

**O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES COGNITIVAS EM  
REGISTROS GRÁFICOS E ESCRITOS DE UM CLUBE DE  
CIÊNCIAS**

**THE DEVELOPMENT OF COGNITIVE SKILLS IN GRAPHIC  
AND WRITTEN RECORDS OF A SCIENCE CLUB**

**EL DESARROLLO DE HABILIDADES COGNITIVAS EN  
REGISTROS GRÁFICOS Y ESCRITOS DE UN CLUB DE  
CIENCIAS**

**Willa Nayara Corrêa Almeida<sup>1</sup>**  
**Antonia Ediele de Freitas Coelho<sup>2</sup>**  
**João Manoel da Silva Malheiro<sup>3</sup>**

**Resumo**

O presente estudo analisa os níveis de Habilidades Cognitivas em registros gráficos e escritos desenvolvidos por estudantes de um Clube de Ciências, durante a etapa do Escrevendo e Desenhando de uma atividade experimental investigativa. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, sendo utilizada a Análise de Conteúdo para interpretação de 30 produções. O espaço analisado é considerado um ambiente não formal destinado ao ensino, pesquisa e extensão de ações didáticas voltadas às Ciências e Matemáticas. A atividade experimental investigativa aplicada foi intitulada “Problema da Água que não Derrama” e explorou as propriedades ligadas à tensão superficial da água. Durante as análises realizadas, identificamos que as Habilidades Cognitivas desenvolvidas pelos estudantes em seus registros relacionam-se diretamente à proposta almejada pela utilização da experimentação investigativa, sendo possível verificar níveis que variaram entre Baixa e Alta Ordem de Cognição, definidos entre N2 e N5 de Habilidades Cognitivas.

**Palavras-chave:** Ensino por Investigação; Cognição; Análise de Registros; Escrita e Desenho.

**Abstract**

The present study analyzes the levels of Cognitive Abilities in graphic and written records developed by students of a Science Club, during the Writing and Drawing stage of an experimental investigative

---

<sup>1</sup>Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Docente da Secretaria de Educação do Estado do Pará. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1449-9266>, Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2751639119658256>, E-mail: [willa.almeida@hotmail.com](mailto:willa.almeida@hotmail.com).

<sup>2</sup>Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre em Educação em Ciências e Matemáticas pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Docente da Universidade Federal do Pará (Campus Castanhal). Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4715-4595>, Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0813809698670511>, E-mail: [ediele.freitas@gmail.com](mailto:ediele.freitas@gmail.com).

<sup>3</sup>Pós-Doutor em Ciências da Educação (Universidade do Porto), e em Educação para a Ciência (Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Bauru). Doutor em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista (UNESP- Campus Bauru). Docente Associado II da Universidade Federal do Pará. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2495-7806>, Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7502225344402729>, E-mail: [joaomalheiro@ufpa.br](mailto:joaomalheiro@ufpa.br).

activity. The research is characterized as qualitative, using Content Analysis for the interpretation of 30 productions. The space analyzed is considered a non-formal environment destined to the teaching, research and extension of didactic actions directed to Sciences and Mathematics. The applied experimental investigative activity was titled "Non-Pouring Water Problem" and explored the properties attached to the surface tension of the water. During the analyzes, we identified that the Cognitive Skills developed by the students in their records are directly related to the proposal sought by the use of the investigative experimentation, it was possible to verify levels ranging from Low to High Order of Cognition, defined as N2 and N5 of Cognitive Abilities.

**Keywords:** Investigative Teaching; Cognition; Analysis of Records; Writing and Drawing.

### Resumen

El presente estudio analiza los niveles de Habilidades Cognitivas en registros gráficos y escritos desarrollados por estudiantes de un club de ciencias, durante la etapa de escritura y dibujo de una actividad experimental de investigación. La investigación se caracteriza por ser cualitativa, utilizando el Análisis de Contenido para interpretar 30 producciones. El espacio analizado se considera un entorno no formal para la enseñanza, la investigación y la extensión de acciones didácticas dirigidas a Ciencias y Matemáticas. La actividad experimental de investigación aplicada se tituló "Agua que no derrama problema" y exploró las propiedades vinculadas a la tensión superficial del agua. Durante los análisis llevados a cabo, identificamos que las Habilidades Cognitivas desarrolladas por los estudiantes en sus registros están directamente relacionadas con el objetivo buscado por el uso de la experimentación investigativa, habiendo sido posible verificar niveles que variaron entre Bajo y Alto Orden de Cognición, definidos entre N2 y N5 de Habilidades cognitivas.

**Palabras clave:** Docencia en Investigación; Cognición; Análisis de Registros; Escritura y Dibujo.

### Introdução

As práticas sociais contemporâneas são marcadas por uma diversidade linguística, cultural e tecnológica, que utilizam vários meios para transmitir informações. Nessas situações, a forma mais tradicional de comunicação é a oral, entretanto, o uso de textos e imagens é cada vez mais utilizado pela sociedade, com o objetivo de tornar completas as ideias expostas (Sasseron & Carvalho, 2010).

A utilização dos registros gráficos e escritos pelos estudantes pode representar aspectos da interação com a realidade por eles conceituada. Assim, conforme as colocações de Cappelle e Munford (2015), a aprendizagem se constitui a partir da internalização dos processos que são estabelecidos no plano social do ambiente escolar, em que a linguagem oral, escrita e gráfica atuam como ferramentas mediadoras na construção do conhecimento científico.

A produção de desenhos se configura como uma parte integrante da construção e comunicação dos conceitos, ao auxiliar os alunos na construção de representações e raciocínios do que está sendo estudado, bem como no desenvolvimento de Habilidade Cognitivas (Oliveira & Carvalho, 2005; Coelho, 2016). Logo, o educador deve promover momentos em sala de aula que levem os alunos a escutar, oralizar, escrever e desenhar sobre o conhecimento científico, favorecendo seu progresso social e cognitivo.

O ensino de Ciências por investigação surge como um método ativo de aprendizagem que usa múltiplas linguagens para despertar o interesse e a participação assídua do discente. Nesse contexto, o Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz, da Universidade Federal do Pará (UFPA) - Campus Castanhal, desenvolve atividades que almejam uma educação significativa em Ciências e Matemática, a partir da utilização de variadas formas de linguagem. Este espaço adota a experimentação investigativa como uma proposta pedagógica construtivista e interdisciplinar que favorece o desenvolvimento de Habilidades Cognitivas, uma vez que os alunos são percebidos como o centro do processo de ensino e aprendizagem (Malheiro, 2016).

As Habilidades Cognitivas podem ser alcançadas por meio da resolução de um problema real, demonstrando um Baixo ou Alto Nível de Cognição, a partir de categorias denominadas de Algorítmicas, Habilidades Cognitivas de Baixa Ordem e Habilidades Cognitivas de Alta Ordem. Tal categorização foi adaptada em cinco níveis que estão relacionados aos registros gráficos e escritos produzidos pelos alunos (Miri, David & Zoller, 2007; Suart, 2008; Coelho, 2016).

Dessa forma, os estudantes são estimulados de maneira intrínseca para solucionar problemas, pois realizam atividades desafiadoras que costumam ser atraentes e geradoras de satisfação. Neste caso, a motivação para aprender surge como um constructo multidimensional que pode ser caracterizado por teorias pessoais a respeito da própria inteligência, metas de realização ou autoconceito que, nesta pesquisa, podem ser evidenciados nos registros gráficos e escritos analisados (Neves & Boruchovitch, 2004).

