interações discursivas serão examinadas para identificar se a estudante demonstrou habilidades cognitivas e metacognitivas associadas a características de AH/SD, conforme esperado no contexto de uma atividade investigativa.

A seguir, apresentamos os extratos de fala da estudante e da professora.

Quadro 1: Extrato 1

P1: Boa tarde. Nós estamos aqui no laboratório do colégio ‘X’ para fazer uma experiência. Como trabalho na outra escola ‘Y’ e lá não teve nenhum estudante capacitado para fazer, eu vim para esse colégio, com a estudante E1 do Ensino Médio, para fazer a experiência.

P1: E1, por que você pensou nessa experiência, ou seja, nesse problema que quer resolver?

E1: A ideia desse projeto é auxiliar os deficientes visuais a saberem a medida correta de remédio, de líquidos, que eles precisam utilizar no dia a dia.

A professora (P1) introduz a proposta questionando a estudante sobre sua compreensão do problema, uma abordagem que está alinhada ao ensino investigativo e ao objetivo de fomentar o pensamento crítico da estudante. De acordo com Carvalho (2013), em uma aula investigativa, é necessário definir um problema que se origine de um questionamento contextualizado no cotidiano do estudante e que não deve ser aleatório, mas cuidadosamente elaborado para despertar a curiosidade e o interesse do estudante, motivando-o a buscar sua resolução. Pensando nisso, professora (P1) introduz a proposta questionando a estudante sobre sua compreensão do problema, uma abordagem que está alinhada ao ensino investigativo e ao objetivo de fomentar o pensamento crítico da estudante. A partir dessa interação inicial, E1 contextualiza a proposta, explicando que o protótipo foi projetado para atender às necessidades de pessoas com deficiência visual na medição de líquidos. Essa resposta reflete o entendimento prático e contextualizado do problema, ponto importante do STEAM, onde o conhecimento é aplicado para resolver desafios cotidianos.

Quadro 2: Extrato 2

P1: E você utilizou quais tipos de materiais?

E1: A gente precisou utilizar um canudo de plástico, papel EVA, fita adesiva, e um pedacinho de isopor (*aponta para os materiais*).

P1: Quais conteúdos das matérias da escola podem ser trabalhados no projeto?

E1: Utilizamos alguns objetos e materiais recicláveis. Também trabalhamos com a densidade da água através desse experimento.

P1: E a reciclagem.

P1: Ajuda a reciclar os materiais e mostra que, para não prejudicar a natureza — estamos falando de biologia —, esses materiais levam milhares de anos para se decompor na natureza.

Seguindo, P1 questiona quais materiais foram utilizados no projeto, e E1 menciona o uso de um canudo plástico, papel EVA, fita adesiva e um pedaço de isopor. A fala de E1 evidencia a escolha de materiais simples, relacionando a criação do protótipo com o conceito de densidade, o que demonstra uma aplicação de conhecimento científico. Ao mesmo tempo, P1 aproveita para discutir o impacto ambiental desses materiais, conectando o projeto à área de Ciências da Natureza. Esse tipo de interação é importante no ensino investigativo, onde conceitos científicos são usados para justificar decisões práticas. E1, assim, aplica o

conhecimento teórico de forma prática, mostrando habilidade de integrar diferentes áreas do STEAM.

Quadro 3: Extrato 3

Extrato 3
<p>P1: Qual o produto que você elaborou para a sociedade, que você acha que dá para ser melhorado? O que, que você conclui dessa experiência?</p> <p>E1: Essa experiência foi feita para auxiliar os deficientes visuais, como eu disse. Vou fazer uma demonstração.</p> <p>E1: Por exemplo, primeiro ele vai precisar utilizar esse material (<i>ela mostra o artefato montado que é um canudo de plástico com um pedaço de EVA como medidor e um isopor colado ao final do canudo</i>) e vai colocar bem dentro do recipiente (<i>faz a demonstração</i>).</p> <p>E1: Quando ele colocar (<i>o artefato</i>), vai aproximar o dedo bem perto do potinho. Aqui temos 5 mL de água, que no caso simula um remédio; então, ele vai inserindo devagar (<i>o líquido</i>). Conforme o líquido vai subindo, o isopor, por ser mais leve que a água, também vai subir, até que a parte do EVA toque o dedo dele. Quando sentir o toque, ele sabe que atingiu a quantidade correta de mL. Igual aqui... (<i>faz a demonstração</i>).</p> <p>P1: Isso facilita bastante a medição correta. Além de ensinar também as regras da Química, da física e verificar a densidade da água e de outros materiais.</p> <p>E1: Essa é a nossa versão de 100 mL (<i>mostra o outro artefato</i>). O deficiente visual consegue fazer essa medida pela palpação deste número aqui, e esta é a nossa versão de 5 mL, que ele também consegue saber pela palpação. Para utilizá-la, ele precisa colocá-la em um recipiente e colocar o dedo bem próximo a esta parte do copo. Ao inserir o líquido aos poucos, quando sentir o toque no dedo, será a hora de parar de colocar o líquido (<i>faz a demonstração</i>). Agora ele tem a medida correta de 100 mL.</p>

Na demonstração, E1 detalha cada passo da aplicação do protótipo, com foco na experiência do usuário. Ao explicar o funcionamento do dispositivo, E1 aplica conhecimentos de Ciências da Natureza, evidenciando um processo de aprendizagem significativo e interdisciplinar. Essa etapa reforça a finalidade da atividade investigativa como um meio para estruturar a análise prática, permitindo que E1 demonstre sua compreensão e habilidade de inovação prática.

Cada figura ilustra as etapas da criação e aplicação do protótipo, exemplificando a capacidade de E1 de contextualizar e executar a solução proposta, conforme orientado na

abordagem STEAM. A sequência visual reitera a habilidade investigativa e prática da estudante na construção do protótipo, alinhada aos conteúdos discutidos na PP.

Figura 3. Estudante apresentando os materiais utilizados no experimento



Legenda: E1 está demonstrando os materiais utilizados na construção do protótipo, incluindo um canudo de plástico, papel EVA, fita adesiva e um pedaço de isopor.

Fonte: LPEQI

Figura 4. Estudante exibindo o artefato criado para medição de líquidos



Legenda: E1 está demonstrando o artefato que ela criou para medir líquidos, o qual foi desenvolvido para auxiliar deficientes visuais.

Fonte: LPEQI

Figura 5. Estudante demonstrando a montagem do protótipo



Legenda: E1 está demonstrando a montagem e o funcionamento do protótipo para medição de líquidos, onde um canudo de plástico com isopor é utilizado para sinalizar o volume correto de líquido no recipiente.

Fonte: LPEQI

Em seguida, E1 explica que a pessoa com deficiência visual deve adicionar o líquido ao recipiente de forma gradual e, ao sentir o toque do EVA em seu dedo, saberá que atingiu a quantidade desejada.

Figura 6. Estudante simulando a medição de 5 mL de medicamento



Legenda: E1 está demonstrando a medição de 5 mL de líquido usando uma seringa para inserir o líquido no recipiente.

Fonte: LPEQI

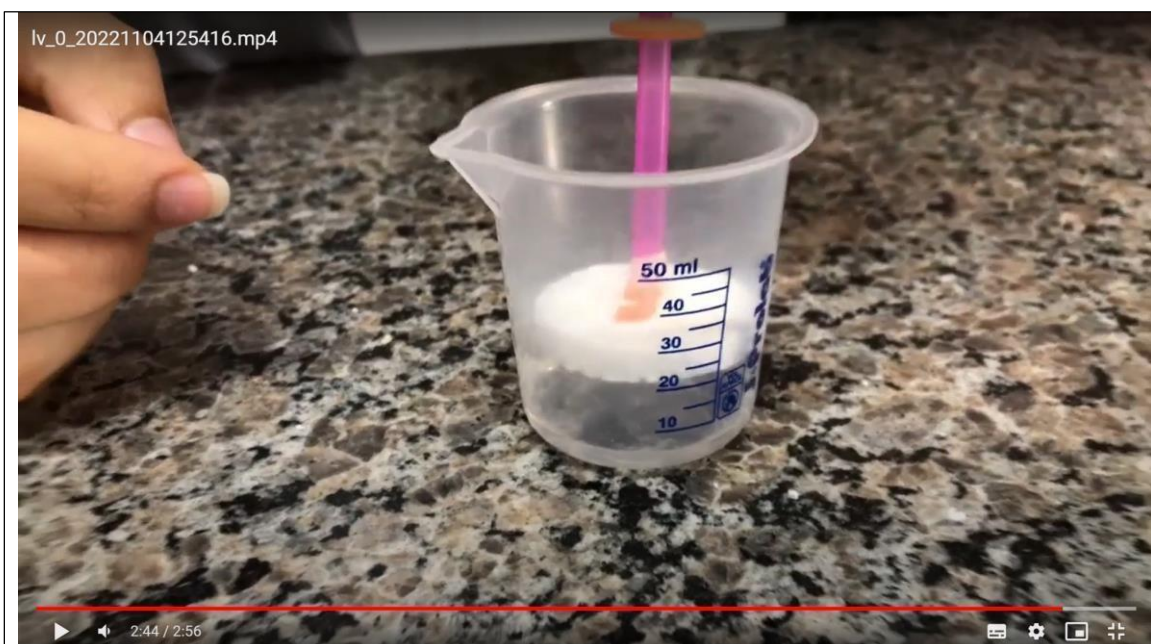
Figura 7. Estudante indicando o momento em que o toque sinaliza a quantidade correta de medicamento



Legenda: E1 está demonstrando o momento em que o toque sinaliza a quantidade correta de medicamento (neste caso, 5 mL) foi atingida.

Fonte: LPEQI

Figura 8. Estudante confirmando a precisão da quantidade de 5 mL do medicamento



Legenda: E1 está validando a precisão da medição de 5 mL de líquido usando o protótipo que ela desenvolveu.

Fonte: LPEQI

No registro do desafio prático investigativo, percebe-se que E1 mostra duas versões do protótipo, uma de 100 mL e outra de 5 mL, destacando que o deficiente visual consegue identificar a medida através da palpação.

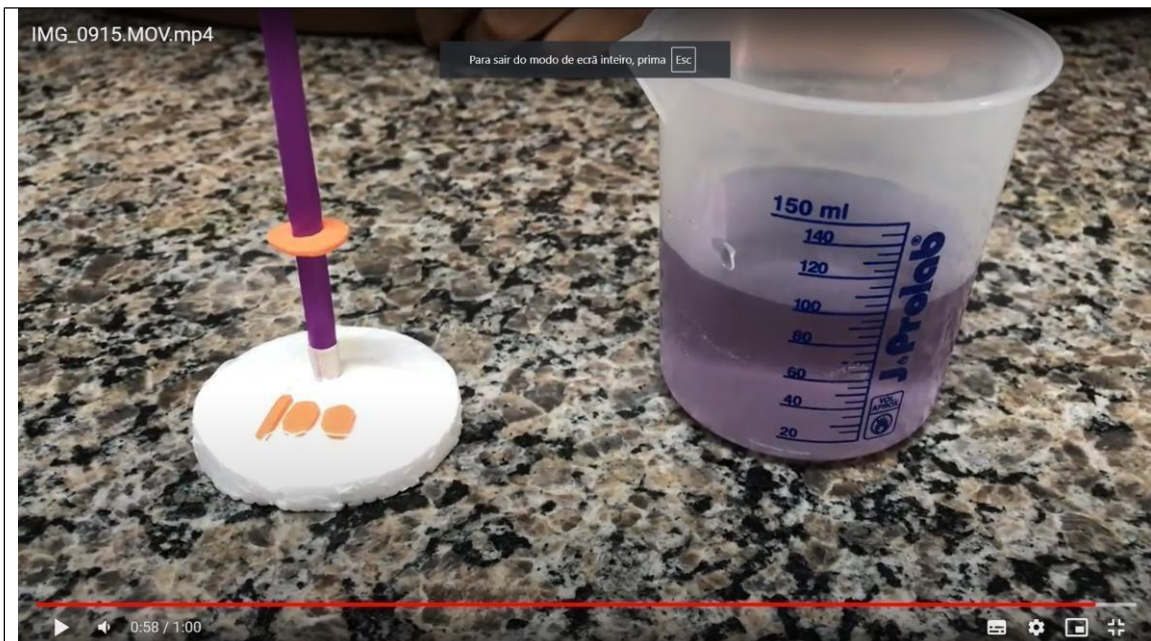
Figura 9. Estudante simulando a medição de 100 mL de medicamento



Legenda: E1 está demonstrando a medição de 100 mL de líquido utilizando o protótipo que ela desenvolveu.

