



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE CASTANHAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS ANTRÓPICOS NA AMAZÔNIA

AMANDA SYLMARA DA ROCHA MOREIRA

**O RACIOCÍNIO HIPOTÉTICO-DEDUTIVO E A EXPERIMENTAÇÃO
INVESTIGATIVA NO CLUBE DE CIÊNCIAS PROF. DR. CRISTOVAM W. P. DINIZ**

CASTANHAL/PA
2021

AMANDA SYLMARA DA ROCHA MOREIRA

**O RACIOCÍNIO HIPOTÉTICO-DEDUTIVO E A EXPERIMENTAÇÃO
INVESTIGATIVA NO CLUBE DE CIÊNCIAS PROF. DR. CRISTOVAM W. P. DINIZ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Antrópicos da Amazônia-PPGEAA, da Universidade Federal do Pará - UFPA, para a obtenção do título de Mestra em Estudos Antrópicos da Amazônia.

Orientador: Prof. Dr. João Manoel da Silva Malheiro.

CASTANHAL/ PA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M835r Moreira, Amanda Sylmara da Rocha.
O Raciocínio hipotético- dedutivo e a experimentação
investigativa no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P.
Diniz / Amanda Sylmara da Rocha Moreira. — 2021.
95 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. João Manoel da Silva Malheiro
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Campus
Universitário de Castanhal, Programa de Pós-Graduação em
Estudos Antrópicos na Amazônia, Castanhal, 2021.
1. Padrão de Raciocínio de Lawson. 2. Clube de Ciências.
3. Sequência de Ensino Investigativo. 4. Geometria. I. Título.

CDD 507

AMANDA SYLMARA DA ROCHA MOREIRA

**O RACIOCÍNIO HIPOTÉTICO-DEDUTIVO E A EXPERIMENTAÇÃO
INVESTIGATIVA NO CLUBE DE CIÊNCIAS PROF. DR. CRISTOVAM W. P. DINIZ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Antrópicos da Amazônia-PPGEAA, Campus Castanhal, da Universidade Federal do Pará - UFPA, para a obtenção do título de Mestra em Estudos Antrópicos da Amazônia

Orientador: Prof. Dr. João Manoel da Silva Malheiro.

Data da Avaliação: 17 de setembro de 2021.

Banca Examinadora

Prof. Dr. João Manoel da Silva Malheiro (Presidente)
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Carlos José Trindade da Rocha (Membro Interno)
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. João Amadeus Pereira Alves (Membro Externo)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

As três mulheres da minha vida, minha mãe Adair, minha irmã Juliana e minha querida filha Ana Beatriz que estiveram ao meu lado nessa caminhada. Ao meu querido pai Paulo que lá do céu está vibrando de felicidade.

AGRADECIMENTOS

Uma pesquisa de mestrado é uma longa viagem, que inclui uma trajetória permeada por inúmeros desafios, tristezas, incertezas, alegrias e muitos percalços pelo caminho, mas apesar do processo solitário a que qualquer investigador está destinado, reúne contributos de várias pessoas, indispensáveis para encontrar o melhor rumo em cada momento da caminhada. Trilhar este caminho só foi possível com o apoio, energia e força de várias pessoas, a quem dedico especialmente este trabalho.

Agradeço primeiramente a Deus e Nossa Senhora de Nazaré por guiar meus caminhos em todos os momentos por me dar força de superar os obstáculos que surgiram ao longo dessa caminhada, em busca da realização do meu sonho.

A minha querida mãe Adair, com ela aprendi que nunca devemos desistir de um sonho, devemos lutar para realizá-lo. Obrigada mãe por sempre estar comigo, me apoiando em minhas escolhas. Vibrando com as minhas conquistas. Sendo sempre o meu porto seguro em todos os momentos. Se cheguei até aqui foi porque tive seu apoio. Essa conquista é sua mãe te amo!

O meu maior agradecimento vai para meu amado pai Paulo (*in memoriam*) que que sonhava em ver seus três filhos formados, encaminhados na vida mais infelizmente não teve tempo para isso. Ele tinha orgulho do meu empenho e dedicação nos meus estudos. Sei que lá do Céu o senhor está muito feliz, quanta falta o senhor faz!

A minha irmã Juliana, mana querida obrigada por tudo, por ser essa pessoa maravilhosa, que sempre acreditou no meu potencial e por estar ali sempre que eu precisei, te amo mana!

A minha amada filha Ana Beatriz, por ter me escolhido para ser sua mãe, por ser uma filha maravilhosa, que todos os dias me enche de orgulho, muito amável e os abraços e os eu te amo mamãe, foram fundamentais nessa caminhada. Obrigada filha, por compreender a minha ausência e pelo incentivo que recebi torcendo pela minha conquista. Mamãe te ama filha!

Aos meus tios Waldemar, Luzia que sempre me incentivaram a estudar. Em especial a tia Telma que torce por cada conquista minha, que está comigo em todos os momentos, e também minha tia e madrinha Helena, uma pedagoga maravilhosa sempre digo que és o meu exemplo, pela disponibilidade em tirar minhas dúvidas, pelos livros que me emprestou e principalmente pelos conselhos.

Aos meus queridos amigos Edilene Silva e Gleibson Silva que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos me dando apoio e incentivo para concluir esta jornada. Amigos vocês são anjos que Deus colocou na minha vida, vocês são pessoas iluminadas nos momentos de dificuldade, vocês me encorajaram a seguir em frente.

Ao meu amigo Gleibson Silva que caminhou lado a lado comigo nessa jornada em busca do conhecimento, dividimos alegrias, angústias, dúvidas que surgiram na pesquisa muito obrigada amigo pela sua amizade.

Ao meu orientador Professor Dr. João Manoel da Silva Malheiro, pela sua competência, profissionalismo, dedicação e principalmente pela incalculável paciência em me atender. Pelo olhar minucioso com quem me orientou nesta pesquisa. Agradeço por todos os ensinamentos compartilhados de forma admirável, e por me guiar nos primeiros passos da pós-graduação. O senhor pra mim é um exemplo a ser seguido. Muito obrigada por tudo!

Aos colegas do Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz pelo acolhimento e pela disponibilidade em ajudar, por serem professores incríveis com os quais eu tive o privilégio de conviver. Sem vocês essa pesquisa não seria possível.

Aos colegas do Grupo de Estudo, Pesquisa e Extensão FormAÇÃO de Professores de Ciências, pelas discussões e pelas leituras compartilhadas durante o tempo em que estivemos juntos. Especialmente, aos colegas professores Luciana, Ediane, Daisy, Carlos, Natalino por cada contribuição para o desenvolvimento desse trabalho, pela humildade em compartilhar os seus conhecimentos, pelas palavras de apoio. Obrigada Lu e Ediane, companheiras acadêmicas e amigas que compartilhamos as experiências, dividimos as aflições da construção da nossa pesquisa, as conquistas e que muito contribuíram para esta pesquisa.

Aos membros da banca, os Prof. Dr. João Amadeus Pereira Alves e o Prof. Dr. Carlos José Trindade da Rocha, que gentilmente aceitaram o convite para compor a banca da qualificação e da defesa, e pela disponibilidade de ler o texto e analisa-lo minuciosamente e com rigor científico. Obrigada pelas contribuições, que foram primordiais para a finalização desta pesquisa.

Ao Centro de Educação Básica Jean Piaget, escola na qual trabalho, pela compreensão nos momentos em que precisei me ausentar do trabalho. Em especial a diretora Helena Lúcia Nascimento Rocha, pela competência profissional e empatia com seus funcionários, sempre estando a disposição para o diálogo e principalmente por nos incentivar a continuar a na vida acadêmica. Quero agradecer também ao coordenador e professor de matemática Luiz Gonzaga Júnior pelas contribuições nesta pesquisa, muito obrigada.

Aos amigos do Mestrado Acadêmico, especial, Arlen, Rosana, Gleibson, Rubens, Mailson, Zeca, Luciana, Ediane, Simone Rabelo, Simone, Eduardo, pelo apoio no decorrer da

nossa caminha acadêmica. Pelas inúmeras vezes que rimos juntos, que choramos e que sentimos as angústias uns dos outros. São amigos que o Mestrado me presenteou.

Ao PPGEEA pela oportunidade de formação por meio de suas propostas e compromisso em discutir a Amazônia de maneira sistematizada.

Agradeço aos meus professores da graduação Prof. Msc. Josué Bailão Moreira, Prof. Msc. Hugo Renato, a Prof. Mara Andréa Dantas que contribuíram de maneira significativa para a minha formação acadêmica.

A Universidade do Norte do Paraná (FAMAC- UNOPAR), pelo suporte no decorrer da minha graduação.

A todos aqueles que torceram por mim, que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste sonho.

Muito obrigada a todos!

Pensar é agir sobre o objeto e transformá-lo
(PIAGET, 1972)

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo analisar como os participantes do Clube de Ciências desenvolvem os Passos e o Padrão de Raciocínio *se / e / então / e ou mas / portanto* proposto Lawson, baseada na Sequência de Ensino Investigativo sobre geometria com um grupo de crianças do 6º ano do Ensino Fundamental em um Clube de Ciências. Para isto, tivemos como base o referencial teórico sobre o Raciocínio Hipotético-Dedutivo e a Sequência de Ensino Investigativo em Atividades Experimentais. Este estudo tem características da Pesquisa Participante com abordagem qualitativa, o *locus* da pesquisa foi o Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz, a execução da Atividade Experimental ocorreu no período de 14 e 21 de setembro de 2019, contando com a colaboração de três Professores -Monitores e de oito alunos. Utilizamos como instrumentos de constituição de dados a vídeo gravação, fotografia, os áudios e notas de campo, com posterior a transcrições das falas dos sujeitos, do referido Padrão de Raciocínio e os Passos que guiam a investigação científica. Nos resultados percebemos que os grupos desenvolveram os Passos e o Padrão de Raciocínio nas suas falas iniciado pelas observações intrigantes e finalizando pela conclusão da problemática, *portanto*. Assim, os resultados demonstram a presença dos Passos e do Padrão de Raciocínio nas falas dos alunos durante a Sequência de Ensino Investigativo, apontando para o desenvolvimento do Raciocínio Hipotético-Dedutivo. Portanto, concluímos que o Padrão de Raciocínio proposto por Lawson é de grande relevância para estimular os alunos a produzirem seu próprio conhecimento a partir de um problema a ser solucionado.

Palavras-chave: Padrão de Raciocínio de Lawson; Clube de Ciências. Sequência de Ensino Investigativo; Geometria.

ABSTRACT

MOREIRA, Amanda Sylmara da Rocha. **The Hypothetical-Deductive Reasoning present in investigative experimentation at the Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz.** Dissertation (Postgraduate Program in Anthropic Studies in the Amazon), Federal University of Pará, Castanhal, 2021, p.95.

The present study aims to analyze how Science Club participants develop the Steps and the Reasoning Pattern if / and / then / and or but / therefore proposed by Lawson, based on the Investigative Teaching Sequence on geometry with a group of children from 6th year of Elementary School in a Science Club. For this, we used the theoretical framework of Hypothetical-Deductive Reasoning and the Sequence of Investigative Teaching in Experimental Activities as a basis. This study has characteristics of Participant Research with a qualitative approach, the research locus was the Science Club Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz, the execution of the Experimental Activity took place between September 14 and 21, 2019, with the collaboration of three Teachers-Monitors and eight students. We used video recording, photography, audios and field notes as data constitution instruments, with subsequent transcriptions of the subjects' speeches, the aforementioned Pattern of Reasoning and the Steps that guide scientific research. In the results, we noticed that the groups developed the Steps and the Reasoning Pattern in their speeches, starting with the intriguing observations and ending with the conclusion of the problem, therefore. Thus, the results demonstrate the presence of Steps and the Reasoning Pattern in the students' speeches during the Investigative Teaching Sequence, pointing to the development of Hypothetical-Deductive Reasoning. Therefore, we conclude that the Reasoning Pattern proposed by Lawson is of great relevance to encourage students to produce their own knowledge from a problem to be solved.

Keywords: Lawson's Standard of Reasoning; Science Club. Investigative Teaching Sequence; Geometry.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 – Passos que guiam a investigação científica	30
Figura 2 – Ciclos de Raciocínio	32
Figura 3 – Padrão de Raciocínio Hipotético-Dedutivo Lawson (2004)	33
Figura 4 – Ciclos de Raciocínio Lawson (2004)	34
Figura 5 – Etapas da SEI	45
Figura 6 – Foto do Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz	50
Figura 7 – Temas dos episódios e as 7 Etapas da SEI	61
Figura 8 – Estrutura de análise	62
Figura 9 – Segunda Etapa da SEI	64
Figura 10 – Terceira Etapa da SEI	66
Figura 11 – Quarta Etapa da SEI	67
Figura 12 – Quinta Etapa da SEI	68
Figura 13 – Sexta Etapa da SEI	69
Figura 14 – Atividade Experimental	70
Figura 15 – Etapas da SEI e a Presença dos Passos e do Padrão	83
Figura 16 – Presença do Raciocínio Hipotético- Dedutivo em uma SEI no Clube de Ciências	84

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 – Produção Científica do Clube de Ciências	52
Quadro 2 – Caracterização dos Professores- Monitores	59
Quadro 3 – Caracterização dos alunos participantes	59
Quadro 4 – Materiais usados na Atividade Experimental	60
Quadro 5 – Modelo de quadros usados para a transcrição das falas dos alunos	62
Quadro 6 – Como construir um castelo utilizando massinha de modelar e palito de dente.....	72
Quadro 7 – Onde estão as retas no castelo	75
Quadro 8 – Quantas retas tem o castelo de vocês	77
Quadro 9 – Aproximação com a realidade.....	80

LISTAS DE ABREVEATURAS E SIGLAS

CCUFPA/Castanhal	Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
SEI	Sequência de Ensino Investigativo
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
UFPA	Universidade Federal do Pará

SUMÁRIO

1 OS CAMINHOS QUE ME LEVARAM À DOCÊNCIA: A CONSTRUÇÃO DA PESQUISA.....	16
2 O RACIOCÍNIO HIPOTÉTICO-DEDUTIVO.....	27
2.1 O PERCURSO HISTÓRICO DO RACIOCÍNIO HIPOTÉTICO-DEDUTIVO PROPOSTO POR LAWSON.....	27
2.2 O PADRÃO DE RACIOCÍNIO.....	32
2.3 O RACIOCÍNIO HIPOTÉTICO-DEDUTIVO NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	39
3 O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO.....	42
3.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO.....	42
3.2 A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO.....	44
4 O CLUBE DE CIÊNCIAS PROF. DR. CRISTOVAM W. P. DINIZ.....	49
5 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	57
5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS.....	58
5.2 CONSTITUIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS.....	60
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	63
6.1 DESENVOLVIMENTO DAS 7 ETAPAS NA SEI REPRESENTAÇÕES GEOMÉTRICAS.....	63
6.2 OCORRÊNCIA DOS PASSOS E DO PADRÃO DE RACIOCÍNIO NA SEI.....	70
6.2.1 Episódio 1: Com quantas retas é possível fazer um castelo utilizando massinha de modelar e palito de dente?.....	71
6.2.2 Episódio 2: Onde estão as retas no castelo que vocês estão construído.....	74
6.2.3 Episódio 3: Quantas retas há no castelo de vocês.....	76
6.2.4 Episódio 4: Aproximando com a realidade.....	78
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
REFERÊNCIAS.....	87
APÊNDICES.....	91
ANEXOS.....	94

1 OS CAMINHOS QUE ME LEVARAM A DOCÊNCIA: A CONSTRUÇÃO DA PESQUISA

Ninguém caminha sem aprender a caminhar, sem aprender a fazer o caminho caminhando, refazendo e retocando o sonho pelo qual se pôs a caminhar (FREIRE, 1997, p. 155).

O percurso acadêmico e a formação docente, no qual se iniciou com a narrativa de minhas vivências no processo de construção da pesquisa. Diante disso, percebo que as reflexões sobre as experiências como docente mostraram que são enriquecedoras e fundamentais para a aquisição de conhecimento enquanto professora, para melhor desenvolver o ensino e possibilitar o aprendizado do aluno.

Nesse contexto, contar nossa própria história, seja ela no âmbito pessoal ou profissional requer reviver as experiências que nos compõem e que talvez tenham um novo olhar ao se redescobrir diante do conhecimento científico.

Conforme esta autorreflexão, procuro identificar as etapas formativas de alguns momentos de minha vida, que me conduziram ao mestrado acadêmico e assim pontuaram o transcurso dessa escrita. Ainda assim, visou demonstrar de que forma as vivências e as interações com os colegas de turma ajudaram a definir aquilo que somos.

Natural do município de Castanhal, nordeste do estado do Pará, sou a primogênita de três irmãos, filha de uma professora, que, exerceu por pouco tempo a docência por não se identificar com a profissão, que deixou de atuar em seu campo profissional para trabalhar como auxiliar administrativa e que nas horas vagas trabalhava como doceira em casa. O meu pai era formado no antigo curso técnico de Contabilidade, porém nunca exerceu a profissão, pois foi taxista e caminhoneiro que era a sua paixão. Meus pais, sempre incentivaram os filhos a estudar, cresci ouvindo a minha mãe dizer que o estudo era uma das mais importantes heranças que eles poderiam nos deixar.

Aos sete anos de idade fui matriculada no Colégio João XXII para cursar alfabetização, que atualmente não se resume ao processo de aprendizado da leitura e escrita, pois é considerado um processo de aprendizagem mais amplo e diversificado.

Atualmente, os alunos iniciam o seu processo de aprendizagem a partir dos 3 anos de idade. Entretanto, na minha época, o início de escolarização das crianças se dava por volta dos sete anos, pois ainda não existia a regulamentação da Educação Infantil.

No ano seguinte fui matriculada no Colégio São José, que é uma instituição educacional privada, onde cursei da 2^a até a 6^a série do ensino fundamental. O processo metodológico adotado

por esta instituição de ensino apresentava características da abordagem tradicional, pois, recordo que os professores entravam na sala e escreviam no quadro para que todos os alunos copiassem e, em seguida, explicavam o assunto pelo qual não tínhamos a oportunidade de tirar as dúvidas.

Na forma de ensino tradicional o aluno tem o papel de receber o conhecimento. Este modelo educacional foi denominado por Freire (1996, p. 24) como “de educação bancária”, na qual os alunos ficam esperando o conhecimento que é depositado de forma passiva.

Dentro de um contexto historicamente de lutas, o Sistema Educacional Brasileiro passou por vários processos e transformações como por exemplo a reestruturação da LBD (BRASIL, 2002) no intuito de melhorar o processo de ensino e de aprendizagem dos alunos, principalmente pelo fato de romperem com a abordagem de ensino tradicional.

Rememoro que durante as aulas no Colégio São José predominava um silêncio no qual se escutava apenas a voz da professora e o som dos lápis escrevendo nos cadernos. Por sua vez, se tínhamos dúvidas com elas continuávamos, pois, questionar o professor não era permitido, afinal, ele se consolidava como detentor do conhecimento.

Considero que existem escolas que são como gaiolas, que aprisionam seus alunos em uma forma de ensino tradicional, que não os permite construir o seu conhecimento, conforme afirma Alves (2002):

Escolas que são gaiolas existem para que os pássaros desaprendam a arte do voo. Pássaros engaiolados são pássaros sob controle. Engaiolados, o seu dono pode levá-los para onde quiser. Pássaros engaiolados sempre têm um dono. Deixaram de ser pássaros. Porque a essência dos pássaros é o voo. (p. 29)

Compreende-se a partir do pensamento de Santos (2019) que “este predomínio na abordagem tradicional de ensino”, em minha escolarização inicial, baseada na memorização, tratadas como verdades absolutas e inquestionáveis, que anulam a criatividade, autonomia e liberdade de pensamento.

A ausência de criatividade representava sinônimo da falta do processo de ensino e aprendizagem. Nessa perspectiva, eu memorizava os conceitos principalmente de Ciências e Matemática, apenas para passar de ano, tinha muitas dificuldades em compreender a matemática, a professora transmitia a sensação de medo, imposição, existia uma barreira entre ela e os alunos que impedia uma relação mais próxima entre professor e alunos.

Durante as aulas, não poderíamos fazer perguntas e esse distanciamento me deixou um sentimento de aversão a Matemática, pois passei a não gostar da disciplina, o que deixava as aulas mais chatas e cansativas.

Assim, as aulas de Ciências ocorriam em sala mesmo, os conteúdos eram repassados com base nos livros e foi esse o meu contato com a ciência por meio dos livros de didáticos que perduraram da 2^a a 6^a série por fim não obtive a aprovação para a 7^a série.

Em 1997 comecei a cursar a 6^a série novamente no mesmo colégio, porém, em maio do mesmo ano, meu caminho ganhou um novo rumo quando fui morar em Ananindeua/PA, cidade da região metropolitana de Belém. Demorei um pouco para me adaptar à nova realidade, pois abandonar meus amigos, o restante da minha família, tios avós, primos tive que aprender a conviver com a saudade.

Ainda em 1997, terminei de cursar a 6^a série na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Armando Farjado que está localizada na Rua Raimundo Vera Cruz em Ananindeua. No ano de 1999, cursei a 7^a série na escola Sociedade Civil Madre Celeste, que se localiza no bairro da Cidade Nova em Ananindeua/PA, onde cursei também até a 2^o ano do Ensino Médio.

Recordo dos professores dessa escola com muito carinho, cada um contribuiu para a aquisição de novos conhecimentos e dentre os docentes destaco: os professores o Marcelo e o Rosinaldo, pois as suas aulas eram marcadas pela proposta de atividades relacionadas com o ensino investigativo, que iam além dos limites da sala de aula, eram contextualizadas e levavam em conta o cotidiano. Para Piaget (1948, p. 102) “o professor não ensina, mas arranja modos de a própria criança descobrir cria situações-problemas”.

Em relação a esse pensamento o docente como mediador da aprendizagem pode despertar em seus alunos o desenvolvimento e construção de seu conhecimento, através da busca por metodologias pedagógicas como o “ensino por investigação por entender que contribui com o processo de construção do conhecimento científico dos alunos” (CARVALHO et al., 2009, p. 18).

No ano 2000 ingressei no 1^o ano do Ensino Médio, nomenclatura esta denominada neste período de segundo grau. Durante este tempo surgiram as discussões sobre a prática pedagógica na qual eram tratadas a metodologia do professor, a sua formação acadêmica, e as modificações no modelo utilizado para o ingresso no ensino superior.

A primeira familiaridade com o Ensino por Investigação em Ciências, emergiu durante as aulas no ensino médio, nas disciplinas de matemática, física, química e biologia, que eram componentes contextualizados, para estimular o ato de raciocinar e não de simplesmente aplicar uma atividade mecânica, ou seja, que não promovia a criatividade e que não estimulasse os alunos a pensar, principalmente no campo das ciências e da matemática.

A partir da metade do século XX, no Brasil, observa-se o surgimento das teorias pedagógicas que buscavam remodelar a abordagem educacional, entre elas, o Construtivismo desenvolvido por Jean Piaget. Em seguimento com esta linha de pensamento Antunes (2008, p. 17) considera que:

O Construtivismo é uma reflexão educacional apoiada no princípio de que o conhecimento que conquistamos não é algo que vem de fora, passado de uma pessoa para outra ou adquirido por meio de uma leitura, mas, sim, algo estimulado a partir das experiências, quando delas o estudante participa ativamente, buscando de fato conhecê-las e, assim, experimentando-as, pesquisando e refletindo sobre tudo que foi falado (p. 17)

De acordo com a ideia defendida pelo autor, compreendemos a ocorrência do processo de aprendizagem através da construção do conhecimento realizado pelos próprios alunos. Nessa perspectiva o Construtivismo oportuniza para os alunos um aprendizado significativo, pois possibilita o aprendizado através da estimulação do pensamento, a questionar as situações propostas e a descobrir que o erro é uma tentativa para o acerto.

Em 2002 cursei o 3^o ano do Ensino Médio, no Colégio Aspecto localizado na Cidade Nova, também em Ananindeua, onde as aulas eram predominantemente contextualizadas e dinâmicas o que proporcionava a compreensão dos conteúdos ensinados. Nesse ambiente educacional, os professores buscavam aproximação dos conteúdos específicos com a realidade vivenciada pelos alunos, possibilitando, desse modo a extensão dos conteúdos, para além do espaço escolar.