Tendo em vista esse cenário, objetivamos analisar os níveis de Habilidade Cognitivas manifestados em registros gráficos e escritos desenvolvidos por estudantes do Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz, durante a etapa do Escrevendo e Desenhando de uma atividade experimental investigativa.

### **Cognição e as Habilidades Cognitivas**

Em se tratando de cognição humana, devemos estar cientes de que esse processo envolve, entre outros aspectos, a maneira como as pessoas aprendem, suas percepções, recordações, além de considerarmos a inteligência como sua principal estrutura organizadora (Sternberg, 2010). Compreende também competências cerebrais que são

essenciais para a obtenção do conhecimento, tais como habilidades de raciocínio, memória, abstração, criatividade, atenção e linguagem (Teixeira, 2000).

A cognição pode então ser compreendida como um processo pelo qual o indivíduo conhece e percebe uma nova informação, transformando-a em saber, dando significados e construindo estruturas cognitivas. A pessoa é capaz de solucionar problemas, bem como assume a competência de criticá-los, oferecendo-lhes as capacidades necessárias para enfrentar situações ambíguas ou verdades concorrentes, sendo essas algumas das características que evidenciam o conhecimento (Sternberg, 2010).

O ato de refletir, para Sternberg (2010), deve ser considerado como um processo inerente ao conhecimento. Para este autor “o conhecimento sem reflexão é inútil, e a reflexão sem conhecimento é vazia” (p. 7), significa dizer que, é preciso que exista uma correspondência na relação existente entre a aprendizagem de conceitos e a reflexão que se constitui durante este processo.

De acordo com Zoller e Pushkin (2007), a cognição humana é responsável pela competência de os alunos solucionarem situações problemas dentro e também fora do contexto escolar, além de envolver aptidão para tomar responsabilidade e controle sobre a mente. Deste modo, é por meio da razão que o indivíduo desenvolve a destreza de pensar e decidir sobre o que fazer ou não em cada situação.

Em sala de aula, a aprendizagem depende da motivação do aluno para se constituir. Neste caso, existem duas vertentes que envolvem as orientações motivacionais: a intrínseca, na qual o aluno se envolve na busca por solucionar um problema em razão de seus interesses pessoais, por considerá-lo atraente, gerador de satisfação. E a extrínseca, que comumente se caracteriza pelo desejo de obter recompensas externas, materiais ou sociais, para atender solicitações ou pressões de outras pessoas, ou de demonstrar competências e habilidades (Neves & Boruchovitch, 2004).

Nesse contexto, as Habilidades Cognitivas podem ser evidenciadas por meio da manifestação de mudanças pertinentes nos indivíduos envolvidos em ações, que permitem desenvolver e manifestar níveis de competências que ocorrem em consequências das experiências adquiridas por meio das relações sociais (Gatti, 1997).

Ao pensar são estabelecidas inter-relações entre ideias, conceitos e atitudes, que são confirmadas ou transformadas em novas ações para a manifestação do que é nomeado como “pensar bem”. Por isso, Zoller e Pushkin (2007) sugerem a estimulação de Habilidades Cognitivas por meio do vínculo com a problemática e o contexto em que estão sendo trabalhadas as atividades propostas.

Para que ocorram tais Habilidades, os alunos geralmente perpassam 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). Assim, a aprendizagem de conceitos científicos e as discussões propostas pelo professor-monitor<sup>4</sup> são imprescindíveis para que as competências se manifestem cognitivamente.

Zoller e Pushkin (2007, p. 156) evidenciam que durante esse processo de avanço do “local em que se está para onde se quer chegar” podem aparecer algumas dificuldades caso o auxílio demonstrado pelos professores-monitores não seja capaz de suprir as necessidades apresentadas pelos alunos.

Acrescentamos que tanto o pensamento quanto o conhecimento são identificados como fatores determinantes para a manifestação de Habilidades Cognitivas que podem ser identificadas por meio da capacidade de contextualização, resolução de problemas e a consideração das estratégias ou hipóteses levantadas durante esse processo.

Ressaltamos que pensar, lembrar e conhecer são realmente importantes, mas “muitas informações não se traduzem em conhecimento se a cognição do aluno não é estimulada” (Zoller & Pushkin, 2007, p. 161). Logo, evidenciamos a necessidade de práticas que não se resumam a discussões teóricas, mas que estimulem e desafiem a mente do discente, tornando-o capaz de alcançar os diferentes níveis de Habilidades Cognitivas.

### **Os níveis de Habilidades Cognitivas**

As Habilidades Algorítmicas que abrangem o Nível 1 de cognição são vistas como uma categoria única, que se refere a capacidade de exposição de pensamento,

---

<sup>4</sup> Nessa pesquisa, o professor será representado pela figura do “professor-monitor”, que é a pessoa responsável por guiar as atividades desenvolvidas no Clube de Ciências, local em que ocorreu a constituição empírica dos dados. A partir desse momento passaremos a utilizar unicamente esse termo.

ideias ou conceitos por meio da memorização de algum conteúdo estudado anteriormente (Zoller & Pushkin, 2007).

As Habilidades Cognitivas de Baixa Ordem abrangem os Níveis 2 e 3 de cognição e consideram as definições formais e equações, que se resumem a lembrar, saber, definir e identificar fórmulas ou conceitos memorizados que podem ser aplicados unicamente em situações já conhecidas (Zoller et al., 2002).

As Habilidades Cognitivas de Alta Ordem, por sua vez, correspondem aos Níveis 4 e 5 de cognição e configuram a resolução de problemas envolvendo a investigação, análise de variáveis, promoção das hipóteses para a resolução de uma problemática, bem como a construção do pensamento crítico e da tomada de decisão (Zoller et al., 2002).

Essas três categorias, com seus respectivos níveis, podem ser simplificadas para evidenciar quais os objetivos dos alunos ao expressarem verbalmente suas ideias, bem como as condições cognitivas em que se encontram. Procuramos aproximar essa categorização às Habilidades Cognitivas que emergem a partir de registros gráficos e escritos realizados pelos estudantes participantes de um Clube de Ciências.

Assim, propomos novos níveis de análise baseados nas perspectivas de Zoller et al. (2002), pois compreendemos que nos estudos realizados pelos pesquisadores são investigadas apenas as interações verbalizadas pelos alunos ao longo de uma atividade experimental, enquanto que nesta pesquisa almejamos analisar os registros gráficos e escritos dos estudantes, por entendermos que esse tipo de comunicação necessita de outras formas de análises que não se restrinjam àquelas oralizadas.

A partir dos momentos didáticos desenvolvidos no Clube de Ciências investigado, podemos identificar que os registros nem sempre são acompanhados de escritos, porém as informações trazidas por meio dos desenhos definem Habilidades Cognitivas capazes de compreender níveis que se manifestam de maneira evidente.

Dessa forma, os Níveis 1 e 2 compreendem desenhos e escritos sucintos em formato de legenda. Enquanto que os Níveis 3, 4 e 5 podem ou não apresentar representações gráficas. Além disso, defendemos que a utilização das imagens aparece na maior parte dos registros, pois os alunos consideram desenhar uma maneira acessível de descrever como e por quê realizaram as etapas das atividades experimentais.

Destacamos que as descrições presentes no Quadro 1 a seguir compreendem o que se almeja alcançar em cada categoria, a partir dos atos realizados pelos discentes ao longo de uma atividade experimental investigativa. Assim, que descrevemos os níveis conforme os registros gráficos e escritos, em que são destacados o desenvolvimento cognitivo obtido pelos estudantes ao escreverem e desenharem durante o momento didático.