Fonte: LPEQI

Figura 10. Estudante validando a precisão da quantidade de 100 mL do medicamento



Legenda: E1 está validando a precisão do protótipo, indicando visualmente que o volume correto de 100 mL foi atingido.

Fonte: LPEQI

As transcrições de fala apresentadas revelam como a estudante articulou seus conhecimentos científicos e habilidades práticas para enfrentar a situação-problema proposta. Esses registros iniciais oferecem indícios significativos de habilidades investigativas, criatividade, aplicabilidade de conceitos e capacidade de inovação prática, características fundamentais para a análise que será desenvolvida a seguir.

As interações apresentadas trazem indícios sobre habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico da estudante, sugerindo indicadores de AH/SD em Ciências da Natureza. Esses dados serão detalhadamente analisados nos próximos tópicos para verificar como a estudante integra a abordagem STEAM na solução de problemas, demonstrando habilidades cognitivas e metacognitivas que reforçam seu potencial.

5.5.1 Considerações e análise sobre a manifestação de habilidades cognitivas e metacognitivas em atividades investigativas no ensino de Ciências da Natureza

As atividades investigativas no ensino de Ciências da Natureza desempenham um papel no desenvolvimento das habilidades cognitivas e metacognitivas dos estudantes, especialmente aqueles com indicadores de AH/SD. Além dos procedimentos práticos, como observação e

experimentação, essas atividades incluem a motivação e o estímulo para refletir, discutir, explicar e relatar, proporcionando, assim, características de uma investigação científica (Trivelato; Tonidandel, 2015). Essas atividades encorajam os estudantes a aplicar conhecimentos teóricos em contextos práticos e promovem uma reflexão crítica sobre o processo de aprendizagem, características fundamentais para a sondagem de potenciais em estudantes com habilidades diferenciadas.

Conforme Carvalho (2021), o ensino investigativo em Ciências da Natureza promove a proposição de problemas, o levantamento de hipóteses e a análise crítica dos resultados, incentivando o estudante a desenvolver habilidades como raciocínio lógico, formulação de hipóteses e tomada de decisões. Essas práticas possibilitam uma compreensão integrada e significativa dos conceitos científicos, favorecendo uma aprendizagem ativa e colaborativa, importantes para a construção do conhecimento científico e para a sua formação cidadã (Suart; Marcondes, 2009).

Zuliani (2000) argumenta que esses tipos de atividades podem desenvolver habilidades cognitivas como o desenvolvimento de espírito crítico, reflexivo, formulação de novas hipóteses e tomada de decisões (Suart; Marcondes, 2009). Essas são habilidades mentais fundamentais que permitem aos estudantes processar informações, interpretar conceitos, solucionar problemas e desenvolver criticidade do assunto. Analisando as atividades investigativas sob o ponto de vista da aquisição mental, destacamos também, as habilidades metacognitivas. Que conforme Flavel (1970), refere-se ao conhecimento que um indivíduo tem sobre seus próprios processos cognitivos, permitindo-lhe monitorar, regular e avaliar suas atividades mentais, incluindo aquelas relacionadas à criatividade (Deffendi; Schelini, 2016).

As atividades investigativas, podem contribuir, portanto, para o desenvolvimento de habilidades mentais, desde que sejam planejadas e executadas de forma a privilegiar a participação do estudante, na resolução de problemas (habilidades cognitivas) e na reflexão crítica sobre as etapas de análise (habilidades metacognitivas), que podem ocorrer durante a resolução da SEI (Rocha; Malheiro, 2019).

No ensino de Ciências da Natureza, as habilidades cognitivas estão associadas às tarefas mentais exigidas para a resolução de exercícios teóricos, a aplicação de conceitos e fórmulas, a interpretação de figuras e gráficos, o uso de técnicas de mensuração de dados, entre outros (Nóbrega, 2022). Dessa maneira, essas habilidades são importantes para que os estudantes possam se envolver com os conteúdos, entender seus fundamentos e aplicá-los em situações práticas, promovendo assim uma experiência de aprendizado significativa.

Segundo Nóbrega (2022), a experimentação investigativa é uma ferramenta valiosa para explorar e aprimorar essas habilidades, uma vez que incentiva os estudantes a questionar e formular hipóteses através da prática, o que contribui para o desenvolvimento de um pensamento científico robusto e autônomo. Além disso, estudantes com habilidades cognitivas em Ciências da Natureza frequentemente demonstram uma curiosidade intrínseca por fenômenos tecnológicos e naturais, bem como uma capacidade autodidata. Esses estudantes se beneficiam significativamente de uma educação que os desafie e os envolva ativamente na construção do conhecimento.

Por outro lado, as habilidades metacognitivas no ensino de Ciências da Natureza podem ser reconhecidas quando o estudante explica a resolução do problema utilizando conceitos já conhecidos ou relembrados, argumentando com apoio de um quadro teórico, identificando as variáveis, refletindo conceitos e informações, usando a abstração e sugerindo possíveis soluções do problema (Nóbrega, 2022). Portanto, essas habilidades estão relacionadas à autorreflexão e ao conhecimento sobre o próprio processo de pensamento e aprendizagem, ou seja, estão relacionadas ao “pensar” sobre a experiência.

Nóbrega (2022) enfatiza sobre a importância do ensino investigativo para desenvolver as habilidades cognitivas e revelar as habilidades metacognitivas dos estudantes. Estas atividades permitem aos estudantes com essas habilidades refletir sobre suas estratégias de aprendizado, alterar suas abordagens com base na eficácia percebida e questionar os métodos e as hipóteses que escolheram. Este processo reflexivo aumenta sua compreensão sobre as Ciências da Natureza e o ajuda a aprender de forma eficaz por conta própria.

Os estudantes que desenvolvem habilidades metacognitivas tendem a possuir elevados níveis de autoavaliação e autorregulação. Eles demonstram competência em identificar as partes de um problema que não compreendem totalmente e em encontrar maneiras eficazes de superar esses desafios. A habilidade de "pensar sobre o próprio pensamento," como descrito por Machado (2013), permite que esses estudantes otimizem seu potencial de aprendizagem, ajustando seu comportamento e estratégias com base em comentários internos e externos. Essas habilidades são compatíveis com o modelo dos Três Anéis de Renzulli, que caracteriza a superdotação pela combinação de habilidades acima da média, criatividade e envolvimento com a tarefa (Renzulli, 1977).

Essa perspectiva investigativa é corroborada pela literatura, que sugere que o Ensino de Ciências por Investigação pode revelar e potencializar habilidades cognitivas e metacognitivas, fundamentais para o sucesso na educação científica (Nóbrega, 2022). Esta abordagem, está alinhada com as práticas sugeridas por Machado (2013), que enfatiza a importância de dar aos

estudantes com AH/SD oportunidades de explorar e desenvolver suas habilidades cognitivas e metacognitivas em ambientes de aprendizado ricos e desafiadores.

Os estudantes com características de AH/SD em Ciências da Natureza geralmente demonstram habilidades metacognitivas avançadas, que se manifestam por meio de uma autorregulação e reflexão sobre seus próprios processos de aprendizagem e pensamento. Essas habilidades são compatíveis com os três anéis do modelo de superdotação de Renzulli, que consistem em habilidades acima da média, criatividade e envolvimento com a tarefa (Renzulli, 1977). Além de dominar técnicas e conteúdo, esses estudantes também refletem sobre sua aprendizagem, ajustando estratégias com base na análise de resultados e prevendo possíveis obstáculos.

Por outro lado, estudantes com apenas habilidades cognitivas podem demonstrar ser bons em tarefas específicas, como processar dados e resolver problemas, mas não necessariamente se envolvem na reflexão sobre seu próprio processo de aprendizagem como faz a metacognição. Esses estudantes até podem demonstrar algumas características dos três anéis de Renzulli (2004), como habilidades acima da média e algum grau de criatividade e participação. No entanto, sem a capacidade metacognitiva, esses estudantes não alcançam o nível de superdotação que permite uma aprendizagem profundamente autorregulada e adaptativa, que é essencial para enfrentar níveis mais avançados de complexidades científicas. No ensino de Ciências da Natureza, a capacidade de um estudante em aplicar habilidades cognitivas e metacognitivas em situações práticas é fundamental para a compreensão dos conceitos científicos e para o desenvolvimento de trabalhar de forma independente e inovadora (Da Silva Junior, 2023). No contexto desta pesquisa, a SEI foi utilizada como instrumento para a sondagem e desenvolvimento dessas habilidades, proporcionando à estudante E1 um ambiente de ensino investigativo onde pudesse aplicar o conhecimento de Ciências da Natureza de forma prática e reflexiva. A análise discursiva das interações entre a estudante (E1) e sua professora (P1), capturadas pelo registro do desafio prático investigativo durante a resolução da situação-problema, evidencia tanto habilidades cognitivas quanto metacognitivas, embora em diferentes níveis de profundidade.

A análise das interações discursivas baseia-se em trechos de fala coletados durante a gravação do registro do desafio prático investigativo, no qual a estudante E1 enfrenta um desafio investigativo com o objetivo de sondar habilidades cognitivas e metacognitivas. Por meio dessas interações, investigamos indicadores de AH/SD e exploramos como E1 manifesta as Habilidades de Ordem Cognitiva (HOC) e as Habilidades de Ordem Metacognitivas (HOM)

no contexto do ensino de Ciências da Natureza, seguindo as categorias adaptadas de Nóbrega (2022).

Em cada trecho selecionado, nosso foco é analisar as respostas da estudante para identificar níveis de raciocínio crítico, criatividade e autorregulação de pensamento, características típicas de estudantes com potencial elevado em Ciências da Natureza.

Tabela 3: Elementos do ensino de Ciências da Natureza observadas a partir do registro do desafio prático investigativo dos estudantes

Elementos	Habilidade de Ordem Cognitiva (HOC)	Elementos	Habilidade de Ordem Metacognitiva (HOM)
HOC - 1	Requer orientação do professor para compreender e interpretar a situação-problema apresentado durante a atividade.	HOM - 1	Analisa autonomamente a situação-problema, necessitando de mínima ou nenhuma orientação do professor.
HOC - 2	Reconhece algumas variáveis experimentais, ainda que o entendimento conceitual não seja pleno.	HOM - 2	Identifica e estabelece relações entre variáveis experimentais com clareza e compreensão conceitual.
HOC - 3	Levanta hipóteses, mas enfrenta dificuldades para testá-las e aplicá-las em um contexto teórico.	HOM - 3	Formula hipóteses e as avalia criticamente, fundamentando-as em teorias relevantes para chegar a conclusões válidas.
HOC - 4	Memoriza e recupera informações/conceitos previamente discutidos pelo professor.	HOM - 4	Reflete sobre informações/conceitos recuperados, aprofundando sua compreensão.

Fonte: Adaptado de Nóbrega (2022)

O objetivo da discussão é encontrar e analisar os componentes que indicam capacidades de habilidades mentais avançadas nas respostas e comportamento do estudante durante a resolução da problemática. Esta análise tem como objetivo melhorar nossa compreensão de como as habilidades cognitivas e metacognitivas se manifestam na prática e como podem ser sondadas em um ambiente desafiador. Portanto, esta compreensão contribui para o desenvolvimento de estratégias que reconhecem estudantes com indicadores de AH/SD e

ajudem a desenvolver essas habilidades em todos os estudantes, preparando-os para desafios científicos complexos e promovendo uma aprendizagem mais significativa.

A partir das categorias de análise propostas no quadro 1 (HOC [1-4]; HOM [1-4]), abordaremos a discussão das interações discursivas de E1 durante a produção do protótipo. Começaremos, então, por discutir cada extrato de fala, a seguir.

No início do registro do desafio prático investigativo, P1 pergunta a E1 qual o problema real que o estudante deve resolver. Esta questão buscava verificar se E1 compreendia a situação-problema de forma autônoma e se conseguia propor uma solução prática e inovadora, conectando seu conhecimento teórico à realidade prática, alinhada aos princípios do STEAM. Essa abordagem inicial é fundamental para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e metacognitivas, pois promove a análise e a autorreflexão da estudante. A partir da pergunta feita por P1, a iniciativa do projeto por E1 revela uma motivação clara na identificação de um problema real e relevante (auxiliar deficientes visuais). Desse modo, o estudante demonstra ter pensado sobre o problema *'saberem a medida correta de remédio, que eles precisam utilizar no dia a dia'*, evidenciando a capacidade de análise da situação-problema, e uma conexão prática com a realidade ao propor uma solução para que deficientes visuais saibam a medida correta de remédio que precisam utilizar no dia a dia. No entanto, essa iniciativa só se concretizou após a orientação do professor, o que alinha a resposta com a categoria HOC-1. Embora a estudante tenha precisado de orientação inicial do professor, sua resposta revela um início de reflexão autônoma sobre a situação, aproximando-se de uma habilidade metacognitiva em desenvolvimento (HOM-1).