O vestibular, importante exame classificatório de acesso ao ensino superior e que na época era a principal forma de acesso a este nível de ensino, apresentava diferente configuração do Exame Nacional do Ensino Médio, que temos atualmente. Neste período, devido aos processos de transformação no contexto educacional, o exame se consolidou como a principal forma de ingresso na academia, o tão temido ENEM. Em 2002 aconteceu sua efetivação e no referido ano este modelo de avaliação educacional vigorou para substituir o vestibular tradicional.

Assim, realizei as provas do ENEM e o tema da redação ficou registrado na memória: *O voto como instrumento de mudança*. Com a averiguação dos resultados, atingi a nota máxima na redação (100 pontos), fato que garantiu a minha aprovação no vestibular da Universidade da Amazônia (UNAMA) no curso de Psicologia. Em fevereiro de 2003 um novo caminho estava sendo trilhado e a chegada da vida adulta estava cheia de expectativas e animações com a possibilidade de ser psicóloga.

Conforme o passar do tempo e a consolidação dos semestres, os sonhos foram se modificando e não conseguia me identificar com o curso. Assim, surgiram as dúvidas se eu estava

na profissão certa, passei então a refletir e a questionar-me sobre ser psicóloga e cheguei à conclusão de que era melhor desistir do curso de Psicologia, pois realmente eu precisava escolher uma profissão que me fazia feliz.

Após desistir do curso de Psicologia, comecei a cursar Pedagogia na Universidade Vale do Acaraú (UVA) e senti-me realizada. Durante esse período, já próximo de concluir o curso, casei e logo em seguida engravidei, o que me levou a deixar a faculdade.

Como a vida é cheia de surpresas e mudanças, me divorciei e com uma filha pequena, tive de retornar à Castanhal para a casa dos meus pais, neste novo ciclo que se iniciava consegui trabalho na cantina da escola Centro de Educação Básica Jean Piaget. Para Freire ninguém começa a ser educador numa certa terça-feira às quatro horas da tarde. Ninguém nasce educador ou é marcado para ser educador. A gente se faz educador, a gente se forma como educador permanentemente, na prática e na reflexão sobre a prática (FREIRE, 1991). Assim, a vivência do cotidiano escolar contribuiu para aflorar o gosto pela docência, que há muito tempo estava adormecido e foi interrompido. Após a decisão de retomar meus estudos, obtive o consentimento e o apoio incondicional dos meus pais.

Em agosto de 2014, ingressei na Universidade do Norte do Paraná (UNOPAR) para cursar Pedagogia aonde as aulas eram por videoconferência e os professores utilizavam vários recursos didáticos como: slides, filmes para deixar as aulas mais dinâmicas e interativas.

Após o término da videoconferência, iniciava a aula presencial com um tutor que buscava através da realização de seminários, promover discussões e reflexões sobre a temática abordada. Desse modo, a cada final de semestre deveríamos produzir um portfólio, um artigo individual e outro em grupo que contribuiria para desenvolvimento das discussões e aprimoramento da escrita.

No 1^o, 2^o e 3^o semestres cursei as disciplinas pedagógicas que foram fundamentais para a minha formação em Pedagoga, dentre elas: *Desenvolvimento Humano, Filosofia da Educação, Sociologia, Teorias e Práticas do Currículo, Metodologia Científica, Matemática e Ciências*.

O momento de colocar a teoria em prática no 4^o, 5^o, 6^o e 7^o semestres iniciaram os estágios supervisionados, na educação infantil, no ensino fundamental menor, coordenação e supervisão escolar e o de gestão escolar e com eles (os estágios) a oportunidade de vivenciar o ambiente escolar de ensino e aprendizagem contribuiu para aumentar a paixão pela docência.

O estágio foi realizado na Educação Infantil e estava dividido em dois momentos: a observação e a intervenção, na qual teria que ministrar aulas uma vez por semana, a série escolhida foi o Jardim II. Recordo-me dessa primeira intervenção com muito carinho.

A responsabilidade de ser professora titular foi muito grande, aumentou o nervosismo e uma insegurança, afinal, tudo era novo, mas ao entrar em sala e sentir a receptividade das crianças, o medo deu lugar tomado pela sensação de segurança e saí da sala realizada, tendo a certeza de que tinha escolhido a profissão certa.

Logo, a cada estágio supervisionado percebi a contribuição de maneira significativa para a minha formação profissional, a oportunidade de observar o cotidiano de uma sala de aula, os desafios que os professores enfrentam diariamente, tudo foi trazendo mais interesse pela docência.

Então, foi nesse momento que tive a oportunidade de trabalhar como estagiária remunerada na escola, mas tinha uma difícil decisão a ser tomada: sair da cantina, pois não poderia exercer as duas funções na escola, e claro optei pela oportunidade do estágio e assim se iniciava um novo ciclo que, infelizmente, meu pai não teve tempo de participar, pois Deus precisou dele lá no céu, porém sei que ele se foi muito orgulhoso de mim.

A princípio, trabalhei como professora auxiliar na Educação Infantil, que é a minha maior paixão, pois é nesse período que as crianças pequenas começam a trilhar o caminho escolar e o professor torna-se ponto referencial de tudo para eles, principalmente durante o processo de ensinar a escrever seu nome, a dar seus primeiros passos na leitura. Nessa etapa de minha trajetória docente obtive várias experiências que reforçam a compreensão da importância do professor na vida dos alunos, que me faz concordar com o pensamento de Gadotti (2008, p. 12), “que não se pode imaginar um futuro para a humanidade sem educadores”.

Em decorrência das vivências como professora da educação infantil surgiu o interesse em desenvolver a temática do meu Trabalho de Conclusão de Curso, o TCC, que tinha como foco a contação de histórias na educação infantil. Para aprofundar e ampliar este estudo almejei sempre ser uma aluna dedicada na faculdade.

Em diversas vezes, busquei transcender os limites das aulas propostas, questionava, realizava a leitura de outros materiais para aumentar de maneira significativa o meu conhecimento. Esse interesse parte da visão freiriana que “Para mim, o processo de aprender, o processo de ensinar são, antes de tudo, processos de produção de saber, de produção de conhecimento, e não de transferência de conhecimento” (FREIRE, 2016, p. 91).

Durante as aulas na Universidade tive alguns professores que me incentivaram a não parar somente na graduação, dentre esses professores elenco dois que são muito especiais nessa trajetória, o Prof. Msc. Josué Bailão Moreira que foi meu orientador do TCC e o Prof. Msc. Hugo Renato Torres da Silva, que me incentivaram a ingressar no mestrado e diziam sempre que eu

tinha um potencial que não poderia restringir-se apenas a graduação. Nessa troca de experiências compreende-se que “Quando os professores aprendem juntos, cada um pode aprender com o outro. Isso os leva a compartilhar evidências, informação e a buscar soluções” (IMBERNÓN, 2000, p. 78).

Esse “aprender junto” é o estímulo que me motivam na busca pelo conhecimento, por querer sempre aprender mais para melhorar a prática em sala de aula e poder contribuir com outros futuros educadores. Devido a busca contínua de melhorarmos a nossa prática pedagógica, surge assim, o interesse para voar mais alto, ser professora universitária e para que isto seja possível eu precisaria aprofundar meus conhecimentos em um mestrado e, posteriormente, um doutorado.

Em 2017, através do Prof. Msc. Josué Bailão Moreira tive a oportunidade de conhecer e ingressar no Grupo de Pesquisa coordenado pelo Prof. Dr. João Manoel da Silva Malheiro. A possibilidade de participar do Grupo de Estudo, Pesquisa e Extensão FormAÇÃO de Professores de Ciências¹, proporcionou-me um espaço de discussões e debates que enriqueceram e ampliaram as trocas de saberes científicos sobre o Ensino por Investigação. Com base nessa experiência, compreendi nas palavras de Freire que é “na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática” (FREIRE, 1997, p. 43).

Como integrante do Grupo de Estudo, Pesquisa e Extensão FormAÇÃO de Professores de Ciências surge também, a oportunidade em dezembro de 2018, de ser selecionada no processo seletivo do Mestrado Acadêmico do Programa de Pós-graduação em Estudos Antrópicos da Amazônia (PPGEAA) que visa “Investigar e estudar realidades e modelos culturais e científicos” (FERNANDES; RAMOS, 2020, p. 32) na linha de pesquisa Saberes e Linguagens da Amazônia da Universidade Federal do Pará Campus Castanhal/PA.

Em 2019, iniciou-se o ano letivo do curso de mestrado acadêmico do PPGEAA, com aulas interativas que proporcionaram momentos de ampliação de conhecimentos em diversos campos, permeados de intensas discussões que agregaram novos valores e contribuíram para nossa reflexão sobre a prática docente.

Esse contato com a pós-graduação oportunizaram-me compreender e refletir sobre a relação do homem com o meio ambiente em que está inserido, denominado de Antrópico, que corresponde ao “processo de transformação ambiental pelas relações humanas como

¹ Link de acesso a fanpage do grupo: <https://www.facebook.com/groups/formacaodeprofessoresdeciencias/> Acesso em: 04 nov. 2020.

direcionamento na busca de respostas às relações humano-meio” (FERNANDES; RAMOS, 2020, p. 34).

Em paralelo às aulas do mestrado, as discussões do Grupo de Pesquisa me proporcionaram o interesse pelo Ensino de Ciências por Investigação. Os estudos de abordagens teóricas e leituras sobre a concepção temática fizeram-me compreender que o Ensino de Ciências por Investigação traz importantes contribuições no processo de aprendizagem dos alunos, através da experimentação Investigativa. Este estudo, portanto, pauta-se na abordagem de que “a interação do aluno com seus iguais é imprescindível na construção, eminentemente social, de um novo conhecimento” (CARVALHO, et al., 2009, p. 28).

Dessa forma, compete ao professor ensinar de maneira provocativa, estimulando o interesse dos educandos e o gosto em fazer Ciências. Em outras palavras, Carvalho et al. (2009, p. 28) “aponta o Ensino por Investigação na perspectiva de experiência capaz de ampliar o conhecimento do aluno”.

A participação como professora monitora² do Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz, na UFPA/Campus Castanhal, contribuiu de maneira significativa para aprimorar meus conhecimentos sobre o processo de experimentação. Ainda assim, mesmo se tratando de um espaço não formal de educação científica que trabalha com a filosofia “*La main a le Patê*”, “mãos na massa” (ROCHA; MALHEIRO, 2018, p. 197), a vivência neste ambiente formativo de aprendizagem abarca grande relevância profissional, pois foi importante para aumentar a minha compreensão sobre a Sequência de Ensino Investigativo (SEI).

Em um dos experimentos realizados no Clube, o problema do barquinho, observei o modo como os alunos buscavam a resposta para o problema proposto. Em decorrência disso, percebi que para resolverem o problema os alunos seguiam naquela tarefa por uma Atividade Experimental, organizada pelos professores monitores que consistia na SEI conforme Carvalho et al. (2009).

Para Carvalho et al. (2009), as práticas Investigativas e interdisciplinares no Ensino de Ciências oportunizam aos alunos desenvolverem suas habilidades de resolução de problemas de maneira integrada. Desse modo, o professor que utiliza esse método em suas aulas oportuniza aos seus alunos participarem de uma experiência científica, tornando as aulas de Ciências mais dinâmicas e interativas com os alunos.

² Denominação dada aos acadêmicos de graduação, licenciaturas e pós-graduação que desenvolvem e participam voluntariamente das atividades do CCIUFPA/Campus Castanhal, após um curso de formação de professores monitores (ROCHA; MALHEIRO; MALHEIRO, 2017).

No transcorrer das leituras, as primeiras ideias começaram a fluir sobre o Raciocínio Hipotético-Dedutivo, como a percepção de que ele está presente no cotidiano em vários momentos ou quando estamos diante de uma situação que necessita de uma solução, nas pesquisas científicas.

Durante esta observação verificou-se a presença de uma relação entre a Atividade Experimental do barquinho com o Padrão de Raciocínio proposto por Lawson, pois apresenta aspectos como, a elaboração de hipóteses que seriam as maneiras encontradas para solucionar o problema. Em seguida, os alunos testaram as hipóteses que consistem em tentar montar o experimento, observar os resultados esperados pelos alunos para a resolução do problema, que nem sempre são alcançados em um primeiro momento.

O Raciocínio Hipotético-Dedutivo destaca a presença de hipótese científica sobre explanação proposta de algum fenômeno natural. Segundo Locatelli e Carvalho (2005, p. 5) as hipóteses depois de construídas são testadas:

Essa hipótese pode ser testada, porque deve fazer as predições específicas que seriam a consequência a lógica da hipótese e da experiência se a hipótese fosse certamente um bom modelo de como a natureza age. Esta maneira de testar, em que a hipótese serve enquanto suposição e as predições, como conclusões, é conhecido como o método hipotético-dedutivo (p. 5).

Para ampliar o conhecimento sobre este processo, tive acesso ao referencial do Raciocínio Hipotético-Dedutivo no Grupo de Estudo que contribui para dar embasamento desta pesquisa. Diante desse aspecto de mobilização, corroboro com a ideia de Neves (2013, p. 14), de que “a escolha da linha de investigação o raciocínio hipotético dedutivo, esta foi a grande barreira inicial da pesquisa”.

Diante do que foi evidenciado sobre o Raciocínio Hipotético-Dedutivo, “a obra de Lawson (2001) me atraiu para uma linha de investigação que me permitia estudar não apenas a metodologia do ensino experimental em ciências, mas principalmente trazer a pesquisa para o campo do questionamento que me é instigante” (NEVES, 2013, p. 19).

Considerando a relevância que os estudos sobre o Raciocínio Hipotético-Dedutivo no Ensino Investigativo no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz proponho desenvolver uma análise do Padrão proposto por Lawson no Experimento “as Representações Geométricas”, com a seguinte questão de pesquisa: **Como o Padrão se / e / então / e ou mas / portanto, é desenvolvido pelos alunos do CCUFPA/Campus Castanhal, durante uma Sequência de Ensino Investigativo.**

Na tentativa de responder tal questionamento, definimos como objetivo geral **verificar a forma como os alunos utilizam o Padrão de Raciocínio durante uma Experimentação**

Investigativa baseada na SEI em um Clube de Ciências. Como objetivos específicos apresentamos:

- Identificar na fala dos alunos o Padrão de Raciocínio *se / e / então / e ou mas / portanto* proposto por Lawson , durante as Etapas da SEI.
- Analisar a presença dos Passos que devem guiar a investigação científica durante as Etapas da SEI.

Com a execução da Atividade Experimental tentamos através de ações e propósitos pedagógicos, promover maior interação entre os alunos para que pudessem desenvolver reflexões relacionados ao Raciocínio Hipotético-Dedutivo de Lawson (2004), seguindo o Padrão elaborado por ele, *se / e / então / e ou mas / portanto*, para a construção do conhecimento científico.

Esta pesquisa tem como foco o Raciocínio Hipotético-Dedutivo e possui o embasamento teórico nos autores: Locatelli (2006); Locatelli e Carvalho (2007); Malheiro (2011) e Neves (2013) e para realizar as análises do Padrão de Raciocínio: *se / e / então / e ou mas / portanto*, organizo esta pesquisa em sete capítulos apresentados a seguir:

No capítulo 1, intitulado **Os caminhos que me levaram à docência: a construção da pesquisa**, apresento as minhas memórias através de reflexões que contribuíram para construção desta pesquisa.

No capítulo 2, **O Raciocínio Hipotético-Dedutivo** discutimos acerca do referencial que embasa esta pesquisa e sobre a predominância desse tipo de Raciocínio em nossas atividades cotidianas. Além disso, são discorridos acerca do trabalho dos cientistas e as implicações do padrão *se / e / então / e ou mas / portanto* para o ensino de ciências.

No capítulo 3, **Ensino de Ciências por Investigação**, apresentamos as principais contribuições para o contexto da Experimentação Investigativa. Para isso, discorro também sobre as etapas da Sequência de Ensino Investigativo, proposta por Carvalho et. al, (2009).

No capítulo 4, que versa sobre **O Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz**, apresentamos o *lôcus* da pesquisa de campo, que discute um pouco da história do projeto e de sua implementação, além de abordar também sobre a metodologia utilizada no CCIUFPA/Campus Castanhal.

No capítulo 5, denominado **Metodologia da pesquisa**, no qual apresentamos o percurso a ser seguido durante o desenvolvimento do trabalho, de modo a destacar as opções e procedimentos adotados. Com esse intuito, destaca-se que a pesquisa é qualitativa e de caráter participante. Além disso, discorro sobre as etapas da Atividade Experimental Investigativa e apresento a SEI que é utilizada para analisar o Padrão de Raciocínio proposto por Lawson (2004).

No capítulo 6, os **Resultados e Discussões**, trazemos recortes das falas transcritas, buscando analisá-las embasadas pelo Padrão de Raciocínio proposto por Lawson (2004) e as 2 categorias e as 2 subcategorias elaboradas para identificar a presença do Padrão de Raciocínio que emergiram durante a Atividade Experimental proposta.

No capítulo 7, estão as **Considerações Finais**, pelo qual discorreremos sobre os principais resultados obtidos na pesquisa, destacando alguns aspectos relevantes e avaliando em que medida a Atividade Experimental Investigativa desenvolvida no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam. W. P. Diniz, pode contribuir para aquisição do conhecimento científico dos alunos. Cabe ressaltar que este capítulo foi escrito de maneira subjetiva por discorrer das reflexões e memórias da autora e apresenta também as conclusões a que esta pesquisa permitirá atingir.

2 O RACIOCÍNIO HIPOTÉTICO-DEDUTIVO

Neste capítulo, são apresentadas considerações teóricas sobre o Raciocínio Hipotético-Dedutivo na perspectiva dos conceitos desenvolvidos por Lawson em artigos publicados em (2002, 2004). Nas leituras realizadas nota-se que o autor fundamenta que a essência do método científico é de natureza Hipotético-Dedutiva e está presente em todos os modos de se fazer ciência.

Em decorrência disso, evidenciaremos com o entendimento do ciclo lógico-linguístico *se/ e / então / e ou mas / portanto*, proposto por Lawson que a abordagem destacada pode caracterizar o Padrão de Raciocínio que o autor acredita acompanhar os passos de toda descoberta científica.

Posteriormente, serão apresentados alguns autores que corroboram com a ideia desenvolvida por Lawson, (LOCATELLI, 2006; LOCATELLI e CARVALHO, 2007; MALHEIRO, 2011; NEVES, 2013) e serviram de embasamento teórico para esta pesquisa.

2.1 PERCURSO HISTÓRICO DO RACIOCÍNIO HIPOTÉTICO-DEDUTIVO PROPOSTO POR LAWSON

Discorre-se sobre o contexto histórico do Raciocínio Hipotético-Dedutivo na perspectiva de Lawson e também acerca da biografia do autor. Para execução desta tarefa é feita uma síntese da sua trajetória e a averiguação de suas principais obras que dispõem de mais de 200 artigos e 20 livros publicados que são de grande relevância para o Ensino de Ciências.

O professor norte-americano Anton Eric Lawson³, biólogo e zoólogo, o início da sua carreira como professor foi no final da década de sessenta no estado da Califórnia nos Estados Unidos, onde ensinou as disciplinas de ciências e matemática para as turmas do Ensino Médio no período de três anos antes de terminar seu doutorado. Posteriormente, em 1977, o estudioso começou a atuar em pesquisas científicas na Universidade do Arizona.

O autor realizou no decorrer de 47 anos desenvolvendo pesquisas de investigações científicas no campo das ciências, voltadas para o estudo do desenvolvimento cognitivo e da educação do raciocínio humano, em sua maioria pertencentes ao caráter Hipotético-Dedutivo. Lawson (2004), considera que o Padrão Hipotético-Dedutivo pode ser uma estratégia mental que é utilizada com a finalidade de processar informações e tirar conclusões.

Diante do pressuposto de que o Raciocínio Hipotético-Dedutivo esteja presente nas importantes descobertas científicas, Lawson estudou obras que trazem relevantes contribuições para a Ciências. Em seus trabalhos visualiza-se o seguimento das teorias que argumentam que o

³ Informações disponíveis em: <https://sols.asu.edu/anton-lawson> Acesso em: 04 nov. 2020.

conhecimento humano é construído através do desenvolvimento cognitivo das estruturas mentais, destacando a importância do construtivismo de Piaget (1975) para a sua pesquisa.

Segundo Lawson (2003, p. 11) é possível “discutir a teoria de Piaget e do construtivismo em alguns detalhes relacionados antes de considerarmos o que pode estar ocorrendo dentro do cérebro em termos neurológicos”, pois o ser humano organiza mentalmente o seu raciocínio em etapas ou ciclos o processo de aprendizagem na investigação científica.

Durante seus estudos sobre o Raciocínio Hipotético-Dedutivo, Lawson (2000) levantou o seguinte questionamento como o ser humano adquire o conhecimento? Essa indagação segundo o autor visa compreender como ocorre o processo de aprendizado e para isso ele analisou uma atividade de matemática no qual as respostas dos alunos chamaram a sua atenção.

Lawson (2000), no decorrer da sua pesquisa observou que os alunos antes de chegarem à resposta, desenvolveram cognitivamente um ciclo de aprendizagem denominado o Padrão de Raciocínio Hipotético-Dedutivo.

A partir dessa observação o autor evidencia que mesmo inconscientemente estruturamos o nosso raciocínio cognitivamente antes de externalizarmos. “Nesse sentido: em outras palavras, entender como os seres humanos adquirem conhecimento nos informará sobre a natureza do conhecimento adquirido” (LAWSON, 2000, p. 578).

Para defender sua ideia sobre o Raciocínio Hipotético-Dedutivo, Lawson (2002) analisou investigações científicas de alguns cientistas, como os relatórios de Galileu Galilei para analisar os aspectos fundamentais do pensamento científico utilizado.

Lawson (2002, p. 20), evidencia que o relatório proposto por Galileu traz importantes contribuições para a descoberta científica, considerando que:

Ao contrário de muitos artigos científicos modernos, o relatório do Galileu é impressionante no caminho que revela cronologicamente muitas das etapas de seu processo de descoberta. Assim, fornece uma oportunidade extraordinária para obter informações sobre o pensamento envolvido em uma descoberta científica importante (p. 20).

A leitura do artigo de Lawson (2002) intitulado “O que a descoberta das luas de Júpiter por Galileu nos diz sobre o processo de descoberta científica “ (tradução nossa), apresenta e promove uma discussão sobre a descoberta científica denominada: “O Mensageiro Sideral”, no qual Galileu relata o aprimoramento do seu telescópio refrator instrumento pelo qual descobriu as luas de Júpiter.

Assim, durante a análise do relatório de Galileu o autor relacionou o Raciocínio Hipotético-Dedutivo com a teoria cognitivista de Piaget. Segundo as análises descritas por Lawson (2002), nosso raciocínio é estruturado pelas etapas piagetianas sobre o desenvolvimento

da aprendizagem, que são o equilíbrio, a acomodação, assimilação, desequilíbrio. Em relação a essa estrutura é notório destacar segundo posicionamento do autor que o pensar dentro da teoria proposta por Piaget (1985), afirma que a cognição envolve equilíbrio com seus processos de assimilação e acomodação.

O pensamento hipotético-dedutivo de Galileu se encaixa bem dentro da teoria de Piaget (LAWSON, 2002, p. 10). Nesse sentido, quando estamos diante de um problema científico, visamos encontrar uma solução para a situação presente em nosso cotidiano. Desse modo, ao desenvolvermos o raciocínio de maneira Hipotético-Dedutiva utilizamos inconscientemente o Padrão de Raciocínio desenvolvido por Lawson.

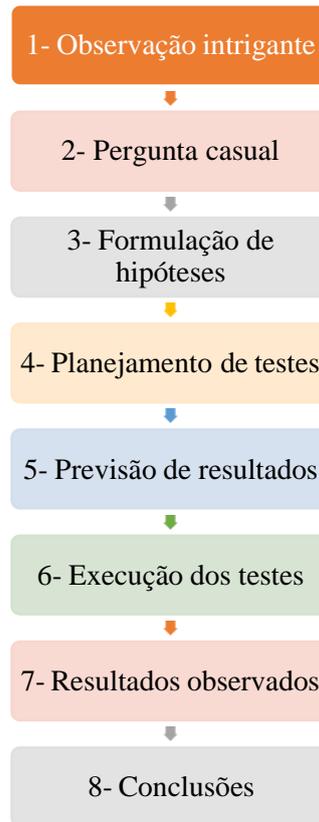
Conforme Lawson avançava com pesquisas sobre o Padrão de Raciocínio Hipotético-Dedutivo, através das análises de episódios científicos, suas descobertas eram modeladas em ciclos de aprendizagem.