Quadro 1: Habilidades Cognitivas em registros gráficos e escritos

<b>Categoria Algorítmica (ALG)</b>	
Nível 1 (N1)	Faz-se a utilização de desenhos sem quaisquer escritos em forma de legenda ou outro conteúdo que procure descrevê-los.
<b>Categoria de Baixa Ordem (LOCS)</b>	
Nível 2 (N2)	Os desenhos são acompanhados de legendas, mas sem outras explicações que os especifiquem.
Nível 3 (N3)	Os registros podem vir acompanhados de desenhos, todavia estão presentes escritos simples que descrevem as atividades realizadas.
<b>Categoria de Alta Ordem (HOCS)</b>	
Nível 4 (N4)	Neste nível os registros possuem conteúdos escritos que explicam claramente as etapas das atividades realizadas, enfatizando o conhecimento científico envolvido. Os desenhos podem ou não aparecer.
Nível 5 (N5)	Os registros possuem desenhos e/ou conteúdos escritos que explicam as etapas realizadas, bem como aproximação com atividades vivenciadas no cotidiano do estudante.

Fonte: Adaptado de Zoller et al. (2002), Zoller e Pushkin (2007), Suart (2008), Coelho (2016).

Ao analisarmos a categoria Algorítmica, percebemos que para alcançarem o Nível 1 (N1) de Habilidades Cognitivas os estudantes são condicionados a identificarem a situação problemática como algo já conhecido, o que os leva a expor exemplos de conteúdos estudados anteriormente, recordando informações ou explorando aquilo que está sendo discutido no momento (Zoller & Pushkin, 2007).

A partir disso, os registros gráficos e escritos que englobam N1 evidenciam desenhos pouco elaborados, demonstrativos e sem escritos que possam auxiliar no entendimento dos mesmos. Ao tentar explicar como obtiveram respostas para determinado problema, os alunos que alcançam esse nível costumam unicamente descrever os objetos utilizados para realização de tal feito.

Baseados em Zoller et al. (2002), Zoller e Pushkin (2007), compreendemos que nesta etapa de desenvolvimento cognitivo os alunos ainda estão começando a reconhecer a situação problemática e as respostas costumam ser baseadas em tentativas

de associação com informações pré-existentes ou fundamentadas na descrição fiel da atividade.

Para a categoria de Baixa Ordem de Cognição, no Nível 2 (N2), é almejado que os estudantes possam não somente compreender o problema, mas também buscar alternativas para tentar solucioná-lo. É possível identificar ainda que o aluno, apesar de reconhecer a questão proposta e o que deve ser realizado para encontrar soluções plausíveis, ainda não identifica as variáveis da problemática e dá respostas sem justificativas aceitáveis a suas ideias ou hipóteses, muitas vezes desconsiderando informações relevantes que poderiam auxiliá-lo durante a realização das atividades mais práticas (Zoller & Pushkin, 2007; Suart, 2008).

Em relação aos registros gráficos e escritos, no N2 já podemos perceber algumas legendas que acompanham os desenhos, conferindo-lhes um significado ou esclarecimento das imagens produzidas. Entretanto, não são apresentadas explicações congruentes com as atividades realizadas, já que os estudantes ainda não estabelecem um controle notório sobre a seleção das informações representadas.

No Nível 3 (N3), percebemos uma maior proximidade com a Alta Habilidade de Cognição. Porém, mesmo que os estudantes sejam capazes de resolver os problemas, muitas vezes utilizam resoluções não fundamentadas conceitualmente ou simplesmente empregam métodos de tentativa e erro para obter uma solução mais coerente aos seus objetivos iniciais. Logo, os educandos reconhecem as variáveis do problema, muito embora não identifiquem seus significados conceituais (Zoller et al., 2002; Coelho, 2016).

Em N3, os registros também são acompanhados de legendas e possuem indícios de algumas explicações sobre seus significados. Apesar dos escritos ainda serem bem simples conceitualmente, já esclarecem algumas informações que evidenciam o entendimento do que o discente se propôs investigar, descrevendo os passos para a realização da atividade. Ademais, em algumas ocasiões, essa explicação pode acontecer por meio da utilização de desenhos que descrevem o passo a passo do caminho tomado.

Para as Habilidades Cognitivas de Alta Ordem, o Nível 4 (N4) evidencia o momento em que se compreende as informações relevantes do problema, suas variáveis e as principais hipóteses levantadas para solução do problema (Zoller et al., 2002; Suart, 2008; Coelho, 2016).

Quanto aos registros gráficos e escritos, em N4as explicações das descobertas se tornam evidentes, descrevendo com destreza as etapas realizadas para solucionar a problemática. Nessa ocasião, os desenhos podem aparecer ou não, pois as explanações escritas são capazes de esclarecer as primeiras proximidades com o conhecimento.

A partir dessas produções, os alunos conseguem expor suas hipóteses iniciais, observações e análises por meio das etapas realizadas e, por fim, consideram as respostas obtidas, esclarecendo que são capazes de identificar, pesquisar e tentar resolver a problemática apresentada.

O Nível 5 (N5) se caracteriza como o estágio em que o estudante se torna capaz de aproximar o problema proposto a contextos que não se limitam ao que está sendo discutido, isto é, evidencia a descoberta de uma aplicação prática de um conceito apreendido. É um saber contextualizado que o aluno constrói junto dos pares, com auxílio de alguém mais experiente (Zoller et al. 2002; Suart, 2008; Coelho, 2016).

No N5, os registros gráficos e escritos também apresentam explicações de seu significado, contudo, são enfatizados escritos que aproximam a situação problemática estudada com o cotidiano do estudante, não se limitando aos conceitos científicos, mas utilizando-os como meio de proximidade com os saberes construídos em suas vivências.

Neste Nível, nem sempre os desenhos estão presentes, mas as produções são capazes de destacar situações que descrevem o aluno como o centro do processo, pois é oportunizado que ele realize, manipule, descreva e explique as atividades realizadas, permitindo que sejam feitas aproximações dos conceitos com suas vivências cotidianas.

Para que essas Habilidades Cognitivas possam ser estimuladas e evidenciadas é necessário que os estudantes sejam envolvidos em um ambiente investigativo, de maneira que os professores-monitores possam elaborar questionamentos que incitem a elaboração de respostas orais e escritas, além de desenhos condizentes com cada categoria.

Assim, Suart (2008) e o Coelho (2016) asseguram que ao professor-monitor cabe a responsabilidade de contribuir para a construção do conhecimento científico por meio de perguntas que sejam capazes de problematizar o que está sendo discutido, colaborando com as discussões, mas sem dar respostas durante esse processo.

### **Aspectos metodológicos**

Assumimos 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, em que a fonte direta dos dados é um ambiente natural. 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, para assim chegar à interpretação válida e fidedigna dos fatos alcançados.

Para interpretação das informações, utilizamos a Análise de Conteúdo desenvolvida por Bardin (2011), que é definida como um conjunto de técnicas de análise que permitam a inferência de conhecimentos, a partir da realização de deduções lógicas e justificativas das mensagens tomadas em consideração.

O espaço investigado foi o Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz, da Universidade Federal do Pará (UFPA) - Campus Castanhal, que é destinado para o ensino, pesquisa e extensão de ações didáticas voltadas às Ciências e Matemática, almejando a popularização da ciência, a iniciação científica infanto-juvenil e a formação inicial e continuada de professores, além de auxiliar no desenvolvimento de Habilidades Cognitivas em seus alunos (Malheiro, 2016; Almeida, 2017).