O desenvolvimento de uma aprendizagem investigativa depende da capacidade do estudante de identificar situações-problema de forma independente e relacioná-las com ações para poder testá-las (Carvalho, 2021). Esta característica desenvolve habilidades de levantamento de hipóteses, pensamento crítico, resolução de problemas e autoconfiança, que são essenciais para a construção do conhecimento. Nesta etapa de resolução do problema pelo estudante, o importante não é o domínio conceitual, mas as ações manipulativas que vão dar condições ao estudante a gerarem ideias, testá-las e implementá-las para resolvê-las e colocá-las em prática. Mais do que o conhecimento conceitual em si, o que se destaca é a habilidade do estudante em transformar sua compreensão em soluções tangíveis e aplicáveis. A capacidade de identificar e definir problemas, aliada à competência para resolvê-los de maneira prática e criativa, é fundamental para o desenvolvimento do pensamento crítico. A construção do conhecimento ocorre quando essas hipóteses ou ideias, ao serem testadas experimentalmente, se mostram corretas, proporcionando aos estudantes a oportunidade de aprender por meio de

suas próprias experiências (Carvalho, 2021). Estudantes que demonstram facilidade em resolver problemas de forma autônoma durante atividades investigativas, especialmente quando envolvem a criação de protótipos ou outras soluções práticas, podem revelar indicadores significativos de habilidades acima da média, um aspecto na sondagem de estudantes com características de AH/SD em Ciências da Natureza.

Adiante da atividade investigativa, E1 foi questionado por P1 sobre quais materiais iria utilizar para construir o protótipo e com quais conteúdos de Ciências da Natureza poderia se relacionar. Na sequência, E1 respondeu “*objetos e materiais recicláveis... e vai trabalhar com a densidade da água através desse experimento*”. À medida que a atividade investigativa avança, E1 descreve os materiais escolhidos, indicando uma compreensão básica das variáveis experimentais (HOC-2). Ao mencionar a densidade da água, E1 revela uma compreensão básica do conceito científico, demonstrando habilidade cognitiva ao recuperar informações previamente discutidas nas aulas de Ciências da Natureza/Química (HOC-4). No entanto, a explicação fornecida é limitada, indicando que as habilidades metacognitivas (como a análise crítica e a avaliação do impacto ambiental dos materiais utilizados) ainda estão em desenvolvimento. Esse aspecto destaca a importância de uma compreensão mais profunda e integrada dos conceitos para alcançar uma prática investigativa mais autônoma e reflexiva. O desenvolvimento de uma explicação mais elaborada, com uma reflexão crítica sobre a densidade e o impacto ambiental dos materiais, demonstraria uma habilidade metacognitiva (HOM-3), ainda não completamente manifestada por E1. A capacidade de conectar conceitos teóricos a situações práticas e argumentar criticamente sobre suas escolhas é uma habilidade para estudantes com AH/SD.

Nesse contexto, o problema pode não estar relacionado a uma falta de domínio conceitual completo sobre a densidade, mas sim à carência de uma explicação mais elaborada por parte de E1 sobre o que é a densidade e como ela se aplica ao experimento. O termo “domínio conceitual” refere-se ao conjunto de conhecimentos teóricos e práticos que são necessários para compreender as Ciências da Natureza. Esse domínio abrange conceitos, teorias, princípios e leis, que os estudantes devem entender para resolver problemas, realizar análises científicas e aplicar o que aprenderam (Stroupe, 2015).

O domínio conceitual da densidade, por exemplo, exige a compreensão de conceitos químicos em uma dimensão microscópica, como a compactação das moléculas (uma habilidade metacognitiva), bem como sua aplicação em fenômenos macroscópicos, como evidenciado no experimento (uma habilidade cognitiva). A relação entre teoria e prática demonstrada por E1,

portanto, precisa ser mais explicitada e aprofundada para que possamos identificar claramente a manifestação de uma habilidade metacognitiva.

Uma maneira de incentivar maior participação dos estudantes e levá-los a refletir sobre suas ações em atividades investigativas é por meio de perguntas como: "Como você conseguiu resolver o problema?", "Por que acha que deu certo?" e "Como explica o sucesso da solução?". Essas questões promovem o início do desenvolvimento de atitudes de habilidades científicas, como a coleta de dados e a construção de evidências (Carvalho, 2021). Com esse tipo de pergunta, "os estudantes buscarão uma justificativa para o fenômeno ou mesmo uma explicação causal, mostrando, no conjunto da classe, uma argumentação científica" (Carvalho, 2013, p. 12). Essa busca por explicações das causas do fenômeno experienciado conduz os estudantes a procurarem uma palavra ou conceito que descreva de forma clara o fenômeno observado, o que contribui para a ampliação de seu vocabulário (Malheiro, 2016). Nesse sentido, a professora (P1) poderia ter desempenhado um papel mais ativo em instigar a estudante a aprofundar suas respostas, explorando suas concepções ou ideias sobre o conceito de densidade.

Além disso, ao analisar os materiais empregados no protótipo, como o canudinho e o EVA, que são considerados por E1 como recicláveis, surgem preocupações sobre a biodegradabilidade e o impacto ambiental desses materiais. A estudante poderia ter explorado essa questão, argumentando que a simplicidade na construção do protótipo, utilizando materiais de fácil acesso, poderia ser vista como um ponto positivo. Contudo, a análise teria sido ainda mais enriquecedora se a estudante tivesse considerado alternativas de materiais mais sustentáveis, justificando suas escolhas com base na acessibilidade e praticidade, mas também levando em consideração o impacto ambiental.

Flavell (1988) distingue as categorias de habilidades cognitivas e metacognitivas. Ele sugere que as atividades cognitivas visam atingir metas específicas, como resumir, descobrir ideias principais ou revisar cálculos que são usados para realizar ações específicas. Por outro lado, as habilidades metacognitivas se concentram em verificar se os objetivos foram alcançados. Eles fazem isso, comparando os resultados com estimativas, procurando erros e voltando a etapas de raciocínio anteriores para correções. Assim, o conhecimento metacognitivo engloba a compreensão de como executar uma tarefa, incluindo a identificação das condições mais propícias para sua aplicação. No caso de E1, as habilidades cognitivas foram evidentes na identificação dos materiais e na aplicação básica do conceito de densidade, mas as habilidades metacognitivas, como a avaliação crítica dos resultados e a reflexão sobre o processo de aprendizagem, ainda estavam em desenvolvimento.

Durante a demonstração do protótipo, E1 detalha o funcionamento do dispositivo, aplicando o conceito de densidade para explicar como o protótipo auxilia deficientes visuais na medição de líquidos. Essa etapa da atividade evidencia a capacidade de E1 levantar hipóteses e de traduzir conceitos teóricos em uma aplicação prática, revelando habilidades cognitivas relacionadas à compreensão e aplicação do conhecimento (HOC-3). Além disso, ao avaliar criticamente o funcionamento do protótipo e sugerir melhorias, E1 demonstra uma habilidade metacognitiva avançada (HOM-4), pois reflete sobre o próprio processo de criação e considera o impacto de suas escolhas.

Seguindo-o ela diz: *“Conforme o líquido vai subindo, o isopor, por ser mais leve que a água, também vai subir, até que a parte do EVA toque o dedo dele”*. Nessa passagem, E1 se refere a densidade do isopor como “mais leve” e da água como “menos leve”, aproximando então de uma concepção cientificamente mais aceita (menos denso flutua e mais denso afunda) e, assim, evidenciando, em sua fala, uma categoria do tipo HOM-4. Na sequência, E1 também avalia seus resultados durante a demonstração do protótipo, fundamentando suas observações: *“Quando ele colocar (o artefato), vai aproximar o dedo bem perto do potinho. Quando sentir o toque, ele sabe que atingiu a quantidade correta de mL.”* Dessa maneira, o estudante chega a conclusões sobre como o protótipo atende as necessidades dos usuários, e mostra os resultados na demonstração, justificando suas conclusões nas propriedades da densidade, indicando um entendimento de ordem do tipo HOM-3.

Nesse contexto, ressaltamos que a formulação de hipóteses é um ponto importante para a aprendizagem em Ciências da Natureza, pois permite que os estudantes façam previsões fundamentadas em conhecimentos prévios, o que é importante para o desenvolvimento do pensamento crítico (Nóbrega, 2022). Ao criar hipóteses, os estudantes aprendem a conectar teoria e prática, além de desenvolver a habilidade de refletir sobre causas e efeitos. Por fim, E1 descreve como o protótipo permite a medição de 100 mL de líquido através da palpação, enfatizando a autonomia que proporciona ao usuário com deficiência visual. Portanto, ao detalhar como o protótipo funciona e como deve ser utilizado, o estudante demonstra não apenas recuperação de informações, mas uma reflexão sobre como a informação pode ser aplicada de maneira inovadora e útil.

Essa análise evidencia que a atividade investigativa, ao promover autonomia no aprendizado e estimular a resolução de problemas, se mostra eficaz na identificação e desenvolvimento de possível talentos em Ciências da Natureza. O envolvimento de E1 na resolução prática do desafio investigativo revela uma combinação de habilidades cognitivas e

metacognitivas que sugerem potenciais de AH/SD, destacando a importância de estratégias pedagógicas que ofereçam um ambiente de aprendizado enriquecedor e desafiador.

A análise das interações discursivas de E1 indicam que, embora existam habilidades a serem aprimoradas, a estudante apresenta indicadores significativos de habilidades cognitivas e metacognitivas que podem ser potencializadas para o desenvolvimento de um pensamento científico mais profundo e autônomo. Assim, a estratégia investigativa cumpre seu papel como ferramenta pedagógica para sondar e promover o potencial de estudantes com características de AH/SD em Ciências da Natureza, proporcionando uma experiência de aprendizagem rica e significativa.

Essas observações iniciais sugerem que o uso da estratégia investigativa promoveu o engajamento de E1 em uma resolução prática e criativa de problemas, trazendo à tona habilidades cognitivas e metacognitivas. No entanto, para aprofundar nossa compreensão sobre o potencial de AH/SD da estudante, é necessária uma análise mais detalhada dos dados. A seguir, iremos considerar as interações discursivas de E1 frente às categorias de análise propostas, buscando identificar e interpretar manifestações específicas do pensamento crítico e interdisciplinar característicos da abordagem STEAM. Essa investigação permitirá avaliar a forma como E1 articula os componentes do STEAM, elemento central para compreender o papel dessa abordagem no desenvolvimento de estudantes com potencial elevado em Ciências da Natureza.

5.5.2 Considerações e análise sobre a abordagem STEAM de estudantes com características de AH/SD em Ciências da Natureza para a resolução de atividades investigativas

A abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) representa um modelo educacional que integra conhecimentos multidisciplinares, incentivando os estudantes a aplicar habilidades de diferentes áreas do conhecimento para resolver problemas práticos. No contexto desta pesquisa, a análise da abordagem STEAM permite avaliar como estudantes com possíveis indicadores de AH/SD em Ciências da Natureza, como E1, utilizam e articulam esses conhecimentos de forma interdisciplinar e criativa.

Essa análise visa explorar o domínio conceitual de E1 e o desenvolvimento de habilidades cognitivas e metacognitivas durante a criação e aprimoramento do protótipo proposto na atividade investigativa. Ao observar a integração dos componentes STEAM, esta discussão busca compreender como a estudante aplica habilidades críticas e inovadoras para

solucionar a situação-problema, destacando aspectos do processo investigativo que potencializam seu perfil de superdotação.

O desenvolvimento das habilidades cognitivas e metacognitivas no ensino de Ciências da Natureza é essencial, especialmente para estudantes com indicadores de AH/SD. A abordagem STEAM, ao integrar diversas áreas do conhecimento, promove a resolução prática de problemas ao mesmo tempo em que encoraja o pensamento crítico e interdisciplinar. Ao longo deste tópico, exploraremos como E1, uma estudante com características de AH/SD, demonstrou habilidades cognitivas e metacognitivas por meio da abordagem STEAM durante a resolução do desafio prático proposto pela SEI.