Em 2004, em seu artigo baseado no livro *Tiranossauros rex e a Cratera do Extermínio*, de Walter Alvarez, escrito em 1997 sobre as causas da extinção dos dinossauros a 65 milhões de anos atrás (LAWSON, 2004, p. 155) (tradução nossa), o autor apresenta a análise de dezesseis episódios científicos, estruturados em Passos que devem guiar a descoberta científica. Sendo assim, o estudioso destaca oito observações intrigantes, oito episódios de hipóteses, raciocínio preditivo, indução enumerativa e teoria interrogativa de Jung da descoberta científica. Desse modo, ao analisar os episódios do caso Alvarez o autor descreve sobre a relevância da descoberta científica:

A história do caso Alvarez considera a descoberta científica como um processo no qual questões causais são levantadas e respondidas através do uso criativo do raciocínio analógico seguido de um processo igualmente criativo de testes de hipóteses no qual os resultados previstos e observados são comparados. De acordo com este relato, observações intrigantes, hipóteses causais e testes conduzem investigações e procure evidência (p. 155).

Assim, Lawson (2002, 2004), defende que a descoberta científica precisa ser guiada por passos no Raciocínio Hipotético-Dedutivo. Esses passos consistem na: observação intrigante, pergunta causal, formulação de hipóteses planejamento de teses, previsão de resultados, execução dos testes, resultados observados e conclusão. A estrutura dos Passos deve guiar a descoberta científica proposta por Lawson a partir desses estudos. O modelo de representação deste processo é apresentado na Figura 1:

Figura 1: Passos que guiam a investigação científica



Fonte: Autora com base em Lawson (2004)

O processo tem início com o 1º passo (a observação intrigante), aquela que não encontra resposta na estrutura cognitiva da pessoa. Essa abordagem corresponderia ao fenômeno que não pode ser explicado por um atual sistema conceitual de teorias ou modelos mentais, a observação é intrigante porque é inesperado.

Observações inesperadas motivam cognitivamente, no sentido de querer uma explicação (LAWSON, 2000). A observação intrigante conduz ao levantamento de uma pergunta causal, que é o 2º passo que guia a descoberta científica.

Na análise do relatório de Galileu, Lawson (2002), elaborou alguns questionamentos causais que guiaram a investigação científica na busca pelas luas de Júpiter. A partir de suas considerações, as indagações levantadas correspondem: se toda estrela é fixa, porque estas se movem? Ou será que é Júpiter que está se movimentando desta maneira e os astrônomos erraram sobre a sua forma de movimento? São perguntas que provavelmente Galileu se fez, a julgar pelos conhecimentos disponíveis à época (LAWSON, 2002).

As perguntas em busca de uma causa para o fato observado conduzem, então, ao levantamento de hipóteses (3^o passo), que são tentativas de explicação para o fenômeno. “Caso isso não ocorra, o processo da descoberta científica pode ser interrompido” (LAWSON, 2004).

A elaboração das hipóteses, é um passo importante no processo de descoberta científica, pois é através desse momento que pensamos nas possibilidades para solucionar o problema científico proposto. Gerando uma causa possível, uma explicação (LAWSON, 2000).

Para Lawson (2000), o levantamento das hipóteses é o marco inicial da investigação científica, pois, é a partir da formulação das ideias que serão utilizadas que se obterá a resolução do problema levantado.

Na sequência, vem o planejamento de testes (4^o passo), que é momento de testar as hipóteses elaboradas anteriormente. Neste passo é possível observar se as hipóteses serão suportadas, ou seja, se elas deram certo ou terão que ser reelaboradas, pois não foram suportadas na investigação científica. Pois, “o resultado esperado, previsto, pode ser comparado com o resultado observado do real teste” (LAWSON, 2000, p. 12).

Em seguida, ao realizar uma previsão específica do resultado para a hipótese em consideração, o (5^o passo), é um exercício fundamental para que esta prática possa ser significativamente testada. Para tanto: “o teste imaginado deve ser conduzido para que o resultado esperado/previsto possa ser comparado com o resultado observado no teste realizado” (LAWSON, 2000, p. 590).

Após a previsão dos resultados, executa-se o teste (6^o passo), conforme o planejamento prévio, onde as hipóteses que foram elaboradas são testadas para observar se serão suportadas ou não, ou seja, se estão corretas ou terão que ser refeitas. Assim sendo: “Resultados esperados e observados essa comparação permite chegar a uma conclusão” (LAWSON, 2000, p. 590).

Além disso, esses Passos guiam os procedimentos para se chegar as descobertas científicas, estruturando os dados coletados em campo pelo pesquisador. Segundo Lawson (2000, 2002), muitas das descobertas científicas são de natureza hipotético-dedutivas, em sua essência, pois as ideias envolvidas nos processos mentais seguem um padrão de representação na aquisição do conhecimento (LOCATELLI, 2005).

2.2 O PADRÃO DE RACIOCÍNIO

Lawson (2002), escreveu um artigo denominado de: “O que a descoberta das luas de Júpiter por Galileu nos diz sobre o processo de descoberta científica” (tradução nossa). Neste artigo o autor apresenta e promove uma discussão sobre a descoberta científica denominado “O Mensageiro Sideral”, no qual Galileu relata o aprimoramento do seu telescópio refrator que foi através dele que descobriu as luas de Júpiter.

Lawson (2002) utilizou o documento para o embasamento da sua tese sobre o Raciocínio Hipotético-Dedutivo. Em seus estudos considerava relevante o relatório de Galileu por apresentar detalhadamente a sua descoberta científica, que são os três corpos celestes que estão em volta de Júpiter. O Padrão de Raciocínio proposto por Lawson, segue uma sequência de eventos que são guiados pelo Raciocínio Hipotético-Dedutivo.

Lawson (2002) elaborou três ciclos de raciocínio, baseado nas três hipóteses observadas por Galileu. Neves (2013, p. 55), descreve os três ciclos a seguir:

Figura 02: Ciclos de Raciocínio

1º ciclo: Raciocínio considerando a hipótese das estrelas fixas:

Se... os três objetos são luminosos e intrigantes que eu (Galileu) observei pela primeira vez perto de Júpiter são estrelas fixas (hipóteses).

E... suas posições e brilho foram comparadas á de outras estrelas (teste imaginado).

Então... as variações na posição e brilho devem ser aleatórias, assim como caso para outras estrelas fixas (resultado esperado).

Mas... os três objetos estão dispostos em uma linha reta e são mais brilhantes do que outras estrelas (resultado observado).

Portanto... a hipótese da estrela fixa não é sustentada (conclusão).

2º ciclo: Raciocínio considerando a hipótese dos erros dos astrônomos:

Se... os astrônomos cometeram um erro (hipótese)

E... eu observo na noite seguinte (teste planejado)

Então... Júpiter deve continuar se movendo a Leste em relação à posição das estrelas e estes objetos deveriam aparecer assim mais afastados de Júpiter no sentido oeste (resultado esperado).

Mas... os objetos não apareceram desta forma, em vez disso eles apareceram assim: dois a leste de Júpiter e o terceiro parece estar escondido atrás do planeta (resultado observado).

Portanto... a hipótese do erro dos astrônomos não é sustentada (conclusão).

3º ciclos: Raciocínio considerando a hipótese das estrelas fixas:

Se... os três intrigantes objetos brilhosos são luas orbitando em Júpiter (hipótese).

E... ao observar os objetos durante as noites seguintes (teste imaginado).

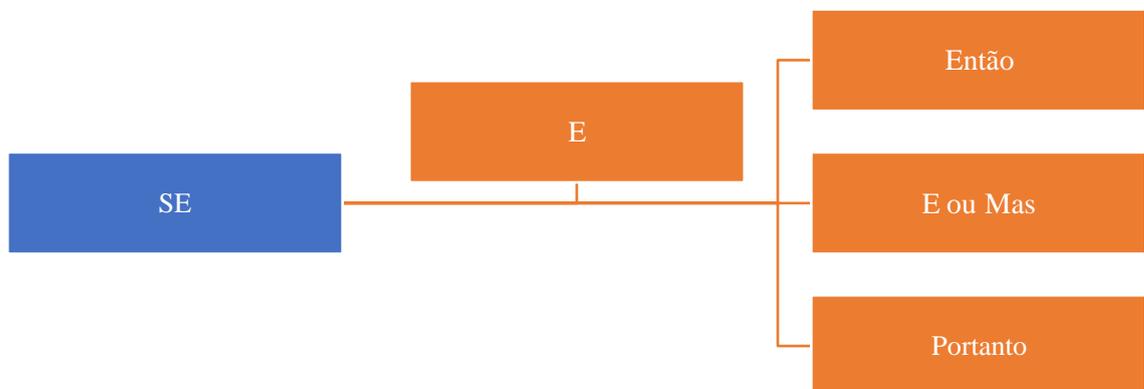
Então... em algumas noites eles devem aparecer para leste de Júpiter e em outras devem aparecer a oeste. Além disso, eles devem aparecer sempre ao longo de uma linha reta em ambos os lados de Júpiter (resultado esperado).

E... nas noites que se seguiram, foi precisamente assim que os objetos apareceram (resultado observado).

Portanto... a hipótese das luas orbitando em Júpiter é sustentada (conclusão).

Lawson (2002), formulou um ciclo de Raciocínio Hipotético-Dedutivo, baseado nos três ciclos, Raciocínio considerando a hipótese das estrelas fixas, Raciocínio considerando a hipótese do erro dos astrônomos e o Raciocínio considerando a hipótese das estrelas fixas que foram descritas anteriormente, modelando o Padrão de Raciocínio em: *se / e / então / e ou mas / portanto*. A estrutura do Raciocínio Hipotético-Dedutivo desenvolvida por Lawson a partir desses estudos. Representadas na Figura 3:

Figura 3: Padrão de Raciocínio Hipotético-Dedutivo Lawson (2004)



Fonte: Autora (2020)

Lawson (2002, 2004), modelou o Padrão de Raciocínio através da utilização dos termos *Se* que se refere à elaboração das hipóteses, *e* ao planejamento dos testes, *Então* está relacionado a previsão de resultados, *Mas* ou *e* estão relacionados aos resultados observados e *Portanto* refere a conclusão, já demonstradas nas análises das pesquisas de Galileu e Alvarez.

Lawson (2004) analisa dezesseis episódios sobre as causas que levaram a extinção dos dinossauros, pesquisado por Alvarez e sua equipe por 20 anos. A análise dos episódios foi dividida

em ciclos de Raciocínio, Neves (2013, p. 55), descreve os cinco ciclos conforme verifica-se a seguir:

Figura 04: Ciclos de Raciocínio Lawson (2004)

1º ciclo: O que causou a deformação dos Apeninos italianos?

Se... rotação da crosta terrestre causou deformação dos Apeninos,

E... rochas contendo grãos minerais magnéticos são coletadas em vários locais dentro dos Apeninos (teste imaginado).

Então... uma rotação progressiva dos grãos magnéticos deve ser encontrada com os mais velhos as “bússolas fósseis” torceram mais para o norte do que as mais jovens (previsão).

Mas... embora Alvarez e Lowrie achem que as bússolas fósseis geralmente apontam a oeste do norte, interrupções locais nos leitos impossibilitavam a separação de movimentos locais da rotação da placa (resultado observado).

Portanto... não se pode dizer se a rotação da crosta terrestre causou ou não de formação dos Apeninos (conclusão).

O primeiro ciclo inicia-se com uma pergunta sobre o que teria causado a deformação nas montanhas Apeninos. Alvarez e seu colega Bill Lowrie em 2004, levantaram um questionamento sobre as causas do defeito nas montanhas e imaginaram que isto poderia ter sido resultado de um movimento de rotação na placa continental italiana.

A hipótese poderia ser testada a partir da análise dos grãos magnéticos das rochas minerais, que registraram o sentido original da placa que funcionava como uma bússola fósseis. Alvarez e sua equipe encontraram alguns pontos indicando que houve rotação, mas não puderam mapear este movimento devido a ruptura dos leitos locais.

Porém, enquanto buscavam reversões magnéticas em outras camadas, Alvarez e Bill fizeram uma observação intrigante: descobriram que os foraminíferos, organismos protistas marinhos que vivem em conchas, apareciam de forma abundante nos leitos superiores das camadas geológicas do Cretáceo, como grandes grãos de areia, desapareciam de forma abrupta nas primeiras camadas do Terciário, restando alguns pequeninos como sobreviventes sugerindo uma rápida extinção.

Assim, o repentino desaparecimento de foraminíferos na fronteira KT (fronteira entre o Cretáceo e o Terciário), contradizia a ideia de que as mudanças geológicas e biológicas ocorreram de maneira gradual e lenta, levando Alvarez e sua equipe a se questionar: o que teria causado o quase sumiço dos foraminíferos na fronteira KT e porque tão abruptamente?

Eles descobriram uma explicação para este fato surgiu quando ao observarem uma camada de argila de mais ou menos um centímetro com menos fósseis nessa fronteira. Pois,

durante uma conversa com outro geólogo Alvarez descobriu que o período em que aquele leito geológico correspondia ao período do desaparecimento dos dinossauros.

Assim, ele percebeu que existia algo na fronteira KT que poderia ser de grande relevância científica para explicar a extinção dos dinossauros. Nesta primeira descoberta, Lawson (2004), modelou o raciocínio hipotético-dedutivo:

2º Ciclo: Um evento catastrófico extinguiu espécies na fronteira KT (fronteira entre o Cretáceo e o Terciário)?

Se . . . a extinção de muitas espécies foraminíferos, e possivelmente também dos dinossauros, foi causada por um evento catastrófico.

E . . . medirmos a quantidade de irídio contida na camada de argila na fronteira KT de Gubbio (teste imaginado).

Então... uma quantidade relativamente pequena de irídio deve estar presente, isto é, cerca de 0,1 ppb é um termo que significa pré-dicção.

Mas... um enorme valor de 9 ppb foi detectado (resultado observado).

Portanto... a extinção de muitas espécies foraminíferos, e possivelmente dos dinossauros, foi não causado por um evento catastrófico; ou talvez o próprio evento catastrófico tenha em si depositado a quantidade extraordinariamente grande de irídio (conclusão).

Alvarez começou a procurar uma causa catastrófica para o desaparecimento de espécies na fronteira KT, para testar essa hipótese considerou a seguinte tese de que os meteoros normalmente deixaram cair uma pequena fração de pó de irídio sobre a terra.

Em seu estudo, ao medir a quantidade desse elemento químico na camada de argila encontrada na fronteira KT, Alvarez percebeu que seria possível determinar o tempo que esta camada levou para ser formada.

Para a hipótese deste leito ter se formado rapidamente, o esperado seria encontrar uma média de 0,1 ppb de irídio, mas Alvarez encontrou uma concentração de 9 ppb. A descoberta foi feita num sítio próximo a cidade italiana de Gubbio em 1978.

Só havia um outro sítio de fronteira KT conhecido até então, localizado em Stevns Klint localizada na Dinamarca. Alvarez e a sua equipe quiseram saber se este sítio também teria a mesma quantidade incomum de irídio, o que indicaria a possibilidade de um fenômeno global. Assim, Lawson (2004), modelou um ciclo de raciocínio para esta descoberta:

3º Ciclo: Alta taxa de irídio também é encontrada em outro sítio?

Se... a quantidade excepcionalmente grande de irídio na camada de argila do Gubbio (Itália) foi causada por um evento catastrófico global.

E... medirmos a quantidade de irídio é medida na outra camada de argila da fronteira KT, em Stevns Klint (teste imaginado).

Então... um nível anormalmente elevado de irídio também deve ser encontrado nesta camada.

E... a camada KT continha uma quantidade excepcionalmente grande de irídio (resultado observado).

Portanto... a hipótese de evento catastrófico global foi apoiada (conclusão)

Alvarez buscou descobrir as causas ocorridas para que o evento pudesse ter depositado essas altas taxas de irídio na camada de argila da fronteira KT desses sítios tão distantes um do outro. Uma hipótese levantada por outros pesquisadores, era a explosão estelar de uma supernova. Percebendo a presença de um fenômeno desse tipo causaria depósito de plutônio-244 nas áreas investigadas. Assim, Lawson (2004) modelou um ciclo de raciocínio para a mesma:

4º Ciclo: Uma supernova causou as altas taxas de irídio?

Se... uma supernova provocou os níveis excepcionalmente elevados de irídio

E... medirmos as camadas da fronteira KT conhecidas (teste imaginado).

Então... deveremos encontrar plutônio-244 nessas camadas (previsão).

Mas... o plutônio-244 não foi detectado (observado resultado).

Portanto... a hipótese de uma supernova não foi sustentada (conclusão).

Alvarez e sua equipe continuaram a buscar respostas para o questionamento sobre a presença daquele irídio e na possibilidade do impacto de um meteoro. Alvarez tinha conhecimento, através de informações fornecidas por pesquisas espaciais, que as grandes crateras que cobrem a nossa lua e outros planetas ocorreram por causa do impacto de asteroides e cometas. Aí estava um excelente ponto de investigação.

Mas na terra não havia nenhuma cratera de proporções que indicassem tal fenômeno, a partir dessa ideia surgiu a hipótese de que este impacto poderia ter ocorrido no mar e uma boa evidência disso seria o registro de ocorrência de um grande tsunami.

Alvarez sabia também que todo tsunami arrasta materiais e os deposita em pontos afastados de seu epicentro, os depósitos de tsunamis passaram a ser objetos de investigações em sítios de fronteira KT, por todo o mundo. Em 1988, um grande depósito de tsunami foi encontrado numa camada próxima ao rio Brazos, no Texas. Para esta fase Lawson (2004), formulou o seguinte modelo de raciocínio:

5º Ciclo: As altas taxas de irídio foram causadas por um meteoro?

Se... os níveis anormalmente elevados de irídio foram causados por um impacto de um meteoro dentro ou próximo de um oceano.

E... várias camadas da fronteira KT em todo o mundo são examinadas (teste imaginado).

Então... uma ou mais dessas camadas devem conter depósitos de tsunami (previsão).

E... foi encontrado um depósito de tsunami na camada da fronteira KT no rio Brazos (resultado observado).

Portanto... a hipótese de um impacto oceânicos causada por um meteoro foi sustentada (conclusão).

O novo passo era descobrir a origem do impacto que provocou este tsunami. O estudante de pós-graduação Alan Hilderbrand apresentou uma tese de que o impacto deveria ter ocorrido próximo ao Texas, porque pelo contrário, a massa de terra do golfo do México teria bloqueado um tsunami vindo de mais longe.

Em 1981 os geólogos mexicanos de exploração petrolífera já haviam encontrado algo que indicava uma grande cratera na península Yucatan, o impacto teria sido causado pelo meteoro Chicxulub causou mesmo um tsunami era encontrar, em sítios de fronteira KT mais próximos do local do impacto, outros depósitos de materiais arrastados pela onda gigantesca. As buscas levaram a descoberta esperada em 1991, no nordeste do México. O ciclo de raciocínio proposto por Lawson (2004):

6º Ciclo: O impacto do meteoro Chicxulub causou um tsunami?

Se... um tsunami foi provocado pelo impacto do meteoro Chicxulub.

E... a fronteira KT em Arroyo el Mimbral, no nordeste do México, perto da cratera de Chicxulub, foi examinada.

Então... esta camada deve conter um depósito de tsunami.

E... um depósito de tsunami, com cerca de três metros de espessura, foi encontrado precisamente nesta fronteira KT de Arroyo el Mimbral.

Portanto... a hipótese do tsunami provocado pelo meteoro do Chicxulub foi apoiada.

No final de 1991, os geólogos mexicanos trouxeram a público caixas armazenadas das amostras do núcleo original da cratera do Chicxulub. Durante análises radiométricas foi possível identificar a idade semelhante a das rochas fundidas na fronteira KT. O raciocínio foi apresentado por Lawson (2004) da seguinte maneira:

7º Ciclo: A datação do núcleo da cratera de Chicxulub é a mesma do depósito de tsunami na fronteira KT de Arroyo el Mimbral?

Se... um tsunami foi provocado pelo impacto do meteoro de Chicxulub.

E... amostras do núcleo da cratera de Chicxulub são examinados para observar a fusão da rocha.

Então... essas amostras devem conter fragmentos de rocha fundida com a mesma idade das rochas fundidas na fronteira KT.

E... as amostras do núcleo continham rochas fundidas com a mesma idade.

Portanto... a hipótese de que o meteoro de Chicxulub provocou aquele depósito de tsunami na fronteira KT foi corroborada.

Durante as buscas em Arroyo el Mimbral, Alvarez encontrou também bolhas de gás em rochas na camada geológica da fronteira KT. A suposição era que elas poderiam ter surgido após o resfriamento das rochas derretidas com o impacto do meteoro.

Os geólogos mexicanos já tinham visto bolhas semelhantes em muitos locais, mas não sabiam como eles tinham se formado. Para esta última etapa da pesquisa Lawson (2004), modelou o seguinte raciocínio:

8º Ciclo: As rochas com bolhas de gás são evidenciadas do impacto do meteoro de Chicxulub?

Se... pequenas bolhas de gás se formam quando as rochas derretidas resfriam.

E... outras camadas na fronteira KT no nordeste do México são examinadas.

Então... essas camadas devem conter tanto depósitos de tsunami quanto rochas com pequenas bolhas de gás.

E... nove camadas na fronteira KT foram encontradas, cada uma contendo depósitos de tsunami e rochas com minúsculas bolhas de gás.

Portanto... a hipótese do derretimento e resfriamento das rochas após o impacto do meteoro foi apoiada.

Alvarez e sua equipe localizaram rapidamente nove camadas de fronteira KT, no nordeste do México contendo pedras com pequenas bolhas de gás e depósitos de tsunami. Esses achados consistiam em evidências suficientes de que o fenômeno soterrou inúmeras criaturas, incluindo os minúsculos foraminíferos e muito provavelmente também os dinossauros.

Lawson (2004), depois de analisar os oito episódios da pesquisa de Alvarez, concluiu que Alvarez e sua equipe realizaram inúmeras observações intrigantes seguidas de perguntas causais, formulação de hipóteses, planejamento de meios para testá-las e recolha de evidências, o que lhes permitiu tirar conclusões.

O estudioso também ampliou as suas pesquisas para o âmbito educacional, voltado principalmente para o Ensino de Ciências. Em seus trabalhos passou a analisar episódios Investigativos aplicados no ambiente escolar, entre eles, o Padrão de Raciocínio, elemento característico no discurso dos alunos quanto ao que se refere-se ao raciocínio científico (LAWSON, 2004).

Assim, a partir das análises do artigo T. rex, a Cratera da destruição e a natureza da descoberta científica, Lawson (2004) relacionou cada termo do Padrão aos Passos que devem guiar a descoberta científica.

2.3 O RACIOCÍNIO HIPOTÉTICO-DEDUTIVO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Lawson (2004) analisa episódios da investigação científica que tem como participantes da pesquisa os alunos para analisar a maneira como eles adquirem o conhecimento científico. Nos seus estudos Lawson aborda sobre a grande relevância que as teorias piagetianas para a construção do seu Padrão de Raciocínio.

Durante análise dos episódios, o autor observou que os alunos com a faixa etária a partir dos 11 anos de idade, encontram-se no “estágio operatório concreto” (PIAGET, 2010, p. 8). Sendo o momento pelo qual as crianças encontram-se aptas para compreender e assimilar os conceitos relacionados ao ensino de ciências e matemática.

Piaget (2012) organizou o pensamento infantil em quatro estágios, que se inicia com o nascimento até o início da adolescência, quando a capacidade plena de raciocínio é atingida. O desenvolvimento cognitivo do indivíduo divide-se em: sensório-motor, pré-operatório, operatório-concreto e operatório-formal.

O primeiro é o estágio sensório-motor (0 a 2) anos, onde as crianças exploram o meio físico através dos seus movimentos e sensações. Nesta fase, eles aprendem por ações básicas, como chupar, agarrar, olhar e ouvir e também começam a conhecer e controlar seus reflexos.

O segundo estágio pré-operatório (2 a 6) anos, a partir dele as crianças começam a desenvolver o pensamento simbólico, utilizando palavras e imagens para representar objetos.

Nesta fase, as crianças apresentam o comportamento egocêntrico, não gostam de dividir suas coisas e tem dificuldades em considerar a opinião do outro. Este estágio caracteriza-se pelo ato de fantasiar, de brincar de faz de conta.