Suas atividades são desenvolvidas aos sábados pela manhã, das 8h às 10h30min, com cerca de 50 estudantes do Ensino Fundamental, mais especificamente 5º e 6º anos, com idades entre 9 e 15 anos, e que residam na área entorno da universidade. Tal opção de público alvo deu-se em função da carência social e educacional existente na região.

Para alcançar os objetivos pretendidos, o Clube de Ciências promove o ensino por investigação, a partir do uso da experimentação investigativa como principal metodologia. Tal perspectiva pedagógica possui como ponto de partida um problema que para ser solucionado é necessário que se execute um experimento (Carvalho, Vannucchi, Barros, Gonçalves & Rey, 2009).

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. O segundo sábado é dedicado à sétima e última etapa, chamada de Relacionando atividade e cotidiano, na qual é realizada a contextualização e a sistematização do conhecimento construído no decorrer do experimento (Carvalho et al., 2009; Almeida, 2017).

Nesse contexto, os registros gráficos analisados foram desenvolvidos pelos discentes durante a etapa do Escrevendo e Desenhando, a qual consiste na fase da sistematização individual do conhecimento, em que o professor-monitor solicita aos estudantes que escrevam e/ou façam desenhos sobre a experiência, podendo sugerir que relatem o que fizeram, expliquem o porquê da ocorrência do fenômeno e o que aprenderam com a atividade (Carvalho et al., 2009).

Foram analisados 30 registros gráficos desenvolvidos pelos discentes do Clube, durante a etapa do Escrevendo e Desenhando de uma atividade experimental investigativa. As produções serão identificadas a partir de cada aluno que a confeccionou, sendo nomeados pela letra maiúscula A, acompanhada de números sequenciados, variando de A1 a A30.

Para melhor visualização e interpretação dos registros analisados, em alguns momentos optamos em transcrever na íntegra os escritos dos discentes, sem promover correções ou alterações gramaticais e/ou ortográficas. Destacamos em *itálico* quaisquer erros na Língua Portuguesa ou uso de coloquialismos, considerando o valor fidedigno das frases, sem modificar seu significado.

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 de suas falas, imagens e produções.

Em relação à sequência de ensino desenvolvida, esta seguiu as sete etapas da experimentação investigativa propostas por Carvalho et al. (2009), sendo intitulada “Problema da Água que não Derrama”, explorava as propriedades ligadas à tensão superficial da água.

Segundo Gomes e Clavico (2005, p. 4-5),

a tensão superficial é uma propriedade dos líquidos e ocorre devido às forças de atração que as moléculas internas do líquido exercem junto às da superfície. As moléculas situadas no interior de um líquido são atraídas em todas as direções pelas moléculas

vizinhas [...]. As moléculas da superfície do líquido, entretanto, sofrem apenas atração lateral e inferior. Esta força para o lado e para baixo cria a tensão na superfície, que faz a mesma comportar-se como uma película elástica.

Durante o experimento, os estudantes deveriam solucionar o seguinte problema: *Como não derramar a água quando virar o copo de cabeça para baixo?* Cada grupo deveria manipular os seguintes materiais: um copo, água, um palito de dente, um pedaço de tecido do tipo tule cortado em formato quadrado, papel cartão cortado em pedaços quadrados, uma liga elástica e uma bacia plástica para evitar que a água fosse derramada.

Ao visualizar esse material, os alunos o aproximaram ao tecido utilizado para confecção de mosquiteiros. O dicionário Aurélio o define como uma tela, cortina ou rede muito fina que protege ambientes e pessoas contra mosquitos (Ferreira, 2008).

Para resolver a problemática proposta, os discentes deveriam encher o copo com água, prendendo o tecido sobre sua parte superior com a liga elástica. O copo deveria ser virado para baixo com o papel cartão sendo segurado para impedir que a água caísse. Depois, os estudantes deveriam retirar o papel da “boca” do recipiente. Com essa ação, se formava uma película de água junto às fibras do tecido, o que impedia que o líquido caísse. No entanto, é importante frisar que estas instruções não foram dadas aos discentes.

Ao final das sete fases dessa atividade, os alunos chegaram à conclusão que a água não caiu devido à película formada. Esse conceito foi explanado como sendo oriundo da tensão presente na superfície da água, destacando como o mesmo se forma, suas características e aplicações. Para tanto, os professores-monitores levantaram discussões baseadas nas atividades realizadas e nos resultados obtidos pelos alunos, culminando com a utilização de vídeos, apresentação de imagens, brincadeiras e jogos, que associados às demais etapas, permitiram que os estudantes compreendessem e identificassem os conceitos abordados.

### **Habilidades Cognitivas manifestadas nos registros gráficos e escritos**

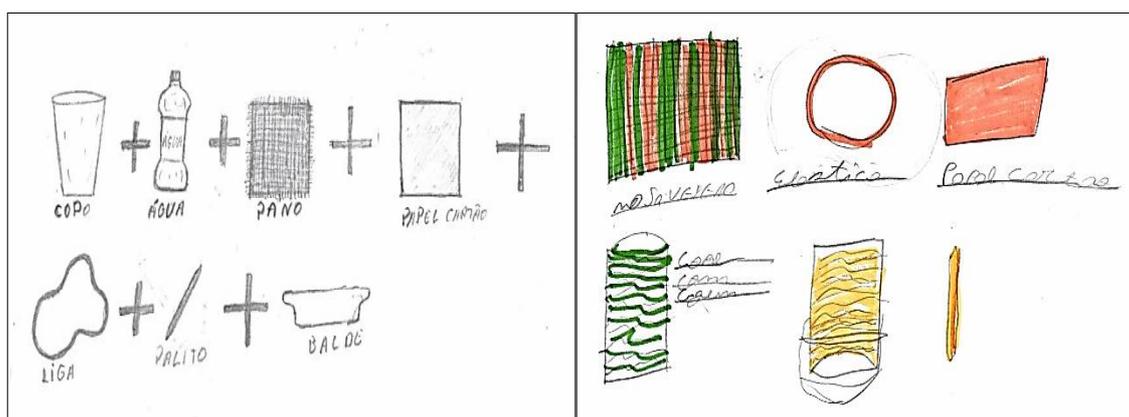
Durante a atividade experimental desenvolvida, contamos com a presença de 30 alunos, que apresentaram uma diversidade de registros gráficos e escritos que evidenciavam variados níveis de Habilidades Cognitivas. Destarte, escolhemos algumas

produções que demonstrassem as características de cada categoria, dividindo a análise de acordo com os níveis identificados.

Não obtivemos perfis que caracterizassem o N1 de Habilidades Cognitivas, pois nenhum registro apresentou desenhos descritivos simples. Isso sinaliza que a atividade experimental desenvolvida levou os estudantes a alcançarem capacidades cognitivas além da categoria Algorítmica, explorando imagens que tivessem algum conteúdo escrito.

Em relação ao N2, foram evidenciadas 7 produções em que os estudantes já conseguem reconhecer a situação problemática, embora ainda não identifiquem suas variáveis (Zoller & Pushkin, 2007). Essas características podem ser vistas na Figura 1.

Figura 1: Nível 2 de Habilidades Cognitivas



Fonte: Produzidos por A1 e A2, respectivamente.

Nesses registros percebemos uma descrição fiel dos materiais utilizados para a realização da atividade experimental investigativa, sem apresentar conteúdos escritos, afora as legendas, que pudessem expressar os caminhos percorridos e os resultados encontrados. Observamos certa semelhança nos registros por apresentarem recordações e descrições que objetivavam descrever, recriar e reproduzir o que foi visto ou realizado.

Destacamos que a presença de desenhos acompanhados de legendas foi algo relevante entre as produções que caracterizam o N2, mesmo que o conteúdo científico ainda não estivesse evidente. Por conta disso, considerando as ideias de Zoller et al. (2002), destacamos nesses registros características de Baixa Ordem de Cognição.

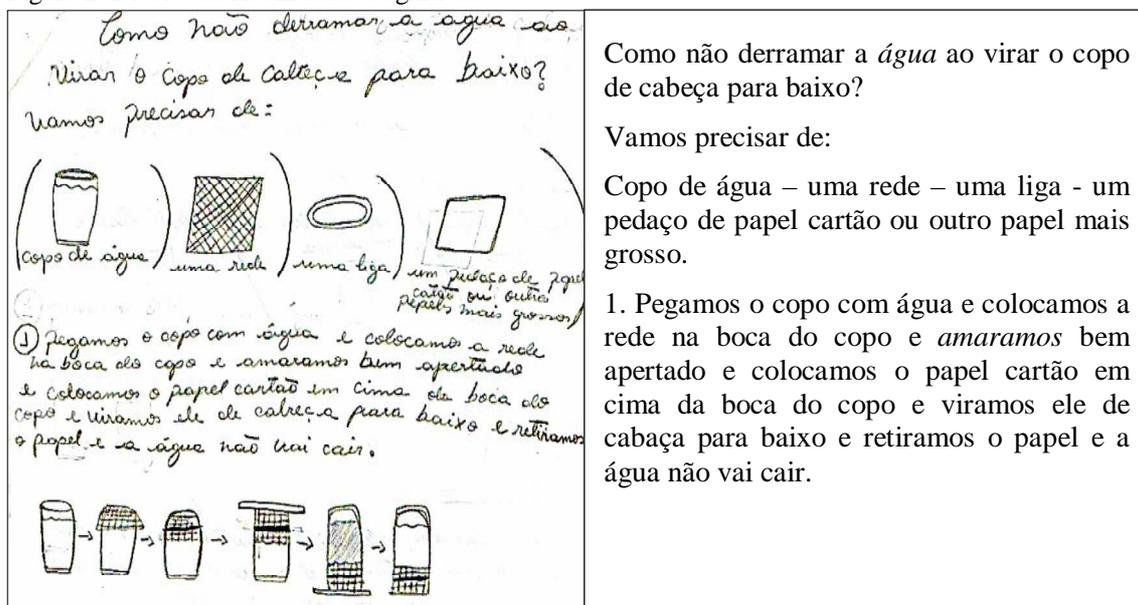
Essas Habilidades Cognitivas, apesar de não identificarem Alta Ordem de Cognição, envolvem um caminho para que estas sejam alcançadas, pois é comum que

os discentes procurem recordar o que já conhecem, ou mesmo descrevam minuciosamente os objetos que utilizaram para responder a problemática (Carvalho et al., 2009).

Nas figuras apresentadas a seguir, identificamos características referentes às Habilidades Cognitivas de N3, uma vez que surgem algumas explicações da atividade investigativa realizada, em que os alunos conseguem descrever com precisão os passos realizados para obter um resultado satisfatório, identificando as variáveis do problema.

Para este nível obtivemos 15 registros gráficos e escritos, evidenciando a maior representação dessa pesquisa. Apresentamos na Figura 2 um exemplo deste nível.

Figura 2: Nível 3 de Habilidades Cognitivas



Fonte: Produzido por A8.

Essa figura evidencia características do N3 de Habilidades Cognitivas. Percebemos proximidades maiores como que se considera Habilidade Cognitiva de Alta Ordem, ainda que apresente Habilidade Cognitiva de Baixa Ordem (Coelho, 2016). Em N3, além de reconhecer a situação problemática ao identificar como foi realizado o procedimento para busca de respostas plausíveis, os discentes são capazes de explicar como realizaram tal feito. Para Carvalho et al. (2009), esse processo é representado pela capacidade de o aluno recriar os passos seguidos para responder ao problema.

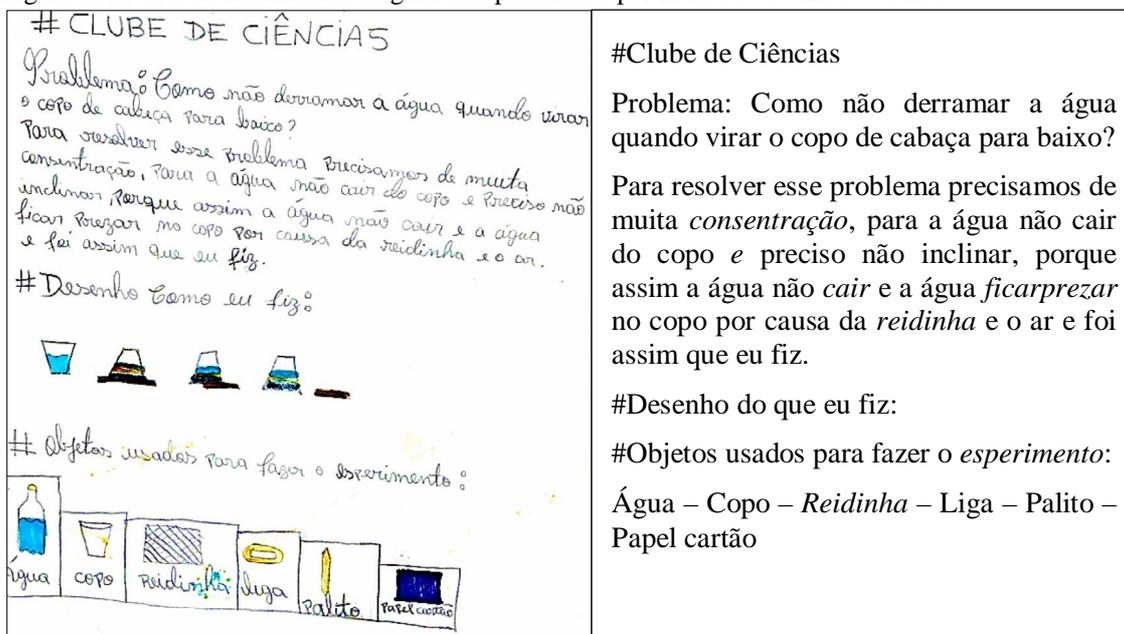
De acordo com Zoller et al. (2002), além de relembrar as etapas realizadas, os alunos ainda identificam e estabelecem processos de controle sobre as informações

transcritas, evidenciando suas variáveis, mesmo que os significados conceituais possam não ser compreendidos nesse momento.

Os discentes podem dar indícios de explicações próximas daquilo que mais chamou sua atenção, ou seja, o professor-monitor não deve esperar que seja relatado tudo exatamente como foi feito nas etapas da experimentação, já que a proposta é que os alunos estejam livres para escrever e desenhar sobre suas descobertas (Carvalho et al., 2009).

Já na Figura 3 percebemos que os desenhos são acompanhados de legendas e algumas explicações a respeito de cada etapa realizada.

Figura 3: Nível 3 de Habilidades Cognitivas apresentado por meio de desenhos e escritos



Fonte: Produzido por A11.