Ao longo do tempo, tem-se discutido a importância de melhorias no ensino de Ciências da Natureza. Essa preocupação é presente nos documentos orientadores da educação no Brasil, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que enfatiza a necessidade de “contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conceituá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo [...]” (Brasil, 2018, p.16). Dentro desse contexto, a abordagem STEAM é amplamente reconhecida por promover um aprendizado interdisciplinar e aplicado, oferecendo aos estudantes oportunidades de explorar e combinar diferentes áreas do conhecimento para solucionar problemas reais (White, 2014; D’ambrosio, 2020).

No caso de estudantes com AH/SD, o STEAM se destaca ao estimular a criatividade, a abstração e a capacidade de lidar com desafios complexos de forma inovadora, o que se destaca para o desenvolvimento de habilidades científicas e investigativas (Maia; Carvalho; Appelt, 2021). Para a estudante E1, a SEI, estruturada com base na abordagem STEAM, funcionou como uma atividade prática e um meio de sondar habilidades específicas, explorando suas habilidades cognitivas e metacognitivas, permitindo observar como essas áreas interagem na resolução de problemas.

No contexto da atividade investigativa, a abordagem STEAM foi utilizado como uma estratégia de ação para engajar os estudantes em atividades que requerem a compreensão conceitual, a aplicação prática e a capacidade de interligar diferentes componentes curriculares. A proposta desta pesquisa, motivou a estudante E1 a identificar problemas reais, propor soluções criativas e testar suas hipóteses através de experimentos, integrando, assim, conhecimentos de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática.

A abordagem STEAM passou a ser compreendida como uma experiência de aprendizagem em que: “as Ciências e a Tecnologia são interpretadas por meio da Engenharia e das Artes, baseadas nos elementos da Matemática” (Yakman, 2008, p.18), permitindo

explorar a informação em novos caminhos de criação. Nesse sentido, esta abordagem atende às demandas educacionais do século XXI e proporciona um ambiente rico e estimulante para estudantes com potencial de AH/SD. Ao integrar os princípios STEAM, a atividade investigativa estipulada em nossa pesquisa oferece aos estudantes um ambiente em que os estudantes podem desenvolver e aprimorar suas habilidades avançadas, permitindo uma aprendizagem mais abrangente e significativa. Portanto, com esse objetivo em mente, investigaremos como cada componente do STEAM ajudará a revelar e potencializar os talentos dessa estudante e destacaremos particularmente seu desempenho na criação do protótipo para a resolução da situação-problema.

Cada componente do STEAM traz características próprias e complementares para o processo de resolução de problemas:

Tabela 4: Elementos de cada área do STEAM

Áreas do STEAM	Descrição das Características
<i>Ciência</i>	Enfatiza a importância dos processos de investigação e do pensamento científico.
<i>Tecnologia</i>	Ressalta no uso inovador de ferramentas e recursos para resolver problemas.
<i>Engenharia</i>	Concentra-se na projeção, construção de soluções para problemas reais e desenvolvimento de produtos.
<i>Arte</i>	Inclui a habilidade de comunicação, expressão criativa, <i>design</i> e inovação.
<i>Matemática</i>	Destaca na resolução de problemas, raciocínio lógico, análise de dados, causas e efeitos.

Fonte: Adaptado de Yakman (2008)

Uma breve descrição de cada área do STEAM será detalhada, indicando suas principais características a partir do referencial teórico de Yakman (2008). Ao analisar cada um desses elementos, mostraremos como elas interagem para apoiar uma aprendizagem interdisciplinar. O desenvolvimento das habilidades dos estudantes, especialmente aquelas com características de AH/SD em Ciências da Natureza durante a resolução de problemas e a criação do protótipo será facilitado por esse detalhamento.

- **Ciência:** área que desenvolve uma compreensão das características naturais, sociais e tecnológicas. Os principais componentes são uma investigação científica, que estimula a curiosidade e o pensamento crítico. Ou seja, os estudantes são incentivados a formular hipóteses, realizar experimentos e analisar dados para chegar a conclusões.

- **Tecnologia:** área que inclui o uso de ferramentas e recursos tecnológicos para obter, organizar, analisar e compartilhar dados, que facilitam o aprendizado e a resolução de problemas. Este componente permite é visto como um facilitador que prepara os estudantes para um mundo digital em constante mudança, permitindo-lhes aplicar seus conhecimentos científicos e de engenharia de maneira eficaz e inovadora.
- **Engenharia:** área que é caracterizada pelo planejamento, design e construção de soluções para problemas reais. Esta área destaca o raciocínio lógico e organizacional, bem como a aplicação prática de conceitos matemáticos e científicos para criar produtos funcionais. A engenharia promove a resolução de problemas de forma estruturada e criativa, incentivando os estudantes a experimentar, testar e refinar suas ideias até encontrar a solução mais eficaz.
- **Artes:** área de dimensão de criatividade, expressão e comunicação. As artes estimulam os estudantes a criar novas maneiras de pensar, a encontrar novas maneiras de resolver problemas, a capacidade de pensar criticamente, desenvolver a imaginação e ser capaz de adaptar-se a situações novas e desafiadoras. A integração das artes contribui para o desenvolvimento de um aprendizado mais amplo.
- **Matemática:** área que utiliza os recursos necessários para medir, calcular e analisar dados. O raciocínio lógico, a resolução de problemas e a análise de causa e efeitos são priorizados neste componente. Os estudantes são incentivados a usar habilidades matemáticas para interpretar dados, desenvolver modelos e validar soluções, a fim de garantir que as respostas sejam não apenas criativas, mas também quantitativamente confiáveis.

A capacidade de desenvolver e aplicar o pensamento científico é fundamental para estudantes com características de AH/SD em Ciências da Natureza, pois lhes permite explorar suas curiosidades e aprofundar a compreensão das interações entre diferentes fenômenos (Nóbrega, 2022). A aplicação de conceitos científicos por esses estudantes evidencia suas habilidades cognitivas e metacognitivas na resolução de problemas complexos, demonstrando um domínio conceitual avançado que é característico dessa especificidade.

A integração da tecnologia possibilita que os estudantes apliquem seus conhecimentos teóricos de maneira inovadora e prática, ao mesmo tempo que desenvolvem competências em tecnologias da informação e comunicação (Bacich; Holanda, 2020). Para estudantes com AH/SD, essa área proporciona oportunidades para explorar e aprimorar suas capacidades avançadas em ambientes digitais. Ao desenvolver um protótipo em atividades investigativas, o

uso de recursos tecnológicos pelos estudantes evidencia sua habilidade técnica, sua capacidade de organizar, analisar e compartilhar informações.

A engenharia oferece aos estudantes com características de AH/SD um campo para aplicar conceitos científicos e matemáticos em projetos práticos. O envolvimento dos estudantes na construção de protótipos durante a atividade investigativa evidencia sua capacidade de planejar, testar e ajustar ideias, destacando seu pensamento inovador e a aplicação prática de seu conhecimento avançado (Bacich; Holanda, 2020).

A inovação, a criatividade e as habilidades socioemocionais, como empatia, cooperação e comunicação, são aspectos altamente valorizados no componente de arte. O pensamento imaginativo, crítico e criativo que essa área proporciona oferece aos estudantes com AH/SD uma forma de explorar e expressar suas ideias. No ensino de arte, as habilidades cognitivas são estimuladas de maneira significativa, incentivando o pensamento criativo e há um desenvolvimento do pensamento metacognitivo, como a capacidade de construir coerência em sistemas complexos (Bacich; Holanda, 2020). A integração de elementos artísticos pelos estudantes na criação de protótipos durante as atividades aprimora a usabilidade e a estética dos projetos, revelam suas habilidades de conceber, criar e testar suas ideias de maneira prática.

A matemática proporciona desafios aos estudantes com AH/SD que ajudam a aprimorar sua habilidade acima da média e suas habilidades de resolução de problemas, estimulando o pensamento crítico e a capacidade de abordar questões complexas de forma lógica e organizada. Propor uma abordagem STEAM de forma a construção do pensamento matemático é desenvolver nos estudantes as habilidades de abstração e generalização, para que esses estudantes apliquem conceitos matemáticos em diversas situações e problemas, cujas competências envolvam investigação, testagem de hipóteses, argumentação, tentativa, erro análise e retomada (Bacich; Holanda, 2020). Durante a realização da atividade investigativa, esses estudantes demonstram seu raciocínio avançado, capacidade de abstração e aptidão para utilizar conceitos matemáticos na interpretação de dados e na validação de soluções.

O estudo da abordagem STEAM em estudantes com características de AH/SD em Ciências da Natureza no contexto para a resolução de problemas trouxe informações importantes sobre como cada área dessa abordagem contribui para o desenvolvimento integral desses estudantes. Um ambiente educacional que combina esses componentes curriculares desafia as capacidades cognitivas dos estudantes e também estimula a criatividade, a inovação e a reflexão crítica.

A abordagem STEAM, como discutido, destaca-se por promover uma aprendizagem interdisciplinar que estimula tanto o desenvolvimento de habilidades cognitivas quanto metacognitivas nos estudantes (Bacich; Holanda, 2020). Nesse contexto, a integração desses

componentes curriculares facilita a resolução de problemas e proporciona aos estudantes a oportunidade de explorar suas capacidades de maneira mais ampla e inovadora. Portanto, incentivar os estudantes a explorar, criar e resolver problemas de forma interdisciplinar permite que eles utilizem seus conhecimentos de maneira integrada, evidenciando suas habilidades avançadas e seu potencial para superdotação.

Nesse sentido, a atividade investigativa desenvolvida em nossa pesquisa atende a essa necessidade, oferecendo uma experiência interdisciplinar que incentiva a criação de soluções práticas e inovadoras, ao mesmo tempo que desafia os estudantes a integrar conhecimentos de diferentes áreas. Ao implementar atividades que exigem o uso da abordagem STEAM, como a criação de protótipos, os estudantes com indicadores de AH/SD em Ciências da Natureza são desafiados a explorar suas habilidades avançadas de forma mais ampla e interconectada.

Durante a SEI, E1 foi desafiada a criar um protótipo que ajudasse deficientes visuais a medir medicamentos corretamente. Esse desafio permitiu E1 interagir com cada área do STEAM de maneira integrada, utilizando suas habilidades cognitivas para planejar e construir o protótipo, e metacognitivas para refletir e ajustar suas estratégias ao longo do processo. Essas manifestações iniciais das habilidades de E1 sugerem a presença de indicadores que podem corresponder ao perfil de AH/SD dentro da área de Ciências da Natureza.

A definição de AH/SD, baseia-se na Concepção de Superdotação dos Três Anéis de Renzulli (2004), caracterizada como um comportamento superior em alguns indivíduos, influenciado por diversos fatores. Isso se caracteriza pela interseção de habilidades acima da média, criatividade e envolvimento com a tarefa em um campo específico de conhecimento (Virgolin, 2021). Em nossa pesquisa, buscamos identificar essas características em estudantes na área de Ciências da Natureza, especialmente no contexto da abordagem STEAM. O objetivo é entender como essas habilidades se manifestam durante a resolução de problemas práticos. Esse contexto permite observar e avaliar a capacidade dos estudantes de articular e integrar os diversos componentes do STEAM.

Considerando as particularidades de cada área do STEAM, estudantes com indicadores de AH/SD podem, portanto, demonstrar uma grande facilidade e agilidade no aprendizado de conceitos, um elevado nível de energia mental, intensa curiosidade, forte interesse e motivação por tópicos específicos e desafiadores, uso de um vocabulário avançado, memória robusta, raciocínio lógico aguçado, habilidade para abstração, preferência por trabalhar isoladamente ou em companhia de pessoas mais velhas, tendência ao perfeccionismo, autocrítica e criatividade (Virgolin; Konkiewitz, 2018). Essas características são mais facilmente identificadas em ambientes pedagógicos que incentivam a reflexão crítica e a interconexão entre as áreas de

conhecimento, como ocorre nas atividades interdisciplinares e investigativas. A abordagem STEAM atende a essa demanda, fornecendo uma estrutura que promove a resolução prática de problemas ao mesmo tempo em que desafia os estudantes a utilizar habilidades cognitivas e metacognitivas para integrar conceitos de diferentes áreas.

No contexto da atividade investigativa aplicada nesta pesquisa, a abordagem STEAM foi utilizado como uma estratégia para engajar os estudantes em atividades que demandam não apenas compreensão teórica, mas também aplicação prática e capacidade de interligar diferentes áreas do conhecimento. Essa abordagem desafia os estudantes a identificar problemas reais, propor soluções criativas e testar suas hipóteses por meio de atividades práticas, o que facilita a expressão e o desenvolvimento de suas habilidades em Ciências da Natureza. Yakman (2008) descreve o STEAM como uma experiência de aprendizagem que combina Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, interpretadas por meio da inovação proporcionada pelas Artes. Essa abordagem se alinha com as demandas educacionais contemporâneas e oferece um ambiente enriquecedor e estimulante para estudantes com potencial de AH/SD, que tendem a se beneficiar de desafios que envolvem a resolução de problemas complexos e interdisciplinares.