No terceiro estágio denominado de operatório-concreto (7 a 11) anos, a criança começa a pensar logicamente e de maneira organizada. Além disso, também passa a compreender os conceitos matemáticos relacionados aos números. Nesta fase também diminuem as ações egocêntricas e a criança começa a considerar o ponto de vista do outro e a entender que nem todas as opiniões são iguais as suas ideias.

No quarto estágio o operatório-formal que inicia por volta dos 12 anos, o adolescente possui a maturação cognitiva o que possibilita raciocinar logicamente, ter seus sonhos, objetivos, de refletir sobre sua vida. Nesta fase há o desenvolvimento do pensamento Hipotético-Dedutivo, onde elaboram hipóteses, formulam variáveis para resolver as problemáticas.

Piaget (2000) propõe uma variação entre as idades nos estágios de desenvolvimento, pois depende do estímulo e do contexto social que a criança está inserida.

Piaget (1971) afirma que o pensamento hipotético, começa a ser construído no estágio operatório formal, em que o indivíduo inicia a estruturação do seu raciocínio devido a sua maturação cerebral.

Assim, esse pensamento novo não se limita apenas a realizar ações sobre os objetos, mas ainda em refletir sobre operações, independente dos objetos. O raciocínio hipotético-dedutivo torna-se possível, e, com ele, a constituição de uma lógica 'formal' quer dizer, aplicável a qualquer conteúdo (PIAGET, 1971, p. 39).

Segundo Inhelder e Piaget (1978), podemos reconhecer a presença de três características básicas funcionais do pensamento formal que são: o entendimento da realidade, o caráter Hipotético-Dedutivo e a interação com o meio, cujo entendimento possibilita a compreensão adequada sobre a maneira pela qual os adultos interpretam o mundo.

Piaget (2010), mostrou que a inteligência ou as estruturas mentais derivam das ações que são executadas e interiorizadas de forma reflexiva as operações lógicas, daí a sua preocupação em investigar mais profundamente as operações lógicas ou matemáticas. O pensamento Hipotético-Dedutivo começa a ser estruturado no estágio operatório formal que corresponde a fase da adolescência.

Assim, Piaget traz contribuições sobre a construção do Raciocínio Hipotético-Dedutivo, delimitando em seus estudos a faixa-etária que o pensamento Hipotético começa a se desenvolver. Além disso, o autor destaca a relevância da maturação cerebral para o desenvolvimento cognitivo do indivíduo está relacionado com a sua interação com o meio em que está inserido. Com isso: “cada estágio é caracterizado por uma estrutura de conjunto em função da qual se explicam as principais reações particulares” (PIAGET; INHELDER, 1978, p. 131).

Quando Lawson (2005), aprofunda seus estudos sobre o Raciocínio Hipotético-Dedutivo percebe que o padrão de raciocínio pode ser utilizado pelos professores para produzirem “pesquisa de qualidade” (LAWSON, 2005, p. 1).

Assim, a utilização do Padrão de Raciocínio Hipotético-Dedutivo no Ensino de Ciências por Investigação pode ser de grande relevância, propiciando ao professor, analisar a compreensão dos seus alunos através do seu posicionamento no decorrer do experimento, as hipóteses que eles elaboraram, a maneira como testaram essas hipóteses até chegarem a solução do problema proposto conduzindo-os as novas descobertas.

Nesse contexto, concordamos com Neves (2013, p. 75) “para ensinar os alunos a pensar hipotético- dedutivamente é ajudá-los a aprender a fazer ciência”. Dessa maneira, surge um questionamento sobre um fato científico que conduza a busca por solucionar problemas. Para Lawson (2004, 2005) é importante para quem está fazendo Ciência, a sua origem e de como foi estruturada na mente do pesquisador.

Assim, o professor ao propor um problema experimental para os seus alunos os leva a querer solucionar esse problema. “O raciocínio concreto é sobre testar hipóteses descritivas, enquanto raciocínio formal é sobre testar hipóteses causais” (LAWSON, 2004, p. 170). Através da Experimentação Investigativa os alunos são estimulados a raciocinar de maneira Hipotético-Dedutiva para solucionar o problema proposto.

Organizando mentalmente as suas ideias em etapas, Lawson (2007) discute a utilização do Raciocínio Hipotético-Dedutivo no ensino da matemática partindo da análise de um episódio ocorrido dentro de uma sala de aula. Porém, no Brasil, é uma temática ainda pouco abordada no âmbito educacional mesmo sendo um tema que não é relativamente novo, mas ainda é pouco explorado.

3. O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

Neste capítulo, iremos abordar acerca das contribuições da utilização do Ensino de Ciências por Investigação pelos professores nas suas aulas e a perspectiva de proporcionar ao seu aluno a oportunidade de acesso ao conhecimento científico. Também iremos discorrer sobre a Sequência de Ensino Investigativo proposta por Carvalho et al. (2009) e sua relevância no Ensino de Ciências por Investigação.

Para o embasamento teórico utilizamos os seguintes autores que contribuíram a construção desta pesquisa: Carvalho et. al. (2009); CARVALHO (2013); ALMEIDA (2017); MALHEIRO (2016); SIQUEIRA (2018); NERY (2018); ROCHA (2018); BARBOSA (2019); SANTOS (2019); NERY; MALHEIRO (2020); ROCHA; MALHEIRO (2020).

3.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

O Ensino de Ciências por Investigação passou por transformações nas propostas curriculares e recebeu uma forte influência do pensamento do filósofo e pedagogo americano John Dewey que é considerado um defensor da educação progressiva (ZOMPERO; LABURÚ, 2011, p. 68).

Quando se fala de Ensino de Ciências por Investigação, estamos falando de uma abordagem didática, em que há um processo constante de formação do professor em que seu caráter investigativo, pode diversificar sua prática pedagógica, de modo a mobilizar práticas epistêmicas no cotidiano escolar (ROCHA, 2019, p. 64).

Assim, o Ensino por Investigação, com suas características e formas, atualmente, designa uma importante empreitada teórica em direção à compreensão da prática pedagógica universitária. No entanto, tem oferecido uma base teórica às experiências de ensino enquanto estratégia formativa de desenvolvimento profissional e de compreensão do processo investigativo, mesmo com as limitações já explicadas (ROCHA, 2019, p. 60).

O Ensino de Ciências por Investigação visa oportunizar através proposição de um problema o confronto e a discussão de ideias, ampliando a visão de mundo das crianças. Esta prática metodológica constitui assim um momento enriquecedor de aprendizagem para os alunos.

No intuito de oportunizar aos alunos, o acesso ao conhecimento científico, através do estabelecimento de uma observação e de comparação no ato da construção do Experimento, essa prática é o fio condutor no processo de aprendizagem das crianças. “Dessa maneira, o professor

tem de criar atividades nas quais os alunos possam manipular e explorar os objetos, criar regras de conduta” (CARVALHO, et al., 2009, p. 33).

Para isto é necessário que o Ensino de Ciências por Investigação aconteça em um ambiente investigativo de tal forma que o professor possa ensinar, conduzir e mediar os alunos no processo do trabalho científico. Além disso, contribuir gradativamente para ampliação de sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica e construindo o novo conhecimento. Segundo Munford e Lima (2007, p. 92):

Quando falamos de Ensino de Ciências por Investigação, pretendemos sugerir imagens alternativas de aulas de ciências, diferentes daquelas que têm sido mais comuns nas escolas, dentre elas, o professor fazendo anotações no quadro, seguidas de explicações e os estudantes anotando e ouvindo-o dissertar sobre um determinado tópico de conteúdo (p. 92).

O Ensino de Ciências por Investigação é uma prática didática na qual, as atividades são centradas no aluno, possibilitando o desenvolvimento da autonomia e da capacidade de tomar decisões, de avaliar e de resolver problemas. “Uma atividade investigativa (não necessariamente de laboratório) é, sem dúvida, uma importante estratégia no ensino de Ciências” (SANTOS, 2019, p. 22).

Carvalho et al. (2009, p. 28) afirma que o Ensino de Ciências por Investigação na perspectiva de experiência é capaz de ampliar o conhecimento do aluno. A interação do aluno com seus iguais é imprescindível na construção, eminentemente social, de um novo conhecimento.

Nessa perspectiva, durante a Experimentação Investigativa o aluno transfigura-se como o protagonista da sua aprendizagem e o professor desempenha o papel de mediador no processo de ensino. Assim sendo, na Atividade Experimental Investigativa o cerne de contribuição motivadora proporciona aos alunos mudarem para uma cultura experimental, por prover e estimular a compreender a relação do experimento, sala de aula e o cotidiano (SANTOS, 2020).

Nesse sentido, concordamos com Nery (2018, p. 35) que “ambientes investigativos apresentam conteúdos que irão nortear o processo de ensino e aprendizagem por meio das mais variadas formas, estabelecidas a partir de uma gama de interações entre o professor e os alunos”.

O Ensino de Ciências por Investigação apresenta um leque de oportunidades para o professor de ciências aplicar em suas aulas, pois a Experimentação Investigativa, para obter o resultado esperado, necessita ser pensada e organizada, partindo primeiro da elaboração de um problema experimental de modo objetivo para que os alunos compreendam a atividade experimental que está sendo apresentada. De acordo com Almeida (2017, p. 47) aponta que o Ensino de Ciências por Investigação:

Carvalho et al. (2009) e Carvalho (2013) propõem Sequências de Ensino Investigativas (SEI) focadas em práticas experimentais de investigação voltadas para o ensino fundamental, isto é, propostas de aulas abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada sob o ponto de vista do material e das interações didáticas (p.47).

O professor para organizar a sua Atividade Experimental pode utilizar como recurso as etapas da Sequência de Ensino Investigativo (SEI) proposta por Carvalho et al. (2009), pois torna-se necessário que as aulas sejam criativas, abrindo espaço para que os alunos construam o seu conhecimento, tornando-se uma estratégia para o Ensino de Ciências por Investigação para obter o resultado esperado.

3.2 A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO

Carvalho et. al. (2009) e Carvalho (2013) propõe a Sequência de Ensino Investigativo (SEI) que se caracteriza por ser uma abordagem de Ensino na qual o professor propõe Atividades Experimentais compostas pela proposição de uma problemática para os alunos encontrarem a solução.

Nesse sentido, as atividades experimentais investigativas buscam a solução de uma questão que será respondida pela realização de uma ou mais experiências, que podem envolver etapas ou sequencias de ensino investigativa (SEI) (ROCHA; MALHEIRO, 2020, p. 249).

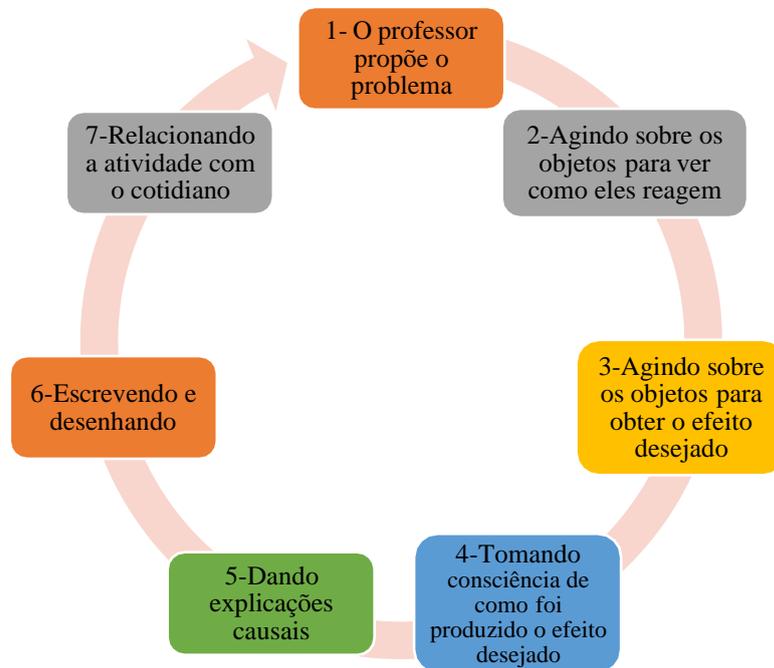
A Sequência de Ensino Investigativo é composta por sete passos a serem seguidos na construção e aplicação do experimento. “As SEI oferecem aos professores ações planejadas, não apenas com relação aos materiais a serem utilizados na realização das atividades, mas também das possíveis interações dialógicas que podem surgir a partir desse trabalho efetivado com os alunos” (MALHEIRO, 2016, p. 117).

A Atividade Investigativa pode ter como ponto de partida a proposição de uma questão problema que pode ser pesquisada pelos estudantes por meio de uma atividade de experimentação, manipulando vidrarias ou materiais na sala de aula ou em um laboratório, bem como desencadear uma pesquisa teórica, onde os dados para a investigação são trazidos pelo professor ou pesquisados na literatura (CARVALHO, 2013, p. 9).

A Sequência de Ensino Investigativo proposta por Carvalho et al. (2009), são as seguintes: a primeira etapa é a proposição do problema pelo professor; a segunda etapa é agir sobre os objetos para ver como reagem; a terceira etapa é agir sobre os objetos para ver como eles reagem; a quarta etapa é a tomada de consciência de como foi produzido o efeito desejado; a quinta etapa são as explicações causais; a sexta etapa consiste em escrever e desenhar e a sétima

etapa apresenta a relação da atividade com o cotidiano. Assim, as sete etapas da Sequência de Ensino por Investigação propostas por Carvalho et al. (2009) são evidenciadas na Figura 5:

Figura 5: Etapas da SEI



Fonte: Autora com base em Carvalho et al. (2009)

Na **primeira etapa “proposição do problema pelo professor”**, inicialmente o professor apresenta a atividade experimental, e em seguida, divide a turma em grupos com quatro ou cinco alunos cada. A quantidade de alunos precisa ser pequena para facilitar a comunicação e oportunizar que todos manipulem o material do experimento. Em vista disso, o professor apresenta o material que será utilizado e, posteriormente, propõe o problema para os alunos.

É importante que o professor pense em um bom problema e que seja claro para facilitar o entendimento dos alunos. O problema é a mola propulsora das variadas ações dos alunos: ele motiva, desafia, desperta o interesse e gera discussões (CARVALHO et al., 2009, p. 21).

É a partir desses conhecimentos anteriores e da manipulação do material escolhido que os alunos irão levantar suas hipóteses e testá-las com a finalidade de resolver o problema (CARVALHO, 2013, p. 11).

Segundo Carvalho (2013), precisa ser instigante, contextualizado, muito bem planejado e pautado em referenciais teóricos. Propor um problema, nesta abordagem, significa pensar em um desafio que leve em consideração os conhecimentos prévios do aluno, o problema se destaca como o eixo que desencadeia a investigação.

Na **segunda etapa “agindo sobre os objetos para ver como eles reagem”**, neste momento os discentes irão começar a manipular o material experimental e observar como os elementos que o compõem reagem. O professor:

Caminha pelos grupos, a fim de constatar se o problema está realmente sendo compreendido pelos alunos e se todos estão manuseando os materiais, conferindo se a forma que imaginaram utilizar os materiais para a realização da experimentação, está sendo realizado em direção à obtenção de evidências que possam ajudar na solução do problema (ROCHA; MALHEIRO, 2018, p. 3).

É importante o professor observar se o problema proposto foi compreendido pelos grupos de alunos, e dar assistência para os alunos sem dar a resposta pronta, mas sim fazer perguntas com o objetivo de instigar os alunos a solucionarem a problemática.

A **terceira etapa “agindo sobre os objetos para obter o efeito desejado”**: neste momento os professores precisam deixar que os alunos em conjunto, tentem solucionar o problema proposto. Durante essa etapa, o professor precisa acompanhar as ações do grupo a fim de assegurar a participação de todos no experimento.

Para isso será preciso “construir o experimento que será utilizado para realizar a prática. Este deverá apresentar evidências claras que serão empregadas pelos estudantes na explicação dos “como e dos porquês” acerca dos procedimentos realizados nas etapas 1 e 2” (ROCHA; MALHEIRO, 2018, p. 5).

É a partir das hipóteses que, quando testadas experimentalmente e deram certo, eles terão oportunidade de construir o conhecimento em foco. As hipóteses, mesmo quando testadas não deram certo, também são muito importantes nesta construção, pois é a partir do erro que os alunos têm confiança sobre o que é o certo, eliminando as variáveis que não interferem na resolução do problema (CARVALHO, 2013, p.12).

A **quarta etapa “tomando consciência de como foi produzido o efeito desejado”**, discorre sobre o momento que o professor faz um círculo com os grupos e inicia a discussão a partir do convite aos alunos a exporem o percurso realizado para resolver o problema que havia sido proposto a eles.

O professor deve estimular os alunos para que dialoguem como foi desenvolvida a atividade no grupo. Em seguimento a esta etapa é verificado que após o professor constatar que os grupos terminaram de resolver o problema, é hora de recolher todo o material didático utilizado na experimentação investigativa. Isso é importante, para que os alunos não continuem brincando com os mesmos, mantendo a concentração na SEI (ROCHA; MALHEIRO, 2018, p. 6).

Esta etapa corresponde à passagem do trabalho manipulativo à ação intelectual, em que os alunos vão mostrando, por meio do relato do que fizeram, as hipóteses que deram certo e como foram testadas. Essas ações intelectuais levam ao início do desenvolvimento de atitudes científicas como o levantamento de dados e a construção de evidências (CARVALHO, 2013, p. 12).

A **quinta etapa “dando explicações causais”**, é o momento em que os alunos falam como encontraram a solução para a problemática. É importante que o professor escute todos os grupos, fazendo as intervenções quando julgar necessário, a fim de saber o porquê de o experimento ter dado certo ou não. “Nesta fase, os alunos irão procurar uma justificativa para o fenômeno ou mesmo uma explicação causal, mostrando para todos uma argumentação científica sobre os conteúdos em foco” (ALMEIDA, 2017, p. 51).

Na **sexta etapa “escrevendo e desenhando”**: neste momento o professor distribui uma ficha para os alunos expressarem individualmente o seu conhecimento através da escrita para responder na ficha as perguntas que o professor inseriu sobre o experimento. Logo em seguida, os alunos precisarão elaborar um desenho que expresse a resolução do problema.

Nesse sentido, “resolver um problema intrigante é motivo de alegria, pois promove a autoconfiança necessária para que o aluno conte o que fez e tente dar explicações” (CARVALHO et al., 2009, p. 24).

Para isso, o educador solicita aos alunos que escrevam e/ou façam um desenho sobre a experiência, podendo ser sugerido que dispõem o que fizeram, expliquem por quê o fenômeno aconteceu e ainda o que aprenderam com o Experimento.

Na **sétima etapa “relacionando a atividade com o cotidiano”**, neste momento é realizada a aproximação com a realidade, onde o professor precisa propor atividades que levem à contextualização do conhecimento aproximando da realidade dos alunos.

É importante que o professor nesta etapa utilize pequenos vídeos, imagens, músicas, jogos inseridos no cotidiano dos alunos. Esse é o momento de aproximação com a realidade, ou seja, ultrapassa-se a manipulação de objetos e propõem-se atividades que levam à contextualização social do conhecimento e/ou aprofundamento do conteúdo abordado pela experimentação (ALMEIDA, 2017, p. 51).

Nessa mesma perspectiva, Carvalho (2013) destaca que uma atividade investigativa não pode ser reduzida a uma mera observação ou manipulação de dados, ela deve levar o sujeito a refletir, a discutir, a explicar e a relatar os resultados do problema proposto.

Utilizamos a SEI proposta por Carvalho et al. (2009), na elaboração e na execução do experimento e também como instrumento metodológico da pesquisa por considerarmos que esta favorece o aprendizado de maneira sistematizado. Além disso, ela favorece a análise do Padrão proposto por Lawson (2004) nas Etapas da Sequência de Ensino Investigativo.

4 O CLUBE DE CIÊNCIAS PROF. DR. CRISTOVAM W. P. DINIZ

Neste capítulo, enfatiza-se o Clube de Ciências Pr. Dr. Cristovam W. P. Diniz enquanto um espaço de educação científica que contribui a difusão do conhecimento. Baseados em: Almeida (2017); Malheiro (2016); Siqueira (2018); Nery (2018); Rocha (2018); Barbosa (2019); Santos (2019); Rocha; Malheiro (2020) e os passos da atividade experimental é pautada na Sequência de Ensino Investigativo a SEI: Carvalho et. al. (2009) adotada no Clube de Ciências.

A proposta para a implementação do Clube de Ciências surgiu durante as discussões ocorridas no Grupo de Estudo, Pesquisa e Extensão FormAÇÃO de Professores de Ciências, à obra de Carvalho et al. (2009), que aborda acerca do Ensino por Investigação em Ciências e da Sequência de Ensino Investigativo.

O Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz que iniciou suas atividades no dia 19 de setembro de 2015 e está localizado do Campus da UFPA Castanhal (MALHEIRO, 2016, p. 108). As atividades ocorrem aos sábados e atende crianças na faixa etária de 9 a 11 anos que estudam na 5^o e 6^o do Ensino Fundamental que são principalmente na rede pública de ensino e que residem no bairro do Jaderlândia.

Assim, surge o Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam Wanderley Picanço Diniz, recebeu este nome para homenagear o ex-reitor da UFPA, educador e pesquisador que tanto contribuiu para a Ciência ⁴, exemplo de dedicação e empenho para tornar o Ensino de Ciências mais dinâmico, prazeroso e atrativo para nossos alunos (MALHEIRO, 2009).

Para Rocha e Malheiro (2018, p. 197) “o Clube de Ciências da UFPA/Campus Castanhal Prof. Dr. Cristovam Diniz surgiu com o objetivo de proporcionar um espaço catalizador de educação científica, com popularização da iniciação científica infanto-juvenil, e da ação formativa inicial e continuada de professores”.

O Clube de Ciências busca implementar um ambiente alternativo destinado, especificamente, para o ensino, pesquisa e extensão de ações didáticas voltadas às ciências e matemáticas, almejando a popularização da ciência, a iniciação científica infanto-juvenil e a formação inicial e continuada de professores (COELHO et al, 2020, p. 141).

Vale ressaltar, que antes de iniciar cada semestre é realizada a Escola de Formação de Professores Monitores para atuarem no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam. W. P. Diniz. Essa

⁴ Informações sobre o Currículo Lattes do Prof. Dr. Cristovam Diniz disponível em: <http://lattes.cnpq.br/2014918752636286> Acesso em: 15 nov. 2020.

formação acontece no campus da UFPA de Castanhal, onde estudantes da graduação, professores da educação básica e alunos da pós-graduação (ROCHA; MALHEIRO; MALHEIRO, 2017, p. 38), para apresentar a metodologia desenvolvida e o mais importante mostrar Experimentos Investigativos para que eles vivenciem o conhecimento científico (ROCHA; MALHEIRO, 2020, p. 250). A Figura 6, apresenta a estrutura física do Clube de Ciências:

Figura 6: Foto do Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz



Fonte: Autora (2020)

O foco do Clube de Ciências, busca ensinar e aprender Ciências a construção do conhecimento científico através da resolução de problemas cotidianos. Pois, oportuniza os participantes deste espaço aprender a fazer ciência, pela participação de todas as Etapas da construção do Experimento.

O clube surgiu com o objetivo de proporcionar um espaço catalizador de educação científica, com popularização da iniciação científica infanto-juvenil, e da ação formativa inicial e continuada de professores (ROCHA, 2018, p.196). Possui uma proposta pedagógica construtivista e interdisciplinar de ensino e de formação docente para educação em ciências e matemáticas. Para Rocha; Malheiro (2018, p. 8):

A proposta de atividade experimental Investigativa, no Clube de Ciências buscam a solução de questões que serão respondidas pela realização de uma ou mais experiências, que podem envolver etapas ou Sequências Experimentais Investigativas (SEI) possuindo algumas atividades-chave (p. 8).

Pois, o que se entende por Etapas essenciais no desenvolvimento da SEI é a ideia de que toda Experimentação Investigativa, basicamente, envolve um problema, acompanhado de uma pergunta simples, objetiva que possa desencadear ações dos alunos e em seguida, a

familiarização e a solução do problema proposto com discussões diversas, seguida de reflexões sobre as relações de causa e efeito.

Assim, é através da resolução de problemas ao qual se propõe o Ensino de Ciências por Investigação, o professor precisa possibilitar a colaboração dos alunos entre si, comportamento que indica uma aprendizagem atitudinal, assim como as discussões, buscando ideias que servirão de hipóteses e sempre que possível, testá-las.

