

Desenvolvimento de habilidades cognitivas e ensino de matemática em um Clube de Ciências da Amazônia

Development of Cognitive Skills and Mathematics Teaching in a Amazon Science Club

Antonia Ediele de Freitas Coelho¹
Willa Nayana Corrêa Almeida²
João Manoel da Silva Malheiro³

Resumo

Esta investigação procurou analisar os Níveis de Habilidades Cognitivas desenvolvidos e manifestados por um grupo de sete estudantes participantes do Clube de Ciências “Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz”, durante uma Sequência de Ensino Investigativo sobre conceitos da geometria plana. Almejamos ainda ponderar acerca das perguntas elaboradas pela professora-monitora e sua relação intrínseca com as habilidades manifestadas pelo grupo de alunos. Caracterizamos essa pesquisa como qualitativa, sendo utilizada a Análise de Conteúdo para interpretação dos discursos entre a professora-monitora e os alunos participantes do clube. O espaço investigado é considerado um ambiente não-formal destinado ao ensino, pesquisa e extensão de ações didáticas voltadas às Ciências e Matemáticas. A atividade experimental aplicada era intitulada “Problema das formas” e buscava problematizar os conceitos introdutórios de área e perímetro de figuras planas, explorando questões ligadas à maximização de áreas e minimização de perímetros. Durante as análises realizadas, identificamos que as habilidades desenvolvidas pelos estudantes em seus discursos se relacionam continuamente a proposta almejada, sendo possível identificarmos Níveis que variaram entre Algorítmicas e Habilidades Cognitivas de Alta Ordem, definidos entre N1 e N5 de Habilidades Cognitivas. Além disso, as perguntas elaboradas pela professora-monitora compreenderam Níveis que se desenvolveram de acordo com a dinâmica das relações estabelecidas, perpassando entre P1 e P4.

Palavras-chave: Habilidades Cognitivas; Ensino de Matemática; Experimentação Investigativa; Clube de Ciências.

Abstract

This research sought to analyze the Levels of Cognitive Abilities developed and manifested by a group of seven students participating in the Science “Prof. Club Dr. Cristovam W. P.

¹ Universidade Federal do Pará | ediele.freitas@gmail.com

² Universidade Federal do Pará | willa.almeida@hotmail.com

³ Universidade Federal do Pará | joaomalheiro@ufpa.br

Diniz", during an Investigative Teaching Sequence on concepts of plane geometry. We also want to ponder the questions elaborated by the teacher-monitor and their intrinsic relationship with the abilities manifested by the group of students. We characterize this research as qualitative, using Content Analysis to interpretation of the speeches between the teacher-monitor and the students participating in the club. The space investigated is considered an alternative environment destined to the teaching, research and extension of didactic actions directed to Sciences and Mathematics. The applied experimental activity was entitled "Problem of Forms" and sought to discuss the introductory concepts of area and perimeter of plane figures, exploring issues related to the maximization of areas and minimization of perimeters. During the analysis, we identified that the abilities developed by the students in their discourses are continuously related to the proposed, being possible to identify Levels that varied between Algorithmics and Higher Order Cognitive Skills, defined between N1 and N5 of Cognitive Skills. Moreover, the questions developed by the teacher-monitor included Levels that developed according to the dynamics of established relationships, passing between P1 and P4.

Keywords: Cognitive Skills; Mathematics Teaching; Investigative Experimentation; Science Club.

Introdução

De acordo com Lorenzato (2010), muitos educadores acreditam que o ensino de Matemática tem como objetivo principal de proporcionar aos alunos uma aprendizagem elementar, em que as aulas devem se resumir ao treino exorbitante de definições, técnicas e demonstrações gerando uma atividade rotineira e mecânica.

Entretanto, esse tipo de ensino não favorece o desenvolvimento de competências e Habilidades Cognitivas (COELHO, 2016). Sobre isso, Morin (2004) coloca que o ensino de Matemática deve ser levado aquém e além do cálculo servindo como um instrumento do raciocínio, fazendo-se necessário um diálogo entre o pensamento matemático e o desenvolvimento dos saberes científicos.

Nesse aspecto, Zoller e Pushkin (2007) acrescentam que um ensino que objetiva o desenvolvimento e manifestação de Habilidades Cognitivas em seus estudantes, precisa promover ocasiões em que a capacidade de pensamento crítico e resolução de problemas sejam valorizados, pois esses aspectos compreendem essencialmente o que se pode considerar como competência ou habilidade de cognição.

A esse respeito, segundo Suart (2008) e Coelho (2016), o educador deve promover momentos desafiadores e instigantes que estimulem o desenvolvimento de Habilidades Cognitivas, propondo tarefas e desafios que incitem os alunos a mobilizarem seus conhecimentos. Isso implica em um ensino ativo no qual o docente percebe-se como sujeito que organiza situações didáticas, que fazem uso de processos manipulativos, visuais e verbais, que auxiliam no surgimento de novas aprendizagens (LORENZATO, 2010).

Nesse sentido, metodologias ativas de aprendizagem, em especial a experimentação investigativa (CARVALHO et al., 2009; CARVALHO, 2013) assumem um papel de destaque como método de ensino que desperta o interesse do discente e favorece a aprendizagem com significado (LORENZATO, 2010).

Nessa perspectiva, o Clube de Ciências “Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz” da Universidade Federal do Pará (UFPA) - Campus Castanhal, surge como um ambiente educacional de Ciências e Matemática que busca promover um ensino significativo. Para isso, adota uma proposta pedagógica construtivista e interdisciplinar, utilizando metodologias ativas de aprendizagem (MALHEIRO, 2016; ALMEIDA, 2017).

Conforme Malheiro (2016) e Almeida (2017), os docentes que acompanham e desenvolvem as ações pedagógicas com os alunos são voluntários, que denominamos de professores-monitores, sendo eles licenciados ou em formação inicial em cursos de Pedagogia ou Licenciaturas diversas, como Ciências Naturais, Biologia, Física, Química e Matemática.

Nesse contexto, a presente investigação busca analisar os diferentes níveis de Habilidades Cognitivas percebidos nos discursos de um grupo de alunos participantes do Clube de Ciências “Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz”, ao resolverem uma atividade experimental investigativa de Matemática.

Para tanto, serão analisadas as perguntas desenvolvidas pela professora-monitora que desenvolveu a atividade experimental, bem como os discursos dos alunos durante o processo, seguindo o que foi realizado por Coelho (2016) em sua pesquisa de mestrado.

Habilidades cognitivas

Para Sternberg (2010) o conceito de inteligência humana, pode ser entendido como um guarda-chuva, através do qual se pode compreender a natureza adaptativa da cognição humana. Sendo que, segundo o autor, a aprendizagem se evidencia como estrutura organizadora da Cognição. Assim, podemos considerar que a cognição se “articula para nos proporcionar uma maneira funcionalmente unificada de entendermos e de nos adaptarmos ao ambiente” (STERNBERG, 2010, p. 8).