Ao implementar o STEAM por meio de uma SEI, como foi feito na nossa pesquisa, é possível criar um ambiente de aprendizagem em que o estudante, ao resolver problemas práticos, manifesta habilidades cognitivas e metacognitivas que podem indicar potenciais de AH/SD. A resolução da situação-problema prática nesta SEI, por exemplo, desafiou E1 a aplicar conhecimentos de Ciências, Engenharia e Matemática para construir um protótipo. Essa integração é fundamental para a abordagem STEAM e permitiu que E1 desenvolvesse tanto habilidades cognitivas quanto práticas, refletindo um uso criativo e estratégico de conceitos científicos.

Neste tópico, exploraremos como a estudante E1, sujeito de análise desta pesquisa, que apresenta possíveis indicadores de características de AH/SD em Ciências da Natureza, manifestou a abordagem STEAM durante a resolução da SEI. A análise será conduzida com base nos elementos do STEAM descritos na Tabela 4, destacando a integração entre Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, que promove um aprendizado interdisciplinar e potencializa a sua contribuição para o desenvolvimento das habilidades cognitivas e metacognitivas. Analisaremos como E1 articulou esses conhecimentos de forma integrada, evidenciando a habilidade acima da média, a criatividade e o envolvimento com a tarefa para criar uma solução prática e funcional para o problema proposto. (Renzulli, 2004).

Durante o processo de construção do protótipo, E1 mostrou como as áreas do STEAM se conectam de forma prática e interdisciplinar. Inicialmente, a estudante E1 inicia o projeto comentando sobre definições de Química, como a densidade para justificar a escolha dos materiais mais adequados para o protótipo e seu funcionamento (sem domínio conceitual, como discutidos anteriormente). Por exemplo, a escolha do EVA foi baseada em sua leveza e facilidade de manuseio, fatores críticos tanto para a Ciência quanto para a Engenharia. Entretanto, embora E1 tenha apresentado uma solução engenhosa, a relação entre os conteúdos de Ciências da Natureza e a construção do protótipo não foi plenamente evidenciada. A relação teoria-prática por parte de E1, embora presente durante a resolução da SEI, carece de uma maior profundidade e clareza para demonstrar uma habilidade metacognitiva. A resposta superficial e a falta de uma explicação completa sobre a densidade, bem como a consideração insuficiente sobre a sustentabilidade dos materiais, indicam que há espaço para um maior domínio conceitual.

A capacidade de estabelecer uma conexão mais forte entre o conhecimento teórico e sua aplicação prática é crucial, especialmente dentro do contexto do STEAM, que visa não apenas resolver problemas, mas também entender profundamente os conceitos subjacentes (Bacich; Holanda, 2020). A superficialidade na explicação conceitual indica que, embora E1 tenha identificado os materiais corretos para o protótipo, ainda há um caminho a percorrer para aprofundar seu entendimento conceitual. Isso levanta uma questão crítica sobre a adequação da abordagem STEAM para o desenvolvimento de conhecimentos conceituais. Será que o STEAM é mais eficaz para a resolução de problemas práticos do que para o aprofundamento conceitual? Essa reflexão traz à tona a necessidade de considerar se a abordagem STEAM está sendo utilizada para promover o conhecimento conceitual ou se está focada predominantemente na resolução de problemas. E isto é particularmente relevante para estudantes com AH/SD, que necessitam tanto de desafios práticos quanto de uma compreensão aprofundada dos conceitos científicos. Isso sugere que a abordagem STEAM, embora eficiente para a resolução de problemas práticos, precisa equilibrar a prática com o desenvolvimento conceitual profundo, especialmente para estudantes com AH/SD, que necessitam de desafios mais avançados tanto na prática quanto na teoria (Bacich; Holanda, 2020).

Por outro lado, o desenvolvimento do protótipo também incorporou uma dimensão artística, onde E1 levou em conta tanto a funcionalidade quanto o design inovador. A habilidade de E1 em selecionar materiais reflete a integração das Artes no processo de Engenharia. A capacidade de E1 de incorporar um pensamento criativo no processo de Engenharia mostra como as Artes podem ser integradas às ciências, promovendo soluções mais inovadoras e

práticas. A integração entre a escolha dos materiais e o design reflete a importância do pensamento criativo e interdisciplinar, que é central no STEAM. Nesse contexto, no processo de *design*, as novas ideias, testes, reformulações dessas ideias (prototipagem), envolvem tentativas e erros que fazem a arte uma parte integrante de uma solução funcional, demonstrando como o pensamento criativo pode ser combinado com a resolução prática de problemas (Bacich; Holanda, 2020).

Durante todo o processo, E1 foi incentivado a refletir sobre suas escolhas e a realizar ajustes conforme necessário. Esse ciclo de experimentação e análise é uma manifestação do pensamento metacognitivo. E1 não apenas aplicou conhecimentos científicos e tecnológicos, mas também monitorou e avaliou seu próprio processo de aprendizagem, ajustando suas estratégias para otimizar o resultado final. Esse nível de reflexão demonstra uma integração profunda entre as áreas do STEAM, onde o estudante não apenas executa as tarefas, mas também compreende e ajusta seu trabalho com base em um entendimento interdisciplinar (Bacich; Holanda, 2020).

Além disso, a criação de um protótipo funcional, ajustado para diferentes volumes (5 mL e 100 mL), mostra a capacidade da estudante de adaptar suas soluções para diferentes contextos e necessidades, demonstrando uma compreensão prática e flexível dos conceitos científicos envolvidos. Essa habilidade de ajustar soluções práticas com base em variáveis diferentes reflete um pensamento interdisciplinar, que é central no STEAM (Bacich; Holanda, 2020).

Para complementar a análise, apresentamos o quadro com o número do extrato das transcrições das falas de E1 e a respectiva Figura, seguidos por comentários que demonstram como as áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática se manifestaram de maneira interdisciplinar para a resolução da problemática.

Quadro 4: Resumo das manifestações das áreas do STEAM por meio dos extratos discursivos de E1, ilustrando como cada componente se relacionou ao processo investigativo.

Extrato	Figura	Comentário sobre a Abordagem STEAM
1	3	E1 demonstra uma compreensão básica dos materiais necessários para a construção do protótipo, refletindo um pensamento integrado de Ciência e Engenharia. A escolha dos materiais e a explicação de sua utilidade mostram a aplicação prática dos conceitos teóricos discutidos.
2	4	E1 comenta sobre densidade para explicar o funcionamento do protótipo, demonstrando uma integração de Ciências com a

		prática de Engenharia. A simplicidade e a eficácia do artefato demonstram a capacidade da estudante de criar uma solução inovadora que é tanto funcional quanto acessível.
3	5	E1 introduz a demonstração prática, onde aplica os conceitos que foram discutidos. A demonstração em si é um exemplo da integração do conhecimento técnico com a aplicação prática, importante para a abordagem STEAM.
3	6	E1 exemplifica como o protótipo funciona na prática, demonstrando habilidades de Engenharia e Tecnologia na criação de uma solução acessível para deficientes visuais. A explicação e a demonstração mostram a integração dessas áreas com a Ciência para resolver um problema prático.
3	7	E1 demonstra o entendimento prático de densidade e flutuação, enquanto explica a funcionalidade do protótipo. A combinação da Ciência com a usabilidade do artefato mostra uma aplicação integrada com elementos de Engenharia, Artes e Tecnologia.
3	8	E1 demonstra a capacidade de adaptar o artefato criado para diferentes volumes, mostrando uma flexibilidade no pensamento e na aplicação prática. Essa adaptação reflete uma habilidade criativa e uma compreensão de Engenharia, Ciência e Artes, onde o design também tem um papel na usabilidade.
3	9	E1 reforça a aplicação prática do protótipo, mostrando a integração entre o conhecimento científico e a sua funcionalidade. A demonstração reflete a combinação das áreas de Ciência, Tecnologia e Engenharia na solução do problema.
3	10	E1 valida seu protótipo, mostrando como a experimentação e a prática são usadas para confirmar a precisão. Essa fala final demonstra a competência de E1 em integrar conhecimento teórico e prático, aplicando conceitos de Matemática e Ciência para garantir a funcionalidade do protótipo.

Fonte: elaborado pelos autores.

O quadro demonstra a análise das interações discursivas de E1, que revela-se que a abordagem STEAM, ao ser aplicada em um ambiente de ensino investigativo, pode ser uma

ferramenta para o desenvolvimento de habilidades avançadas em Ciências da Natureza, especialmente em estudantes com indicadores de AH/SD. A integração dos componentes STEAM encoraja a inovação, a resolução de problemas e a autorregulação, todas habilidades essenciais para o aprendizado significativo.

É importante destacar que para resolver o problema apresentado, não é necessário que todas as cinco áreas de conhecimento sejam contempladas ao mesmo tempo. O objetivo é aprimorar as habilidades de interpretação, comunicação, análise e descrições que serão necessárias para a construção e aplicação de novos conhecimentos. O desenvolvimento e construção de protótipos requer uma combinação justamente desses conhecimentos (Coelho; Góes, 2020). Nessa perspectiva, ao observar como esses estudantes interagem com as diferentes áreas durante a resolução de atividades investigativas, podemos identificar talentos que poderiam passar por despercebidos em sala de aula.

A abordagem STEAM é investigada por meio de propostas inter e transdisciplinares. Ela começa identificando um problema que pode levar ao desenvolvimento de projetos. Esses projetos trabalham com ideias e materiais para aplicar o conhecimento com base na aprendizagem ativa e incentivando a criatividade e a colaboração (Lorenzin, 2019). A análise discursiva da abordagem STEAM de E1 demonstra como a integração interdisciplinar permitiu a estudante desenvolver uma solução criativa e funcional para um problema proposto, destacando a importância de um ensino que valoriza e estimula a interdisciplinaridade.

A análise de nossos resultados possibilita a identificação de estudantes talentosos em várias áreas do STEAM. Estudantes com AH/SD frequentemente apresentam habilidades em Ciência, Matemática ou Tecnologia, mas também podem demonstrar grande criatividade e inteligência nas áreas de Artes e Engenharia. Ao avaliar essas competências em um contexto multidisciplinar, os professores podem ajustar suas estratégias pedagógicas para atender de maneira mais eficaz às necessidades e potencialidades desses estudantes.

As áreas do STEAM combinadas promovem um aprendizado interdisciplinar. Esse tipo de aprendizado permite que os estudantes com AH/SD usem suas habilidades em vários contextos, o que os ajuda a entender e complementar os conceitos. Portanto, o objetivo do STEAM é formar estudantes que não apenas tenham habilidades técnicas, mas também tenham a capacidade de construir seu próprio percurso de aprendizagem usando o pensamento convergente para resolver problemas complexos e usem o pensamento divergente para criar soluções criativas e aplicáveis à realidade (Lorenzin, 2019).

Yakman e Hyonyong (2012) enfatizam que o STEAM promove o aprendizado interdisciplinar, moldando os estudantes. Esses indivíduos têm maior capacidade de entender e

lidar com as mudanças, bem como de se adaptar e contribuir para os avanços da sociedade global. Portanto, avaliar os elementos STEAM em estudantes com características de AH/SD é uma prática que garante que eles alcancem e desenvolvam seus potenciais. A análise discursiva da abordagem STEAM de E1 durante a SEI demonstra como a integração interdisciplinar permitiu que a estudante desenvolvesse uma solução criativa e funcional para o problema proposto.

Durante todo o processo, E1 foi incentivada a refletir sobre suas escolhas e a realizar ajustes sempre que necessário. Esse ciclo de experimentação e análise é uma expressão do pensamento metacognitivo, onde E1 não apenas aplicou conhecimentos teóricos e técnicos, mas também monitorou e ajustou seu próprio processo de aprendizagem para otimizar o resultado final. Esse nível de reflexão revela uma integração profunda entre as áreas do STEAM, permitindo que o estudante compreenda e ajuste o trabalho em um ambiente de aprendizado interdisciplinar.

Contudo, a análise também revela uma questão importante: embora a abordagem STEAM tenha sido eficaz na resolução prática de problemas, ela pode não ter sido eficiente em aprofundar o conhecimento conceitual de E1 nas Ciências da Natureza. Isso levanta uma provocação sobre a adequação do STEAM para o ensino conceitual, sugerindo que, para estudantes com AH/SD, pode ser necessário um equilíbrio entre a resolução de problemas práticos e o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda dos conceitos científicos.