Dessa forma a resolução de um problema científico ocorre em dois sábados consecutivos, no primeiro sábado, que são realizadas as seis primeiras Etapas da SEI, e no segundo sábado a sétima Etapa, aproximação com a realidade. No segundo sábado ocorreu a aproximação com a realidade tendo como aporte a utilização de recursos didáticos como: vídeo, jogos e dinâmicas que estavam relacionados como seu o cotidiano.

As pesquisas desenvolvidas neste espaço são de grande relevância para a abordagem no Ensino Investigativo em Ciências e em matemática, pois trazem discussões sobre a prática Investigativa, e que proporcionam também aos professores uma reflexão sobre a importância de levar para as suas aulas de ciências a Atividade Experimental.

É importante ressaltar que algumas pesquisas desenvolvidas no Clube de Ciências utilizam a SEI proposta por Carvalho (2013), a autora adaptou as 7 Etapas para 4 Etapas, por entender que o conhecimento científico é aberto, passível a transformações e reformulações.

Desse modo, o ambiente do Clube de Ciências configura-se como um espaço de produção de conhecimento científico que fomenta a prática Investigativa e estimula aos participantes a desenvolverem o gosto pela ciência:

Oportunizam uma sequência didática que possibilita aos alunos exporem seus conhecimentos prévios ao longo de atividades experimentais, de forma que eles proponham hipóteses, manipulem objetos, observem os fenômenos e tomem decisões diante do que o experimento é capaz de demonstrar (NERY; MALHEIRO; TEXEIRA, 2020, p. 74).

As Atividades Experimentais que são desenvolvidas neste espaço não-formal anseiam pela participação ativa dos alunos, contribuindo significativamente para o seu desenvolvimento cognitivo. Nesse processo, a interdisciplinaridade entre todas as disciplinas se torna relevante, pois ajuda a entender o conhecimento científico em suas múltiplas aplicações.

O CCUFPA/CASTANHAL, representa um ambiente que oportuniza o surgimento de intensas produções de pesquisas e de conhecimentos sobre a educação em ciências e matemáticas. Sendo um importante “laboratório de pesquisa” para alunos da graduação e da pós-graduação em *stricto sensu*, mestrado e doutorado.

Além disso, são vinte e oito artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais e inúmeras publicações em eventos acadêmicos buscando propor discussões sobre o Ensino por Investigação.

Atualmente, são dez pesquisas de mestrado defendidas, Almeida (2017); Siqueira (2018); Nery (2018); Barbosa (2019); Santos (2019); Oliveira (2019); Monteiro (2020); Soares (2020); Moreira (2021); Cabral (2021); são duas pesquisas de mestrado em andamento, Silva (2021); Tabosa (2021); uma pesquisa de doutorado defendida, Rocha (2018) e duas pesquisas de doutorado qualificadas, Almeida (2020); Coelho (2020). Conforme o Quadro 1 que apresenta a produção científica envolvendo o Ensino de Ciências no CCIUFPA/Campus Castanhal:

Quadro 1: Produção científica do Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz

Tese de Doutorado Concluída
ROCHA, C. J. T. Desenvolvimento Profissional Docente de Mestrados em Perspectivas do Ensino por Investigação em um Clube de Ciências da UFPA . 185f. 2019. (Tese de doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.
Teses em Desenvolvimento – Previsão Término 2022
ALMEIDA, W. N. C. A Mediação Desenvolvida por Professores-Monitores de um Clube de Ciências: Implicações Teóricas de Reuven Feuerstein no Ensino de Ciências por Investigação . (Tese de doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém (pesquisa em andamento).
COELHO, A. E. F. Neuroeducação e os Indicadores de Habilidades Cognitivas em alunos participantes de um Clube de Ciências (Tese de doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém (pesquisa em andamento).
Pesquisas de Mestrado Concluídas
ALMEIDA, W. N. C. A Argumentação e a Experimentação Investigativa no Ensino de Matemática: O Problema das Formas em um Clube de Ciências . 2017. 109f. (Dissertação de Mestrado em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas). Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.
NERY, G. L. Interações Discursivas e a Experimentação Investigativa no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam Wanderley Picanço Diniz . 98f. 2018. (Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018
SIQUEIRA, H. C. C. Ensino de Ciências por Investigação: interações sociais e autonomia moral na construção do conhecimento científico em um Clube de Ciências . 161f. 2018. (Dissertação de Mestrado em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas). Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.
OLIVEIRA, L. C. S. Alfabetização Científica através da Experimentação Investigativa em um Clube de Ciências . 102f. 2019. (Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019
BARBOSA, D. F. S. Perguntas do Professor Monitor e a Alfabetização Científica de Alunos em Interações Experimentais Investigativas de um Clube de Ciências . 156f. 2019. (Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas). Programa de Pós-Graduação em Educação em

Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.
SANTOS, N. C. Atividade Experimental e o Desenvolvimento de Habilidades de Investigação Científica em um Clube de Ciências . 101f. 2019. (Dissertação de Mestrado em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas). Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.
MONTEIRO, J. M. C. Condições Antrópicas para o uso de Analogias na Experimentação Investigativa em um Clube de Ciências . 116f. (Dissertação de Mestrado em Estudos Antrópicos da Amazônia). Programa de Pós-Graduação em Estudos Antrópicos da Amazônia, Campus Universitário de Castanhal (PA), Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.
ARAÚJO, M. S. As Representações a partir de Enunciados dos Alunos em um Clube de Ciências . 122f. (Dissertação de Mestrado em Estudos Antrópicos da Amazônia). Programa de Pós-Graduação em Estudos Antrópicos da Amazônia, Campus Universitário de Castanhal (PA), Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.
MOREIRA, A. S. R. O Raciocínio Hipotético-Dedutivo no Ensino Investigativo no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz . Programa de Pós-Graduação em Estudos Antrópicos da Amazônia (PPGEAA/UFPA).
CABRAL, R. E. S. Decolonizando o Ensino da Matemática no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz: o problema das medidas . Programa de Pós-Graduação em Estudos Antrópicos da Amazônia (PPGEAA/UFPA).
Pesquisa de Mestrado em Andamento
SILVA, L. E. A Interação Dialógica e a Metacognição de uma Atividade Experimental Investigativa no Ensino de Matemática no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz . Qualificação da pesquisa junto ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Antrópicos da Amazônia (PPGEAA/UFPA) previsto para janeiro de 2021.
TABOSA, C. E. S. Desenvolvimento da Competência Científica na Formação Inicial de Professores de Ciências por meio de Abordagem Investigativa: um estudo no Clube de Ciências “Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz” . Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2021 (Pesquisa teve início no corrente ano).
Artigos Pulcados em Revistas Qualis A e B - CAPES
MALHEIRO, J. M. S. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. ACTIO , Curitiba, v. 1, n. 1, p. 69-85, jul./dez. 2016. Disponível em: https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/4796/3150 Acesso em: 27 out. 2020.
ALMEIDA, W. N. C.; MALHEIRO, J. M. S. A argumentação e a experimentação investigativa no ensino de matemática. Alexandria , V. 11, p. 57-83, UFSC, 2018. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/19825153.2018v11n2p57/37895 Acesso em: 27 out. 2020.
ALMEIDA, W. N. C.; MALHEIRO, J. M. S. O Papel do Educador no Favorecimento da Argumentação no Ensino de Matemática. Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática , v. 12, p. 172-182, 2019. DOI: 10.17921/2176-5634.2019v12n2p172-182 https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/11836 Acesso em: 27 out. 2020.
ROCHA, C. J. T.; MALHEIRO, J. M. S. Metacognição e a experimentação investigativa: a construção categorias interativa dialógicas. Educação , v. 44, p. 32-58, Santa Maria (RS), 2019. DOI: https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/34409 . Acesso em: 27 out. 2020.
COELHO, A. E. F.; ALMEIDA, W. N. C.; MALHEIRO, J. M. S. Desenvolvimento de habilidades cognitivas e ensino de matemática em um Clube de Ciências da Amazônia. Amazônia , v. 15, n. 33, p. 37-55, UFPA, 2019. Disponível em: https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/5753/5600 . Acesso em: 27 out. 2020.
BARBOSA, D. F.S; ROCHA, C. J. T.; MALHEIRO, J. M. S. As perguntas do professor monitor na experimentação investigativa em um Clube de Ciências: Classificações e organização. Research ,

<p>Society and Development, v. 08, n. 04, p. 01-21, 2019. DOI: 10.33448/rsd-v8i4.852 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331349573 <u>As perguntas do professor monitor na experimentação investigativa em um Clube de Ciências Classificações e organização</u> Acesso em: 27 out. 2020.</p>
<p>ALMEIDA, W. N. C.; MALHEIRO, J. M. S. Articulação entre argumentação e práticas conceituais, epistêmicas e sociais na sala de aula de Ciências. Research, Society and Development, v. 08, n. 05, p.2585976-2585996,2019.DOI:10.33448/rsd-v8i5.976.Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331566240 <u>Articulação entre argumentação e práticas as conceituais epistêmicas e sociais na sala de aula de Ciências</u>. Acesso em: 27 out. 2020.</p>
<p>ALMEIDA, W. N. C.; MALHEIRO, J. M. S. A Experimentação Investigativa como Possibilidade Didática no Ensino de Matemática: o Problema das Formas em um Clube de Ciências. Experiências em Ensino de Ciências, v. 14, n. 1, p. 391-409, UFRGS, 2019. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID585/v14_n1_a2019.pdf. Acesso em: 27 out. 2020.</p>
<p>COELHO, A. E. F.; MALHEIRO, J. M. S. Sequência de Ensino Investigativo em um Clube de Ciências: o Problema da Água que não derrama. Experiências em Ensino de Ciências, v. 14, n. 01, p. 378-390, 2019. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID584/v14_n1_a2019.pdf Acesso em: 27 out.2020</p>
<p>COELHO, A. E. F.; MALHEIRO, J. M. S. Interações discursivas nas manifestações de habilidades cognitivas em um Clube de Ciências. Alexandria, v. 13, n. 1, p. 351-375, 2020. DOI10.5007/1982-5153.2020v13n1p351Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2020v13n1p351/43181 Acesso em: 27 out. 2020.</p>
<p>MOREIRA, A. S. R.; SILVA, E. S. E.; MALHEIRO, J. M. S. As evidências de alfabetização científicas em um clube de ciências da Amazônia. Research, Society and Development, v. 09, n. 05, p. 01-09, 2020. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3111 Acesso em: 27 out.2020</p>
<p>CABRAL, R. E. S.; SILVA, L. E.; MALHEIRO, J. M. S. A Decolonialidade na feitura da Ciência em um Clube de Ciências. Research, Society and Development, v. 09, n. 07, p. 01-09, 2020. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4053 Acesso em: 27 out.2020</p>
<p>NERY, G. L.; MALHEIRO, J. M. S.; TEIXEIRA, O. P. B. Contribuições das Interações Discursivas em Etapas de Experimentação Investigativa em um Clube de Ciências. Revista Ciências & Ideias, v. 11, n. 1, p. 68-92, jan-abr, 2020. DOI: 10.22047/2176-1477/2020.v11i1.1121 Disponível em: Acesso em: https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/1121 Acesso em: 27 out. 2020.</p>
<p>ROCHA, C. J. T.; MALHEIRO, J. M. S. Experimentação Investigativa e Interdisciplinaridade como promotora da Escrita e Desenho no Ensino de Ciências. Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa), v. 11, n. 06, p. 409-426, 2020. Disponível em: http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1950/1379 Acesso em: 27 out. 2020. DOI 10.26843/rencima.v11i6.1950</p>
<p>SILVA, L. E.; CABRAL, R. E. S.; MALHEIRO, J. M. S. Índícios de Alfabetização Científica durante uma Sequência de Ensino Investigativo em um Clube de Ciências. Research, Society and Development, v. 09, n. 07, p. 138973910- 138973924, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i7.3910 Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3910/3294 Acesso em: 27 out. 2020.</p>
<p>BARBOSA, D. F. S.; MALHEIRO, J. M. S. Interações Dialógicas num Clube de Ciências: das perguntas dos professores as manifestações de Indicadores de Alfabetização Científica dos Alunos. Humanidades & Inovação, v. 7, n. 8, p. 470-484, 2020. Disponível em: https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/2607 Acesso em: 27 out. 2020.</p>
<p>SIQUEIRA, H. C. C.; MALHEIRO, J. M. S. Interações Sociais e Autonomia Moral em Atividades Investigativas desenvolvidas em um Clube De Ciências. Investigações em Ensino de Ciências, v. 25, n. 2, p. 163-197, 2020. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2020v25n2p163 Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1681/pdf. Acesso em: 27 out. 2020.</p>
<p>ALMEIDA, W. N. C.; MALHEIRO, J. M. S. Operações Epistemológicas apresentadas na</p>

<p>Argumentação desenvolvida por Estudantes durante uma Atividade Experimental Investigativa de Matemática. Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa), v. 11, n. 2, p. 264-285, 2020. DOI: 10.26843/rencima.v11i3.2280 Disponível em: http://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2280/1269 Acesso em: 27 out. 2020.</p>
<p>COELHO, A. E. F.; SOUZA, C. A. R.; OLIVEIRA, M. D. B.; MALHEIRO, J. M. S. Processos avaliativos em um Clube de Ciências. Revista Pedagogia em Foco, v. 15, n. 13, p. 134-155, 2020. Disponível em: http://revista.facfama.edu.br/index.php/PedF/article/view/521/428 Acesso em: 27 out. 2020.</p>
<p>BARBOSA, D. F. S.; MONTEIRO, J. M. C.; MALHEIRO, J. M. S.; ARAÚJO, M. S. Ensino por Investigação em Ciências: concepções e práticas na educação não formal. Revista Insignare Scientia, v. 4, n. 1, jan/abr, 2021, p. 25-42 disponível em: https://periodicos.ufrs.edu.br/index.php/RIS/article/view/11529/7781 Acesso: 27 de outubro</p>
<p>ALMEIDA, W. N. C.; FREITAS, A. E. F.; MALHEIRO, J. M. S. A Perspectiva Sócio-Histórica de Vygotsky e suas Relações com as Categorias de Pensamento, Conhecimento e Habilidades Cognitivas. Debates em Educação, v. 13, n. 31, jan/abr, 2021. Disponível em: https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/10458/pdf acessado em:27 de outubro</p>
<p>Capítulos de livros publicados</p>
<p>ROCHA, C. J. T.; MALHEIRO, J. M. S.; TEIXEIRA, O. P. B. Avaliação de Centros de Interesse de Pesquisas de Mestrado e o Desenvolvimento Profissional Docente. Livro eletrônico "Formação, Prática e Pesquisa em Educação" publicado em setembro de 2019 pela Editora Atenas. Disponível em: - https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/09/E-book-Formacao-Pratica-e-Pesquisa-em-Educacao-2.pdf</p>
<p>ROCHA, C. J. T.; MALHEIRO, J. M. S.; TEIXEIRA, O. P. B. Desenho e Escrita como Instrumentos de Avaliação na Experimentação Investigativa em um Clube de Ciências. In BATISTA, N. L.; FELTRIN, T.; RIZZATTI, M. (org.). Formação, Prática e Pesquisa em Educação 2, v. 2, pp. 138-151, set/2019. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. Disponível em: https://www.atenaeditora.com.br/wpcontent/uploads/2019/09/E-book-Formacao-Pratica-e-Pesquisa-em-Educacao-2.pdf Acesso em: 29 out. 2020.</p>
<p>ROCHA, C. J. T.; MALHEIRO, J. M. S. Experimentação Investigativa Antrópica no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam Diniz. In: ROCHA, C. J. T.; RAMOS, J. B. S. Estudos Antrópicos na Amazônia: entre textos e contextos interdisciplinares, v. 01, p. 245-265. Curitiba (PR): Appris, 2020.</p>
<p>MALHEIRO, J. M. S.; ROCHA, C. J. T.; ALMEIDA, W. N. C. PAULETTI, F. Popularização da Ciência: uma análise de Atividade Experimental Investigativa em um Clube de Ciências. In: DREHMER-MARQUES, K. C.; MARQUES, J. F. Z.; RODRIGUES-MOURA, S. (Orgs.). Iniciação Científica em Ciências da Natureza na Educação Básica: abordagens, teorias e práticas, V. 01, p. 357-378. Cruz Alta (RS): Editora Ilustração, 2021. DOI 10.46550/978-65-88362-77-8. Disponível em: https://www.editorailustracao.com.br/livro/iniciacao-cientifica-em-ciencias-da-natureza-na-educacao-basica Acesso em: 16 maio 2021.</p>
<p>CABRAL, R. E. S.; SILVA, L. E.; GUEDES, M. D.; MALHEIRO, J. M. S. A Decolonialidade no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam Diniz: Percepção dos Professores Monitores. In: DREHMER-MARQUES, K. C.; MARQUES, J. F. Z.; RODRIGUES-MOURA, S. (Orgs.). Iniciação Científica em Ciências da Natureza na Educação Básica: abordagens, teorias e práticas, V. 01, p. 419-438. Cruz Alta (RS): Editora Ilustração, 2021. DOI 10.46550/978-65-88362-77-8. Disponível em: https://www.editorailustracao.com.br/livro/iniciacao-cientifica-em-ciencias-da-natureza-na-educacao-basica Acesso em: 16 maio 2021.</p>
<p>MONTEIRO, J. M. C.; BARBOSA, D. F. S.; ARAÚJO, M. S.; MALHEIRO, J. M. S. Educação Não Escolar e Democracia: um Estudo a partir de um Clube de Ciências. In: SOUSA, A. C.; ALVARES, D. M. (Orgs.). Diálogos em educação: emancipação e cultura, V. 01, p. 68-87. Itapiranga (SC): Editora Schreiben, 2021. DOI: 10.29327/535161. Disponível em: https://e7457372-44ec-414b-b9f5-</p>

7fb999f50a38.filesusr.com/ugd/e7cd6e_76583956c2844b42ab985fd0bfa9f7fd.pdf Acesso em: 16 maio 2021.
Livro a ser publicado até dezembro de 2021
ARNAUD, O. T. C.; MALHEIRO, J. M. S. A PRODUÇÃO AUDIOVISUAL E A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: Processo de construção e aplicação em sala de aula. Editora Apris.
MALHEIRO, J. M. S.; TEIXEIRA, O. P. A Resolução de Problemas em um Curso de Formação de Professores: proposição de um instrumento de análise. (no prelo) – Livro do PROCAD junto ao PPGEP (UNESP/Bauru).

Fonte: Autora (2020)

É importante destacar que, dentre as referidas pesquisas mencionadas anteriormente no Quadro 1 serviram de embasamento teórico para a construção deste estudo, como: Almeida (2017); Nery (2018); Barbosa (2019); Santos (2019); Monteiro (2020); Soares (2020), que abordam acerca do Ensino por Investigação no Clube de Ciências e suas contribuições para o aprendizado dos alunos participantes e dos Professores-Monitores no momento da Atividade Experimental.

Assim, os docentes são incentivados ainda, a publicarem suas práticas pedagógicas em eventos e periódicos que discutem o Ensino de Ciências e Matemáticas, contribuindo, assim, em sua formação profissional e acadêmica, bem como na disseminação das experiências educacionais produzidas (ALMEIDA, 2017, p. 60).

Dessa maneira, visando a consolidação dessa pesquisa, no capítulo seguinte iremos discorrer sobre o desenho metodológico escolhido e também a caracterização dos participantes da pesquisa e a dinâmica do ambiente pesquisado.

5 METODOLOGIA DA PESQUISA

A presente pesquisa foi feita segundo uma abordagem da pesquisa qualitativa, pois, que tem como característica geral que a identifica, o fato de se ocupar em estudar o mundo lá fora (FLICK, 2009, p. 8), que propicia ao pesquisador o contato direto com o seu objeto de estudo. Assim que também permite ao pesquisador interagir de participar das constituições das informações junto aos participantes da pesquisa.

Dessa forma, a pesquisa qualitativa caminha pelo lado oposto da pesquisa quantitativa que tende a ser fechada ficando presa a dados estatísticos. Entendemos como Rocha (2019, p. 94), que a metodologia na construção de pesquisa não deve ser “uma camisa de força, fechada em processamento e procedimentos cartesianos, mas sim, entendida como mediadora de caminhos, mais humanizados a serem seguidos” (SANTOS, 2019, p. 48).

Assim, a abordagem de natureza qualitativa busca proporcionar um mergulho profundo do pesquisador sobre os fenômenos a serem estudados por meio das atividades experimentais, pois possibilita diante dos questionamentos aos alunos, externar pensamentos ao observar os fenômenos vivenciados pelo homem.

A pesquisa caracteriza-se como participante pois, foi desenvolvida a partir da interação entre o pesquisador e os sujeitos, representados pelos alunos, no ato da investigação dando a oportunidade de participar de todo o processo da constituição dos dados, pois, a pesquisa participante busca, na sua origem a transformação de ações sociais populares por meio de pesquisas postas a serviço de experiências coparticipadas de criação solidária de saberes (BRANDÃO, 2006).

Corroborando dessa ideia, tivemos contato com os participantes no ambiente no qual a pesquisa foi aplicada. Assim como interagimos com eles e observamos seu posicionamento diante do experimento Investigativo no qual analisamos as transcrições das falas dos alunos nos dois dias de aplicação da Atividade Experimental.

As análises foram feitas em torno de polos, do Padrão de Raciocínio e dos Passos que guiam a investigação científica proposto por Lawson (2004), que procuram compreender como se estruturam, possibilitando estudar os seus detalhes.

Desse modo, levando em conta, os objetivos desta pesquisa, selecionamos como instrumentos para a constituição dos dados os registros fotográficos, áudios e de videogravação. Permitindo ao pesquisador “ver aquilo que não foi possível observar durante a aplicação do experimento em sala de aula, e, mesmo, descobrir fatos que só se revelam quando assistimos às fitas várias vezes” (CARVALHO, 2011, p. 33).

Ressaltamos, que a utilização desses recursos foram fundamentais para a validação da pesquisa, possibilitando captar de maneira sistemática a fala dos alunos, durante o desenvolvimento da Atividade Experimental. Constituímos informações com confiabilidade que foram utilizadas para a compreensão do fenômeno observado, assim como, as transcrições das falas dos alunos, da pesquisadora e os desenhos produzidos pelos alunos no decorrer da Atividade.

Para a fundamentação teórica, fizemos pesquisas em plataformas digitais de artigos, teses e dissertações que se constituíram o foco desta pesquisa. No intuito de facilitar o acesso à temática criamos descritores como: Raciocínio Hipotético-Dedutivo, Ensino de Ciências, Ensino por Investigação, Clube de Ciência. Realizamos uma seleção do material pesquisado, organizando as informações que eram semelhantes ao foco abordado nesta pesquisa.

A autora desta pesquisa participou como Professora-Monitora do Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz, e atua como colaboradora no planejamento das atividades Experimentais como participante das discussões fomentadas no Grupo de Ensino Pesquisa e Extensão FORMAÇÃO de Professores de Ciências, que foram fundamentais para uma compreensão maior acerca do campo empírico desta pesquisa.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS

A pesquisa envolveu três Professores-Monitores e oito alunos participantes do Clube de Ciência e com faixa-etária de idades entre 10 e 11 anos. Selecionados de maneira aleatória, eles foram divididos em dois grupos com quatro alunos cada. Para preservar a identidade dos sujeitos da pesquisa, os Professores-Monitores foram denominados **PM1** (autora da pesquisa), **PM2** e **PM3** (colaboradores na execução da Atividade Experimental) e os alunos como **A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 e A8**.

O critério de escolha dos participantes da pesquisa (os Professores-Monitores e os alunos) levou em consideração, a disponibilidade de apoio e de cooperação na execução da Atividade Experimental, junto à autora desta pesquisa. Para os alunos que estavam cursando o 6^o ano do Ensino Fundamental e com a faixa-etária de idades entre 10 e 11 anos que aceitaram participar da atividade, sendo que esta escolha se deu no total de trinta alunos matriculados no Clube de Ciências.