De tal modo, Guerra (2011) acrescenta que a aquisição de novos comportamentos, isto é, o desenvolvimento da aprendizagem, proporciona ao indivíduo recursos para a sobrevivência, requerendo ainda várias funções mentais, como a atenção, emoção, função executiva, memória, percepção, entre outras.

Considerando as ideias de Sternberg (2010), podemos inferir que a cognição pode interagir diretamente com a capacidade de resolução de problemas, ou seja, a competência em dividir as diversificadas informações adquiridas em unidades, na qual se estimule a memória e as capacidades superiores, gerando o que podemos chamar de conhecimento.

Maturana (2001) e Guerra (2011) consideram que a cognição humana compreende o que fazemos ou como operamos nossos comandos de comportamentos ou ações, e as relações firmadas nesse processo, ao gerirmos afirmações, quando respondemos ou tentamos responder perguntas a respeito do que se quer conhecer ou aprimorar.

Complementando esta ideia, Lipman (1995) acrescenta que todos os indivíduos já nascem com as habilidades básicas necessárias para pensar, justamente por isso, todos pensam, muito embora, nem todos raciocinam “bem”.

Para o desenvolvimento do “pensar bem”, o autor recomenda a estimulação através da educação escolar, das Habilidades Cognitivas de pensamento, ressaltando o fato de que estas sempre ocorrem de maneira interligada a cada contexto em que são estabelecidas.

A partir disso, são desenvolvidas e manifestadas as Habilidades Cognitivas que podem ser evidenciadas, sobretudo, pela maneira como os alunos se tornam capazes de enfrentar as situações problemáticas que lhes são apresentadas, tornando a aprendizagem um fator que depende de memórias, discussões, perguntas, hipóteses e soluções (MIRI; DAVID; ZOLLER, 2007; ZOLLER; PUSHKIN, 2007).

Zoller, Dori e Lubezky (2002), esclarecem que a construção de Habilidades Cognitivas constitui o núcleo central de um conjunto de processos de desempenho necessários para lidar com situações que envolvem problemas mais complexos e sistêmicos, considerando também o que diz respeito à resolução de problemas relacionados à sala de aula, em disciplinas específicas, bem como aqueles relacionados à vida real e sua inter-relação com o contexto.

Nessa perspectiva, o desenvolvimento de Habilidades Cognitivas inclui um componente da investigação científica que envolve a concepção e implementação de estratégias de ensino que visam melhorar a aprendizagem dos estudantes, por meio da integração do pensamento crítico, resolução de problemas e a tomada de decisão (MIRI; DAVID; ZOLLER, 2007).

Para que ocorram as Habilidades Cognitivas, os alunos geralmente perpassam por caminhos que os auxiliam a uma “combinação de regras previamente aprendidas que podem ser aplicadas para se alcançar uma solução” (ZOLLER; PUSHKIN, 2007, p. 156).

O processo de desenvolvimento dessas habilidades acontece juntamente com a aprendizagem de conceitos científicos, ou seja, as discussões propostas pelo professor que objetivam contribuir para a recordação de assuntos anteriormente apreendidos são imprescindíveis para que as Habilidades Cognitivas se manifestem.

Neste caso, os autores evidenciam que durante esse procedimento do “local em que se está para onde se quer chegar”, podem aparecer algumas dificuldades, caso o auxílio demonstrado pelos professores não seja capaz de suprir as necessidades apresentadas pelos alunos (ZOLLER; PUSHKIN, 2007, p. 156).

Algumas Habilidades Cognitivas são descritas e categorizadas por Zoller, Dori e Lubezky (2002) e Zoller e Pushkin (2007). Tais categorias foram classificadas como algorítmicas (ALG), Habilidades Cognitivas de Baixa Ordem (LOCS – lower order cognitive skills), e Habilidades Cognitivas de Alta Ordem (HOCS – higher order cognitive skills).

Cada uma dessas competências é organizada e dividida de acordo com as particularidades percebidas nas respostas elaboradas pelos alunos a uma indagação promovida pelo professor, e podem variar de Baixo a Alto nível de Cognição. Dessa maneira, promovem níveis de desenvolvimento que podem ser simplificados por meio do seguinte quadro:

Quadro 1: Nível cognitivo categorizado de acordo com as respostas dos alunos

Nível	Categoria de resposta ALG
N1	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Não reconhece a situação problema; ✓ Limita-se a expor um dado lembrado; ✓ Retêm-se a aplicação de fórmulas ou conceitos.
Nível	Categoria de resposta LOCS
N2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reconhece a situação problemática e identifica o que deve ser buscado; ✓ Não identifica variáveis; ✓ Não estabelece processos de controle para a seleção das informações; ✓ Não justifica as respostas de acordo com os conceitos exigidos.
N3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Explica a resolução do problema utilizando conceitos já conhecidos ou lembrados (resoluções não fundamentadas, por tentativa) e quando necessário representa o problema com fórmulas ou equações; ✓ Identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações; ✓ Identifica as variáveis, podendo não compreender seus significados conceituais.
Nível	Categoria de resposta HOCS
N4	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Seleciona as informações relevantes; ✓ Analisa ou avalia as variáveis ou relações causais entre os elementos do problema; ✓ Sugere as possíveis soluções do problema ou relações causais entre os elementos do problema. ✓ Exibe capacidade de elaboração de hipóteses.
N5	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aborda ou generaliza o problema em outros contextos ou condições iniciais.

Fonte: Zoller, Dori e Lubezky (2002); Zoller e Pushkin (2007); Suart (2008) e Coelho (2016)

Ao analisar a categoria Algorítmica (ALG), que abrange Nível 1 (N1) de Habilidade Cognitiva, os alunos são levados a reconhecer a situação problema proposta como algo familiar, expondo exemplos de conteúdos já estudados e, portanto, memorizados, sem questionamentos capazes de proporcionar a problematização do que está sendo discutido, sendo capaz de utilizar-se de fórmulas ou conceitos para tentar solucionar o problema, sem ou com pouca interação com os pares, algumas vezes limitando a respostas concretas como “sim” ou “não” (ZOLLER; DORI; LUBEZKY, 2002; SUART, 2008).

Ainda de acordo com Zoller, Dori e Lubezky (2002) e Suart (2008), nas categorias de Baixa Ordem de Cognição (LOCS), ao se considerar o Nível 2 (N2) de Habilidades Cognitivas é possível identificar que o aluno, apesar de reconhecer o problema proposto e o que deve ser realizado para encontrar soluções plausíveis, ainda não identifica as variáveis da problemática. Com isso, o estudante dá respostas sem justificativas plausíveis a suas ideias e/ou hipóteses, muitas vezes desconsiderando informações relevantes que poderiam auxiliá-lo durante a realização das atividades mais práticas.