Embora E1 tenha demonstrado habilidades cognitivas e metacognitivas durante o processo, há espaço para um maior desenvolvimento de sua compreensão conceitual, especialmente em relação aos conteúdos científicos subjacentes à construção do protótipo. A abordagem STEAM, quando aplicada de maneira equilibrada, pode fornecer as ferramentas necessárias para o desenvolvimento integral de estudantes com AH/SD, promovendo tanto a inovação quanto o domínio conceitual.

A criação de um protótipo funcional, ajustado para diferentes volumes, demonstra a capacidade de E1 em adaptar soluções a diferentes contextos e necessidades, evidenciando um pensamento flexível e interdisciplinar que é central no STEAM. A capacidade de ajustar as soluções com base nas variações de contexto reforça a presença de um pensamento interdisciplinar que envolve Ciência, Engenharia e Matemática, bem como um elemento de criatividade no design do protótipo, reforçando o valor da abordagem da Tecnologia e Artes para o desenvolvimento integral de estudantes com AH/SD.

Em síntese, a análise da abordagem STEAM de E1 durante a atividade investigativa destaca tanto o desenvolvimento quanto a aplicação de habilidades cognitivas e metacognitivas

que são essenciais para a resolução de problemas complexos em Ciências da Natureza. A capacidade de E1 em interligar conceitos das áreas do STEAM e demonstrar um raciocínio prático e reflexivo sugere traços de um potencial elevado em habilidades científicas e criativas. No entanto, uma questão central ainda permanece: E1 se enquadra como uma estudante com características de AH/SD em Ciências da Natureza? Para responder a essa questão, o próximo tópico explorará mais profundamente as evidências que apontam para a identificação de E1 como uma aluna com esses indicadores, analisando suas ações e reflexões para delinear seu perfil de aprendizagem e engajamento com o conteúdo científico.

5.5.3 Quem é o estudante com indicadores de AH/SD em Ciências da Natureza? Afinal, E1 é essa estudante?

Para investigar se a estudante E1 possui características de AH/SD em Ciências da Natureza, é necessário analisar detalhadamente suas interações, habilidades demonstradas e reflexões críticas durante a aplicação do desafio investigativo, com especial foco em suas capacidades cognitivas, metacognitivas e na aplicação integrada da abordagem STEAM.

A escolha de E1 para participar da SEI baseou-se na ficha de sondagem inicial, preenchida por sua professora, que identificou traços promissores que a destacaram de seus colegas. Esses traços, discutidos anteriormente, indicaram potencial em áreas como o uso de termos científicos, curiosidade por temas científicos e aplicação de conhecimento em contextos práticos.

A ficha de sondagem revelou que E1 demonstrava interesse por avanços científicos e tecnológicos, um indicador relevante de curiosidade intelectual, e um uso ocasional de termos científicos em situações cotidianos. Tais características sugerem uma predisposição para conectar conhecimento acadêmico à realidade, um traço frequentemente associado a estudantes com AH/SD (Virgolim;Konkiewitz, 2018).

No entanto, E1 apresentou habilidades cognitivas claras, mas com algumas limitações em habilidades metacognitivas, essenciais para um perfil de AH/SD. Observamos uma compreensão prática, mas sem uma profundidade teórica robusta, indicando que o domínio conceitual e a capacidade de autoavaliação crítica estão em desenvolvimento. Além disso, embora a estudante apresentasse uma agilidade notável na resolução prática de problemas, ela frequentemente precisava de orientação, o que limita sua autonomia cognitiva. Portanto, isso evidencia uma habilidade sobre o campo de aptidão da Ciências da Natureza que está na média, mas não 'acima da média'. No entanto, a ficha de sondagem inicial também revelou que E1

possui uma aprendizagem relativamente rápida e facilitada nos componentes curriculares de Ciências da Natureza. Esses dados indicam que, quando motivada, E1 pode se destacar significativamente.

Além disso, a análise de dados revelou que E1 foi capaz de identificar um problema real e relevante, demonstrando uma compreensão do contexto social, e a criação de um protótipo funcional. Isso indica uma habilidade cognitiva significativa, destacando sua capacidade de aplicar teoria na prática. Observamos também que E1 refletiu sobre o processo de criação do protótipo e o testou, o que evidencia uma importante habilidade metacognitiva. Embora E1 tenha demonstrado agilidade na aplicação de conceitos práticos, como a criação do protótipo, sua compreensão teórica foi mais superficial, e a capacidade de refletir criticamente sobre o processo de criação e ajuste de estratégias não foi completamente desenvolvida.

No contexto do ensino investigativo, E1 interagiu com elementos do STEAM — Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática — demonstrando uma aplicação funcional de ideias científicas. A criação do protótipo envolveu o uso de conceitos de Ciência (densidade), Tecnologia (seleção de materiais), Artes (design), Engenharia (montagem) e matemática (medição de volume). Contudo, a profundidade do conhecimento científico foi limitada, com algumas lacunas conceituais sobre temas como a densidade, sugerindo que o pensamento metacognitivo — essencial para o ajuste e a reflexão crítica — está ainda em desenvolvimento.

A característica de envolvimento com a tarefa, fundamental em AH/SD, foi evidente em E1. A ficha de sondagem, corroborada pela observação direta durante a SEI, revelou que E1 demonstrou um envolvimento significativo com a atividade. Percebemos que E1 compareceu à escola no período de contraturno das suas aulas regulares para resolver a situação-problema, dedicando tempo extra para gravar o registro do desafio prático investigativo. Durante toda a resolução do protótipo, percebemos o seu envolvimento e sua dedicação, desde a concepção da ideia até a demonstração prática. Além disso, a professora P1, ao preencher a ficha de identificação de sondagem inicial, destacou que E1 se sobressai em relação aos outros estudantes de sua turma. Esses fatores, aliados ao destaque identificado pela professora em seu desempenho nos componentes curriculares de Ciências da Natureza, justificaram sua seleção para a SEI e a subsequente análise neste estudo. Contudo, para que um estudante seja considerado superdotado, o envolvimento precisa ser acompanhado de habilidades cognitivas e metacognitivas consistentemente acima da média, o que não foi plenamente observado em E1.

A avaliação das habilidades acima da média, da criatividade e do envolvimento com a tarefa foi feita observando como E1 aplicou a abordagem STEAM de maneira integrada. A habilidade acima da média foi demonstrada na forma como E1 lidou com a complexidade do problema. A criatividade foi evidente na inovação da criação do protótipo, mostrando que E1 não apenas seguiu instruções, mas também trouxe ideias originais para a solução do problema. Finalmente, o envolvimento com a tarefa foi percebido ao longo do processo, com E1 demonstrando uma dedicação e um interesse em melhorar seu protótipo, o que é característico de estudantes com AH/SD.

Conforme discutido ao longo da análise, E1 demonstrou habilidades cognitivas relevantes ao identificar um problema real (auxiliar deficientes visuais na medição de medicamentos) e desenvolver uma solução prática. Essa capacidade de aplicação prática do conhecimento científico é um dos indicativos de uma abordagem STEAM. No entanto, observou-se que E1 precisou de orientação durante várias fases da SEI, sugerindo que sua autonomia cognitiva e metacognitiva ainda está em desenvolvimento. A habilidade de autoavaliar e ajustar estratégias de forma independente, características de habilidades metacognitivas mais avançadas, não foi plenamente demonstrada.

Por exemplo, durante a explicação do conceito de densidade e a escolha dos materiais, E1 demonstrou uma compreensão básica (habilidade cognitiva), mas não se aprofundou na relação teórica mais ampla entre a densidade e a funcionalidade do protótipo, indicando uma lacuna no desenvolvimento metacognitivo. A metacognição, que envolve refletir sobre o próprio processo de pensamento e ajustar estratégias de forma crítica, é uma habilidade essencial para estudantes com AH/SD, mas sua manifestação foi limitada em E1.

A análise detalhada de E1 revela uma criatividade e inovação na resolução de problemas práticos que são traços promissores de AH/SD. Embora ela tenha apresentado um nível significativo de engajamento e inovação, sua habilidade metacognitiva, que inclui a capacidade de autoavaliar e ajustar estratégias, ainda necessita de maior desenvolvimento. A compreensão limitada do conceito de densidade, por exemplo, indica uma lacuna metacognitiva, uma habilidade crucial para estudantes com AH/SD.

Diante do exposto, surge o seguinte questionamento: se E1 não é superdotada, quem é esse estudante com AH/SD em Ciências da Natureza? O estudante com AH/SD demonstra uma capacidade de compreender, aplicar e inovar conceitos científicos, não apenas apresentando habilidades cognitivas, mas também habilidades metacognitivas que lhe permitem refletir criticamente sobre o que aprendeu e ajustar suas estratégias quando necessário. Esse estudante se destaca pela integração de vários componentes curriculares do conhecimento, pela

capacidade criativa de resolver problemas complexos e aplicação prática do conhecimento teórico.

Segundo as Diretrizes Gerais para o Atendimento Educacional aos Estudantes Portadores de Altas Habilidades/Superdotação e Talentos (Brasil, 1995), as AH/SD são identificadas por:

[..] comportamentos observados e/ou relatados que confirmam a expressão de “traços consistentemente superiores” em relação a uma média (por exemplo: idade, produção, ou série escolar) em qualquer campo do saber ou do fazer. Deve-se entender por "traços" as formas consistentes, ou seja, aquelas que permanecem com frequência e duração no repertório dos comportamentos da pessoa, de forma a poderem ser registradas em épocas diferentes e situações semelhantes. Esses educandos apresentam envolvimento com a tarefa, traço que se refere a comportamentos observáveis na demonstração de expressivo interesse, motivação e empenho pessoal nas tarefas que realiza em diferentes áreas, e criatividade, traço que diz respeito a comportamentos criativos observáveis no fazer e no pensar, expressados em diferentes formas: gestual, plástica, teatral, matemática ou musical, entre outras (Brasil, 1995, p. 13).

Identificadas necessariamente por profissionais qualificados as pessoas com AH/SD são aquelas que, por suas habilidades evidentes, são capazes de alto desempenho, têm capacidade e potencial para desenvolver esse conjunto de traços e usá-los em qualquer área potencialmente valiosa da realização humana, em qualquer grupo social (Renzulli, 1988). Ademais, esses estudantes frequentemente demonstram uma curiosidade insaciável, uma tendência por explorar e entender o mundo ao seu redor e uma aptidão para se envolver em tarefas específicas. No entanto, muitos desses talentos permaneceram invisíveis ou subestimados em sistemas educacionais tradicionais, que não oferecem desafios ou oportunidades para seu desenvolvimento.

Identificar e desenvolver estudantes com AH/SD em Ciências da Natureza é um passo importante para o avanço científico, tecnológico e para a sociedade como um todo. Esses estudantes se tornarão futuros pesquisadores, cientistas, matemáticos, inventores e líderes em suas respectivas áreas. No entanto, muitos desses talentos podem ser desperdiçados se a escola não tiver um ambiente favorável que incentive a investigação, criticidade e a inovação.

Indivíduos com AH/SD manifestam traços "consistentes e superiores" em relação à média em áreas específicas, juntamente com uma curiosidade insaciável e habilidades cognitivas e metacognitivas desenvolvidas (Brasil, 1995). Esses traços não são claramente observados em E1 de maneira consistente, o que sugere que, embora possua características promissoras, ela ainda não se enquadra plenamente no perfil de uma estudante superdotada em Ciências da Natureza.

Dessa forma, o ensino investigativo e a abordagem STEAM revelaram-se instrumentos eficazes para avaliar o potencial de E1, oferecendo uma oportunidade para ela aplicar conhecimento de forma interdisciplinar e inovadora. No entanto, a análise sugere que o estudante com AH/SD seria aquele capaz de integrar teoria e prática de forma autônoma, reflexiva e crítica, demonstrando um domínio conceitual profundo, criatividade e envolvimento com a tarefa, além de habilidades metacognitivas desenvolvidas.

As escolas devem integrar o ensino investigativo e abordagens como STEAM para criar ambientes ricos e estimulantes que permitam a expressão das habilidades dos estudantes. Reconhecer e desenvolver esses talentos é fundamental para assegurar que esses estudantes possam contribuir de maneira significativa para o avanço da Ciência e da sociedade, preparando-se para se tornarem os cientistas do futuro.

Diante do exposto, com base na análise das interações discursivas e no desempenho de E1 durante a prototipagem, podemos concluir que, embora ela tenha demonstrado potencial elevado em alguns aspectos, especialmente na criatividade e no envolvimento com a tarefa, suas habilidades metacognitivas e a profundidade de sua compreensão conceitual ainda estão em desenvolvimento. Esses fatores indicam que E1 não apresenta, de forma consistente, as características necessárias para ser considerada uma estudante com AH/SD em Ciências da Natureza.