No ato da matrícula dos alunos no Clube de Ciências os responsáveis assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que autorizava a utilização das falas e imagens das crianças e também a sua participação nas pesquisas que são desenvolvidas no Clube de Ciências. O Quadro 2 identifica a caracterização dos sujeitos da pesquisa:

Quadro 2: Caracterização dos Professores-Monitores

Participantes	Formação acadêmica	Tempo de participação no Clube
PM1	Pedagoga	2 anos
PM2	Pedagoga/ Licenciatura em Matemática	2 anos
PM3	Licenciatura em Matemática	3 anos

Fonte: Autora (2020)

No Quadro 2 caracterizamos os sujeitos que participaram desta pesquisa, iniciamos apresentando os Professores-Monitores, trazendo a sua formação acadêmica que é diversificada, pois temos **PM1 e PM2** que possuem formação em Licenciatura em Pedagogia, sendo que **PM2** também é licenciada em Matemática assim como **PM3**, que é o foco da nossa pesquisa, o que nos oportunizou uma maior aproximação da temática da Atividade Experimental, em seguida mostramos o tempo em que os Professores-Monitores tem no Clube de Ciências.

Quadro 3: Caracterização dos alunos participantes

Participantes	Idades	Gênero
A1	10	M
A2	10	F
A3	10	M
A4	10	M
A5	11	M
A6	11	F
A7	10	F
A8	11	M

Fonte: Autora (2020)

Com base no Quadro 3, temos a caracterização dos alunos participantes, percebemos que a faixa-etária dos alunos foi de 10 a 11 anos e que 7 alunos cursavam o 6º ano do Ensino Fundamental e que 1 aluno 5º ano do Ensino Fundamental, em relação ao gênero dos participantes foram 5 meninos (**A1, A3, A4, A5 e A8**) e 2 meninas (**A2, A6 e A7**) essa diferença com relação ao gênero deu-se devido no momento da escolha dos alunos havia uma quantidade reduzida de meninas.

5.2 CONSTITUIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Após a seleção dos participantes e da definição do campo empírico de pesquisa, constituiu-se o planejamento e a execução da Atividade Experimental, que foi realizada através de um trabalho colaborativo entre a autora e os Professores-Monitores.

A Atividade Experimental, foi desenvolvida para abarcar duas pesquisas de dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Estudos Antrópicos da Amazônia-PPGEAA das discentes Amanda Sylmara da Rocha Moreira e Luciana Evangelista da Silva com enfoques diferentes, analisando de maneira diferente os dados coletados de acordo com a sua temática.

Neste planejamento, a Atividade Experimental foi denominada **Representações Geométricas**, baseada nas 7 Etapas da SEI proposta por Carvalho et. al (2009), com o objetivo de trabalhar o conteúdo de Geometria, associando-se ao Padrão de Raciocínio proposto por Lawson (2004).

A execução da Atividade Experimental ocorreu no período de 14 e 21 de setembro de 2019 em dois sábados consecutivos de 08:00 às 11:00, com duração de 3 horas cada sábado, totalizando 6 horas. No primeiro sábado foram desenvolvidas as Etapas de 1 a 6 da SEI, e no segundo sábado a Etapa 7 da SEI.

Utilizamos o Vídeo da música “Aquarela” de Toquinho que fala sobre retas e formas geométricas, mostrando que a geometria está presente no nosso cotidiano. com a seguinte problemática: **Com quantas retas é possível fazer um castelo utilizando massinha de modelar e palito de dente?** O Quadro 4 apresenta o material utilizado na Atividade Experimental:

Quadro 4: Materiais utilizados na Atividade Experimental

RECURSOS MATERIAIS	QUANTIDADE POR GRUPO	QUANTIDADE TOTAL (caixas)
1.massinha de modelar	04	08
2. palito de dente	03	06
3. isopor	01	02

Fonte: Autora (2020)

Durante as Etapas 3, 4, 5 os participantes construíram o Experimento e conseguiram solucionar a problemática. Na Etapa 6, solicitamos aos alunos que se expressassem com lápis e papel a Atividade Experimental.

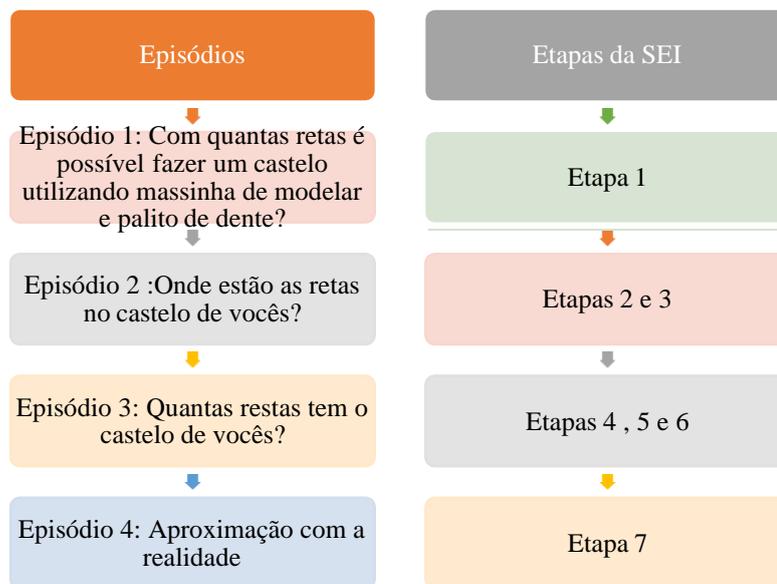
No segundo sábado, foram desenvolvidas a Etapa 7, iniciamos com a utilização de um vídeo para aproximar o Experimento da realidade dos alunos. Em seguida, realizamos uma dinâmica que apresentou como objetivo demonstrar que as formas geométricas estão presentes no

cotidiano deles, para isso utilizamos embalagens de alimentos e objetos que se assemelham com formas geométricas.

Após o encerramento da execução da Atividade Experimental, que foi gravada em áudio e vídeo e transcritas, foi possível constituir o corpus de análise da pesquisa. Para este momento, foram elaborados quadros de resultados e figuras com o intuito de evidenciar o Padrão de Raciocínio proposto por Lawson (2004) e buscar responder a questão de pesquisa que foi proposta, associada com as 7 Etapas da SEI proposta por Carvalho et. al (2009).

Assim, para o procedimento e processamento dos resultados da pesquisa foram selecionados 4 episódios durante a SEI, utilizando os sinais de fala e escrita de Marcushi (2010)⁵ que remetem as 7 Etapas de Carvalho et al. (2009), nas quais identificamos a presença do Padrão de Raciocínio proposto por Lawson (2004) utilizado para as análises desta pesquisa. Para uma melhor compreensão do conjunto de dados analisados, os temas dos episódios extraídos durante a Atividade Experimental, são apresentados na Figura 7 a seguir:

Figura 7- Temas dos episódios e as 7 Etapas da SEI

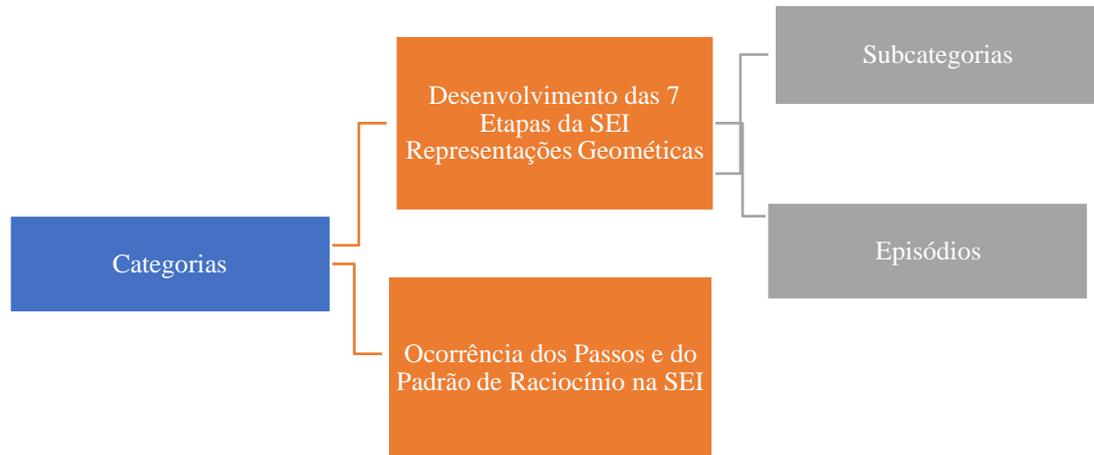


Fonte: Autora (2020)

Assim, organizamos os episódios em 2 categorias e 2 subcategorias, a Figura 8 sintetiza a estrutura de análise em Atividade Experimental no Clube de Ciências, baseado em Lawson (2004). Evidenciamos os Passos que guiam a investigação científica e o Padrão de Raciocínio proposto por Lawson (2004) que os participantes do Clube de Ciências seguem a partir da identificação das falas.

⁵ Sinais sugeridos por Marcushi (2003): (...) representando os recortes das falas
 _____ representa a ausência dos Passos e do Padrão de Raciocínio nas falas.

Figura 8: Estrutura de análise dos dados



Fonte: Autora (2020)

Nesse contexto, as interpretações e inferências dos resultados basearam-se na análise do Padrão de Raciocínio e dos Passos que guiam a investigação científica proposto por Lawson (2004), para analisar as falas dos participantes selecionadas no decorrer da Atividade Experimental. Demonstraremos as transcrições evidenciadas conforme o Quadro 5 a seguir:

Quadro 5: Modelo de quadro utilizado para a transcrição das falas dos alunos

Nº de turno	Falas	Passos que guiam a investigação científica	Padrão de Raciocínio proposto por Lawson (2004)
--------------------	--------------	---	--

Fonte: Autora (2020)

Na primeira coluna, organizamos em ordem crescente e **Nº Turnos**, são utilizados para os trechos das transcrições, que estão organizados em uma sequência numérica crescente, seguindo a ordem do surgimento das falas dos alunos.

Na segunda coluna, para melhor resolução da questão de pesquisa, destacamos os pontos mais relevantes sobre as **Falas** dos participantes da pesquisa.

Na terceira coluna apresentamos os **Passos que guiam a investigação científica**, evidenciadas pelos alunos e o **Padrão de Raciocínio proposto por Lawson (2004)** identificadas durante a Atividade Experimental.

Assim, através da organização e em consonância com os objetivos da nossa pesquisa do capítulo a seguir, passamos a discorrer sobre essas construções dos resultados encontrados, em que analisamos de maneira minuciosa essas construções.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os procedimentos metodológicos descritos no capítulo anterior, serão discutidos, a seguir, os resultados de nossa pesquisa, conforme a estrutura de análise: Desenvolvimento das 7 Etapas da SEI Representações Geométricas, Ocorrência dos Passos e do Padrão de Raciocínio na SEI e os Episódios já descritos anteriormente.

6.1 DESENVOLVIMENTO DA 7 ETAPAS DA SEI REPRESENTAÇÕES GEOMÉTRICAS

Nesta primeira categoria de análise, avaliamos a dinâmica da Atividade Experimental, visando compreender o seu contexto geral e como este influencia na construção dos Raciocínios dos participantes da pesquisa. Como já descrevemos acima, a Atividade Experimental foi desenvolvida em dois sábados consecutivos, no primeiro foi desenvolvida as Etapas de 1 a 6 da SEI e no segundo sábado a Etapa 7. Vamos descrever as etapas da SEI seguindo os passos de Carvalho et al. (2009) a seguir:

ETAPA 1: O PROFESSOR PROPÕE O PROBLEMA

No início da Atividade Experimental, **PM1** contextualizou situações sobre a presença da geometria no cotidiano dos participantes, explorando os seus conhecimentos prévios sobre acerca ponto e reta e formas geométricas, para despertar o interesse das crianças.

Nesta etapa **PM1** com o apoio de **PM2 e PM3**, realizou-se a divisão em dois grupos com total de 4 alunos cada, sendo o grupo 1 intitulado de triângulo e o grupo 2 denominado quadrado. Nas palavras de Santos (2019, p. 43) A formação de pequenos grupos de alunos é fundamental para o desenvolvimento de diálogos e favorece que todos os alunos tenham a oportunidade de manipular os materiais.

Em seguida, propomos o problema a ser solucionado: **Com quantas retas é possível fazer um castelo utilizando massinha de modelar e palito de dente?** Diante deste questionamento procuramos elaborar uma problematização voltada para a matemática, pois é uma disciplina que alguns alunos tem dificuldades e buscamos levar em consideração a realidade dos alunos.

Para solucionar a problemática os grupos teriam que construir um castelo na vertical/horizontal com várias formas geométricas, utilizando massinha e palito de dente que deveriam ser fixados na folha de isopor. Iniciando a elaboração das suas hipóteses para resolver o problema.

Assim, após proposição da problemática, apresentamos o aparato Experimental , massinha de modelar, palito de dente e isopor. É importante destacar que. os custos dos materiais foram arcados pela autora da pesquisa **PM1**, deixando-os disponíveis para o CCUFPA/ Campus Castanhal, após a Atividade Experimental.

ETAPA 2: AGINDO SOBRE OS OBJETOS PARA VER COMO ELES REAGEM

Esta segunda Etapa corresponde ao momento em que os alunos manipulam os materiais para buscar a compreensão do problema. Percebemos, nesta Etapa, que os participantes ao serem questionados sobre o que os materiais utilizados representavam em sua compreensão, constatou-se na resolução do questionamento que, segundo os alunos, a massinha representaria o ponto e o palito a reta. A Figura 9 demonstra a segunda Etapa da SEI:

Figura 9 - Segunda Etapa da SEI



Fonte: Autora (2020)

Durante a manipulação, os alunos tentaram colocar a massinha no palito de inúmeras maneiras para iniciarem a construção do castelo, eles estavam planejando a maneira como iriam solucionar a problemática. Assim, utilizando seus conhecimentos prévios sobre geometria, tocando, observando, os participantes vão interagindo entre si e descobrindo a utilidade dos materiais que lhe foram fornecidos.

Santos (2019) destaca que as Atividades Experimentais Investigativas no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz, orientadas pelo professor, precisam fornecer aos alunos apenas a questão de pesquisa.

Desse modo, a reflexão sobre os procedimentos e formulação de hipóteses ficam a critério dos alunos, para que assim, possam testar suas perguntas e as explicações resultantes. Sendo assim, familiarizados com o material disponibilizado, os alunos agem sobre os objetos, almejando obter o efeito desejado. Ressaltamos que verificamos os grupos entenderam a problemática proposta, tendo o cuidado de não dar a resposta para eles.

Uma manifestação interessante foi a fala do **A2** que associou a massinha de modelar ao ponto e o palito a reta. Com o entendimento dessa relação, cada grupo manipulou os objetos para resolver a pergunta proposta, identificando de que maneira cada elemento se comportava.

É o momento de pôr “as mãos na massa” efetivamente, pois conforme destacado pelos grupos a massinha representava o ponto e o palito a reta, se consolida como a primeira relação que os alunos fizeram na construção do castelo. Esse resultado corrobora com as falas do **A1**, **A3** e **A4** do grupo triângulo que interagiram sobre os materiais utilizados no Experimento.

Em seguida, identificou-se nesta Etapa, além da aprendizagem do conteúdo científico, a apreensão dos conteúdos atitudinais, já que o trabalho em grupo propicia: saber ouvir o outro, respeito uns com os outros como também flexibilidade em relação as opiniões, seja concordando ou discordando da ideia apresentada pelo colega (MONTEIRO, 2020, p. 62).

ETAPA 3: AGINDO SOBRE OS OBJETOS PARA OBTER O EFEITO DESEJADO

Nesta terceira Etapa, após a manipulação dos materiais propostos para construir o castelo, os alunos começaram em conjunto a buscar soluções para o problema e elaboraram as hipóteses para montar o castelo. Os alunos, após a interação de várias formas com os materiais, realizaram o ensaio experimental, trabalhando no sentido de “montar a experiência” (MALHEIRO, 2016, p. 118).

Esta Etapa está interligada com a anterior, pois durante a manipulação dos materiais, ocorre o surgimento de novas situações, conduzindo os alunos a identificar a reação dos objetos para obter o efeito desejado e solucionar a problemática.

Após verificar como os materiais reagem, os alunos entenderam que deveriam construir o castelo, identificar as formas geométricas e verificar a quantidade de retas que cada castelo apresentou. Dentre as formas elaboradas por eles estão o quadrado, triângulo, círculo, retângulo, pentágono, trapézio.

Assim, por meio da manipulação experimental, os alunos chegaram à resposta da problemática, concluindo que cada castelo possui quantidades de retas e formas geométricas diferentes. A Figura 10 mostra o grupo quadrado na terceira etapa proposta por Carvalho et al. (2009):

Figura 10 - Terceira Etapa da SEI



Fonte: Autora (2020)

Identificamos nesta Etapa da Atividade Experimental, que os alunos começaram a apresentar suas evidências para a explicação acerca dos procedimentos realizados para solucionarem a problemática. Pois, nesta Etapa o Professor-Monitor possui um papel muito importante para assegurar espaço e tempo para a sistematização coletiva do conhecimento.

Primeiro os alunos executaram os testes das hipóteses, construir um castelo plano utilizando um pedaço grande de massinha, logo em seguida eles perceberam que essa suposição não iria funcionar, então elaboraram outra hipótese levantando o castelo em 3D.

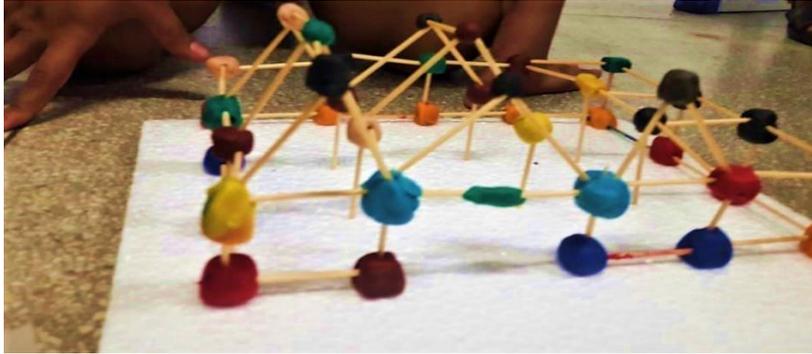
Com isso, utilizaram a massinha para fixar o palito, funcionando como o cimento para servir de base para a construção da parede, que corresponderia ao palito. Para isso, eles diminuíram o tamanho da massinha e fizeram pequenas bolinhas.

ETAPA 4: TOMANDO CONSCIÊNCIA DE COMO FOI PRODUZIDO O EFEITO DESEJADO

Essa Etapa, foi o momento de relatar a maneira que os alunos conseguiram resolver a problemática. Em seguida, os Professores-Monitores solicitaram aos alunos que mostrassem os seus castelos e descreverem as suas ações tomadas para solucionar o problema proposto.

Observamos a relevância de explorar o pensar dos alunos advindos das atividades, sem exceder o tempo ou até mesmo pressioná-los. Como podemos ver na Figura 11 a seguir:

Figura 11 - Quarta Etapa da SEI



Fonte: Autora (2020)

Em grupos, para relatarmos como foi realizado a Atividade Experimental proposta sobre as representações geométricas, apresentaram como conseguiram solucionar a problemática proposta e como realizaram a contagem das retas que os castelos construídos possuem que são as previsões dos resultados das hipóteses elaboradas para resolver o problema.

Pois, se os participantes perceberem que o que falam não é considerado importante pelo professor, tendem a se manter em silêncio na próxima etapa, ou muitas vezes, apenas fazendo descrições, sem avançar para as descrições causais.

ETAPA 5: DANDO EXPLICAÇÕES CAUSAIS

Nessa quinta Etapa em que o professor começa com o “Por quê?”. Após as discussões dos alunos o professor passa a confrontá-la para que se apropriem do conhecimento científico, ou seja, as explicações do resultado obtido. Os alunos justificam o fenômeno, dando uma explicação causal e mostrando para todos uma argumentação científica sobre os conteúdos em foco” (MALHEIRO; TEIXEIRA, 2020, p. 308).

Esta Etapa foi um momento de reflexão sobre as ações, onde o Professor-Monitor, realizou alguns questionamentos: qual a estratégia que vocês utilizaram para contar o número de retas? Vocês conseguem visualizar retas no castelo que construíram? Onde estão as retas no castelo que vocês estão construindo? Tem alguma forma geométrica no castelo de vocês? Para que eles relatassem a sua compreensão sobre o Experimento. Como podemos ver na Figura 12 a seguir:

Figura 12- Quinta Etapa da SEI



Fonte: Autora (2020)

Nesse momento, oportunizamos aos alunos descrever suas explicações científicas de cada experiência praticada, quais causas e os efeitos produzidos na prática, como uma forma de buscar mais participação dos alunos, levando-os a tomar consciência da ação deles, é fazer perguntas.

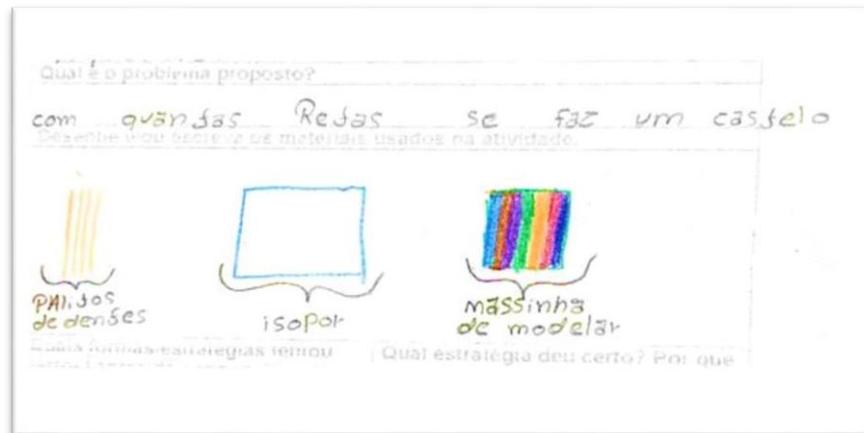
“Essa explicação das causas do fenômeno experienciado leva os estudantes à busca de uma palavra ou conceito que possa ilustrar claramente o acontecimento vivenciado, possibilitando a ampliação do seu vocabulário” (ROCHA; MALHEIRO, 2017, p. 7). Nesta etapa os grupos encontraram a solução da problemática proposta na Atividade Experimental, através da observação dos resultados esperados e a conclusão, que corresponde a resposta do problema. Vale ressaltar que cada grupo construiu de maneira diferente seu castelo, no tamanho e na quantidade de retas encontradas.

ETAPA 6 :ESCREVENDO E DESENHANDO

Nessa sexta e penúltima parte, o professor solicita aos alunos que escrevessem ou desenhassem sobre a Atividade Experimental. Relembramos a problemática desenvolvida anteriormente, evitando dar respostas prontas para os alunos permitindo assim que eles fiquem livres para produzir sem intervenções.

Podemos perguntar como eles construíram o experimento e para que expliquem o porquê do resultado obtido, deixando-os livres para expressar o seu entendimento sobre a problemática para isso retomamos a pergunta feita no sábado anterior, **com quantas retas é possível construir um castelo com massinha e palito de dente?**

Figura 13- Escrevendo e Desenhando



Fonte: Autora (2020)

Nesta Etapa, ocorreu a sistematização individual do conhecimento dos alunos, nela distribuimos lápis, papel e uma ficha com algumas perguntas para que eles se expressassem o que tinham compreendido acerca da Atividade Experimental.

Então, verificamos que cada aluno realmente expressou-se de maneira diferenciada a começar pelos desenhos produzidos que não apresentaram repetições assim como, as respostas produzidas formam diferentes umas das outras expressando a multiplicidade de ideias dos alunos.

Ao considerarmos que cada aluno ia se expressar de forma única, ou se, cada um assimilava de maneira diferente a atividade. “Nessa etapa os alunos estão reelaborando as ideias discutidas durante a experiência, por isso estes desenhos ou redações devem ser feitos em sala de aula, após a experimentação” (SANTOS, 2019, p. 46).

ETAPA 7: RELACIONANDO A ATIVIDADE E COTIDIANO

Nesta sétima e última etapa, a experimentação tem como objetivo ultrapassar a simples manipulação dos materiais. “Esta relação experimento-cotidiano valoriza a diversidade de experiências que cada um dos estudantes traz” (CARVALHO et al., 2009, p. 42).

Propõem-se atividades que contextualizem socialmente os conhecimentos e/ou aprofundem os conteúdos (MALHEIRO; TEIXEIRA, 2020, p. 308). Para isso, utilizamos os vídeos⁶, buscando envolver ludicamente os alunos de maneira que participassem ativamente das investigações, discussões e exposição de suas ideias.