Segundo Suart (2008) e Coelho (2016), no Nível 3 (N3) o estudante se encontra mais próximo de alcançar Habilidades de Alta Ordem de Cognição, no qual devem ser capazes de resolver os problemas elaborados, utilizando muitas vezes de resoluções não-fundamentadas conceitualmente ou simplesmente empregando fórmulas por meio de várias tentativas até conseguir obter uma solução provável e mais coerente aos seus

objetivos iniciais, reconhecendo aí as variáveis do problema, muito embora sem identificar seus significados conceituais.

Já alcançando as Habilidades Cognitivas de Alta Ordem, identificamos o Nível 4 (N4) que, na perspectiva de Zoller, Dori e Lubezky (2002), é o momento em que prontamente se compreende as informações relevantes do problema, suas variáveis e elaboram-se as primeiras hipóteses como sugestões de respostas mais consistentes aos objetivos propostos.

Já o Nível 5 (N5), que é considerado o nível mais Alto de alcance das Habilidades Cognitivas pelo aluno, se caracteriza como o período em que este, perpassando pelos níveis anteriores, torna-se capaz de generalizar o problema proposto inicialmente em contextos que não se limitam ao que está sendo discutido. Ou seja, é o momento de descoberta de uma teoria ou conceito já antes formulado, mas que agora pertence a um lugar que não aquele presente unicamente nas teorias discutidas, é um saber prático que o próprio aluno constrói junto dos pares, com auxílio de alguém mais experiente (MIRI; DAVID; ZOLLER, 2007).

Dessa maneira, Suart (2008) e Coelho (2016) propõem que as respostas dadas pelos alunos possuem uma relação direta com as perguntas elaboradas pelo professor, em razão de que se evidencia que a qualidade cognitiva das soluções dadas pelos estudantes é definido pelo grau de dificuldade da questão que é formulada pelo docente, ressaltando o papel do educador enquanto mediador do conhecimento que será construído pelos próprios alunos.

Baseando-nos em outras pesquisas que objetivavam analisar o nível das questões orais e escritas propostas pelo professor como, por exemplo, Yarden, Brill e Falk (2001), Malaver, Pujol e Martinez (2005), Suart (2008) e Coelho (2016) destacamos algumas categorias de análise que procuram relacionar o nível das perguntas elaboradas pelo professor com o nível de Habilidades Cognitivas alcançados pelos alunos, de acordo com o seguinte quadro:

Quadro 2: Nível de dificuldade das perguntas elaboradas pelo professor

Nível	Descrição
P1	Requer que o estudante somente recorde uma informação partindo dos dados obtidos.
P2	Requer que o estudante desenvolva atividades como sequenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para resolução do problema.
P3	Requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.
P4	Requer que o estudante possa utilizar informações de discussões anteriores para resolução de um problema específico.

Fonte: Adaptado de Yarden, Brill e Falk (2001); Malaver, Pujol e Martinez (2005); Suart (2008); Coelho (2016)

A partir da elaboração de perguntas que permitam aos alunos alcançarem diferentes níveis de Habilidades Cognitivas, o professor, como mediador do conhecimento, se tornará um questionador propondo desafios e permitindo aos alunos conduzirem sua

aprendizagem por meio da participação ativa na construção de sua aprendizagem e, concomitantemente, suas Habilidades Cognitivas.

Nesse sentido, é de fundamental importância que se analise as perguntas que foram elaboradas pelo professor⁴, pois para que ocorra o desenvolvimento de Habilidades Cognitivas e essas alcancem os diferentes níveis de cognição, torna-se necessário que o problema sugerido seja apreciável e estimulante ao estudante.

Dessa forma, as perguntas neste estudo foram categorizadas em quatro diferentes níveis de cognição (P1, P2, P3 e P4), que exigem dos estudantes distintas respostas possíveis de serem produzidas, que se constituirão responsáveis pelo desenvolvimento cognitivo desses alunos.

É válido ressaltar que, apesar das perguntas elaboradas pelo professor-monitor serem de fundamental importância para categorizar o nível de Habilidade Cognitiva que será desenvolvido pelo estudante, este não é exclusivamente o fator responsável por isso, podendo existir outras variantes que poderão ser identificadas no decorrer das análises realizadas como, por exemplo, as discussões ocorridas entre os próprios alunos, as diferentes visões acerca do que está sendo observado, bem como a maneira como se desenvolvem as atividades propostas.

Aspectos metodológicos

Esta pesquisa possui uma abordagem metodológica qualitativa de acordo com os pressupostos de Bogdan e Biklen (1994), que a concebem como um conjunto de “estratégias de investigação que partilham determinadas características” (p. 16), constituindo-se, assim, como um processo de reflexão e análise da realidade observada.

Os autores afirmam que o investigador qualitativo estuda todo o processo, ao invés de apenas os resultados, sempre analisando as informações à medida que forem sendo obtidas e agrupadas, para assim se chegar à interpretação válida e fidedigna dos fatos alcançados.

A constituição dos dados a serem analisados foram obtidos a partir da pesquisa de Almeida (2017). Segundo a autora, as informações foram obtidas, essencialmente, por meio de videograções, fotografias e gravações de áudio.

Para interpretação das informações, optamos em utilizar a Análise de Conteúdo desenvolvida por Bardin (2011), que assegura que essa abordagem tem por finalidade efetuar deduções lógicas e justificativas, referentes às informações tomadas para análise.

A partir das considerações de Carvalho (2011), para melhor visualização e interpretação dos dados, as falas e ações dos participantes da pesquisa são apresentados em quadros em que são destacados os turnos, os discursos desenvolvidos e uma breve análise. Ressaltamos que, conforme Bakhtin (2003), entendemos por discurso todo enunciado (oral, escrito ou

⁴ A partir desse momento, o termo “professor” nesta pesquisa será substituído por “professor-monitor”, que é o responsável pela condução das atividades realizadas no Clube de Ciências “Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz” (ALMEIDA, 2017).

gestual) proferido pelos participantes durante a atividade experimental investigativa aplicada.

Com o intuito de padronizar os códigos para facilitar a compreensão dos discursos, em concordância Carvalho (2011) utilizamos as seguintes normas e sinais nos discursos:

- Reticências ... : para demarcar uma pausa mais longa. Vale ressaltar que para pausas menores foram usados vírgulas e pontos em seguida. Para demarcar perguntas utilizamos o ponto de interrogação. Outros sinais típicos da língua escrita, como o ponto de exclamação, ponto e vírgula ou dois pontos não foram usados;
- Parênteses (): para inserção dos comentários e observações do pesquisador, tais como gestos e atitudes que auxiliem no entendimento do diálogo. Tais inserções serão destacadas pelo uso do texto em itálico;
- Letras maiúsculas: para indicar entonação enfática.