O estudante com AH/SD em Ciências da Natureza seria aquele capaz de integrar teoria e prática de maneira mais autônoma e crítica, apresentando não apenas criatividade e envolvimento, mas também um domínio conceitual mais profundo e uma capacidade metacognitiva desenvolvida (habilidade acima da média), que lhe permita ajustar suas estratégias de forma independente e refletir criticamente sobre o próprio aprendizado. Embora E1 tenha demonstrado alguns traços promissores, seu desempenho não reflete plenamente esse perfil.

Dessa forma, ao longo desta análise, identificamos que, embora E1 demonstre traços promissores de criatividade, engajamento e aplicação prática do conhecimento, suas habilidades metacognitivas e domínio conceitual ainda estão em processo de desenvolvimento. A experiência da abordagem STEAM revelou-se eficaz para promover o engajamento e incentivar o pensamento interdisciplinar, permitindo a observação de habilidades cognitivas e criativas de E1, essenciais para o desenvolvimento de estudantes com potencial elevado em Ciências da Natureza. No entanto, para caracterizar um estudante com AH/SD em sua totalidade, é necessário que essas habilidades sejam consistentes e evidenciem um nível mais autônomo e crítico, aspectos que ainda não são plenamente observados em E1. Concluimos que o desafio

investigativo, ao integrar a abordagem STEAM, apresenta-se como uma abordagem promissora para o reconhecimento e o fortalecimento das habilidades dos estudantes, fornecendo um ambiente que favorece o desenvolvimento de características fundamentais para aqueles com indicadores de AH/SD. Ao proporcionar esse tipo de experiência, as escolas podem garantir que estudantes com possíveis indicadores de AH/SD recebam o suporte necessário para desenvolverem suas habilidades e contribuam para o avanço da Ciência e da sociedade, tornando-se, por exemplo, futuros cientistas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS/CONCLUSÃO

O objetivo geral deste estudo foi analisar as características da abordagem STEAM presentes na elaboração de soluções para desafios investigativos, visando a sondagem de estudantes com possíveis indicadores de AH/SD na área de Ciências da Natureza. Durante a pesquisa, destacou-se que muitas das habilidades desenvolvidas por esses estudantes por meio da abordagem STEAM — como curiosidade, pensamento crítico, inovação e resolução de problemas — também estão entre as características fundamentais do perfil do cientista, conforme discutido no início deste trabalho. Essa relação evidenciou que as habilidades investigativas, cognitivas e metacognitivas nos estudantes com potenciais de AH/SD os aproxima do "fazer científico" e permite reconhecer talentos em um ambiente educacional enriquecido.

A pesquisa explorou como o uso de práticas e desafios baseados na abordagem STEAM pode auxiliar no reconhecimento de potenciais indicadores de AH/SD, além de promover um ambiente pedagógico que favoreça o desenvolvimento dessas habilidades. Observou-se que, ao engajar os estudantes em desafios investigativos interdisciplinares, a abordagem STEAM, quando aplicada de forma estruturada e em um ambiente educativo enriquecedor, facilita a sondagem de estudantes com potencial de AH/SD em Ciências da Natureza e cria oportunidades para que eles desenvolvam habilidades de inovação, criatividade e pensamento crítico-reflexivo de maneira significativa. Essa estrutura propicia um ambiente que estimula a prática científica colaborativa e o avanço do pensamento criativo, envolvimento com a tarefa e habilidade acima da média, características essenciais do perfil desses estudantes.

A análise dos resultados indicou que a integração das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, proposta pela abordagem STEAM, favorece a aplicação prática de conceitos de Ciências da Natureza para resolver problemas reais. Essa integração evidenciou o desenvolvimento de habilidades essenciais para estudantes com características de AH/SD, oferecendo-lhes uma experiência interdisciplinar. Por meio desse processo, habilidades cognitivas, como o raciocínio lógico e a resolução de problemas, e habilidades metacognitivas, como a autorreflexão e a autocrítica, foram promovidas em um contexto de investigação prática e exploratória.

Essa experiência interdisciplinar proporcionou um contexto para que habilidades como raciocínio lógico e resolução de problemas fossem exploradas em atividades que refletem o "pensar como um cientista" e que possibilitam o desenvolvimento do potencial cognitivo e criativo dos estudantes. Esses aspectos reforçam a ideia de que fomentar a identidade do cientista no ambiente escolar, aproxima os estudantes do conhecimento científico e os capacita a enfrentar desafios complexos de maneira crítica e inovadora.

O Modelo dos Três Anéis de Renzulli (2004), utilizado para compreender as características de AH/SD, ressalta a interseção de habilidades acima da média, criatividade e envolvimento com a tarefa. No entanto, ao considerar os fatores adicionais — que incluem traços de personalidade, fatores ambientais e contextuais — compreendemos a importância do ambiente educativo e das oportunidades oferecidas aos estudantes. A abordagem STEAM, ao proporcionar um contexto de ensino inovador e investigativo, atua como um elemento dessa "teia", que estimula o desenvolvimento das características intrínsecas de estudantes com AH/SD. Essa conexão entre o modelo de Renzulli e a abordagem STEAM reforça que o reconhecimento e a promoção das pessoas com AH/SD dependem tanto das características dos próprios estudantes quanto de um ambiente educativo que promova desafios e possibilidades de crescimento.

Além disso, a colaboração entre professor e pesquisador, por meio da utilização da ficha de sondagem inicial, revelou-se importante para a identificação e seleção dos estudantes participantes, destacando o papel essencial do educador na identificação de talentos. A atuação dos professores no reconhecimento inicial e no apoio ao desenvolvimento dos estudantes evidenciou a importância de uma formação específica que amplie o entendimento sobre o potencial de estudantes com AH/SD.

Embora a pesquisa tenha trazido contribuições significativas, ela também expôs desafios e limitações. O processo de identificação de estudantes com AH/SD é complexo, demandando uma abordagem multifacetada, contínua e atenta às particularidades individuais de cada estudante. Ademais, a extrapolação dos resultados para outros cenários educacionais deve ser realizada com cautela, levando em conta as especificidades do ambiente e os recursos disponíveis.

É fundamental considerar que atividades investigativas baseadas no STEAM, voltadas exclusivamente para a resolução de problemas práticos, podem limitar o aprofundamento conceitual dos estudantes. Este estudo revelou que, embora a abordagem STEAM promova um ambiente interdisciplinar e inovador, para alcançar um entendimento mais profundo dos conceitos científicos envolvidos é necessário incluir momentos de reflexão e consolidação teórica, especialmente para estudantes com AH/SD que se beneficiam tanto de desafios práticos quanto de uma compreensão robusta dos conteúdos.

Esta pesquisa evidencia que a abordagem STEAM vai além de uma ferramenta de sondagem; ela também pode atuar como um instrumento de enriquecimento escolar, alinhando-se ao conceito de enriquecimento de Renzulli (2004), beneficiando tanto estudantes em fase de sondagem quanto aqueles com indicadores já identificados de AH/SD. A abordagem STEAM, ao promover uma educação interdisciplinar e inclusiva, oferece um caminho para que esses estudantes ampliem suas habilidades e interesses em Ciências da Natureza, respondendo às

necessidades e potencialidades de cada um, e contribuindo para o desenvolvimento de competências científicas essenciais para os desafios futuros. Além dos benefícios para estudantes com AH/SD, a abordagem STEAM pode beneficiar estudantes com diferentes necessidades educacionais da Educação Especial/Inclusiva, incluindo aqueles com dificuldades e necessidades educacionais especiais. A abordagem STEAM pode promover avanços em habilidades como comunicação e colaboração para outros estudantes que têm desafios de aprendizado em Ciências da Natureza. Esse potencial inclusivo da abordagem STEAM amplia seu valor como prática pedagógica, favorecendo a inclusão e o desenvolvimento de uma diversidade de perfis de estudantes, enriquecendo a experiência de aprendizado em sala de aula.

Embora este estudo tenha trazido contribuições significativas, é importante reconhecer suas limitações. A amostra reduzida e o contexto específico podem restringir a generalização dos resultados. No entanto, os dados indicam que o uso de uma abordagem STEAM interdisciplinar, estruturada para integrar habilidades cognitivas e criativas, pode ser adaptado a diferentes contextos educacionais, contribuindo para o desenvolvimento de talentos em Ciências da Natureza. Sugere-se que futuras pesquisas apliquem essa abordagem em uma variedade de contextos escolares, com o objetivo de validar e expandir as estratégias pedagógicas identificadas neste estudo.

Em síntese, este estudo contribuiu para a compreensão de como a abordagem STEAM pode ser utilizada para sondagem e enriquecimento de habilidades em Ciências da Natureza, enfatizando a necessidade de uma educação que valorize a interdisciplinaridade, a criatividade e o desenvolvimento integral dos estudantes. A utilização da abordagem STEAM como ferramenta pedagógica mostrou-se valiosa na promoção do pensamento crítico e da inovação, ampliando as oportunidades para que estudantes com características de AH/SD explorem e expandam seu potencial. Com isso, espera-se que os resultados obtidos possam servir de base para a implementação de práticas educativas inclusivas e desafiadoras, que respondam às necessidades e potencialidades de todos os estudantes, preparando-os para os desafios futuros e para uma contribuição significativa no avanço da ciência e da sociedade.

7 REFERÊNCIAS

ANTIPOFF, C. A.; CAMPOS, R. H. F. Superdotação e seus mitos. *Psicologia Escolar Educacional*, v. 14, n. 2, p. 301-309, 2010.

BACICH, L.; HOLANDA, L. STEAM: integrando as áreas para desenvolver competências. In: BACICH, L.; HOLANDA, L. (Orgs.). *STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na Educação Básica*. Porto Alegre: Penso, 2020.

BARDIN, Laurence. *Análise de Conteúdo*. Traduzido por Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2021. (1977).

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. *Investigação qualitativa em Educação: fundamentos, métodos e técnicas*. Portugal: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Diretrizes Gerais para o Atendimento Educacional aos Estudantes Portadores de Altas Habilidades/ Superdotação e Talentos. Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Especial, 1995.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192.

Acesso em: 27 jun. 2024.

BRASIL. Núcleos de Atividades de Altas Habilidades/Superdotação. Documento Orientador. Ministério da Educação, 2006.

BRASIL. Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva e com aprendizado ao longo da vida. Brasília, DF: MEC, 2020.

BRASIL. Política Nacional de Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva. Brasília: MEC/SEESP, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Diretoria de Estatísticas Educacionais. Censo escolar 2021: divulgação dos resultados. Brasília: INEP, 2022.

CALLEGARI, B.; RONDINI, C. A. Evidências de Validade de Conteúdo das Subescalas Acadêmicas da SRBCSS-III: Escalas Renzulli: Evidence of Content Validity of the SRBCSS-III Academic Subscales: Renzulli Scales. *Revista Cocar*, [S. l.], v. 15, n. 33, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/4373>. Acesso em: 24 jun. 2024.

CARVALHO, A. M. P. *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2021.

CARVALHO, A. M. P. Habilidades de Professores Para Promover a Enculturação Científica. *Contexto e Educação*, v. 22, n. 77, p. 25–49, 2007.

CHAMBERS, D. W. Stereotypic Images of the Scientist: The Draw-A-Scientist Test. *Science Education*, v. 67, n. 2, p. 255-265, 1983.

CHANG, Raymond. *Fundamentos de Química*. Mexico-McGraw-Hill, 2011.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, n. 22, p. 89–100, 2003.

COELHO, J. R. D.; GÓES, A. R. T. Proximidades e convergências entre a Modelagem Matemática e o STEAM. *Educação Matemática Debate*, v. 4, n. 10, p. e202045-e202045, 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/emd/article/view/2754/3272>. Acesso em: 24 jun. 2024.

DA SILVA JUNIOR, Edvargue Amaro. A experimentação no ensino das Ciências da Natureza frente aos desafios da educação contemporânea. *Revista Tecnia*, v. 8, n. 1, 2023.

D'AMBRÓSIO, U. Sobre las propuestas curriculares STEM y STEAM y el Programa de Etnomatemática. *Revista Paradigma (Edición Cuadragésimo Aniversario: 1980-2020)*, vol. XLI, jun, 2020. p. 151-167.

DEFFENDI, Luma Tiziotto; SCHELINI, Patrícia Waltz. O monitoramento metacognitivo em tarefas que envolvem a criatividade verbal. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, v. 32, n. 03, p. e323221, 2016.