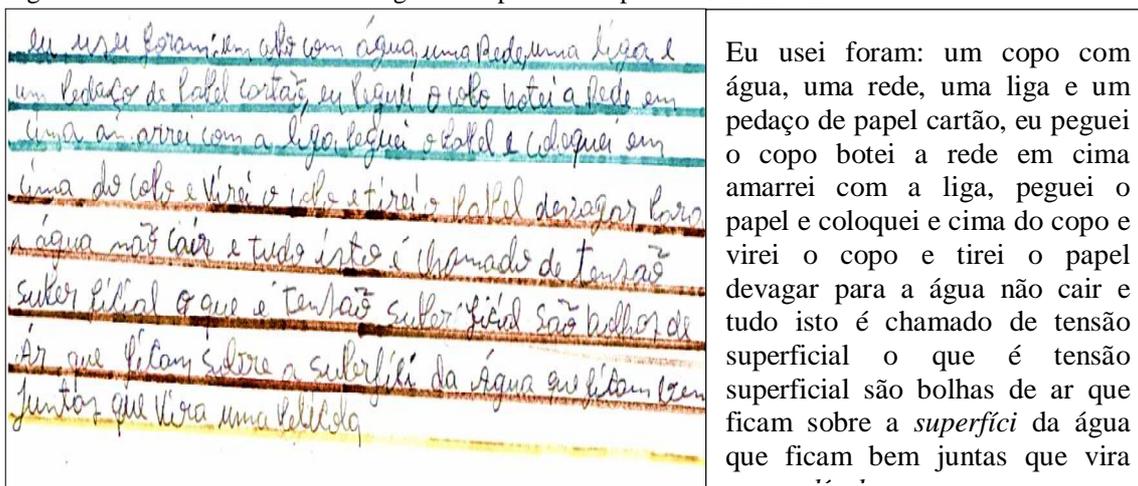
Nesse nível, os alunos podem não identificar ou estabelecer um padrão de controle para a seleção das informações registradas, demonstrando unicamente a resolução do problema sem apontar as variáveis para se chegar a essa conclusão (Miri et al., 2007).

Percebemos que N3 pode abranger, de maneira individual ou simultânea, tanto desenho com legendas quanto escritos simples que especifiquem as imagens ou ainda acrescentem alguma informação. Em ambas as situações, é possível compreender as explicações apresentadas. Tais características são notórias nos registros da Figura 3.

Apesar de os conceitos científicos ainda não estarem presentes em N3, não podemos afirmar que os alunos ainda não são capazes de relacioná-los, já que na experimentação investigativa devemos evitar a exigência de um relatório padrão, no qual se exige a apresentação de uma conclusão. É preciso considerar que “eles podem não dar explicações completas ou mesmo não dar qualquer explicação, sem que isso signifique que não tenham compreendido” (Carvalho et al., 2009, p. 43).

Já o N4 compreende justamente o momento em que o conhecimento científico passa a ser percebido pela exposição do conceito específico ligado à situação problemática apresentada (Coelho, 2016). Esse nível esteve presente em 6 registros analisados. Essas observações podem ser demonstradas por meio da Figura 4 a seguir.

Figura 4: Nível 4 de Habilidades Cognitivas apresentado por meio de escritos



Fonte: Produzido por A23.

O N4 compreende o que consideramos como Alta Habilidade de Cognição, no qual se espera que os discentes exponham, por meio de seus registros gráficos e escritos, as primeiras ideias a respeito do conceito científico abordado. Nesse nível, as produções podem ou não apresentar desenhos, pois sua estrutura escrita é capaz de dar explicações de como e por quê as etapas aconteceram (Zoller & Pushkin, 2007; Carvalho et al., 2009).

Na Figura 4 é possível evidenciar que, além de escrever sobre dados relembrados, A23 expõe a destreza para a realização da atividade experimental investigativa, bem como toda a ação necessária para alcançar o objetivo almejado.

Assim, o aluno compreende as informações relevantes do problema, suas variáveis e elabora algumas afirmações e hipóteses para a problemática inicial (Zoller et al., 2002).

Para Suart (2008), no N4 os alunos expõem um posicionamento bem definido sobre suas descobertas, o que pode ser identificado por meio da análise dos fatos que são apresentados. Assim, espera-se que o discente selecione as informações que são consideradas mais relevantes, expondo as análises que foram obtidas empiricamente, além de sugerir as prováveis soluções para este problema (Coelho, 2016).

Tais fatos podem ser percebidos na Figura 4, já que além de reduzidamente comentar sobre cada etapa e os materiais utilizados, A23 demonstrou ser capaz de nomear e explicar seus entendimentos sobre o conteúdo científico envolvido na atividade experimental investigativa.

Na Figura 5, a seguir, conseguimos observar que A24 faz uso de desenhos e escritos para explanar sobre suas descobertas. Além disso, a temática central abordada com a atividade experimental é exposta logo no início de seus escritos.

Figura 5: Nível 4 de Habilidades Cognitivas apresentado por meio de desenhos e escritos

<p style="text-align: center;"><u>Tensão superficial</u></p> <p>                 A água fica presa no copo por causa de um fenômeno chamado <u>tensão superficial</u>. esse fenômeno acontece porque tem um ar dentro do copo fazendo com que sua força puxar a água para cima, com isso a penícula que existe na água a ajudada e ficar mais forte por causa do papel, e por isso a água fica presa esse experimento de física, e feito com.             </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- copo</li> <li>- água</li> <li>- mosquiteiro</li> <li>- ligo</li> <li>- papel cartão</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><u>Tensão superficial</u></p> <p>                 São com esses objetos que usamos para fazer esse experimento de física.             </p>	<p style="text-align: center;">Tensão superficial</p> <p>                 A água fica presa no copo por causa de um fenômeno chamado de <u>tensão superficial</u> esse fenômeno acontece porque tem um ar dentro do copo fazendo com que sua força <i>puxer</i> a água para cima, com isso a <i>penícula</i> que existe na água a <i>ajudada</i> a ficar <i>mas</i> forte por causa do papel, e por isso a água fica <i>pressa</i> esse experimento de física, é feito com:             </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- copo</li> <li>- água</li> <li>- <i>mosqueteiro</i></li> <li>- <i>papeu</i> cartão</li> </ul> <p>                 E são esses objetos que usamos para fazer             </p>
---	---

Fonte: Produzido por A24.

Nesse registro, A24 seleciona e expõe com clareza as informações que considera relevante, caracterizando um dos objetivos centrais dessa etapa da experimentação, que

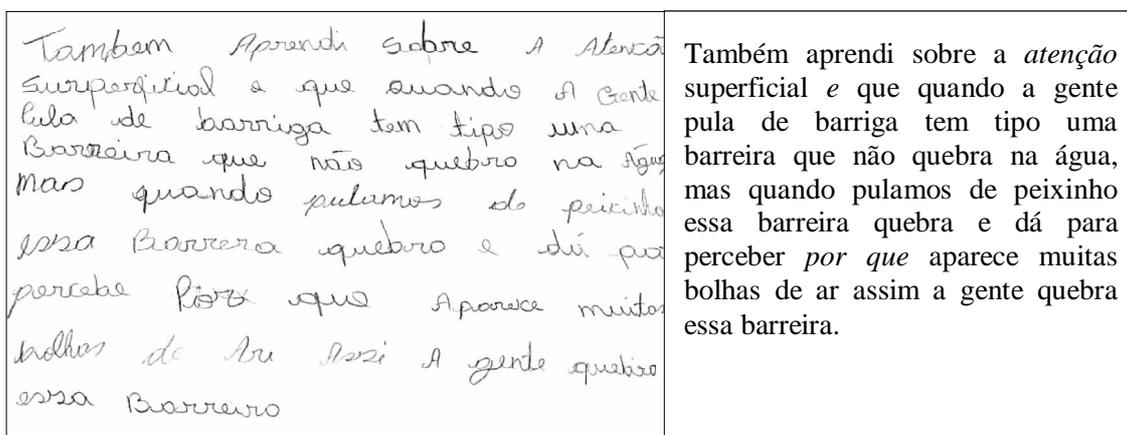
é a liberdade para que os alunos possam escrever e desenhar sobre o que compreenderam com as etapas realizadas (Carvalho et al., 2009).

Em N4, percebemos a capacidade de elaboração de hipóteses, já que ao elucidar sobre as variáveis do problema e propor soluções aos mesmos, o discente evidencia que se trata de um experimento físico, e ilustra o resultado obtido por meio de escritos e um desenho simples, mas carregado de significado.

Com isso, a temática “Tensão Superficial”, que é o conteúdo científico abordado, se torna parte central do registro, sendo estabelecidas relações causais entre os elementos do problema e as etapas que levaram a sua solução (Suart, 2008; Coelho, 2016).

Em relação ao N5 de Habilidades Cognitivas, foram identificados 2 registros. Na Figura 6, não percebemos a incidência de desenhos complementando os escritos, porém esse fato não interferiu no entendimento do que o aluno se propõe elucidar.

Figura 6: Nível 5 de Habilidades Cognitivas apresentado por meio de escritos



Fonte: Produzido por A29.

Nessa figura constatamos que se trata de uma continuação de ideias, ou seja, A29 já havia iniciado a construção dessa afirmação com parágrafos iniciais, porém, optamos por destacar somente a partir desse ponto, pois, anteriormente o estudante apenas descreveu os materiais e métodos que utilizou para realização da atividade experimental.

Apesar de citar a temática trabalhada como “atenção superficial”, percebemos que A29 assegura compreender o conceito de tensão superficial, citando exemplos de

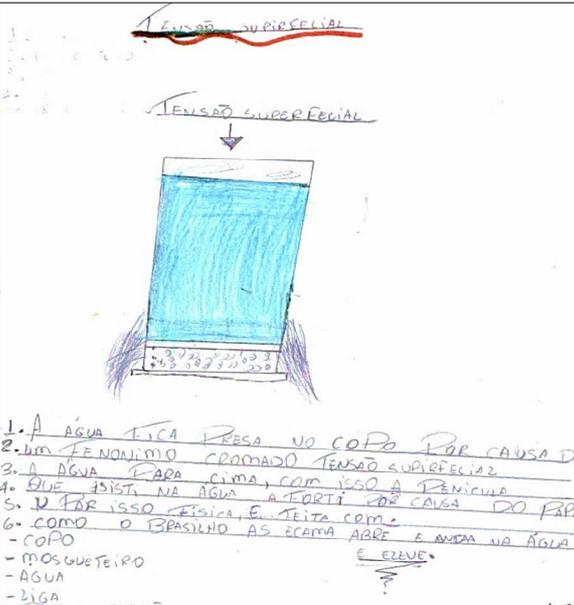
como pode ser percebido em sua vivência cotidiana, o que evidencia o N5 de Habilidades Cognitivas (Miri et al.,2007).

Carvalho et al. (2009) acrescentam que não é importante nesse momento corrigir a fala ou a escrita da criança, é preciso permitir que ele tenha liberdade para falar, escrever ou desenhar sobre o que mais lhe cativou. A partir desse erro no entendimento, é que deve ser iniciada a aproximação do aluno com o conceito e surgir de maneira espontânea a construção do conhecimento científico e aproximação com a linguagem científica.

Dessa maneira, sem embargo nesses erros ortográficos, percebemos que o registro de A29 aborda e generaliza a problematização em outras situações que não se limitam a dados lembrados ou as condições iniciais que lhes foram apresentadas. O estudante é capaz de pensar a temática para além do contexto com o qual estava trabalhando, caracterizando o que podemos chamar de Habilidades Cognitivas de Alta Ordem, com N5 de cognição (Zoller & Pushkin,2007).

Na Figura7, a seguir, percebemos que as imagens já se fazem presente como uma forma de acrescentar o que os escritos especificam.

Figura 7: Nível 5 de Habilidades Cognitivas apresentado por meio de desenhos e escritos

 <p style="text-align: center;"><u>TENSÃO SUPERFICIAL</u></p> <p style="text-align: center;">TENSÃO SUPERFICIAL</p> <p>1. A ÁGUA FICA PRESA NO COPO POR CAUSA DE          2. UM FENÔMENO CHAMADO TENSÃO SUPERFICIAL          3. A ÁGUA PARA CIMA, COM ISSO A PENÍCULA          4. QUE EXISTE NA ÁGUA É FORTE POR CAUSA DO PAPEL          5. E POR ISSO FÍSICA É FEITA COM          6. COMO O BRASILHO AS ECAMA ABRE E ANDA NA ÁGUA          - COPO          - MOSQUETEIRO          - ÁGUA          - LIGA          - PAPEL CARTÃO</p> <p style="text-align: right;">N5</p>	<p style="text-align: center;"><b>Tensão Superficial</b></p> <p>A água fica presa no copo por causa de um fenômeno chamado <i>tensão superficial</i></p> <p>A água para cima, com isso a <i>penícula</i> que existe na água <i>aforti</i> por causa do papel por isso física, e feita com</p> <p>Como o <i>Brasilho</i> as <i>ecama</i> abre e anda na água</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Copo</li> <li>- Mosqueteiro</li> <li>- Água</li> <li>- Liga</li> <li>- Papel cartão</li> </ul>
---	---

Fonte: Produzido por A30.

Nesse registro identificamos que, apesar de sua dificuldade na escrita e concordância, o estudante consegue expor como e por que o procedimento experimental foi realizado, além de atingir a abordagem do problema em outras circunstâncias, caracterizando o N5 de Habilidades Cognitivas (Zoller & Pushkin, 2007).

Percebemos que sua preocupação não se resume a identificar em que ocasiões o conceito é visto no cotidiano, mas também em complementar a ideia explicando de que maneira isso ocorre, como no caso do lagarto basilisco, que utiliza as membranas de suas patas para poder andar sobre a água.

Este lagarto é conhecido cientificamente por *Basiliscus basiliscus* e possui a habilidade de correr sobre a água devido a anatomia de suas patas traseiras, que possuem dedos bem alongados e unidos uns aos outros por membranas de pele, facilitando a distribuição de seu peso (Ferreira, 2008).

Zoller (2011) acrescenta que as Habilidades Cognitivas de Alta Ordem são possíveis de serem atingidas, desde que seja permitido ao discente relacionar um conjunto de situações que o envolva como centro do processo, “onde o pensamento, a investigação e a educação necessitam estar em consonância com a inovação, a interdisciplinaridade, a contextualização e avaliação de estratégias para a pesquisa de diferentes metodologias para o ensino de Ciências” (Zoller, 2011, p. 35).

Desta maneira, ao consentir que o aluno possa falar, escrever, desenhar sobre o que e como aprendeu, e por que seguiu determinados passos para alcançar seus objetivos, estaremos contribuindo para que a tomada de decisão, o pensamento crítico e a resolução de problemas caminhem em consonância com o desenvolvimento das Habilidades Cognitivas.

### **Algumas Considerações**

Esta pesquisa investigou as Habilidades Cognitivas evidenciadas nos registros gráficos e escritos de alunos participantes de um Clube de Ciências. Os resultados das análises demonstram que as etapas da experimentação investigativa foram relevantes para o desenvolvimento de Habilidades Cognitivas, já que conseguimos identificar características que variaram entre Baixa e Alta Ordem de Cognição.

Nesse aspecto, percebemos que muitos alunos optaram por desenhar ao invés de escrever a respeito de suas descobertas. Porém, isso não se demonstrou como um

obstáculo para a manifestação das Habilidades Cognitivas, pois os discentes foram capazes de explicar como e por quê realizaram o experimento a partir das imagens elaboradas por eles.

Destarte, compreendemos que o uso dos desenhos pelos estudantes funcionou como um meio facilitador para exposição das interpretações e entendimentos concebidos por eles ao longo da atividade experimental, levando a uma complementação das ideias que não foram expostas por meio de um texto escrito.

Além disso, destacamos que o N1 de Habilidades Cognitivas não foi manifestado em nenhum dos registros, pois cada produção, com características específicas, foi capaz de explicar dados que não se resumiam a unicamente recordar ou reproduzir um fato ou teoria já conhecido. Os alunos, em grande parte de suas produções, foram capazes de expressar além de descrições das atividades realizadas, explicações, hipóteses e aproximações do conhecimento científico com seu cotidiano.

Destacamos também que durante as interações discursivas que ocorrem durante a atividade experimental, os discentes comentaram e abordaram os conceitos científicos de maneira evidente. Entretanto, nas produções gráficas e escritas isso não ocorre da mesma maneira, provavelmente por esta etapa se destacar como uma fase em que os estudantes não demonstrarem muita aptidão, o que pode ser justificado por suas limitações na escrita, apesar de gostarem de desenhar.

Outro fator que ganha destaque é a relação de cooperação entre os alunos, já que é comum identificarmos em seus escritos a presença de verbos que dão indícios de que todo o trabalho é realizado em equipe.

Evidenciamos que as Habilidades Cognitivas que mais se destacaram foram referentes ao N3 de cognição, o que pode ser justificado pela preocupação de o aluno expor suas recordações e explicações para buscar solução ao problema proposto.

Consideramos relevante destacar que os educadores necessitam ficar atento ao modo como ensinam e o que esperam que os alunos aprendam, pois não basta somente o conhecimento de metodologias diferenciadas, optando por esta ou aquela. É preciso estar cientes das necessidades e perspectivas dos alunos, permitindo-lhes a iniciativa da autoexpressão, para que ele se torne um aprendiz autônomo e expresse sua aprendizagem de diversificadas maneiras, inclusive por meio da fala ou registros gráficos e escritos.

Neste caso, o uso de registros pode, inclusive, auxiliar para a avaliação da aprendizagem dos conteúdos apreendidos, pois, como identificamos, é possível reconhecermos níveis de Habilidades Cognitivas presentes nesta forma de exposição de pensamentos. Logo, os professores têm a possibilidade de utilizar este método para analisar se a aprendizagem ocorre e como ela se manifesta.

Se esta proposta for utilizada de forma a aproveitar seus aspectos favoráveis, respeitando os limites conceituais dos alunos, e permitindo-lhes que sejam sempre ativos no processo de resolução de problemas, pode ainda auxiliar para a construção de conhecimentos e manifestação de Habilidades Cognitivas necessários para a constituição de sujeitos críticos e com atitudes, exigidos por nossa sociedade em transformação contínua.

Neste sentido, podemos concluir que o Clube de Ciências investigado contribuiu significativamente para o desenvolvimento e manifestação de Habilidades Cognitivas, uma vez que propicia momentos de resolução de problemáticas, manipulação de materiais e investigação de conceitos científicos, permitindo a seus alunos a exploração de informações, o levantamento de conhecimentos prévios, testes de hipóteses, bem como a exposição e defesa de ideias. Alcançando, inclusive, à compreensão e explicação em linguagem científica.

### **Agradecimentos**

Ao Grupo de Estudo, Pesquisa e Extensão FormAÇÃO de Professores de Ciências e ao Clube de Ciências “Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz” da Universidade Federal do Pará (Campus Castanhal). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

### **Referências**

Almeida, W. N. C. (2017). *A Argumentação e a Experimentação Investigativa no Ensino de Matemática: O Problema das Formas em um Clube de Ciências*. (Dissertação de Mestrado em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas). Universidade Federal do Pará, Belém.

Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.

- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto Editora.
- Cappelle, V., & Munford, D. (2015). Desenhando e escrevendo para aprender ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 8(2),123-142. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2015v8n2p123/29499>.
- Carvalho, A. M. P., Vannucchi, A. I., Barros, M. A., Gonçalves, M. E. R., & Rey, R. C. *Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico*. (2009). São Paulo: Scipione.
- Coelho, A. E. F. (2016). *Desenvolvimento de Habilidades Cognitivas em um Curso de Férias: A construção do conhecimento científico de acordo com a Aprendizagem Baseada em Problemas*. (Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas). Universidade Federal do Pará, Belém-PA.
- Ferreira, A. B. H. *Dicionário Aurélio Ilustrado*. (2008). Curitiba: Editora Positivo.
- Gatti, B. A. *Habilidades cognitivas e competências sociais*. (1997). Série Azul, n. 6. Santiago: Laboratório Latinoamericano de Avaliação da Qualidade da Avaliação, UNESCO.
- Gomes, A. S., & Clavico, E. (2005). *Propriedades físico-químicas da água*. Rio de Janeiro: Departamento de Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense.
- Malheiro, J. M. S. (2016). Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. *Actio: Docência em Ciência*, 1(1),107-126.
- Miri, B., David, B. C., & Zoller, U. (2007). Purposely Teaching for the Promotion of Higher-order Thinking Skills: A Case of Critical Thinking. *Science Education*, 27(2), 353-369.
- Neves, E. R. C.; Boruchovitch, E. (2004). A Motivação de Alunos no Contexto da Progressão Continuada. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 20(1), p. 77-85. Recuperado de <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/202687/1/S0102-37722004000100010.pdf>.
- Oliveira, C. M. A., & Carvalho, A. M. P. (2005). Escrevendo em aulas de Ciências. *Ciência & Educação*, 11(3),347-366. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n3/01.pdf>.
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2010). Escrita e Desenho: Análise de registros elaborados por alunos do Ensino Fundamental em aulas de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10(2), 1-19. Recuperado de <https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2175/1575>.
- Sternberg, R. J. (2010). *Psicologia Cognitiva*. São Paulo, SP: CENGAGE Learning.
- Suart, R. C. (2008). *Habilidades Cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas*. (Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Teixeira, J. F. (2000). *Mente, cérebro & cognição*. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes.

- Zoller, U. (2011). From Teaching-to-Know-to-Learning-to-Think for Sustainability: What Should it Take? And How to Do it? *Academic Star Publishing Company*, 1(1), 34-40.
- Zoller, U., & Pushkin, D. (2007). Matching Higher-Order Cognitive Skills (HOCS) promotion goals with problem-based laboratory practice in a freshman organic chemistry course. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 153-171.
- Zoller, U., Dori, Y., & Lubezky, A. (2002). Algorithmic and LOCS and HOCS (Chemistry) Exam Questions: Performance and Attitudes of College Students. *International Journal of Science Education*, 24(2), 185-203.

Recebido: 15/03/2020

Aceito: 29/04/2020

Publicado: 17/12/2021

NOTA:

Os autores foram responsáveis pela concepção do artigo, pela análise e interpretação dos dados, pela redação e revisão crítica do conteúdo do manuscrito e, ainda, pela aprovação da versão final publicada.