O espaço investigado foi o Clube de Ciências “Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz” na Universidade Federal do Pará - Campus de Castanhal, que busca implementar um ambiente de educação não-formal, destinado 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 (MALHEIRO, 2016; ALMEIDA, 2017).

Segundo Malheiro (2016) e Almeida (2017), para se alcançar os objetivos pretendidos, adotam-se Sequências de Ensino Investigativo que utilizam a Experimentação Investigativa como principal metodologia ativa utilizada. De acordo com Carvalho et al. (2009) e Carvalho (2013), tal perspectiva pedagógica possui como ponto de partida, um problema que, para ser solucionado, é necessário que se execute uma experiência.

A cada dois sábados uma atividade experimental é desenvolvida no clube. No primeiro dia de encontro, efetuam-se os seis primeiros passos, são eles: 1- O professor propõe o problema, 2- Agindo sobre os objetos para ver como eles reagem, 3- Agindo sobre os objetos para obter o efeito desejado, 4- Tomando consciência de como foi produzido o efeito desejado, 5- Dando explicações causais e 6- Escrevendo e desenhando (MALHEIRO, 2016; ALMEIDA, 2017).

O segundo sábado é dedicado à sétima e última etapa (7- Relacionando atividade e cotidiano), na qual é realizada a contextualização e a sistematização do conhecimento construído no decorrer do experimento. Nesse momento é comum o uso de imagens, jogos, dinâmicas, histórias, desenhos, simulações, apresentações em slides, exposições teatrais, entre outros (MALHEIRO, 2016; ALMEIDA, 2017).

Nesse contexto, os dados foram constituídos durante a aplicação da Sequência de Ensino Investigativo intitulada “Problema das Formas” (ALMEIDA, 2017). A mesma foi adaptada de uma prática pedagógica apresentada por Cazzola (2008) e buscou problematizar os conceitos introdutórios de área e perímetro de figuras planas (DOLCE; POMPEO, 2013), explorando questões ligadas à maximização de áreas e minimização de perímetros (MORETO, 2013).

De acordo com Almeida (2017), durante a atividade os alunos deveriam manipular os materiais fornecidos (bolinhas de gude/petecas e um cercado feito com bloquinhos de madeira unidos por um arame formando uma circunferência), para solucionar a seguinte

problema: *Entre todas as formas possíveis de uma cidade, qual o melhor formato para que ela possa ter mais casas com menos muros?*

Para solucionar essa questão, os alunos construíram com os bloquinhos de madeira (muros) várias formas geométricas planas, verificando em qual delas caberia mais bolinhas de gude (casas) em sua superfície, sem que ficasse alguma peteca sobreposta. Após essa manipulação dos materiais, eles chegaram à conclusão que o melhor formato seria o circular (CAZZOLA, 2008).

A explicação matemática para esse experimento está relacionada com a Geometria Euclidiana, mais especificamente com o Teorema Isoperimétrico, também conhecido como Problema de Dido⁵ ou Problema da Cerca. Essa proposição afirma que “dado um comprimento fixo, dentre todas as figuras planas, fechadas, convexas e de perímetro igual a esse comprimento, o círculo é a que possui maior área” (MORETO, 2013, p. 50).

Desta maneira, por meio da experimentação, os alunos demonstraram perceber e constatar empiricamente essa propriedade da geometria euclidiana, entendendo que, para se obter o máximo de casas construídas (área) com o mínimo de muros (perímetro), a cidade deveria ter a forma arredondada (CAZZOLA, 2008; MORETO, 2013).

Os discentes participantes da investigação foram quatro alunos do quinto ano (Grupo 1) e três do sexto ano (Grupo 2), totalizando sete sujeitos, sendo todos de escolas públicas municipais ou estaduais, com idades variando de 10 a 14 anos.

Nesse sentido, os sujeitos envolvidos nos diálogos são identificados pela letra A, acompanhada de números sequenciados para diferenciação de cada aluno (A1, A2, A3, A4, A5, A6 e A7). As falas da professora-monitora são evidenciadas por Prof.

Ressaltamos que, ao realizarem a inscrição no Clube de Ciências, os pais ou responsáveis dos estudantes assinam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), autorizando a participação das crianças nas pesquisas realizadas nesse ambiente de ensino, liberando o uso das falas e das imagens (CARVALHO, 2011).

Como a atividade experimental foi desenvolvida em dois sábados consecutivos com duração de 2 horas e 30 minutos em cada etapa, selecionamos alguns episódios que ilustram as perguntas feitas pela professora-monitora e Habilidades Cognitivas manifestadas pelos estudantes, que serão analisados conforme a pesquisa de Coelho (2016).

⁵ Problema relacionado com uma antiga lenda contada por Virgílio na obra *Eneida*, sobre uma princesa chamada Dido, que fundou uma cidade fazendo uso intuitivo do Teorema Isoperimétrico. A lenda conta que Dido, também conhecida como Elisa, foi uma princesa que fugiu para o norte da África e fundou uma nova cidade, conhecida como Cartago. No lugar escolhido, ela tentou comprar terras da realeza local para que pudesse se estabelecer (VIEIRA; RODRIGUES; AGUSTINI, 2005; MORETO, 2013). “O arranjo que conseguiu com o rei foi que só teria em terras o que pudesse abranger com a pele de um boi. Dido e seu grupo decidiram, então, cortar a pele em tiras tão finas quanto possível, emendá-las e com elas englobar, em forma de semicírculo, um terreno beirando o mar” (VIEIRA; RODRIGUES; AGUSTINI, 2005, p. 5).

Habilidades cognitivas que se destacam na interação aluno/aluno e aluno/professora-monitora

No primeiro dia de aplicação da atividade, foram desenvolvidas as seis primeiras etapas da Sequência de Ensino Investigativo. Nesse sentido, a professora-monitora iniciou com a apresentação dos materiais, e posterior proposição do problema a ser solucionado pelos estudantes.

Na pergunta base para a investigação “Entre todas as formas possíveis de uma cidade, qual o melhor formato para que ela possa ter mais casas com menos muros?”, a professora-monitora evidencia características de Nível P4, pois sua preocupação não se resume a esperar que os estudantes deem uma solução simplória a um exercício pronto. Para além disso, almeja-se que os caminhos percorridos pelos alunos permitam a eles desenvolverem Habilidades Cognitivas que não só os faça recordar de conteúdo anteriormente estudado, mais também que por meio dos saberes iniciais, se tornem capazes de dar indícios de hipóteses, inferências e aproximações da temática com o cotidiano.

Após a colocação da pergunta a ser investigada, os discentes debruçaram-se sobre o material experimental para verificar como o mesmo reagia à variados estímulos e manipulações, para assim obterem o efeito desejado que correspondia à resolução da problemática (CARVALHO et al., 2009; CARVALHO, 2013).

Ao manipularem os materiais, ambos os grupos iniciaram experimentando intuitivamente o formato circular, conseguindo colocar o máximo de 40 petecas dentro do cercado. Como esta forma correspondia à solução do problema e o ideal seria que os estudantes tentassem várias hipóteses para chegar em sua resposta, realizamos algumas perguntas para direcioná-los com intuito que buscassem outras proposições de solução do problema.

Zoller e Pushkin (2007) descrevem que o incentivo dos professores é essencial para que os estudantes alcancem as Habilidades Cognitivas de Alta Ordem, já que a maneira como cada etapa de um problema é construída e desenvolvida influencia diretamente no nível cognitivo que os alunos irão alcançar.

Assim, a partir dos questionamentos realizados, e depois de experimentarem o formato de círculo, cada grupo tomou caminhos diferentes para encontrar a resposta da problemática colocada. Os alunos do 5º ano testaram variadas hipóteses de formatos para a cidade, tais como pingo de chuva, maçã, quadrado, triângulo e retângulo. Já os estudantes do 6º ano, fizeram os formatos de coração, quadrado, triângulo, pentágono e retângulo.

Para exemplificar essa etapa manipulativa, o Quadro 3 mostra o Episódio 1 em que o Grupo 2 testa a hipótese de que o quadrado poderia ser o melhor formato para a cidade.

Nesse episódio conseguimos observar que inicialmente os alunos evidenciam Habilidades Cognitivas de Nível N1, isto é, Algorítmicas, já que demonstram-se preocupados em expor seus pensamentos a partir de dados lembrados, procurando alternativas conhecidas para responder ao problema proposto (ZOLLER; PUSHKIN, 2007).

Quadro 3: Episódio 1 – Momento de teste da hipótese do formato quadrado

Turno	Discurso	Análise
1	A7: Agora vamos fazer um quadrado.	N1
2	A6: Deixa eu tentar fazer um quadrado aqui (<i>começa a construir um quadrado com o cercado de madeira</i>).	N1
3	A7: Isso é um retângulo. Tem que ser um quadrado, tem que ter lados iguais.	N4
4	A6: Tá... Pronto... Vamos colocar as petecas na mesma quantidade.	N2
5	A5 e A6: Um, dois, três, quatro, cinco... (<i>continuam contando até chegar em trinta e dois</i>).	
6	A6: Está bom, porque já está saindo do formato.	N2
7	A7: Trinta e dois (<i>anotando no papel o resultado obtido</i>).	
8	A7: Espera... deixa ajeitar esse quadrado (<i>manipula os lados do cercado para não desfazer o formato de quadrado</i>).	N3
9	Prof: Mas que formato é esse mesmo?	P1
10	A7: Era para ser um quadrado.	N1
11	A5: Mas só que ele desmontou quando colocamos as petecas.	N2
12	A7: Espera... deixa ajeitar esse quadrado (<i>manipula o cercado tentando formar novamente um quadrado</i>).	N2
13	Prof: Mas olhem que vocês estão forçando. Retirem um pouco e formem o quadrado certinho.	P3
14	A6: Mas está formado agora (<i>mostra o quadrado que conseguiu montar</i>).	N3
15	Prof: Eu não estou vendo um quadrado aí não.	P3
16	A5: Um quadrado tem que ter lados iguais e cantos retinhos... (<i>começa a arrumar o quadrado</i>). Pronto.	N4
17	A6: Ficou um quadrado com as beiras boleadas por causa do cercado. Mas ficou quadrado.	N4
18	Prof: Agora está. Mas como vocês vão continuar?	P3

Fonte: Produzido com base nas informações constituídas durante a pesquisa de Almeida (2017)

No decorrer do diálogo, no turno 3 percebemos que A7 apresenta indicações de evolução das competências demonstradas, caracterizando Habilidade Cognitiva de Alta Ordem, posto que é possível percebermos explicações do discente para justificar que a figura representada é um retângulo e não um quadrado. Constatamos que o estudante identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações a serem trabalhadas, caracterizando Nível N4, de acordo com a perspectiva de Miri, David e Zoller (2007).

Segundo Coelho (2016), as intervenções da professora-monitora também ganham destaque, pois suas perguntas almejam que os estudantes recordem as informações trabalhadas como uma forma de auxiliar no que está sendo realizado no momento, é o que podemos identificar no turno 9, quando evidenciamos uma pergunta de Nível N1. Essa recordação é necessária, pois é a partir do que se conhece que o processo de desenvolvimento do conhecimento será elaborado, sendo essa uma das principais características das atividades desenvolvidas no Clube de Ciências (ALMEIDA, 2017).

No turno 23, com a pergunta de Nível P3, a professora-monitora auxilia diretamente para que A6 demonstre Habilidades de Nível N3, já que ao indicar as possibilidades de falhas estabelecidas pelos alunos, é notória sua precaução para que desenvolvam atitudes

de sequenciar, analisar e comparar os resultados que estão sendo observados (ZOLLER; PUSHKIN, 2007; SUART, 2008). Nesse aspecto, os alunos compreendem seus possíveis equívocos, conseguindo reconhecer as primeiras variáveis do problema, mesmo que ainda não reconheçam seus significados conceituais, o que pode ser verificado no turno¹⁴.

Considerando as ideias de Zoller, Dori e Lubezky (2002), averiguamos que nos turnos 16 e 17 ocorrem evidências de Habilidades Cognitivas de Alta Ordem, haja vista que os estudantes fazem uso dos conceitos que estão sendo trabalhados para justificarem suas respostas, além de darem hipóteses para as observações realizadas.

Durante a manipulação e testes de hipóteses para se chegar à solução do problema, os alunos tiveram muitas dúvidas sobre quais eram os nomes dos formatos que estavam construindo. Ao perceber essas incertezas, A6 fez uma intervenção com o intuito de auxiliar seus colegas com as nomenclaturas das figuras geométricas. Esse momento é apresentado no Episódio 2 a seguir.

Quadro 4: Episódio 2 – Momento de intervenção do discente A6

Turno	Discurso	Análise
19	Prof: Olha a dica dele oh... (<i>direcionando-se para A2 e indicando um aluno do outro grupo</i>). Qual é a dica A6?	P2
20	A6: Tu conta quantos lados tem e se lembra na matemática quantos lados tem... aí você consegue saber qual é esse formato.	N4
21	Prof: Nesse teu exemplo aí, só pra eles saberem, qual é esse teu?	P3
22	A6: É um pentágono.	N4
23	Prof: Por que é um pentágono?	P3
24	A6: Porque tem cinco lados.	N3
25	Prof: Porque tem cinco lados (<i>confirma com a cabeça</i>).	
26	A6: Octógono é aquele de luta de UFC e tem oito lados.	N5
27	Prof: Hum (<i>confirma novamente com a cabeça</i>).	
28	A6: Só quando é tipo círculo ou retângulo isso não vale... Aí eu já não sei (<i>direcionando-se para A5</i>).	N4

Fonte: Produzido com base nas informações constituídas durante a pesquisa de Almeida (2017)

Nesse episódio, constatamos ocasiões de ascensão de Habilidades Cognitivas demonstradas pelos discentes. Quando a professora-monitora solicita que os estudantes analisem as dicas de A6, ela propõe perguntas de Nível P2, pois espera que os alunos, além de recordarem as descobertas que estão sendo realizadas, também possam utilizá-las como forma de conferir as observações elencadas por A6 (SUART, 2008; COELHO, 2016).

Como resultado disso, no turno 20 o estudante desenvolve Habilidade Cognitiva de Alta Ordem, Nível N4, já que faz uso de informações relevantes que são de seu conhecimento, sugere possíveis soluções para o problema, demonstrando competência em avaliar suas relações causais, exibindo ainda a capacidade de elaboração de hipóteses (ZOLLER; PUSHKIN, 2007).

No turno 21, a professora-monitora realiza uma pergunta de Nível P3, pois ao solicitar que o discente destaque a forma geométrica que construiu, a mesma sugere que ele faça inferências e ou elabore hipóteses para responder sua indagação. Nesse aspecto, destacamos o quanto o grau de dificuldades das perguntas dos professores-monitores

influencia diretamente na resposta que este poderá obter (SUART, 2008; COELHO, 2016). Não obstante, a resposta elaborada pelo estudante descreve habilidade de Nível N4, pois durante esse momento podemos observar os indícios de conceitos integrados a sua fala.

Ainda nesse episódio, no turno 26, percebemos a primeira indicação de Nível N5 de cognição, o que na perspectiva de Zoller, Dori e Lubezky (2002), é o grau mais elevado de Habilidade Cognitiva, o qual compreende a capacidade de abordar ou generalizar o problema em outros contextos que não se resumem ao problema proposto, ou seja, A6 realizada a aproximação de conceitos matemáticos ao seu cotidiano, indo além das observações realizadas em sala.

Após as equipes terem testado várias hipóteses para solução da problemática, os discentes concluíram que o melhor formato para a cidade deveria ser o do círculo. Em seguida, a professora-monitora procurou testar se os estudantes conseguiam relacionar as conclusões explicitadas em uma situação diferenciada. Para isso, questionamos qual seria o melhor formato para a cidade, caso seus governantes quisessem construir apenas prédios. Esse cenário é explicitado no Quadro 5.

Quadro 5: Episódio 3 – Momento de solução do problema diferenciado pelos alunos do 5º ano

Turno	Discurso	Análise
29	Prof: Hum... Ah, tá... E se eu quisesse nessa cidade fazer vários prédios, se quisesse construir pra cima, qual o formato que ia ter? Qual seria?	P4
30	A4: Ia ser círculo do mesmo jeito.	N4
31	Prof: Por que seria círculo?	P4
32	A4: Porque eu ia colocar em cima da casa e ia virar um prédio.	N3
33	Prof: Ah tá... Me mostra então como é? Como é vocês iriam fazer? <i>(Todos começam a colocar petecas no formato de círculo para comprovar sua afirmação, contando quantas petecas podem caber)</i>	P4
34	A2: Deu cinquenta.	N2
35	Prof: Cinquenta? Se tivesse mais petecas caberia mais ainda?	P2
36	A4: Caberia.	N2
37	Prof: Então qual é o formato que ia caber mais?	P3
38	A2 e A4: No círculo.	N4
39	Prof: Por que o círculo?	P3
40	A4: Porque cabe mais peteca. Porque quando a gente usa os outros formatos, eles ficam querendo se transformar no círculo pra poder caber.	N4

Fonte: Produzido com base nas informações constituídas durante a pesquisa de Almeida (2017)

No turno 29, a professora-monitora buscava verificar se os discentes conseguiam compreender e correlacionar, mesmo que empiricamente, as relações matemáticas de área e perímetro levantadas, independentemente das situações que essas pudessem ser apresentadas.

Com isso, ela inicia com uma pergunta de Nível P4, procurando instigar nos alunos a utilização das informações discutidas anteriormente como suporte para resolução de um novo problema. Como resposta, A4 manifesta Habilidade Cognitiva de Alta Ordem, com Nível N4, na qual exibe capacidade de aproximar suas ideias a conceitos matemáticos discutidos anteriormente com a nova proposta que lhe é apresentada.

De acordo com Zoller, Dori e Lubezky (2002), a figura do educador durante esse processo de transição de Habilidades Algorítmicas para Habilidades de Alta Ordem, é fundamental, sobretudo se este for capaz de criar problemas complementares nos quais os estudantes sintam-se desafiados a solucioná-los.

Suart (2008) e Coelho (2016) complementam essa afirmação, pois ressaltam que problemas instigantes e desafiadores desenvolvem nos estudantes estímulos maiores para uma participação mais assídua durante as atividades propostas. Esse fato pode ser evidenciado no turno 31 e 33, quando a professora-monitora elabora perguntas de Nível P4, objetivando que os alunos esclareçam as observações que estão sendo feitas.

Como resultado dessa intervenção, nos turnos 36 e 38, respectivamente, os alunos manifestam ascensão de habilidades de Nível N2 para N4, corroborando com as afirmações de Zoller, Dori e Lubezky (2002) a respeito dos problemas complementares e desafiadores.

Por fim, no turno 40 identificamos Habilidade Cognitiva de Alta Ordem, assinaladas por meio do Nível N4, em que A4 analisa as variáveis do problema, elencando os elementos que os compõe, além de sugerir possíveis soluções para o mesmo.

Depois de ambos os grupos solucionarem a problemática, a professora-monitora iniciou as etapas "tomando consciência de como foi produzido o efeito desejado" e "dando explicações causais" (CARVALHO et al., 2009), que aconteceram simultaneamente.

Assim sendo, para envolver os alunos nessa fase, alguns questionamentos foram feitos, tais: "Então vamos socializar o que vocês encontraram? Para resolver o problema, como vocês fizeram?"; "Qual o formato que a cidade deve ter?"; "Como vocês chegaram a essa conclusão de que o muro circular cabia mais?"; "Quais foram as outras formas que vocês fizeram?"; "Como vocês pensaram nos outros formatos além do círculo?".

A esse respeito, Suart (2008, p. 76) esclarece que "não se pode esperar que o aluno desenvolva uma resposta de alto nível cognitivo se não for estimulado para isso". Até mesmo porque, de acordo com Coelho (2016), a qualidade das respostas elaboradas pelos alunos está diretamente ligada aos questionamentos que são requeridos pelos docentes, o que evidencia a importância da figura do professor-monitor durante o processo de desenvolvimento de Habilidades Cognitivas pelos alunos (ZOLLER; DORI; LUBEZKY, 2002).

Conforme colocam Carvalho et al. (2009) e Carvalho (2013), essas indagações levaram os estudantes a expor o caminho tomado para solucionar a problemática procurando dar explicações para o fenômeno investigado, bem como destacar as hipóteses levantadas e o motivo de terem sido refutadas. Logo, por meio desse relato, os educandos tomaram consciência do exercício manipulativo desenvolvido e começaram a ação intelectual da atividade, que buscava levá-los à interpretação e compreensão dos conceitos introdutórios de área e perímetro.

No sábado seguinte, aconteceu a fase "Relacionando atividade e cotidiano", em que se procurou sistematizar e contextualizar o conhecimento gerado no encontro anterior, discutindo os principais conceitos, ideias e dúvidas que surgiram (CARVALHO et al., 2009).

Para tanto, a professora-monitora utilizou vários tipos de estratégias e recursos didáticos, tais como apresentações em slides, vídeos, imagens, jogos, debates e simulação de situações. Com isso, ela buscava aproximar a atividade experimental promovida com os conceitos matemáticos de área e perímetro, mostrando que o contorno da cidade correspondia ao perímetro e que as casas ocupavam sua área total.

Segundo Suart (2008) e Coelho (2016), essas atividades instigantes e interativas levam os estudantes a utilizarem informações adquiridas anteriormente em discussões que permitiam a reflexão os conceitos em estudo e sua aplicabilidade no cotidiano, auxiliando no desenvolvimento e manifestação de Habilidades Cognitivas.

Dessa maneira, o Episódio 4 a seguir procura demonstrar os discursos dos estudantes durante a aproximação com a realidade:

Quadro 6: Episódio 4 – Momento de aproximação com a realidade

Turno	Discurso	Análise
41	A4: Professora é interessante que as nossas casas elas têm uma forma.	N5
42	Prof: Verdade. Elas têm uma forma. Essas casas têm formato circular? Tem o formato da petequinha?	P4
43	A1, A4 e A7: NÃO...	N4
44	A7: Não, mas tem casa que é retângulo. Tem casa que é quadrada...	N5
45	Prof: Então se eu fosse construir uma casa. As casas são todas quadradas, retangulares... E se eu fosse construir uma casa que eu quisesse ter mais e mais espaço, qual formato ela teria que ter então?	P4
46	A5: Tem muito no formato quadrado.	N5
47	Prof: Para eu ter mais espaço na nossa cidade eu usei um formato, se fosse uma casa qual seria?	P4
48	A7: É, mas porque é difícil ver construir uma casa no formato de círculo.	N4
49	Prof: É mais difícil de você construir né.	P2
50	A5: Uma casa em círculo ia fica bem estranho.	N2
51	A4: Eu acho que ia ficar normal.	N2
52	A7: É igual as casas de filme. Eu assisti um filme que as casas dos pinguins eram tipo um círculo (<i>referência ao formato dos iglus</i>).	N5
53	Prof: Tipo um círculo... por que eles têm as casas no formato de círculo? Eles querem o que?	P4
54	A1 e A4: Mais espaço...	N4
55	Prof: Mais espaço (<i>confirmando com a cabeça</i>). Então eles estão certos, errados estamos nós que construímos um quadrado. Eles constroem na forma de círculo porque eles querem mais espaço.	P4
56	A7: Mas como é pra eles construírem na forma de círculo?	
57	A4: Eles marcam o espaço e ao invés deles construírem na forma de quadrado eles constroem na forma de círculo.	

Fonte: Produzido com base nas informações constituídas durante a pesquisa de Almeida (2017)

Nesse episódio, A4 já inicia sua fala demonstrando Habilidades Cognitivas de Nível N5, o que para Zoller e Pushkin (2007) é definido como a capacidade de identificar características do problema em outros contextos, no qual a tomada de consciência e o pensamento crítico se tornam mais evidentes.

Não obstante a isso, a professora-monitora procura complementar a ideia do estudante com uma pergunta de Nível P4, na qual se destaca a preocupação em utilizar as próprias afirmações do aluno como indícios a novas inquietações. Dessa forma, a resposta dos estudantes, apesar de serem bem diretas, conseguem expressar suas ponderações acerca do que está sendo observado, não só no experimento realizado, mas ainda complementando as ideias de A4.

O estudante A7, por sua vez, expressa Habilidades Cognitivas de Alta Ordem, ao afirmar que existem casas de diferentes formatos, buscando aproximações com sua realidade para explicar seus argumentos. Miri, David e Zoller (2007) consideram essa comparação como algo de grande valia quando se almeja promoção de HOCS nos estudantes.

Nos turnos 46 e 48, os alunos demonstraram não entender o problema colocado, pois apesar de compreenderem que o melhor formato é o círculo, eles não conseguem visualizar a construção de casas nessa forma em cidades.

Contudo, a professora-monitora, apesar de concordar com eles, no turno 49, se propõe a auxiliar na elaboração de discursos que promovam habilidades de recordação, comparação, utilização de ideias discutidas em momentos anteriores. Tais falas dos estudantes são evidenciadas nos turnos 50 e 51, sendo caracterizadas por Habilidades Cognitivas de Baixa Ordem (ZOLLER; PUSHKIN, 2007).

Com a colocação de A7, no turno 52, percebemos novamente o aparecimento de Habilidades de Alta Ordem de Cognição, uma vez que a partir da recordação do momento de um filme, em que foi percebida a construção de casas (iglus) em formato de círculo, o estudante promove suas observações para além do contexto discutido.

Nesse aspecto, a professora-monitora utiliza a fala do aluno para construir sua observação de Nível P4, na qual objetiva complementar a ideia e trazer novas inferências para a discussão. Assim, a partir do turno 54 os alunos evidenciam a capacidade de compreensão do problema, em que identificaram os conceitos utilizados e elaboraram hipóteses para resolução do problema (ZOLLER; PUSHKIN, 2007).

A partir da observação dos discursos desenvolvidos, conseguimos constatar que por meio da experimentação investigativa proposta, os discentes perceberam e comprovaram empiricamente o teorema isoperimétrico, apresentando diferentes níveis de Habilidades Cognitivas. Haja vista que os estudantes discutiram e explicitaram suas compreensões de que para se obter o máximo de casas construídas (área) com o mínimo de muros (perímetro), a cidade deveria ter a forma circular (ALMEIDA, 2017).

Desta maneira, partiu-se de uma situação concreta, na qual os alunos desenvolveram relações mentais importantes, para que se construísse o conhecimento matemático (LORENZATO, 2010; COELHO, 2016). Lorenzato (2010) coloca que tal caminho de formação e compreensão de conceitos pode parecer contraditório, principalmente para os matemáticos. Entretanto, o real palpável possibilita a primeira aprendizagem, para que, em seguida, sejam realizadas as abstrações necessárias.

Considerações finais

Essa investigação procurou analisar os diferentes níveis de Habilidades Cognitivas percebidos nos discursos de um grupo de alunos participantes de um Clube de Ciências, ao resolverem uma atividade experimental investigativa de Matemática. Percebemos que em diversas ocasiões as inferências e observações da professora-monitora contribuíram diretamente para o nível de habilidade manifestado.

Dentro disso, as perguntas realizadas apresentaram graus de dificuldades que variavam conforme a situação apresentada, sendo que, demonstraram níveis de P1 a P4. Identificamos ainda que conforme se aumentava o grau de complexidade das indagações, níveis mais altos de Habilidades Cognitivas eram desenvolvidos e manifestados pelos alunos.

A Sequência de Ensino Investigativo desenvolvida no Clube de Ciências “Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz”, auxiliou consideravelmente para as Habilidades Cognitivas fossem alcançadas, já que seus pressupostos estabelecem um ensino dinâmico, no qual os próprios alunos puderam desenvolver competências matemáticas de Alta Ordem. Nesse aspecto, as habilidades identificadas alternaram de N1 a N5, sendo que, conforme as discussões evoluíam ao longo da investigação, as capacidades e competências dos estudantes ascendiam.

Outro fator essencial para o desenvolvimento dessas habilidades de cognição foi a cooperação percebida na relação aluno/aluno e aluno/professor-monitor, já que ao professor-monitor cabe a responsabilidade de contribuir para a construção do conhecimento do matemático, por meio de perguntas capazes de problematizar o que estava sendo discutido, colaborando com as discussões propostas, norteando o caminho a ser seguido pelo grupo, no entanto, sem dar quaisquer respostas durante esse processo.

Dessa análise, admitimos ainda que a dinâmica presente em meio a esses aspectos destacados, tornou-se capaz de motivar os alunos durante cada etapa realizada, sobretudo, àquelas nas quais apresentaram maior dificuldade em conseguir aproximar as descobertas realizadas de suas vivências cotidianas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e do PNPd.

Referências

- ALMEIDA, W. N. C. **A argumentação e a experimentação investigativa no ensino de Matemática: O Problema das Formas em um Clube de Ciências.** 2017. 109 f. Dissertação (Mestrado em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas) – Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.
- BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal.** - São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo.** 1. ed., 3. reimp. – São Paulo: Edições 70, 2011.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação.** Porto: Porto Editora, 1994.
- CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias.** 2. ed. – Ijuí-RS: Ed. Unijuí, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de Ciências por Investigação:**

- Condições para implementação em sala de aula – São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20, 2013.
- CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R, REY, R. C. **Ciências no ensino fundamental: O conhecimento físico** – São Paulo: Scipione, 2009.
- CAZZOLA, M., Problem-Based Learning and Mathematics: Possible Synergical Actions. In: GOMEZ CHOVA, L.; MARTÍ BELENGUER, D.; CANDEL TORRES, I. (Org.) **International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI) Proceeding, International Association of Technology, Education and Development (IATED)** – Espanha: s. n., 2008.
- COELHO, A. E. F. **Desenvolvimento de Habilidades Cognitivas em um Curso de Férias: A construção do conhecimento científico de acordo com a Aprendizagem Baseada em Problemas**. 2017. 101 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.
- DOLCE, O.; POMPEO, J. N. **Fundamentos da Matemática Elementar (Volume 9): Geometria Plana**. 9. ed. – São Paulo: Atual, 2013.
- GUERRA, L. B. O diálogo entre a Neurociência e a Educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocução**. v.4, n. 4, p. 3-12, 2011.
- LIPMAN, M. **O pensar na educação**. Petrópolis: Vozes, 1995.
- LORENZATO, S. **Para aprender matemática**. 3. ed. – Campinas-SP: Autores associados, 2010.
- MALAYER, M.; PUJOL, R.; MARTINEZ, A. D'A. Análisis de actividades y preguntas propuestas sobre el tema de la estructura de la materia en textos universitarios de Química General. **Investigación Educativa**. v. 16, n. 1, p. 93-98, 2005.
- MALHEIRO, J. M. S. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. **Actio: Docência em Ciência**, v. 1, n. 1, p. 107-126, jul./dez., 2016.
- MATURANA, R. H. **Cognição, ciência e vida cotidiana** (org. e tradução: Cristina Magro e Victor Paredes). Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001.
- MIRI, B.; DAVID, B. C.; ZOLLER, U. Purposely Teaching for the Promotion of Higher-order Thinking Skills: A Case of Critical Thinking. **Science Education**. v. 2, n. 27, p. 353-369, 2007.
- MORETO, F. A. **Problema isoperimétrico e aplicações para o ensino médio**. 2013. 63f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista - Rio Claro (SP): UNESP, 2013.
- MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 10. ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- STERNBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva**. 5. ed. São Paulo, SP: CENGAGE Learning, 2010.
- SUART, R. C. **Habilidades Cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, Instituto de Física, Instituto de Química, Faculdade de Educação e Instituto Biociências, São Paulo, 2008.

VIEIRA, F.B.P.; RODRIGUES, L.B.; AGUSTINI, E. O teorema isoperimétrico e o problema da cerca. **FAMAT em Revista**, n. 4, p. 141- 152, abril, 2005.

YARDEN, A.; BRILL, G.; FALK, H. Primary literature as a basis for a high-school biology curriculum. **Journal of Biological Education**. v. 35, n. 4, 2001.

ZOLLER, U. From Teaching-to-Know-to-Learning-to-Think for Sustainability: What Should it Take? And How to Do it? **Academic Star Publishing Company**. v. 1, n. 1, p. 34-40, 2011.

ZOLLER, U.; DORI, Y.; LUBEZKY, A. Algorithmic and LOCS and HOCS (Chemistry) Exam Questions: Performance and Attitudes of College Students. **International Journal of Science Education**. v. 24, n. 2, p. 185-203, 2002.

ZOLLER, U.; PUSHKIN, D. Matching Higher-Order Cognitive Skills (HOCS) promotion goals with problem-based laboratory practice in a freshman organic chemistry course. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 8, n. 2, p. 153-171, 2007.