DEMO, P. *Educar pela Pesquisa*. Campinas, SP: Autores Associados, 2000.

DIAS, Tatiane Maria da Silva. *Abordagem STEAM na interface com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e com o Documento de Referência Curricular do Estado de Mato Grosso (DRC-MT): Contribuições para o Ensino de Ciências da Natureza*. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, em associação ampla com a Universidade de Cuiabá, Cuiabá, 2021.

FACCI, M. G. D. A periodização do desenvolvimento psicológico individual na perspectiva de Leontiev, Elkonin e Vigostski. *Cadernos CEDES*, v. 24, n. 62, p. 64–81, 2004.

FERNÁNDEZ, L. C.; QUINTANILLA, M. Q.; BLANCAFORT, A. M. La importancia de la Historia de la Química en la enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didático de profesores em formação. *Ciência & Educação*, v. 16, n. 2, p. 277-291, 2010.

FERREIRA, O. F. *Altas habilidades/superdotação e o ensino de Ciências: reflexões sobre a inclusão na educação básica*. 2023. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica, Belém, 2023.

FERREIRA, Osmarina Ferreira e; RAPOSO, Elinete Oliveira. *Altas Habilidades/Superdotação: uma abordagem pedagógica no ensino de Ciências*. *Revista*

BOEM, Florianópolis, v. 11, p. e0117, 2023. DOI: 10.5965/2357724X112023e0117. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/boem/article/view/24855>. Acesso em: 8 jul. 2024.

FREITAS, M. F. R. L.; SCHELINI, P. W. Escala de identificação de dotação e talento: Construção de instrumento e validade de conteúdo. *Interação em Psicologia*, v. 22, n. 2, 2018.

GABEL, D. L. Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Turkish Science Education*, v. 70, n. 3, p. 193-4, mar. 1993.

GARDNER, Howard. *Inteligências múltiplas: a teoria na prática*. Tradução Maria Adriana Verissimo Veronese. Porto Alegre: Artmed 1995.

GARDNER, Howard. **Inteligência**: um conceito reformulado. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001

GILES, Thomaz Ransom. *Filosofia da educação*. São Paulo: EPU, 1987.

HOFFELDER, Claudia Daniele Spier; MENDES, Aline. O ensino de Ciências para estudantes com altas habilidades/superdotação – ah/sd. *Anais do V CONAPESC...* Campina Grande: Realize Editora, 2020. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/72812>. Acesso em: 08 jul. 2024.

HOFFELDER, C. D. S.; MENDES, A. O ensino de Ciências para estudantes com altas habilidades/superdotação – AH/SD. In: *Anais do V CONAPESC...* Campina Grande: Realize Editora, 2020. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/72812>. Acesso em: 22 jun. 2024.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. 4. ed. São Paulo: Perspectiva, 1996.

LAKATOS, I. *La metodología de los programas de investigación científica*. Madri: Alianza Editorial, 1989.

LE BOTERF, G. *Pesquisa Participante: Propostas e Reflexões Metodológicas*. In: BRANDÃO, C. R. (Org.). *Repensando a Pesquisa Participante*. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1984.

LEITE, Rosana Franzen; RITTER, Olga Maria Schimidt. Algumas representações de Ciência na BNCC – Base Nacional Comum Curricular: Área de Ciências da Natureza. *Temas & Matizes*, Cascavel, v. 11, n. 20, p. 1-7, jan./jun. 2017.

LORENZIN, Mariana Peão. *Sistemas de Atividade, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM*. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), University of São Paulo, São Paulo, 2019. doi:10.11606/D.81.2019.tde-10122019-155229. Acesso em: 2024-09-02.

MACHADO, J. M. *Habilidades cognitivas e metacognitivas do estudante com altas habilidades/superdotação na resolução de problemas em matemática*. 2013. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Educação, Curitiba, 2013.

MAIA, D. L.; CARVALHO, R. A.; APPELT, V. K. Abordagem STEAM na Educação Básica Brasileira: Uma Revisão de Literatura. *Rev. Tecnol. Soc.*, Curitiba, v. 17, n. 49, p. 68-88, out./dez., 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/13536>. Acesso 24 jun. 2024.

MALHEIRO, J. M. S. Atividades experimentais no ensino de Ciências: limites e possibilidades. *Actio*, Curitiba, v. 1, n° 1, p. 108-127, 2016.

MATTHEWS, M. R. *Science teaching: the role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge, 1994.

MERTON, R. K. *The sociology of science: theoretical and empirical investigations*. Chicago: University of Chicago Press, 1973.

MESQUITA, N. A. DA. S.; SOARES, M. H. F. B. Visões de Ciência em desenhos animados: uma alternativa para o debate sobre a construção do conhecimento científico em sala de aula. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 14, n. 3, p. 417-429, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/BtJztJXNngqkxWrMmCxcbyR/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 25 jun. 2024.

MIZUKAMI, M. G. N. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: EPU, 1986.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. E. Ensinar Ciências por investigação: O que estamos de acordo? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, n. 1, p. 72-89, 2007.

NEGRINI, Tatiane; FREITAS, Soraia Napoleão. A identificação e a inclusão de estudantes com características de altas habilidades/superdotação: discussões pertinentes. **Revista Educação Especial**, v. 21, n. 32, p. 273-284, 2008. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.

NÓBREGA, L. N. N. A experimentação investigativa na sondagem de indicadores de Altas Habilidades ou Superdotação e na potencialização no ensino de Química. 2022. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática), Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2022.

OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. O ensino de história da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da Ciência. *Ciência & Educação* (Bauru), v. 14, p. 67-88, 2008.

OLIVEIRA, Livio Luiz Soares de. *Altas Habilidades/Superdotação no Rio Grande do Sul* (12 de agosto de 2021). Texto Para Discussão n.º 4 | DEE-SPGG | JULHO 2021. Disponível na SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3904111>

PÉREZ BARRERA PÉREZ, S. G. O culto aos mitos sobre as altas habilidades/superdotação?. **Psicologia Argumento**, [S. l.], v. 29, n. 67, 2017. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/psicologiaargumento/article/view/20413>. Acesso em: 5 nov. 2024.

PÉREZ, D. G.; FERNÁNDEZ, I. M.; CARRASCOSA, J. A.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

PÉREZ, S. G. P. B.; FREITAS, S. N. Manual de identificação de altas habilidades/superdotação. Guarapuava: Apprehendere, 2016.

PÉREZ, S. G. P. B. Encontros e Desencontros na Identificação dos Indicadores de Altas Habilidades/Superdotação. *Psicologia Argumento*, v. 31, n. 72, p. 57–78, nov. 2017.

POPPER, K. Conjecturas e refutações. Tradução de Sérgio Bath. 2. ed. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1982.

RENZULLI, J. S. Introduction to identification of students for gifted and talented programs. In: S. M. REIS (Org. Serie) & J. S. RENZULLI (Org. Vol.), *Essential Reading in Gifted Education: Identification of students for gifted and talented programs* (Vol. 2., p. xxiii-xxxiv). Thousand Oaks, CA: Corwin Press & The National Association for Gifted Children. 2004.

RENZULLI, J. S. Modelo de enriquecimento para toda a escola: um plano abrangente para o desenvolvimento de talentos e superdotação. *Revista Educação Especial*, v. 27, n. 50, p. 539–562, 2014.

RENZULLI, J. S. O que é esta coisa chamada superdotação e como a desenvolvemos?: uma retrospectiva de vinte e cinco anos. *Educação*, v. 27, n. 52, p. 75–131, 2004.

RENZULLI, J. S. Reexaminando o papel da educação para superdotados e o desenvolvimento de talentos para o século XXI: uma abordagem teórica em quatro partes. In: VIRGOLIM, A. (Org.). *Altas habilidades/superdotação: processos criativos, afetivos e desenvolvimento de potenciais*. Curitiba: Juruá, 2018. p. 19-36.

RENZULLI, J. S. Research Related to the Schoolwide Enrichment Triad Model. *Gifted Child Quarterly*, v. 38, n. 1, 1994.

RENZULLI, J. S. The enrichment triad model: A guide for developing defensible programs for the gifted and talented. Creative Learning Press, 1977. v. 20

RENZULLI, J. S. The three-ring conception of giftedness: A developmental model for creative productivity. In: *Conceptions of Giftedness*. New York, NY, England: Cambridge University Press., 1986b. p. 53–92.

RENZULLI, J. S. The Three-Ring conception of giftedness. A developmental model for promoting creative productivity. In: R. J. STERNBERG & J. E. DAVIDSON (Eds.), *Conceptions of giftedness* (2nd ed., pp. 246-279). New York: Cambridge University Press. 2005.

RIBEIRO, Gabriel; COELHO DA SILVA, José Luís de Jesus. A imagem do cientista: impacto de uma intervenção pedagógica focalizada na História da Ciência. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 23, n. 2, p. 130-158, 2018. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/999/pdf>. Acesso em: 25 jun. 2024.

RICO, Rosi. Entenda o que é STEAM e como levá-lo para sua prática. *Nova Escola*, ed. 325, 01 set. 2019. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/18246/entenda-o-que-e-steam-e-como-traze-lo-para-sua-pratica>. Acesso em: 04 jul. 2024.

ROCHA, C. J. T.; MALHEIRO, J. M. DA S. Metacognição e a experimentação investigativa: a construção categorias interativa dialógicas. *Educação*, v. 44, n. 0, p. 32, 4 abr. 2019.

SANTANA, Ronaldo Santos; FRANZOLIN, Fernanda. O Ensino de Ciências por Investigação e os desafios da implementação na práxis dos professores. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 218–237, 2018. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/rencima/article/view/1427>. Acesso em: 4 jul. 2024.

SANTOS, Adailton Ferreira dos; OLIOSI, Elisa Cristina. A importância do ensino de Ciências da natureza integrado à História da Ciência e à filosofia da Ciência: uma abordagem contextual. *Revista da FAAEBA: Educação e Contemporaneidade*, Salvador, v. 22, n. 39, p. 195-204, jun. 2013. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-70432013000100019&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 04 jul. 2024.

SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. (Orgs.). *A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

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*, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 1061–1085, 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec20181831061. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833>. Acesso em: 8 jul. 2024.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. *Revista Ensaio, Belo Horizonte*, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. *Ciência & Educação*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SILVA, Aline Russo da; LUZ, Renata Vanin da; NEGRINI, Tatiane. A identificação de Altas Habilidades/Superdotação (AH/SD) no âmbito escolar / The identification of giftedness in the school environment. **Revista Diálogos e Perspectivas em Educação Especial**, v. 10, n. 1, p. 27-40, jan./jun. 2023.

STROUPE, D. Describing “Science Practice” in Learning Settings. *Science Education*, v. 99, n. 6, p. 1033–1040, 2015.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de Química. *Cienc. cogn*, v. 14, n. 1, p. 50–74, 2009.

SUART, R. DE C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de Química. *Ciênc. cogn.*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 50-74, mar. 2009. Disponível em http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212009000100005&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 24 jun. 2024.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. *Revista Ensaio, Belo Horizonte*, v. especial, pág. 97-114, nov. 2015.

VASCONCELOS, Januza Fontes. Abordagem STEAM para a inovação educacional no ensino de ciências. 2023. Dissertação (Mestrado em Educação, área de concentração em políticas públicas educacionais, práticas educativas e suas interfaces) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2023.

VIRGOLIM, A. As vulnerabilidades das altas habilidades e superdotação: questões sociocognitivas e afetivas. *Educar em Revista*, v. 37, p. 1–20, 2021.

VIRGOLIM, A. M. R. A contribuição dos instrumentos de investigação de Joseph Renzulli para a identificação de estudantes com Altas Habilidades/Superdotação. *Revista Educação Especial*, v. 27, n. 50, p. 581–610, 2014.

VIRGOLIM, A. M. R. Altas Habilidades/ Superdotação: Encorajando Potenciais. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2007. v. 3.

VIRGOLIM, A. M. R.; KONKIEWITZ, E. C. (Org.). Altas habilidades/superdotação, inteligência e criatividade: uma visão multidisciplinar. Papyrus Editora, 2018.

WHITE, D. What is STEM Education and why is it important? *Florida Association of Teacher Educators Journal*. v.1, n.14, 2014. p.1-9.

YAKMAN, G. STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education, 2008. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education. Acesso em: 24 jun. 2024.

YAKMAN, G.; HYONYONG, L. Exploring the Exemplary STEAM Education in the U. S. as a Practical Educational Framework for Korea. *J Korea Assoc. Sci. Edu*, Vol. 32, No. 6, pp. 1072-1086, 2012.