⁶ Vídeos disponíveis em : <https://www.youtube.com/watch?v=tv6OGwJ53pM> ; <https://www.youtube.com/watch?v=1LltdPyisNQ> Acesso em : 10 julho de 2019.

Dessa forma, quando os alunos a relacionaram o experimento com o seu cotidiano, momento em que eles organizam as formas geométricas presentes nos castelos com os objetos que fazem parte do seu cotidiano que também possuem a mesma forma. “Esse é o momento pós manipulação dos objetos. A Figura 14 mostra a sétima Etapa da SEI durante a Atividade Experimental.

Figura 14- Atividade Experimental



Fonte: Autora (2020)

Para isso, podem ser utilizadas diversas estratégias, criadas e elaboradas pelos alunos com a ajuda do professor: feira de conhecimento, peça teatral, correspondências, campanhas, sites na internet, exposições, elaboração de livros etc. “Nessa etapa, é preciso que o professor organize o trabalho de forma compreensível para aqueles que não participaram do processo” (ROCHA; MALHEIRO, 2017, p. 9).

Percebemos que o desenvolvimento das 7 Etapas da SEI no contexto do Clube de Ciências, nos permitiu caracterizar e avaliar a presença do Raciocínio Hipotético-Dedutivo, levando a condução para o conhecimento científico dos alunos.

6.2 OCORRÊNCIA DOS PASSOS E DO PADRÃO DE RACIOCÍNIO NA SEI

Temos a segunda categoria de análise, com a qual relacionamos as Etapas da SEI com o Raciocínio Hipotético-Dedutivo proposto por Lawson (2004), identificando as suas potencialidades quando manifestadas pelos alunos durante a Atividade Experimental. Nas análises, buscamos explicitar a construção dos Raciocínios dos participantes durante a SEI, baseada no Padrão de Raciocínio proposto por Lawson (2004), na qual dividimos em episódios, descritos anteriormente que correspondem as 7 Etapas proposta por Carvalho et al. (2009).

6.2.1 Episódio 1: Com quantas retas é possível fazer um castelo utilizando massinha de modelar e palito de dente

Essa 1 Etapa da SEI, ocorreu sob as orientações da **PM1**, que iniciou a Atividade Experimental, informando aos alunos que a Experimentação consistia numa pesquisa, e que por isso, gostaríamos que eles pudessem participar e se expressar ao máximo. Destacamos para eles, que a sua participação era muito importante para o desenvolvimento da Atividade Experimental proposta. Conforme a sua fala:

PM1: Bom dia, pessoal/hoje vamos fazer uma experiência interessante (...) é da mesma forma que ocorre normalmente (...). Agora vocês irão aprender bastante (...). É a pesquisa das professoras (...). Então vocês devem participar e se expressar ao máximo (...) porque vamos precisar desse material para fazer as análises da nossa pesquisa. Pode ser?

Na transcrição acima, **PM1** evidenciou que a participação dos alunos foi fundamental para o desenvolvimento da Atividade Experimental. Isso ocorreu quando explicamos para os alunos o motivo pelo qual eles estavam participando da pesquisa.

Assim, no início da Atividade Experimental, **PM1**, envolveu os participantes em um contexto de descobertas, mostrando para eles a relevância das suas contribuições e a seriedade que deveriam apresentar no decorrer das Etapas da SEI. Em seguida, **PM1** solicitou que os alunos lessem o problema: **Com quantas retas é possível fazer um castelo utilizando massinha de modelar e palito de dente?**

Após a proposição do problema apresentamos os materiais que estavam dispostos numa mesa no centro da sala que seriam usados para auxiliar os alunos na resolução da problemática, questionando sobre eles percebem a geometria em seus cotidianos.

A experimentação deve ter a participação dos alunos que discutem ideias e manipulam materiais, o problema não pode ser uma pergunta qualquer, pois, precisa ser bem planejada e ser clara e objetiva para que os grupos possam assimilar e buscar a sua solução. Organizamos os alunos em semicírculos respectivamente: **Grupo triângulo (PM3: A1, ..., A4)** e **Grupo quadrado (PM3: A5, ..., A8)**. Ressaltamos que a organização em grupos menores, conforme Carvalho et al. (2009), facilitam o diálogo entre os alunos, além de oportuniza-los a manipularem os materiais individualmente e coletivamente.

Os grupos após se familiarizarem com o material da Atividade Experimental, interagiram com **PM2**, **PM3**, acerca da proposta por **PM1**, permitindo a identificação dos Passos que guiam a investigação científica, nas falas dos alunos nas transcrições no Quadro 6 referentes a Etapa 1:

Quadro 6- Como construir um castelo utilizando massinha de modelar e palito de dente

Nº dos Turnos	Falas	Passos que guiam a investigação científica	Padrão de Raciocínio proposto por Lawson
01	PM1: Bom dia, pessoal/hoje vamos fazer uma experiência interessante. Agora vocês irão aprender bastante (...). Vocês gostam de ouvir música? (...) Vocês conhecem a música Aquarela do Toquinho? Vamos usar essa música no nosso Experimento	Pergunta causal	_____
02	A1(...) Sim eu gosto, essa música e a da faber castel (...)	Formulação de hipótese	<i>se</i>
03	A2 (...) Eu conheço, mais não me lembro a letra	Formulação de hipótese	<i>se</i>
04	PM3 (...) Então vou falar um pouco sobre a música Aquarela (...). Vamos lá? Vocês gostaram?	Pergunta causal	_____
05	A3 (...) Esse vídeo tem um castelo (...)	Formulação de hipótese	<i>se</i>
06	PM1 (...) Com quantas retas podemos fazer um castelo utilizando massinha de modelar e palito de dente? Vou escrever no quadro o problema do nosso Experimento	Pergunta causal	_____
07	PM2 (...) Que material vocês receberam para construir o Experimento?	Pergunta causal	_____
08	A1 (...) Um caixa de massinha de modelar, palito de dente e um quadrado de isopor	Observação intrigante	
09	PM1 (...) com que forma geométrica se parece um castelo?	Pergunta causal	_____
10	A6 (...) Um quadrado bem grande	Observação intrigante	
11	A 8 (...) o palito vai ligar a massinha a outro palito	Formulação de hipótese	<i>se</i>
12	A 1(...) colocando primeiro a massinha no isopor para ser o cimento do castelo. O palito será a parede do castelo.	Formulação de hipótese	<i>se</i>

Fonte: Autora (2020)

O Quadro 6 apresenta a presença dos Passos que guiam a investigação científica na Etapa 1 da SEI, no primeiro dia da Atividade Experimental, apontaram a forte presença dos Passos nas falas dos alunos nos turnos (2 a 12). Inicialmente os grupos quadrado e triângulo realizam uma observação intrigante com base nos questionamentos feitos pela **PM1**, **PM2** e **PM3**.

Percebemos que quando **PM1**, propõe a problemática os grupos demonstraram interesse em solucionar o problema, pois os participantes ficaram intrigados como resolveriam a problemática utilizando somente massinha de modelar e palito de dente.

A partir de uma curiosidade que gerou uma **pergunta causal**, relacionada ao experimento. A manipulação dos materiais da Atividade Experimental proporciona também oportunidades para as **observações intrigantes**, que segundo Lawson (2004) são o estopim de toda investigação científica.

Assim, a curiosidade levou os grupos definiram a maneira que eles iriam solucionar o problema, caracterizando o primeiro passo da sequência de Lawson (2004), denominado de observação intrigante, que é o primeiro passo presente nesse trecho das falas do grupo quadrado. “O conhecimento prévio armazenado influencia diretamente nesta percepção” (NEVES, 2013, p. 63).

Caracterizando dessa forma, o primeiro passo da sequência de Lawson (2004), denominado de **observação intrigante**, foram identificadas no recorte (8 e 10) nas falas dos alunos pertencentes aos dois grupos, presentes no Quadro 6.

Este é um exemplo do que Lawson (2004) destaca como fenômeno universal: o de que os estudantes de ciências de um modo geral, assim como cientistas principiantes, têm dificuldade para diferenciar hipótese de resultados previstos para os testes, tomando os dois como se fossem a mesma coisa.

Para estimular os grupos a pensarem em como resolver o problema **PM1, PM2 e PM3** fizeram que são o segundo passo perguntas causais, que auxiliaram os alunos na experimentação investigativa, pois, “Quando uma observação intriga a pessoa, conduz automaticamente a uma pergunta causal, que busca a relação entre a causa e o efeito de um fenômeno” (NEVES, 2013, p. 68).

Dessa forma, o quadro 6 apresenta a discussão nos dois grupos foram guiadas pela **pergunta causal**, segundo Passo que está nos turnos (1, 4, 6 e 7). Corroborando com Neves (2013) que a pergunta causal pode ser apresentada como a questão central levantada. Percebemos que foi importante propor esta pergunta causal, pois a partir dela os grupos começaram a pensar na estratégia que eles usaram para contar as retas dos castelos, que contribuiu para a **formulação das hipóteses**.

Em seguida a **pergunta causal com quantas retas podemos construir um castelo utilizando massinha de modelar e palito de dente?** Que está presente no turno (6), gerou o terceiro Passo que é a **formulação de hipótese** nos turnos (2, 3, 5, 11 e 12) que correspondem a maneira como eles iram construir o castelo. Nesse passo os grupos começaram a pensar nas maneiras que iram solucionar o problema. Essas hipóteses auxiliaram os grupos na elaboração da maneira como eles iriam chegar até a solução da problemática. Observamos que o grupo

quadrado começou a questionar-se como eles iriam construir um castelo usando somente esses dois materiais.

Verificamos que a problemática apresentada despertou a curiosidade dos dois grupos, principalmente pela pouca quantidade de matérias para eles manipularem, apenas dois: a massinha e o palito. Pois “as perguntas correspondem a testes para confirmar uma hipótese formulada, caracterizando o método hipotético-dedutivo” (NEVES, 2013, p. 119).

A **formulação de hipóteses** é representada pelo termo *se, pois*, é através da elaboração das hipóteses, quando eles começam a pensar na forma para solucionar o problema. Este momento de reflexão e de interação entre eles é fundamental para que consigam solucionar a problemática proposta. “Lawson (2004) neste processo de raciocínio lógico corresponde a suposição de verdade para efeito de teste, uma explicação provisória” (NEVES, 2013, p. 74).

Assim, identificamos no episódio 1 nos grupos **triângulo** e **quadrado** a presença do Padrão de Raciocínio e dos Passos em construção, ou seja, o ciclo linguístico ainda não está completo *se/ e*. Observamos que a utilização destes está relacionada ao conteúdo específico da proposta da SEI, o que se justifica pelo fato de a Atividade Experimental, tratar do conteúdo de geometria, buscando mostrar que ela está presente no cotidiano dos alunos.

6.2.2 Episódio 2: Onde estão as retas no castelo que vocês estão construindo

Nesse episódio, trabalhamos com as Etapas da 2 e 3 da SEI, simultaneamente: Agindo sobre os objetos para ver como eles reagem e Agindo sobre os objetos para obter o efeito desejado, esse foi o momento da análise em que os alunos começaram a construir seus castelos, observando como eles reagem e qual o efeito desejado quando em contato com as substâncias, informações que são obtidas ao mesmo tempo.

Esse foi o momento que os alunos construíram suas hipóteses e manipularam materiais para solucionar a problemática. Sem a interferência de **PM1**, eles discutiram entre si grupo sobre como iriam construir o castelo para resolver o problema proposto, elencando os motivos a partir de suas concepções de mundo.

Quadro 7- Onde estão as retas no castelo que vocês estão construindo

Nº dos Turnos	Falas	Passos que guiam a investigação científica	Padrão de Raciocínio proposto por Lawson
13	PM1 (...)que maneira vocês iram montar o castelo?	Pergunta causal	_____
14	A 5 (...) colocar o palito em pé no isopor e a massinha nas pontas aí coloca outro palito com outra massinha na ponta	Planejamento de testes	<i>e</i>

15	A 5 (...). O castelo está sendo formado com muitas retas.	Planejamento de testes	<i>e</i>
16	A 6 (...) colocar o palito dentro da massinha, para uni-las.	Planejamento de testes	<i>e</i>
17	A 3(...) Primeiro vamos fazer quadradinhos aqui no isopor	Planejamento de testes	<i>e</i>
18	A7 (...) montar o castelo deitado e ir colocando os palitos entre as massinhas, para formar o castelo. O castelo está sendo formado com muitas retas.	Previsão de resultados	<i>então</i>
19	A 1(...) tive uma ideia aumentar o tamanho do castelo colocando mais massinha.	Previsão de resultados	<i>então</i>

Fonte: Autora (2020)

No Quadro 7, identificamos nas falas dos grupos a presença dos Passos que guiam a investigação científica e o Padrão de Raciocínio proposto por Lawson. Nesse momento, os alunos em conjunto começaram a planejar como iriam construir o castelo, que é o quinto passo é o **planejamento de testes**, presentes nos recortes (14 ,15,16 e 17), neste passo os alunos dos grupos planejaram como eles iriam testar as hipóteses levantadas anteriormente. O planejamento do teste é um dos passos que mais requer raciocínio do grupo: é deles a incumbência de pensar no desenho experimental.

Após, o planejamento de como seria esse castelo e como cada participante iria contribuir. Identificamos o sexto passo que é a **previsão dos resultados** nos turnos (18 e 19), e o momento no qual os grupos colocam em prática suas hipóteses, observando se as hipóteses levantadas funcionaram.

Evidenciamos no episódio 2 que, a presença do Padrão de Raciocínio *se / e / então / e / portanto*, o ciclo linguístico completo proposto por Lawson. Percebemos a predominância do referido Padrão de Raciocínio: é construído nas falas dos participantes de cada grupo.

Observamos que o Grupo quadrado conseguiu organizar-se, dividindo entre eles as tarefas para a construção do castelo, e o mais importante cada um deles deu suas hipóteses para solucionar o problema.

Observamos uma timidez do grupo, por isso a primeira hipótese foi construir o castelo deitado, como não deu certo, eles começaram interagir entre si, trabalhando em equipe os alunos elaboram outras hipóteses.

O **planejamento de teste** está presente nos turnos (20 e 25), representado pela partícula *e* que remete para a ideia de conexão com a formulação **das hipóteses**, no qual, os grupos planejam como iriam testar as hipóteses levantadas anteriormente.

Até aqui, o Raciocínio corresponde a uma semiológica, metade de um ciclo lógico segundo Lawson (2004), e aí vem a realização dos testes planejados, gerando novas observações que confirmem ou refutem a hipótese.

6.2.3 Episódio 3: Quantas retas há no castelo de vocês

Neste episódio trabalhamos com as Etapas 4, 5 e 6 da SEI, que ocorreram simultaneamente: Tomando consciência de como foi produzido o efeito desejado, Explicações Causais e o Escrevendo e Desenhando, representando pelo momento em que os alunos responderam quantas retas tem o castelo de vocês.

Onde eles foram observar nos seus Experimentos a quantidade de retas existentes, correspondendo a Etapa 4. Em seguida, os grupos foram socializar como conseguiram solucionar a problemática, Etapa 5, para isso os Professores-Monitores promoveram questionamentos para estimular os grupos. Em seguida os alunos expressaram-se de maneira livre no papel o seu entendimento sobre a Atividade Experimental.

O episódio 3, possui o a presença do Padrão de Raciocínio completo, assim como os Passos que guiam a investigação científica. Percebemos que os grupos no decorrer do Experimento, a construção do castelo, interagiram entre si, e que juntos solucionaram o problema proposto.

Percebemos que a **pergunta causal** e **observação intrigante**, que são um dos Passos que guiam a investigação científica, foram fundamentais para a identificação do Padrão de Raciocínio proposto por Lawson. Pois estimularam os alunos a pensar, sem dar a resposta, a buscar responder a problemática. Como veremos no Quadro 8 a seguir:

Quadro 8- Quantas retas tem o castelo há no castelo de vocês

Nº dos Turnos	Falas	Passos que guiam a investigação científica	Padrão de Raciocínio proposto por Lawson
20	PM1: (...) Vocês conseguem visualizar retas no castelo que construíram?	Pergunta causal	_____
21	A 5 (...) sim as retas são os palitos.	Formulação de hipótese	<i>se</i>
22	PM1: (...) Qual a estratégia que vocês utilizaram para contar o número de retas?	Pergunta causal	_____
23	A 5 (...) Contar primeiro os palitos do portão	Planejamento de teste	<i>e</i>

24	PM 2: (...) Para o castelo não desmontar o que vocês têm que fazer?	Pergunta causal	_____
25	A1 (...) colocar a massinha pregada para ele não descontrolar e cair	Execução dos testes	<i>então</i>
26	PM3: (...) Aonde estão as retas no castelo que vocês estão construindo?	Pergunta causal	_____
27	A 6 (...) as retas são os palitos	Resultados observados	<i>e</i>
28	PM1 (...) Quantas retas tem o castelo de vocês?	Pergunta causal	_____
29	A2 (...) o castelo tem 113 retas	Conclusão	<i>Portanto</i>
30	A5 (...) O nosso castelo tem 151 retas.	conclusão	<i>portanto</i>

Fonte: Autora (2020)

A **pergunta causal** presente no turno (20), gerou a **formulação de hipótese** (21) onde os grupos perceberam que a reta, representava o palito de dente e a massinha o ponto, temos a presença do Padrão de Raciocínio *se*. Em seguida, com a **pergunta causal** (22), os grupos foram estimulados a fazer o **planejamento de teste** (23) de como eles iriam construir o castelo para que o mesmo não caísse, evidenciamos a presença do termo do Padrão de Raciocínio *e*, que também se encontram no mesmo turno (23).

Em seguida, com fizemos mais uma **pergunta causal** (24) que gerou a **execução dos testes**, no qual os grupos testaram as hipóteses que foram planejadas, sobre a construção do castelo, que levou ao Padrão de Raciocínio, representado pelo termo *Então* está presente nos recortes (25) é o momento pelo qual, os participantes de cada grupo realizam a previsão dos resultados.

Observamos que até esse momento eles estão construindo o castelo de maneira correta ou se existe algum erro como surgiu no grupo triângulo quando o castelo deles começou a cair e no grupo quadrado quando o castelo ficou torto.

Os **resultados observados** nos turnos (26) confirmaram o pensamento inicial, o termo *E* (27), referente à sustentação da hipótese, e está explícito nas falas dos participantes dos grupos

ocorreram uma dúvida no resultado observado. assim o termo *Mas* não foi utilizado, já que as hipóteses foram sustentadas.

A **pergunta causal** presente no turno (28), gerou a **conclusão**, que é a resposta da problemática proposta (29 e 30) que surge o termo *Portanto*, o fechamento do ciclo, que está evidente nos turnos (29 e 30) representa a conclusão na qual os grupos encontram a solução da problemática proposta, no grupo triângulo 129 retas e no grupo quadrado foram 113 retas. Nestes turnos os grupos construíram uma estrutura completa do Padrão de Raciocínio proposto por Lawson.

No decorrer do Experimento, o grupo **triângulo**, por estar mais calado demorou mais um pouco a solucionar o problema devido à dificuldade de interação entre os participantes, assim cada participante começou a experimentação de forma isolada, cada um tentando sozinho sem a socialização com os demais colegas. Neste grupo, também ocorreu essa dúvida na contagem das retas para isso ambas os grupos recontaram as suas retas.

Já no grupo **quadrado** foi relacionado a contagem do número de retas existentes no castelo deles, já no grupo triângulo também ocorreu essa dúvida na contagem das retas para isso ambas os grupos recontaram as suas retas.

Percebemos que ambos os grupos conseguiram montar o castelo da maneira planejada pela pesquisadora e pelas professoras monitoras. “Este último termo corresponde a expectativa de resultado e pode se confundir com a hipótese conforme a tese de Lawson (2004) de que alguns aspectos do Padrão de Raciocínio ocorrem de maneira inconsciente” (NEVES, 2013, p. 170).

6.2.4 Episódio 4: Aproximação com a realidade

O episódio 4, ocorreu no segundo sábado de encontro, representando a Etapa 7, Relacionando Atividade Experimental com o cotidiano dos alunos, através da estruturação do conteúdo trabalhado no experimento.

A Atividade Experimental inicia com **PM1** lembrando o problema que foi proposto no sábado anterior e em seguida, com apoio dos **PM2** e **PM3** entregamos para os grupos os seus Experimentos.

Ao ouvirem os **PM1, PM2 e PM3**, reavivando as ideias trabalhadas, os alunos não só lembram o que foi feito, como também colaboram na construção da SEI que está sendo retomada.

Assim, buscamos fazer essa aproximação, trouxemos objetos :caixa de leite, lata de achocolatado, embalagem de creme dental, de sabonete, de salgadinho, uma bola e um cubo

mágico, para que os alunos identificassem as formas geométricas desses objetos. Para auxiliar nessa aproximação utilizamos um vídeo didático que falava de ponto e reta no cotidiano.

Nesse instante, as falas foram centradas em torno da pergunta: tendo como base o castelo montado no sábado anterior, quais as formas geométricas que vocês conseguem identificar no castelo?

A partir dessa pergunta, os alunos identificaram a presença das formas geométricas em seus castelos, e associaram com os objetos que estão no seu cotidiano. **PM1** então, convidou os alunos a observarem os objetos que estão dispostos no chão para que eles identificassem as formas geométricas que esses objetos possuem.

Assim, essa última etapa objetivou aproximar a Atividade Experimental com situações que possam fazer parte do cotidiano dos alunos. Consideramos essa aproximação como satisfatória de modo a promover a compreensão deles a geometria e de como ela está no cotidiano deles.

Neste episódio, evidenciamos a presença do Padrão de Raciocínio completo em vários momentos no decorrer da Atividade Experimental, assim como a presença dos Passos que iniciaram a partir da pergunta causal novamente. Como podemos observar no Quadro 9 a seguir:

Quadro 9 – Aproximação com a realidade

Nº dos Turnos	Falas	Passos que guiam a investigação científica	Padrão de Raciocínio proposto por Lawson
31	PM2: (...) tendo como base o castelo montado no sábado anterior, quais as formas geométricas que vocês conseguem identificar no castelo?	Pergunta causal	_____
32	A 6 (...) um quadrado A 2 (...) triângulo	Formulação de hipóteses	<i>se</i>
33	PM3: (...) Qual a estratégia que vocês utilizaram para contar o número de retas?	Pergunta causal	_____
34	A5 (...) Contar primeiro os palitos do portão A 1 (...) contar primeiro os palitos que estão em pé.	Planejamento de teste	<i>e</i>
35	PM2: (...) As retas do castelo formaram o que?	Pergunta causal	_____
36	A 4 (...) formas geométricas.	Execução dos testes	<i>então</i>
37	PM1: (...) Que formas geométricas tem os objetos que vocês pegaram?	Pergunta causal	_____

38	A 8 (...) caixa de creme dental é um paralelepípedo. A 3 (...) caixa de sabonete um retângulo, caixa de fósforo um quadrado	Resultados Observados	<i>e</i>
39	PM1:(...) Quantas retas tem o castelo de vocês?	Pergunta causal	_____
40	A 6 (...) 151 retas A 2 (...) 113 retas	conclusão	<i>portanto</i>

Fonte: Autora (2020)

Evidenciamos no Quadro 9 a presença dos Passos e do Padrão de Raciocínio, temos nos turnos (32), do termo *se*, neste recorte os alunos **formulam as hipóteses (3 Passo)** sobre as formas geométricas existentes no castelo. Por confirmar a hipótese, esta etapa corresponde temos a presença *e* nos turnos, (34) no qual os participantes dos grupos **planejaram as teses, (4 Passo)** a maneira como iriam fazer a contagem das retas existentes no castelo. A presença do termo *então*, surge no turno (36) quando os integrantes dos grupos realizaram uma **previsão dos resultados (5 Passo)** a serem obtidos no experimento.

No momento da aproximação do Experimento com a realidade dos alunos evidenciamos nos turnos (38) o termo *e* que são os **resultados observados (6 Passo)**. Os alunos procuraram nos objetos disponibilizados as formas geométricas que fazem parte do cotidiano deles.

Retomando a **pergunta causal** (39) feita no sábado anterior que está nos turnos (40) observamos a presença do termo *portanto*, que é a **conclusão (7 Passo)** a solução do problema proposto na Atividade Experimental. Percebemos que ao recontarem a quantidade de retas presentes no castelo a resposta do problema encontrado pelo grupo quadrado se manteve a mesma.

É importante ressaltar que os grupos utilizaram como lápis e papel que auxiliaram na contagem das retas do castelo sendo formas diferentes de contagem. Assim o castelo do grupo quadrado possui 113 retas e já o castelo do grupo triangulo possui 151 retas. Quando os alunos estavam resolvendo o problema proposto eles inconscientemente estruturaram em Passos para obter o resultado.

Lawson (2004), propõe que o Padrão de Raciocínio, surge a partir de uma problemática a ser resolvido. Então, busca-se formular uma primeira hipótese *se* tendo como base a elaboração das estratégias para a montagem do Experimento e os conhecimentos prévios que os alunos tem acerca da geometria.

Os alunos construíram uma justificativa *e*, para sustentar as hipóteses formuladas na construção do castelo, *Então*, no qual os alunos observam se as hipóteses elaboradas estão sendo suportadas, se o castelo fica em pé e não cai, caso as hipóteses não seja refutada, *e*, porém se as hipóteses não forem sustentadas é necessário formular novas hipóteses, *Mas* devendo-se recomençar o Padrão de Raciocínio, como não identificamos a refutação das hipóteses, demos prosseguimento para o *Portanto* os alunos conseguiram solucionar a problemática, eles identificaram a presença de retas e formas geométricas nos castelos construídos.

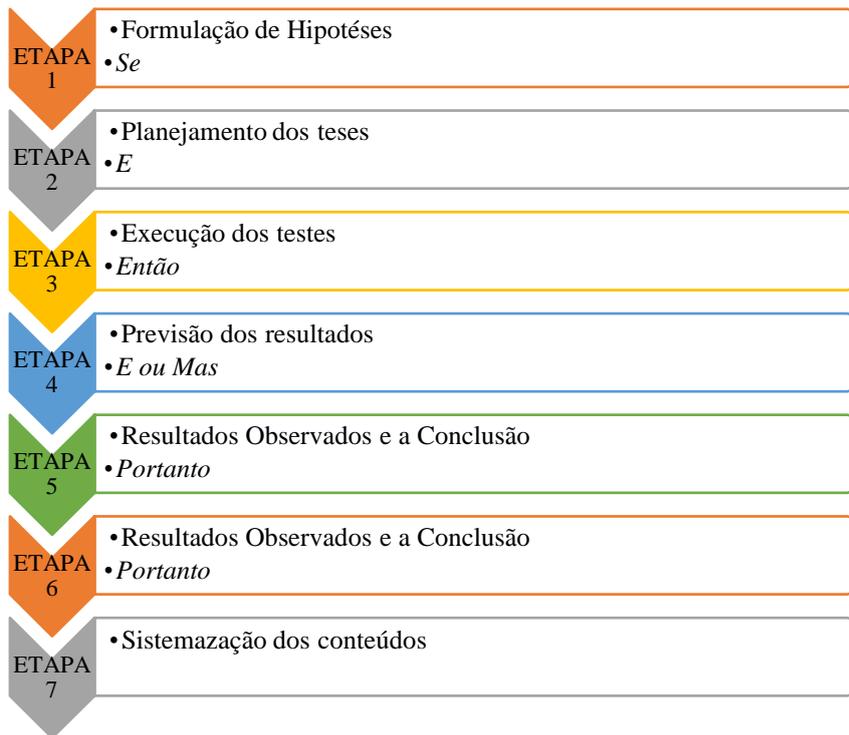
Dessa forma, os grupos conseguiram encontrar a solução do problema definitivamente, no primeiro sábado os dois grupos recontaram e houve conflito nos resultados gerando dúvidas, fato que não ocorreu no segundo sábado. Para isso, elaboramos um problema bem estruturado e com uma linguagem apropriada para a faixa-etária dos alunos e o nível de escolaridade deles facilitando a sua compreensão levando-os a encontrarem a solução da problemática.

Identificamos a presença do Padrão de Raciocínio *se / e / então / e / portanto* e dos Passos que guiam a descoberta científica nas falas dos alunos. Analisamos minuciosamente os vídeos gravações os áudios coletados nos dois dias de Experimentação Investigativa.

Durante a execução da Atividade Experimental, os alunos foram ajustando e reelaborando suas hipóteses afim de testá-las novamente. Com isso, foi averiguado o empenho dos alunos para encontrarem a solução adequada para a pergunta proposta. Dessa forma, o ato de questionar, formular hipóteses, planejar, testar, prever os resultados, executá-los e por fim chegar à conclusão oportunizou aos alunos aprenderem com os seus erros favorecendo a construção do conhecimento.

A construção do Padrão de Raciocínio completo na Atividade Experimental se categoriza como um Raciocínio Hipotético-Dedutivo completo, pois apresenta o ciclo linguístico completo proposto por Lawson (2004):

Figura 15- Etapas da SEI e a Presença dos Passos e do Padrão



Fonte: Autora (2020)

Assim, percebemos que a formulação da hipótese é evidenciada quando os alunos elaboraram maneiras para solucionar a problemática proposta. O planejamento de teste foi manifestado pelos alunos, no momento em que eles planejaram como iriam colocar em prática as hipóteses elaboradas. A previsão de resultados surge no momento em que os alunos testam as hipóteses formuladas para saber se elas seriam sustentadas ou refutadas, que nesse caso foram suportadas, passando para a execução dos testes, resultados observados e a conclusão

A percepção do Padrão de Raciocínio Hipotético-Dedutivo contribuiu de maneira significativa para percebermos a importância de analisarmos a fala dos alunos que mentalmente são organizados antes de serem externalizadas de maneira espontâneas. Assim a Figura 16 nos permite concluir que a Atividade Experimental de geometria, enquanto um recurso análogo, produziu o efeito esperado, pois promoveu a ativação do Raciocínio Hipotético-Dedutivo proposto por Lawson (2004):

Figura 16 - Presença do Raciocínio Hipotético- Dedutivo em uma SEI no Clube de Ciências



Fonte: Autora (2020)

Percebe-se que a partir dos momentos de intervenções pedagógicas e epistemológicas da autora, surgiram ciclos de Raciocínio de acordo com o Padrão de Raciocínio Lawson (2004), sendo constituídos de todos seus elementos estruturais. Os alunos apresentaram ainda muitas operações epistemológicas que evidenciam a presença dos Passos e do Padrão proposto por Lawson. Inferimos então que esses momentos oportunizaram a percepção e apropriação dos conceitos e termos referentes ao conteúdo geométrico abordado.

Evidenciando a tomada de decisão em relação às mudanças procedimentais para solucionar o problema; permitindo aos alunos o desenvolvimento da criatividade, facilitando a mudança e a evolução conceitual quando passaram a identificar a presença da geometria em seu cotidiano.

Nessa perspectiva, em virtude do que é pesquisado, consideramos que o Clube de Ciências um ambiente propício para a investigação de temas científicos inovadores, que estimulem a formação do espírito científico, auxiliando na formação de futuros professores e com aprendizagem dos alunos. Dessa forma, poderíamos utilizar o Padrão de Raciocínio nas nossas aulas para observamos o nível de compreensão do nosso aluno sobre determinado conteúdo, visando melhorar o aprendizado deles.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como discutimos no memorial, esta pesquisa emergiu a partir de reflexões das minhas experiências pessoais, profissionais e acadêmicas que me constituíram professora, iniciamos essa pesquisa objetivando responder a seguinte pergunta : “ Como o Padrão *Se / e / então / e ou mas / portanto*, é desenvolvido pelos alunos do CCUFPA/Campus Castanhal, durante uma Sequência de Ensino Investigativo? ”.

Sendo que para responder tal indagação aplicamos uma SEI baseada nas Etapas da Experimentação Investigativa proposta por Carvalho *et al.* (2009). Nela buscamos identificar a presença dos Passos que guiam a investigação científica e o referido Padrão de Raciocínio proposto por Lawson, evidenciadas nas falas produzidas pelos alunos no processo de construção do conhecimento científico durante a Atividade Experimental.

Para as análises das falas dos alunos o Raciocínio Hipotético-Dedutivo em Desenvolvimento das 7 Etapas da SEI Representações Geométricas e da Ocorrência dos Passos e do Padrão de Raciocínio Padrão *Se/ e/ então/ e ou mas/ portanto* na SEI, sendo que essas categorias foram evidenciadas nos 4 episódios, tanto no grupo triângulo, como no grupo quadrado, nas 7 Etapas da SEI.

Assim sendo, os Passos identificados nas falas dos alunos foram: observação intrigante, formulação de hipótese, planejamento de teste, previsão para os resultados, execução dos testes, resultados observados e conclusões. É importante destacar que a pergunta causal foi evidenciada na fala dos Professores-Monitores.

O Padrão de Raciocínio, que os alunos manifestaram na Atividade Experimental, contribuíram para a sua construção e descobertas de novos conhecimentos e principalmente, de percebermos que a SEI desenvolvida no Clube de Ciências possui evidências do Raciocínio Hipotético-Dedutivo produzidas pelos alunos. É importante destacar que a proposta que o Clube de Ciências adota pode favorecer a aplicação do referido Padrão de Raciocínio colaborando para formar sujeitos “pensantes” e autônomos.

Na Etapa do escrevendo e desenhando os participantes dos grupos expressaram-se através da elaboração de desenhos sobre sua compreensão da problemática proposta. A partir da observação da produção dos participantes percebeu-se que os desenhos produzidos constituem grande relevância para o processo de aprendizagem, pois, este momento oportuniza o interesse dos alunos a participar ativamente de todas as Etapas da Atividade Experimental. Despertando a curiosidade e o interesse dos alunos com relação ao experimento em si no qual

eles conseguiram aproximar a o Experimento desenvolvido com o seu cotidiano, evidenciando o processo de construção e a possibilidade de agregar conhecimento.

Sobre os Professores-Monitores ressaltamos que os mesmos tiveram uma participação efetiva e colaborativa no decorrer da Atividade Experimental contribuindo para o processo de aprendizagem dos alunos, de maneira indagativa e buscando dar voz e vez durante toda a SEI. É importante destacar que os Professores-Monitores apresentaram por meio da SEI uma proposta metodológica de Ensino, e que por meio de uma abordagem simples permitiram uma problematização do conteúdo estudado, oportunizando aos alunos interagir com o Experimento, desde sua execução, até a apresentação da solução da problemática proposta alcançando, desta forma, resultados satisfatórios em situações do cotidiano.

Relembrando todo processo de aprendizagem vivenciado pelos alunos e Professores-Monitores é possível constatar que eles experimentaram uma nova forma de aprender, o que nos leva a concluir que a Experimentação Investigativa, ao permitir-lhes acesso ao conhecimento científico de aprender a fazer ciência.

Destarte, compreendemos que as Atividades Experimentais que são desenvolvidas no Clube de Ciências, propiciam o surgimento de atitudes reflexivas dos alunos e promovendo a compreensão de que a Ciência está presente em seu cotidiano e a percepção de que os experimentos desenvolvidos por meio de atividades simples e de fácil manipulação.

Assim, através dessa pesquisa tivemos a oportunidade aprender que o Raciocínio Hipotético-Dedutivo está presente no dia a dia, pois, quando nos deparamos com algum problema do nosso cotidiano na qual precisamos encontrar uma solução elaboramos mentalmente um esquema de ideias que nos auxiliam a chegar no resultado da problemática. Ressaltamos que a construção do conhecimento e a estimulação do ato de raciocinar precisam caminhar lado a lado para auxiliar os alunos no processo de aprendizado do conhecimento científico.

Compreendemos ainda que as questões e objetivos discutidos nesta pesquisa ainda não atingiram seu grau de saturação, principalmente no que se refere ao Padrão de Raciocínio em proporcionar a aprendizagem de conhecimentos científicos no Ensino de Ciências por Investigação. Os professores podem, a partir, disso, fazer mais uso do Raciocínio Hipotético-Dedutivo nas suas aulas.

Desta forma, tais apontamentos nos fazem crer que o estudo construído nesta pesquisa precisa ser compartilhado e discutido em favor do fortalecimento do uso do Raciocínio Hipotético-Dedutivo no Ensino de Ciências, dentro da Experimentação Investigativa. É importante destacar, que a participação como Professora-Monitora do Clube de Ciências pode

refletir acerca do Ensino de Ciências por Investigação na perspectiva do Raciocínio Hipotético-Dedutivo.

Para além da possibilidade aqui estudada, evidenciamos como uma alternativa de Investigação necessária buscando relacionar o Clube de Ciências “Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz” a presença do Padrão de Raciocínio, a fim de que tenhamos melhores orientações sobre a utilização do Raciocínio Hipotético-Dedutivo em uma SEI.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Rubem. **Gaiolas ou Asas? Por uma educação romântica**. Campinas: Papirus, 2002.
- ALMEIDA, Willa Nayana Corrêa. **A argumentação e a experimentação investigativa no ensino de matemática: O Problema das Formas em um Clube de Ciências**. 2017. 109f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Pará, Belém (PA), 2017
- ANTUNES, Celso. **Piaget, Vygotsky, Paulo Freire e Maria Montessori em minha sala de aula**. São Paulo: Editora: Principis, 2008.
- BARBOSA, Dayse Flávia. **Perguntas do professor monitor e a alfabetização científica em interações experimentais investigativas de um clube de ciências**. 2019. 156f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Pará, Belém (PA), 2019.
- BARBOSA, Iris Goulart. **Piaget experiencias básicas para utilização pelo professor**. Rio de Janeiro: editora: Vozes, 2000.
- BRANDÃO, Carlos Rodrigues. Pesquisar-Participar. In: BRANDÃO, Carlos R. (Org.). **Repensando a Pesquisa Participante**. São Paulo: Brasiliense, 1985, p. 7-14.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF: Ministério da Educação Lei nº5692**, de 11 de agosto de 1971.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; VANNUCCHI, Andréia Infantsi; BARROS, Marcelo Alves; GONÇALVES, Maria Elisa Resende; REY, Renato Casal de. **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 2009.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- _____. **Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 18, n. 3, p. 765-794, 15 dez. 2018.
- FERNADES, José Guilherme dos Santos; RAMOS, João Batista Santiago. **O que é “estudos antrópicos”?** In: Carlos José Trindade da Rocha; João Batista Santiago Ramos. (Org.). 1ed. Curitiba: Editora e Livraria Appris, 2020, v. 1, p. 29-41.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: conhecimento necessário para a prática educacional**. Século XXI, 1997.
- _____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- _____. **Política e educação**. São Paulo: Cortez, 1997.
- GADOTTI, Moacir. **Boniteza de um sonho: Ensinar-e-aprender com sentido**. São Paulo: Livraria e Instituto Paulo Freire, 2008.

IMBERNÓN, Francisco. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. São Paulo, Cortez, 2000.

PIAGET, Jean; INHELDER, Barbel. **A Psicologia da Criança**. Rio de Janeiro: Difel, 1978. [La Psychologie de L Enfant, 1966].

_____. **Psicologia e Pedagogia**. 10ª. ed. Rio de Janeiro: Forense/ Universitária, 2010.

_____. **A formação do símbolo na criança**. 4ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

_____. **O nascimento da inteligência da criança**. Editora Crítica: São Paulo, 1986.

_____. **Biologia e conhecimento**. Porto: Rés, 2000.

_____. **Seis estudos de Psicologia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2012.

LAWSON, Anton E. How do humans acquire knowledge? And what does that imply about the nature of knowledge? **Science & Education**, v. 9, n. 6, p. 577-598, 2000.

LAWSON, Anton E. What does Galileo's discovery of Jupiter's moons tell us about the process of scientific discovery? **Science & Education**, v. 11, n. 1, p. 1-24, 2002.

LAWSON, Anton E. Allchin's shohorn, or why science is hypothetico-deductive. **Science & Education**, v. 12, n. 3, p. 331-337, 2003.

LAWSON, Anton E. T. rex, the crater of doom, and the nature of scientific discovery. **Science & Education**, v. 13, n. 3, p. 155-177, 2004.

LAWSON, Anton E. Qual é o papel da indução e da dedução no raciocínio e na investigação científica? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 42, n. 6, pág. 716-740, 2005.

LOCATELLI, Rogério José. **Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao desenvolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico**. 2006. 126f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

LOCATELLI, Rogério José; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Uma Análise do Raciocínio Utilizado pelos Alunos ao Resolverem os Problemas Propostos nas Atividades de Conhecimento Físico**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 7, N. 3, 2007.

OEHRMAN, Michael; LAWSON, Anton Eric. Connecting Science and Mathematics: The Nature of Proof and Disproof in Science and Mathematics. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v.6, p.377-403, 2008.

MALHEIRO, João Manoel da Silva. **A resolução de problemas por intermédio de atividades experimentais investigativas relacionadas à biologia: uma análise das ações vivenciadas em um curso de férias em Oriximiná (PA)**. 314f. Tese (doutorado em Educação para a Ciência) - Universidade do Estado de São Paulo (Unesp), Bauru, 2009.

_____. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. **ACTIO**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 108-127, jul./dez. 2016.

_____. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. **ACTIO: Docência em Ciência**, v. 1, n. 1, p. 107-126, jul./dez., 2016.

_____; TEIXEIRA, Odete Pacubi Bairel. A resolução de problemas de biologia com base em atividades experimentais investigativas: uma análise das habilidades cognitivas presentes em alunos do ensino médio durante um curso de férias. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, UNICAMP, 2011.

_____; TEXEIRA, Odete Pacubi Bairel. Processo comunicativo em um curso de formação de professores: uma análise baseada nos princípios argumentativos de Perelman e Olbrechts-Tyteca. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 1, p. 306-328, 2020.

MARCUSCHI, Luiz Antônio. **Da fala para a escrita: atividades de retextualização**. 10.ed., São Paulo: Cortez, 2010.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

NERY, Gladson Lima. **Interações discursivas e a experimentação investigativa no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam Wanderley Picanço Diniz**. 2018. 98f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação em Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Pará, Belém (PA), 2018.

_____; MALHEIRO, João Manoel da Silva; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baiarl. Contribuições das interações discursivas em etapas de experimentação investigativa em um clube de ciências. **Revista Ciências & Ideias** ISSN: 2176-1477, v. 11, n. 1, p. 68-92, 2020.

NEVES, Moisés David das. **Aprendizagem baseada em problemas e o raciocínio hipotético-dedutivo no ensino de ciências: Análise do padrão de raciocínio de Lawson em um Curso de Férias em Castanhal (PA)**.2013.206f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação em Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Pará, Belém (PA), 2013.

_____; MALHEIRO, João Manoel da Silva; MOURA, Marcos Guilherme. O raciocínio hipotético-dedutivo e uma análise do padrão proposto por Lawson na resolução de problemas de ciências. **Mobilidade de docentes em escolas públicas brasileiras: análise dos questionários de professores da Prova Brasil 20113**, p. 91, 2013.

_____; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz e o ensino investigativo no município de Castanhal – Pará. **EneCI**, São Paulo. 2017. ROCHA, Carlos José Trindade. **Ensino da química na perspectiva investigativa em escolas públicas do município de Castanhal-Pará**. 2015. 120f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do ABC, Santo André, São Paulo, 2015.

_____; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Interações dialógicas na experimentação investigativa em um Clube de Ciências: proposição de instrumento de análise metacognitivo. **Revista Amazônia RECM**, v.14 (29), Especial Metacognição, v. 14, p. 193-207. 2018.

ROCHA, Carlos José Trindade ; MALHEIRO, João Manoel da Silva.. IV Escola de Formação de Monitores e o Desenvolvimento Profissional Docente no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam Diniz. **Anais... IX ENFOCO – Encontro de Formação Continuada de Professores de Ciências**, Campinas (SP): FE/UNICAMP, 2017. Disponível em: https://www.formar.fe.unicamp.br/pf-formar/anais_enfoco_2017_0.pdf
Acesso em: 30 out. 2020.

_____ ; MALHEIRO, João Manoel da Silva. **Experimentação investigativa antrópica no clube de ciências Prof. Dr. Cristovam Diniz**. In: Carlos José Trindade da Rocha; João Batista Santiago Ramos. (Org.). 1ed.Curitiba: Editora e Livraria Appris, 2020, v. 1, p. 245266.

SANTOS, Natalino Carvalho. **Atividade experimental e o desenvolvimento de habilidades de investigação científica em um Clube de Ciências**. 100f. Dissertação (Mestrado Profissional em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Pará, Belém (PA), 2019.

SIQUEIRA, Hadriane Cristina Carvalho. **Ensino de ciências por investigação: interações sociais e autonomia moral na construção do conhecimento científico em um Clube de Ciência**. 119f. Dissertação (Mestrado Profissional em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Pará, Belém (PA), 2018.

SCHMITZ, Vanderlei; TOMIO, Daniela. O clube de ciências como prática educativa na escola: uma revisão sistemática acerca de sua identidade educadora. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 3, p. 305-324, 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE A

TCLE – PAIS E RESPONSÁVEIS DO ALUNO



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) Aos Pais/responsáveis

O aluno (a) _____ está sendo convidado a participar de uma pesquisa intitulada Representações Geométricas, vinculado Universidade Federal do Pará. Este projeto é coordenado pelo Professor e pesquisador Dr. João Manoel da Silva Malheiro da UFPA/Campus Castanhal, que também é orientador da pesquisa. A participação do aluno, como sujeito de pesquisa será filmada durante as atividades. As filmagens serão feitas pela autora da referida pesquisa Amanda Sylmara da Rocha Moreira, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Antrópicos na Amazônia da UFPA, os dados obtidos serão de absoluta confiabilidade, não podendo ser divulgados de forma a identificar sua identidade ou de sua família. Os dados da pesquisa serão constituídos dentro do **Clube de Ciências da UFPA/Campus Castanhal “Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz”**, onde o orientador e autora da pesquisa podem ser localizados. A pesquisa não implica em despesas para o participante, não oferece nenhum risco ou perigo, bem como não afeta suas atividades escolares normais. Você poderá solicitar a desistência de participação de seu filho(a) nas atividades a qualquer momento se assim desejar. Os dados coletados serão divulgados única e exclusivamente para fins acadêmicos e científicos. Como benefício, a autora da pesquisa e seu orientador se comprometem a fornecer as informações resultantes dos registros e observações da pesquisa, e a responder em qualquer momento às informações adicionais referentes aos procedimentos da pesquisa.

Declaro que entendi os objetivos e benefícios da pesquisa e concordo com a participação do aluno (a) acima referenciado.

Castanhal, _____ de _____ de 2019.

Assinatura do aluno (a)

Assinatura dos pais/responsável do aluno (a)

Assinatura da autora da pesquisa

APÊNDICE B
TCLE –PROFESSORES-MONITORES



Clube de Ciências
Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) Aos Professores Monitores

EU _____ estou sendo convidado a participar de uma pesquisa intitulada: Representações Geométricas, vinculado Universidade Federal do Pará. Este projeto é coordenado pelo Professor e pesquisador Dr. João Manoel da Silva Malheiro da UFPA/Campus Castanhal, que também é orientador da pesquisa. Minha participação, como sujeito de pesquisa será filmada durante as atividades. As filmagens serão feitas pela autora da referida pesquisa Amanda Sylmara da Rocha Moreira, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Antrópicos na Amazônia da UFPA, os dados obtidos serão de absoluta confiabilidade, não podendo ser divulgados de forma a identificar sua identidade. Os dados da pesquisa serão constituídos dentro do **Clube de Ciências da UFPA/Campus Castanhal “Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz”**, onde o orientador e a autora da pesquisa podem ser localizados. A pesquisa não implica em despesas para mim, não oferece nenhum risco ou perigo, bem como não afeta minhas atividades normais. Posso solicitar a desistência de participação nas atividades a qualquer momento se assim desejar. Estou ciente de que os dados coletados serão divulgados única e exclusivamente para fins acadêmicos e científicos. Como benefício, a autora da pesquisa e seu orientador se comprometem a fornecer as informações resultantes dos registros e observações da pesquisa, e a responder em qualquer momento às informações adicionais referentes aos procedimentos da pesquisa.

Declaro que entendi os objetivos e benefícios da pesquisa e concordo com minha participação.

Castanhal, _____ de _____ de 2019.

Assinatura do Professor(a) Monitor(a)

Assinatura da autora da pesquisa

ANEXOS

**ANOTAÇÕES DE CAMPO
OBSERVAÇÕES REGISTRADAS**

Local: **Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz**

Data: ____/____/____

Horário início: _____ Horário término: _____

Etapas de Sei vivenciada(s): _____

REGISTRO

Desenvolvimento da SEI:

Desempenho de Conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais durante a SEI:

Dificuldades no desenvolvimento da SEI:

Presença do Raciocínio Hipotético-Dedutivo nas falas dos alunos:
