

Ano 12, Vol XXIII, Número 2, Jul-Dez, 2019, p. 21-46.

## **AVALIANDO A APRENDIZAGEM DE ESTUDANTES DOS ANOS INICIAIS SOBRE FLUTUAÇÃO EM UMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA**

**Sirley J. S. Gadéa  
Amanda Amantes**

**RESUMO:** Neste artigo propomos uma ferramenta metodológica para avaliar o entendimento de estudantes do 4º e 5º ano dos anos iniciais do Ensino Fundamental sobre o fenômeno de flutuação. Fazemos uma análise sobre a adequação dos instrumentos de coleta para instruir e acessar o entendimento, quando os estudantes são submetidos a uma intervenção de caráter investigativo. Apresentamos o estudo exploratório aplicado a 29 estudantes, sendo os dados coletados em três momentos, a partir de instrumentos distintos: antes da instrução, por um pré-teste, durante a instrução, através de questões e relatos de experiência, e após a instrução, por um pós-teste. Como procedimento metodológico de análise, utilizamos uma ferramenta construída a partir de um referencial neopiagetiano para categorizar as respostas discursivas dos estudantes, transformamos as categorias em dados numéricos e conduzimos uma análise estatística exploratória com base nos escores brutos. A partir dessa análise investigamos a viabilidade da ferramenta para acessar o entendimento sobre o fenômeno de flutuação e estabelecemos parâmetros para avaliar a aprendizagem nesse tipo de instrução, considerada nesse estudo como a evolução do entendimento. A partir dos resultados obtivemos indícios de que a intervenção favoreceu a evolução do entendimento dos estudantes acerca dos conceitos abordados e verificamos a validade dos instrumentos de coleta e do sistema categórico para conduzir pesquisas com a mesma abordagem.

**Palavras-chave:** Anos Iniciais; Atividade Investigativa; Física.

### **ASSESSING THE STUDENTS' LEARNING IN THE ELEMENTARY SCHOOL ABOUT FLUCTUATION CONTENT IN A INQUIRY APPROACH**

**ABSTRACT:** We report a methodological tool to assess the understanding of students of the 4th and 5th grade of elementary school about fluctuation content. We provide an analysis of the instrument's validity, as well as its adequacy to access the understanding during an investigative intervention. We present the exploratory study with 29 students, and data was collected in three moments with different kind of tools: before the instruction by a pre-test, during the instruction by questions and experience reports, and after the instruction by a post-test. As methodological procedure of analysis, we used a taxonomy designed from a neopiagetian background to evaluate the students' discursive responses; we transformed the categories into numerical data in order to do an exploratory statistical analysis based on the raw score. From this analysis, we investigated the tool's feasibility to access the understanding about the fluctuation content and proposed parameters to investigate learning in this type of approach. Findings show that the intervention accomplished the student's learning goal in an investigative approach, and tools was validated in order to evaluate the understanding in a qualitative way.

**Keywords:** Initial Series; Investigative Activity; Physics.

## INTRODUÇÃO

O surgimento de pesquisas e estratégias pedagógicas direcionadas ao Ensino de Ciências têm provocado mudanças na forma como os professores conduzem suas aulas (OSTERMANN et al., 1992). Apesar disso, a inserção de atividades práticas (MILLAR, 1991) nas aulas de Ciências como parte das atividades pedagógicas de ensino ainda é muito incipiente. Pesquisadores como Kamii, Devries (1986), Schroeder (2007) e Carvalho (2009; 2013) ressaltam a importância de introduzir atividades práticas para melhorar a aprendizagem de conceitos físicos nos Anos Iniciais, uma vez que auxilia o desenvolvimento do raciocínio formal e de diferentes habilidades (manipular objetos, discutir e refletir sobre os conceitos científicos presentes nas atividades), assim como promover uma melhoria na forma do discurso científico (BURDIN, 1977).

Sobre a inserção de conteúdos de Física ainda nos anos iniciais Gonçalves e Carvalho (1994c), Portela e Higa (2007), Devries e Sales (2013) argumentam que a introdução desses conteúdos desde as primeiras séries promove certo encantamento dos estudantes, favorecendo o desenvolvimento cognitivo e despertando o seu interesse pela Ciência. Isso acontece porque nos anos iniciais os estudantes demonstram suas primeiras interpretações sobre o mundo que os rodeia e muito do aprendizado posterior nessa área depende dos conhecimentos que são construídos nesta etapa inicial. Esta dependência do aprendizado de Ciências está relacionada ao tipo de atividade que é desenvolvida pelo professor durante as aulas e de como os estudantes são inseridos no processo de ensino e aprendizagem. Por isso, a introdução de conceitos físicos nos anos iniciais deve estar direcionada às ações dos estudantes, que não se limita a uma participação passiva do processo, ou seja, essa inserção deve ocorrer tendo em vista a significação dos conteúdos, levando os estudantes a criarem suas próprias estratégias para resolver situações-problemas (CARVALHO, 2013).

Nesse sentido, é desejável criar condições em diferentes situações de ensino para que o estudante seja introduzido no universo das Ciências desde os anos iniciais (CARVALHO, 1998). Uma estratégia para isso é a proposição de atividades práticas (MILLAR, 1991) em sala de aula, envolvendo a manipulação de experimentos, sejam com materiais de baixo custo ou não, para resolver situações problemas de maneira a

promover reflexão, construção de relatos de experiência, discussão e questionamentos sobre os fenômenos físicos.

Concordamos que *“a inserção precoce de determinados conceitos prepara o alicerce das coisas fundamentais, que poderão ser usadas mais tarde, e com grande proveito”* (BRUNER, p. 42, 1966). Para tanto, é preciso traçar estratégias para que as crianças entendam os fundamentos de conceitos mais abstratos com elementos da realidade concreta, a fim de que elas construam um entendimento em termos de estruturas fundamentais (BRUNER, 1966) que precedem o pensamento formal e favorecem a aprendizagem (AMANTES, 2009).

Partimos do pressuposto de que atividades práticas (MILLAR, 1991) de natureza investigativa (AZEVEDO, 2004, CARVALHO, 2013) propiciam um ambiente favorável para que essa inserção aconteça. Apresentamos nesse trabalho: i) a elaboração de uma ferramenta de análise para avaliar a aprendizagem em uma abordagem investigativa; ii) procedimentos realizados para avaliar as potencialidades da atividade investigativa e dos instrumentos de coleta e iii) os resultados iniciais quando a intervenção foi aplicada a um estudo inicial envolvendo 29 estudantes.

Com isso, pretendemos responder a duas questões:

- Os instrumentos de coleta e a ferramenta de análise estão adequados ao tipo de intervenção realizada?
- A intervenção tem potencial para promover o entendimento dos estudantes dos anos iniciais sobre flutuação?

A metodologia utilizada é composta por um conjunto de ferramentas de análise qualitativa e quantitativa, considerando a aprendizagem um processo relacionado à evolução do entendimento dos estudantes, que ocorre de maneira dinâmica e ao longo do tempo. Estamos considerando que o entendimento evolui em termos conceituais e procedimentais, sendo esses alguns dos indicativos de aprendizagem.

## ATIVIDADE PRÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Apesar do consenso em prol das inovações que compreendem atividades investigativas e experimentais de ciências no Ensino Fundamental (CARVALHO, 2015), não é uma tarefa fácil introduzir atividades práticas de caráter investigativo no cotidiano escolar das aulas de Ciências dos Anos Iniciais de forma mais sistemática (KAMII; DEVRIES, 1986; ROSA; ROSA; PECATTI, 2007). Algumas pesquisas apontam que, em decorrência de lacunas na formação, muitos docentes têm dificuldades em elaborar e desenvolver atividades que propiciem um ambiente desafiador e favorável à construção de conhecimento (ROSA; PEREZ; DRUM, 2007; ROSA; ROSA; PECATTI, 2007; VIECHENESKI; LORENZETTI; CARLETTO, 2012), de maneira que tais atividades são colocadas em segundo plano.

No entanto, a inserção de atividades práticas e ainda de caráter investigativo, podem proporcionar aos estudantes ambientes de ensino estimuladores e de motivação ao desenvolvimento físico e intelectual (COLOMBO, *et al.*, 2012). Nesse sentido, é preciso refletir e avaliar o quanto as abordagens com essa natureza potencializam a aprendizagem dos alunos, principalmente nos anos iniciais, onde encontramos as dificuldades já apontadas.

Uma das estratégias da abordagem investigativa é promover a interação dos estudantes com seus pares (outros estudantes e professor) na busca por conclusões e confirmações de hipóteses iniciais sobre um experimento científico/ conceito Físico, de modo que o conhecimento seja construído de maneira compartilhada: estudante-estudante e professor-estudante. Dessa forma, o conhecimento será resultado das interações sociais (PIAGET, 1976) dos sujeitos e das suas interpretações e explicações causais (PIAGET; GARCIA, 1973) para explicar os fenômenos observados.

Além de subsidiar a aprendizagem em Ciências, o ensino por investigação desperta a curiosidade e motiva os estudantes para o “entendimento de conteúdos em níveis mais significativos” (FORÇA; LABURÚ; SILVA, 2013, p. 87). Neste sentido, um dos objetivos do ensino por investigação é permitir que os estudantes, ao desenvolverem atividades práticas (MILLAR, 1991) em sala de aula, criem suas próprias estratégias para resolver situações-problemas (CARVALHO, 2013).

Devries e Sales (2013) afirmam que o desenvolvimento de atividades práticas ou experimentais favorecem a construção de conhecimento num nível mais concreto. Eles defendem que

o conhecimento do mundo físico é melhor adquirido por meio de experiências diretas, pelas quais as crianças podem formar ideias experimentá-las, observar os resultados, revisar suas ideias iniciais, experimentá-las novamente e assim por diante (DEVRIES; SALES, 2013, p. 20).

Diferentes autores interpretam atividades práticas como: atividades experimentais; aulas de laboratório; aulas práticas; experimentação apenas como demonstração. No entanto, Carvalho (2013), Azevedo (2008), Bayerl (2011) e Zanon e Freitas (2007) interpretam as atividades investigativas como um tipo de atividade prática em que a ação manipulativa, *“parte de um problema experimental ou teórico; os conhecimentos prévios são condição necessária para que o estudante construa suas primeiras hipóteses; o sujeito é ativo no processo de aprendizagem; e o erro é parte do processo de construção de novos conhecimentos”* (CARVALHO, 2013). Atividades com essas características despertam ainda mais o interesse dos estudantes à aprendizagem, porque são de natureza problematizadora (ANDRADE & MASSABNI, 2011).

Neste estudo adotamos atividades investigativas como toda e qualquer atividade em que o estudante se envolve ativamente (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011) no processo de aprendizagem, criando estratégias próprias para resolver situações-problema (CARVALHO, 1998; 2013; BAYERL, 2011). São atividades em que as interações discursivas (ZANON; FREITAS, 2007) fazem parte do processo de construção do conhecimento e as estratégias dos estudantes estão fundamentadas em suas próprias ações. Elas podem ser de natureza experimental, com um desafio que deve ser posto aos estudantes para que eles desenvolvam estratégias no sentido de solucioná-lo, manipulando materiais e criando, experimentalmente, situações que envolvam os fenômenos físicos estudados. Dessa forma, corroboramos com a ideia de que:

Ao ensinarmos Ciências por investigação estamos proporcionando aos alunos oportunidade para olharem os problemas do mundo elaborando estratégias e planos de ação. Desta forma, o ensino de ciências se propõe a preparar o aluno envolvendo, na sala de aula, habilidades que lhes permitam atuar consciente e racionalmente fora do contexto escolar (CARVALHO, 2011, p. 253).

Entendemos que as atividades investigativas devem promover o desenvolvimento de habilidades como observar, levantar hipóteses, realizar medidas, interpretar dados, refletir e construir explicações de caráter teórico (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011), favorecendo o entendimento dos estudantes de forma prática. Além da ação manipulativa (CARVALHO, 2013) possui as seguintes características: parte de um problema experimental ou teórico; os conhecimentos prévios são condição necessária para que o estudante construa suas primeiras hipóteses; o sujeito é ativo no processo de aprendizagem; e o erro é parte do processo de construção de novos conhecimentos. Atividades com essas características, despertam ainda mais o interesse dos estudantes à aprendizagem, quando são de natureza problematizadora (ANDRADE & MASSABNI, 2011).

Nesse contexto, o professor, ao organizar as atividades investigativas, deve criar condições para que as interações sociais aconteçam, mediando o processo de aprendizagem (AZEVEDO, 2008) e criando um ambiente encorajador para que o estudante desenvolva sua autonomia e seja visto como “*detentor e construtor do conhecimento e não mais como mero receptor de conteúdo*” (SOUZA JÚNIOR; COELHO, 2013, p. 2).

Concordamos que as Atividades Investigativas são uma importante ferramenta do ensino de Física e de Ciências, tendo o papel de motivar e estimular a aprendizagem de conceitos científicos (BAYERL, 2011). Entretanto, ainda é necessário ir além do seu caráter lúdico e motivador para que o ensino tenha um caráter mais efetivo e possa contribuir com o processo de construção de conhecimento.

Neste estudo buscamos avaliar como estratégias de caráter investigativo podem potencializar a aprendizagem de conteúdos nos anos iniciais, uma alternativa para que a introdução de conteúdos de Física no Ensino Fundamental seja feita de forma a suscitar

a problematização, discussões e outras características que favoreçam um entendimento mais significativo dos fenômenos físicos.

## METODOLOGIA

### Sujeitos e Contexto da Pesquisa

Reportamos nesse trabalho um estudo realizado com 29 estudantes, em uma escola da rede particular de ensino, localizada no município de Feira de Santana – BA. A escola em que o estudo foi realizado funciona em apenas um turno com turmas denominadas pela Secretaria de Educação como do Grupo 1 ao Grupo 5 da Educação Infantil, e do 1º ao 5º ano dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Os dados foram coletados em três momentos: um *pré-teste*; relatos e questões respondidas durante a realização de uma atividade investigativa (*intervenção*); e um *pós-teste*. Os testes foram aplicados pelas Professoras de ambas as turmas, no mesmo horário da aula (turno matutino). Ambas as atividades foram realizadas sem que houvesse nenhum tipo de instrução em termos do conteúdo relacionado.

Ambos os instrumentos de coleta de dados abarcam questões (testes de conhecimento) e desafio (intervenção) sobre o conteúdo de flutuação dos corpos. Este tema de estudo é previsto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Ciências Naturais com a finalidade de subsidiar o educador à confecção e planejamento de atividades que façam o estudante desenvolver diferentes habilidades (observar, manipular, levantar hipóteses). A partir dessas habilidades

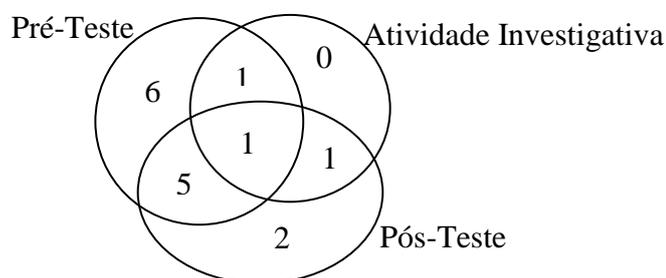
o estudante poderá dar explicações acerca dos fenômenos naturais e dos produtos tecnológicos relacionados ao conteúdo. Neste sentido, o professor poderá promover a desestabilização dos conhecimentos prévios, criando situações em que se estabeleçam os conflitos necessários à aprendizagem (PCN, 1998, p. 117).

Após apresentarmos o conteúdo, os sujeitos e o contexto de pesquisa, conduzimos o estudo em duas turmas disponibilizadas pela escola: uma do 4º e outra do 5º ano. As Professoras de ambas as turmas foram receptivas quanto à realização do projeto,

disponibilizando o horário das aulas à aplicação do pré-teste (avaliação do conhecimento prévio) e do pós-teste (avaliação de conhecimento evoluído após realização da Atividade Investigativa), e a intervenção foi realizada como extraclasse, no turno oposto às aulas, o que limitou o quantitativo de estudantes e reduziu o tamanho da amostra.

No geral, tivemos a amostra como reportada na Figura 1:

Figura 1: Sujeitos do estudo exploratório. Fonte de dados de pesquisa.



Assim, de um total de 29 (vinte e nove) estudantes, apenas 14 (quatorze) participaram das três etapas: Pré-teste; intervenção (Atividade Investigativa); Pós-teste. Optamos por conduzir uma análise pautada nesses sujeitos, uma vez que o objetivo se concentrou em avaliar o potencial não só dos instrumentos de coleta como ferramenta de análise, mas da própria intervenção como material instrucional. A instrução, por sua vez, só poderia ser avaliada com parâmetros de sujeitos que participaram de todo o processo.

### Intervenção

Neste trabalho, o termo intervenção será tratado como o conjunto de atividades práticas de caráter investigativo aplicados em duas aulas de 60 minutos, sendo elas: uma atividade experimental (experimento de flutuação do ovo), com um desafio a ser resolvido pelos estudantes; discussões sobre a atividade investigativa; relatos de experiência; e um conjunto de questões discursivas em forma de exercício.

A intervenção foi aplicada segundo as etapas: *i) a atividade é apresentada aos estudantes (tema, desafio e materiais); ii) os estudantes realizam o experimento; iii) ocorre uma discussão sobre a atividade realizada; iv) os estudantes produzem um relato de experiência; e por fim, vi) respondem ao exercício.* Todas as ações foram

gravadas com o auxílio dos tablets do LABORATÓRIO INTERDISCIPLINAR DE FORMAÇÃO DE EDUCADORES (LIFE) - FACED/UFBA. Este recurso foi adotado para que os episódios de ensino pudessem ser revisitados quantas vezes fosse necessário, e assim analisar os dados decorrentes da intervenção (GONÇALVES; CARVALHO, 1994).

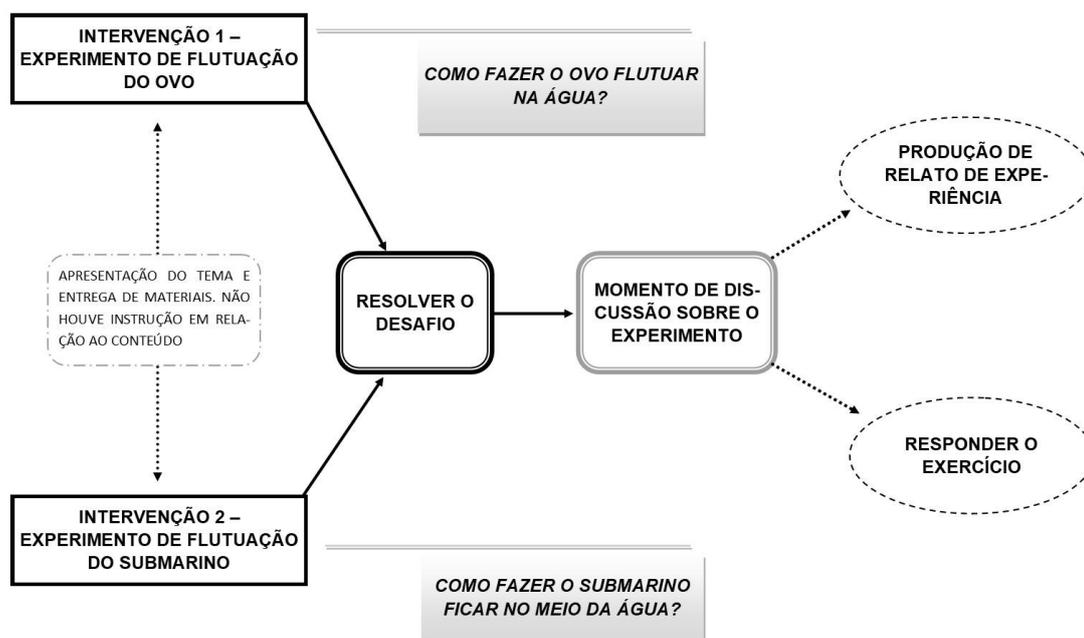
Ao investigar sobre a “flutuação do ovo”, espera-se que os estudantes entendam porque o ovo pode flutuar em determinada situação. O foco é verificar se os estudantes entendem a relação entre a flutuação dos corpos e o conceito de densidade, apresentando explicações causais para o fenômeno observado. Na intervenção didática proposta, os estudantes tinham que resolver o seguinte desafio:

*“Faça com que o ovo flutue na água”*

usando os seguintes materiais: *Água; 3 Copos descartáveis; Sal e açúcar; Ovo cru.* Também realizamos o desafio do submarino (*Como fazer o submarino ficar no meio da água?*), obedecendo a mesma estrutura de desenvolvimento da primeira intervenção.

Apresentamos na Figura 2 o desenho da intervenção e os dados coletados em cada etapa.

Figura 2: Desenho metodológico da intervenção. Fonte de dados da Pesquisa.



O primeiro momento da intervenção, a pesquisadora divide a turma (4º ou 5º anos) em grupos de 4 ou 5 estudantes, apresenta o tema, o desafio e os materiais que serão usados pelos estudantes. No segundo momento os estudantes realizam o experimento, em grupo, para resolver o desafio proposto e definem suas próprias estratégias para alcançar o objetivo que é fazer o ovo flutuar na água. No terceiro momento, após resolver o desafio, os grupos são desfeitos e a pesquisadora inicia a discussão sobre a atividade realizada e os estudantes têm a oportunidade de contar e ouvir as suas experiências, explicitando seu entendimento sobre o fenômeno observado. No quarto momento, os estudantes têm a oportunidade de fazer um breve relato das suas experiências, seja através de pequenos textos ou desenhos, do que foi aprendido. Em seguida, resolvem um conjunto de questões em forma de exercício.

Embora esta não fosse uma prática das professoras regentes, os estudantes se engajaram na atividade, mas demonstraram dificuldades em responder as questões do exercício e em produzir os relatos de experiência, demonstrados muitas vezes em forma de desenhos. Acreditamos que essa seja uma limitação vinculada à linguagem escrita, pois se trata de alunos das séries iniciais que ainda não dominam tal habilidade. Esse aspecto, contudo, não foi investigado, pois obtivemos dados suficientemente interpretáveis tendo em vista essa fase de escolarização.

No Quadro 1, temos um exemplo de respostas dos estudantes para as questões que compõem a atividade investigativa de flutuação do ovo.

Quadro 1: Exemplo de respostas de três estudantes para as questões que compõem o exercício da intervenção. Fonte de dados de pesquisa.

Perguntas	E1*	E2**	E3***
<b>O ovo flutua ou afunda na água pura? Por quê?</b>	“Afunda porque o ovo é pesado”	“Afunda porque a água pura é mais pesada que o ovo”	“Afunda porque o ovo fica mais pesado que a água”
<b>Por que o ovo flutua de um jeito e afunda de outro?</b>	“Porque quando o ovo flutua a água está mais pesada que o ovo”	“Flutua porque é colocado mais sal que açúcar e afunda porque é só a água pura”	“O ovo flutua com o sal e afunda sem o sal e sem o açúcar”
<b>Qual a diferença em colocar o ovo para flutuar na água com sal e na água com açúcar?</b>	“Com o sal o ovo flutua e com o açúcar o ovo não flutua, pois, o açúcar é mais pesado que o sal”	“Que com açúcar ele fica no meio do recipiente e com sal ele flutua”	“O sal faz a água ficar pesada e o ovo leve e o açúcar faz a água ficar leve e o ovo ficar pesado”

E1\* – estudante 1; E2\*\* – estudante 2; E3\*\*\* – estudante 3

O Quadro 1 é um exemplo dos diferentes elementos que os estudantes utilizam para explicitar seu entendimento sobre a mesma pergunta. Isto sugere que podem estar em diferentes níveis de entendimento, ainda que no mesmo modo de pensamento. Outro ponto a ser ressaltado é que o fato da intervenção ter sido realizada no turno oposto impossibilitou que tivéssemos uma amostra maior para análise.

#### Coleta de Dados

Os dados foram coletados através de testes de conhecimento, relatório das atividades realizadas na intervenção didática feito pelos alunos, diário de bordo elaborado pela pesquisadora e gravação de áudio. Nesse trabalho relatamos a análise feita com os testes de conhecimento e o relatório da intervenção, constituído de questões submetidas à categorização.

A seguir sintetizamos a realização da coleta por aula e por instrumento.

- Aula 1 - pré-teste, constituído de seis questões, 3 dicotômicas, e 3 questões discursivas.
- Aula 2 - intervenção didática: três instrumentos foram utilizados: o *diário de bordo* (registro pela pesquisadora das falas dos estudantes e da ocorrência de eventos importantes); a *gravação de áudio*, um conjunto de *questões* (três questões discursivas) que compõem a intervenção e o relatório das atividades feito pelos estudantes. A intervenção foi dividida em etapas a serem realizadas em uma aula de 50 a 60 minutos: na *etapa I* os estudantes resolvem o desafio da intervenção (flutuação do ovo) em grupos de quatro ou cinco estudantes; na *etapa II* os grupos são desfeitos e há uma discussão geral sobre o experimento realizado, culminando na produção do relato de experiência (narrativas); e na *etapa III* os estudantes respondem ao exercício que compõe a intervenção. Os dados extraídos de cada uma das etapas são de natureza qualitativa e, com o auxílio do caderno de bordo e das gravações de áudio, extraímos os dados a serem analisados quando os estudantes resolveram o desafio e na discussão, que além das informações cruzadas (gravações e caderno de bordo), analisamos os dados obtidos com os relatos de experiência produzidos pelos estudantes. Na etapa III, os dados analisados foram apenas as respostas das questões que compõem a intervenção.

- Aula 3 - pós-teste: também constituído de 6 questões com as mesmas características do primeiro teste.

### Construção da Ferramenta de Análise

Para analisar as respostas dos estudantes às questões discursivas dos testes de conhecimento e às questões dos relatórios das atividades, construímos uma ferramenta baseada na taxonomia SOLO-*Structure Observed Learning Outcome* (BIGGS; COLLIS, 1982). SOLO é um sistema categórico que se baseia na perspectiva de desenvolvimento cognitivo (BIGGS; COLLIS, 1982) para classificar performances a partir de uma estrutura hierárquica de níveis.

A Taxonomia SOLO proposta por Biggs e Collis foi estabelecida por parâmetros neopiagetianos e abarca uma perspectiva de desenvolvimento por estágios ascendentes, em que o sujeito interage com o objeto de conhecimento diferentemente em cada período no decorrer da vida, a depender das estruturas que ele já desenvolveu. Os autores propõem, contudo, que os estágios ou modos de pensamento evoluem de maneira distinta de pessoa para pessoa em cada domínio de conhecimento, pois dependem de vários elementos que vão desde o suporte social, repertório de conhecimento, passando por estado emocional e contexto de aprendizagem (BIGGS & COLLIS, 1982; COMMONS, 1998; AMANTES & BORGES, 2008).

Nesse sentido, a perspectiva teórica usada para interpretar o desenvolvimento pode ser considerada como multimodal (FISCHER, 1980; BIGGS; COLLIS, 1991; AMANTES; OLIVEIRA, 2012) e muitos pesquisadores tem utilizado a mesma ferramenta para investigar a evolução de diferentes características individuais em diversos campos e áreas de conhecimento, como por exemplo, a expertise de professores (BOND et al., 2000), a representação do uso de verbos na construção da linguagem em diferentes níveis de aprendizagem (BIGGS; TANG, 2007) e, a avaliação de programas de ensino ou como instrumento metodológico no campo educacional (AMANTES; OLIVEIRA, 2012).

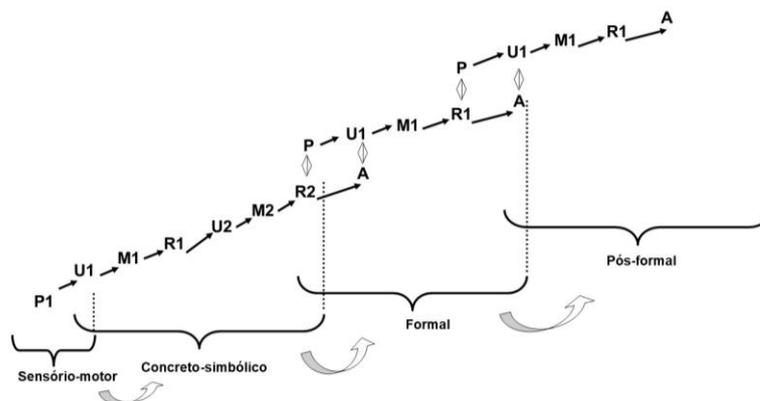
A taxonomia SOLO propõe modos de pensamento semelhantes aos estágios piagetianos e para cada modo estabelece níveis hierárquicos de complexidade. Quando há mudança de um modo para outro, o conhecimento aprendido é representado de diferentes maneiras e com diferentes níveis de complexidade. E isso pode ocorrer em

um ou mais ciclos de desenvolvimento dentro de uma mesma camada ou modo de pensamento (AMANTES, 2009). Para Biggs e Collis (1982), o sujeito muda de modo quando ocorrem evoluções no entendimento sobre os conceitos estudados na forma de representar esses conceitos. As mudanças que correspondem a um aumento de repertório e relações, ocorrem no âmbito de um mesmo modo de pensamento, sem que o sujeito mude de uma camada para outra (AMANTES; OLIVEIRA, 2012).

Na Figura 3 representamos como os diferentes estágios ou modos de pensamento (sensório-motor, concreto-simbólico, formal e pós-formal) se dividem e como os níveis hierárquicos (pré-estrutural, uni-estrutural, multi-estrutural, relacional e abstrato estendido), propostos por Biggs e Collis (1982), podem ser identificados em cada um

Figura 3: P representa o nível pré-estrutural dos modos de pensamento sensório-motor, concreto-simbólico e formal, que corresponde, neste exemplo, aos níveis uni-estrutural do concreto-simbólico, relacional do formal e abstrato estendido do pós-formal, respectivamente. P também pode representar qualquer outro nível de complexidade hierárquica de um mesmo modo de pensamento. A também pode representar o nível abstrato estendido do concreto simbólico, que corresponde ao nível uni-estrutural do modo formal. Adaptado de Amantes (2005).

desses  
 modos.



Os níveis são usualmente empregados como categorias para avaliar observáveis a fim de classificar o patamar de conhecimento/habilidade/entendimento dos sujeitos. A maneira como os estudantes explicitam seu conhecimento sobre um conteúdo define em qual nível ele se encontra. Cada nível possui características próprias, podendo ser diferenciados, segundo Biggs e Collis (1982), por:

- Pré estrutural (PE): não há coerência ou relevância nas respostas dos estudantes, pois operam em modos de pensamento mais básicos;

- Uni-estrutural (UE): as respostas são explicitadas usando um único elemento e com alguma inconsistência sendo que dela são extraídas poucas informações acerca do conteúdo;
- Multi-estrutural (ME): o estudante apresenta mais de um elemento relevante em sua resposta, mas eles não se integram totalmente, podendo haver inconsistências;
- Relacional (R): diz respeito ao número de relações que o estudante consegue estabelecer entre diferentes elementos que compõem uma resposta, não há inconsistência e apresenta uma estrutura coerente;
- Abstrato Estendido (AE): o aprendiz apresenta respostas que estão além do solicitado. Os elementos utilizados se relacionam de forma coerente e com alto grau de generalização, representando um novo e elevado nível de operação (AMANTES & BORGES, 2008).

Categorizamos as respostas dos sujeitos, dentro do modo de pensamento concreto simbólico (PIAGET, 1970), nos níveis pré-estrutural, uni-estrutural, multi-estrutural e relacional, uma vez que o abstrato estendido se refere ao primeiro nível do patamar formal, representando uma mudança na qualidade do pensamento que os estudantes dos anos iniciais ainda não realizam devido ao estágio de desenvolvimento em que se encontram (PIAGET, 1973; FISCHER, 1980; BIGGS; COLLIS,1991; COMMONS, 1998).

A taxonomia subsidiou a construção do sistema categórico sobre o fenômeno de flutuação. As categorias de análise foram construídas após uma leitura inicial das respostas dos estudantes, e para cada questão foi construído um conjunto de categorias relacionadas a seu conteúdo tendo como parâmetro a estrutura hierárquica dos níveis da taxonomia SOLO.

No Quadro 2 apresentamos um exemplo do sistema categórico de uma questão específica do pré-teste. Classificamos as respostas de acordo com os níveis pré-estrutural, uni-estrutural, multi-estrutural e relacional. Desconsideramos o nível abstrato estendido uma vez que os estudantes não conseguem operar em níveis do modo de pensamento formal.

Quadro 2: Exemplo de respostas dos estudantes à pergunta: Por que os navios flutuam e os submarinos afundam?  
Fonte de dados de pesquisa.

Respostas dos estudantes para a Questão 6 do Pré-teste	Níveis
Os navios flutuam porque não tem buraco nele e os submarinos afundam porque tem buraco nele.	P
Porque os submarinos são mais pesados do que os navios.	U
Os navios flutuam porque eles têm uma camada leve e o submarino suga a água até ficar no peso certo.	M
Por causa da força da água	R

As respostas dos estudantes, classificadas no nível pré-estrutural, são equivocadas ou com elementos insuficientes para atender à questão proposta. No nível uni-estrutural o número de elementos usados pelo aprendiz para explicitar seu entendimento é reduzido e com alguma inconsistência, de maneira que não podemos extrair muitas informações do nível de entendimento alcançado pelo sujeito. No nível multi-estrutural há um aumento do número de elementos que compõe a resposta do estudante, mas ainda existem lacunas referentes às relações estabelecidas entre esses elementos. No nível relacional as respostas são mais coerentes e com relações estabelecidas entre os elementos, de causalidade e efeito.

Após a categorização das respostas dos estudantes, as categorias foram transformadas em dados dicotômicos e analisadas juntamente com as outras questões dicotômicas, em termos de escore bruto. Após a categorização, tabulamos os dados numa planilha do Excel, onde a escala Guttman (1944) foi empregada à hierarquia dos níveis de complexidade. De posse dos dados de escore, verificamos o desempenho dos estudantes em cada teste de conhecimento e obtivemos o ganho alcançado por eles. Dessa forma, a taxonomia foi aplicada e utilizada como dado de segunda ordem para gerar o escore através do qual avaliamos a aprendizagem dos estudantes.

## RESULTADOS E DICUSSÃO

De posse dos dados dos testes de conhecimento e da intervenção, fizemos uma análise exploratória, utilizando estatística descritiva. Construímos uma tabela de apresentação dos dados referentes a cada estudante, identificando-os por um número, série, turma e gênero para que pudéssemos elencar os possíveis preditores de

aprendizagem. Utilizamos o sistema categórico para analisar as respostas dos estudantes, classificando-os de acordo com os níveis de complexidade estabelecidos na taxonomia.

### Análises e Resultados

A partir dos escores obtidos através da atribuição de números às categorias segundo a escala Guttman, avaliamos as médias dos mesmos, que foram associadas ao desempenho dos estudantes.

O ganho no entendimento foi interpretado pela diferença entre a média dos escores obtidos no pré-teste e no pós-teste. Os dados de escore estão representados no Gráfico 1, para os estudantes do quarto ano e, no Gráfico 2 para os estudantes do quinto ano. Em cada gráfico temos as medidas dos escores por estudante e a diferença entre os escores nos fornece a medida do ganho do entendimento individual de cada um dos sujeitos.

Gráfico 1: Ganho do entendimento dos estudantes do 4º ano. Fonte de dados da pesquisa.

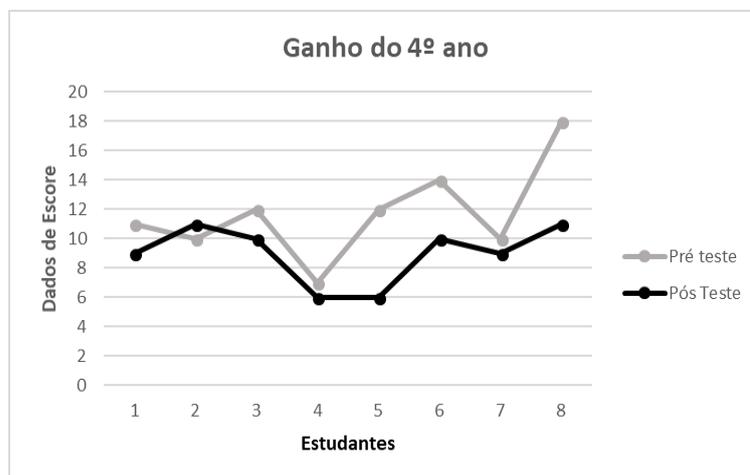
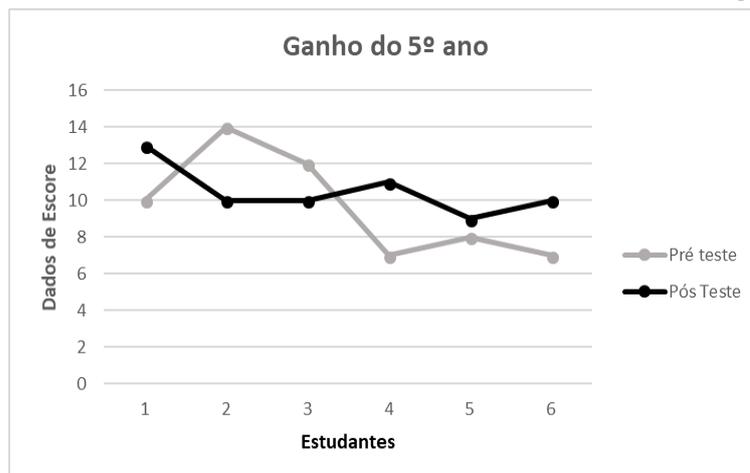


Gráfico 2: Ganho do entendimento dos estudantes do 5º ano. Fonte de dados da pesquisa.



Na turma do 4º ano, os dados de apenas oito estudantes foram analisados. A partir da análise do Gráfico 1, verificamos que as medidas de escore do pré-teste são maiores que a do pós-teste para a maioria dos estudantes. Isso pode ser observado na Tabela 1, comparando os dados de escore dos testes de conhecimento por estudante.

Tabela 1: Medidas de escore e ganho dos estudantes do 4º ano.

Estudantes	Pré-teste (P)	Pós-teste (P')	Ganho (P' - P)
1	11	9	-2
2	10	11	1
3	12	10	-2
4	7	6	-1
5	12	6	-6
6	14	10	-4
7	10	9	-1
8	18	11	-7

Fonte de dados da pesquisa.

Constatamos que apenas o estudante número 2 teve um ganho positivo, enquanto que para os demais estudantes o ganho teve valores negativos. Interpretamos esse resultado julgando que a intervenção pareceu não promover mudanças de entendimento em relação ao conhecimento formal sobre flutuação. Isso nos permite levantar três hipóteses sobre os instrumentos e sobre a instrução: *i) os estudantes podem não ter se envolvido apropriadamente na atividade; ii) os estudantes não entenderam as questões que constituem os testes de conhecimento; e iii) a atividade não instrui de forma adequada a esses alunos sobre o fenômeno de flutuação.* Para os estudantes do 5º ano pudemos observar que as curvas do pré-teste e do pós-teste apresentam diferenças se comparado com o Gráfico 1.

No Gráfico 2, nota-se que a maioria dos estudantes do 5º ano tem os dados de escore do pós-teste superiores aos dados do pré-teste. Isso pode ser observado na Tabela 2 ao compararmos os dados de escore e ganho do entendimento.

Tabela 2: Medidas de escore e ganho dos estudantes do 5º ano.

Estudante	Pré-teste (P)	Pós-teste (P')	Ganho (P' - P)
1	10	13	3
2	14	10	-4
3	12	10	-2
4	7	11	4
5	8	9	1
6	7	10	3

Fonte de dados da pesquisa.

Com exceção dos estudantes dois (*ganho -4*) e três (*ganho -2*), o escore do pós-teste foi superior ao escore do pré-teste proporcionando um ganho positivo para a

maioria dos estudantes, como pode ser observado na Tabela 2. Isso nos leva a interpretar que a instrução tenha funcionado diferente para os estudantes do 5º ano, e um fator que poderia estar influenciando seria justamente a adequação da atividade em relação à idade e à série.

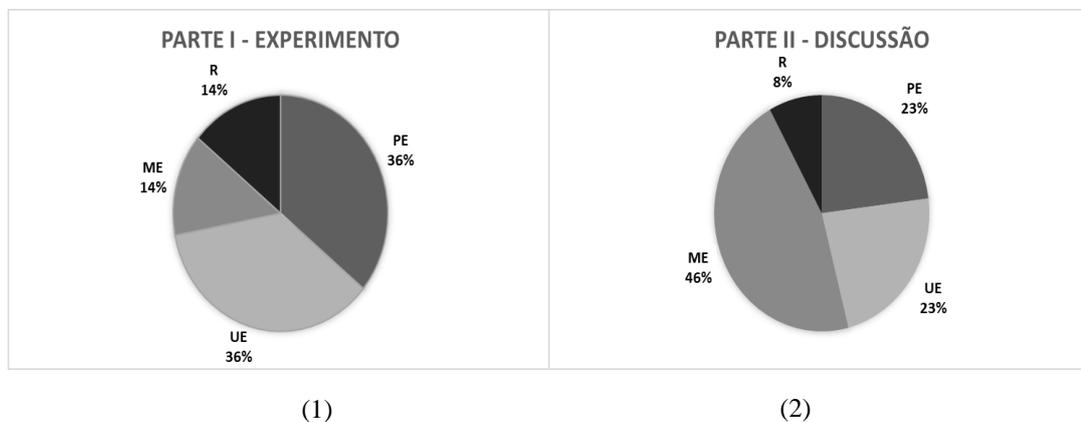
Além disso, os estudantes do quinto ano se envolveram mais com as atividades e participaram sobre um projeto cujo tema foi água, antes da intervenção. Parece que a instrução, dessa forma, favoreceu um ganho no entendimento daqueles que já haviam sido instruídos, de alguma maneira, sobre o tema trabalhado, além de estar mais adequada para estudantes um pouco mais maduros.

Para entender maiores detalhes sobre esses primeiros resultados, fizemos uma análise exploratória com estatística descritiva para avaliar os níveis de complexidade do entendimento, de acordo com a Taxonomia Solo, alcançados pelos estudantes em cada etapa da atividade investigativa: a *etapa I* corresponde ao experimento realizado na intervenção (flutuação do ovo), e os dados foram extraídos dos registros do diário de bordo e as gravações em áudio; a *etapa II* se refere à discussão sobre o experimento, e os dados analisados foram o nível de discussão alcançado pelos estudantes com base nas narrativas produzidas por eles; a *etapa III* corresponde à aplicação de exercícios, cujos dados analisados foram as respostas dos estudantes às questões discursivas. Essas etapas, deram origem ao relatório das atividades entregues pelos estudantes.

Para explicitar a análise exploratória, construímos dois gráficos que mostram os percentuais relativos aos níveis de complexidade do entendimento alcançados pelos estudantes durante a realização do experimento e ao longo da discussão. Os resultados dessa análise podem ser observados nos Gráficos 3 e 4.

No Gráfico 3 apresentamos o resultado da análise dos dados referentes à resolução do desafio e às narrativas dos estudantes, coletados através do caderno de bordo e das gravações de áudio durante o experimento e, na discussão, respectivamente. Cada parte do gráfico se refere a um nível de complexidade dentro do modo concreto simbólico de pensamento. A Parte I se refere aos níveis alcançados no experimento, enquanto que a Parte II se refere a esses mesmos níveis alcançados durante a discussão, cujos dados analisados são as narrativas dos estudantes sobre o experimento realizado.

Gráfico 3: (1) Experimento - Resolvendo o desafio; (2) Discussão - Narrativas dos estudantes. Fonte de dados da Pesquisa



Ao analisar o Gráfico 3, verificamos que ao resolverem o desafio proposto no experimento de flutuação do ovo, 36% dos estudantes estão no nível pré-estrutural, que diz respeito às respostas equivocadas ou que apresentam algum elemento que esteja aquém do que demanda a atividade. Outros 36% dos estudantes estão no nível uni-estrutural, que diz respeito às respostas com alguma inconsistência, apresentando apenas um único elemento coerente com o que demanda o desafio, enquanto 14% dos estudantes estão no nível multi-estrutural, sendo que suas respostas apresentam elementos coerentes, mas que não possuem relações consistentes entre os elementos que a compõe. Os 14% restantes estão no nível relacional, que abarca respostas mais completas, consistentes e com relações corretas entre os elementos que a compõem.

Em relação à discussão do experimento (Parte II do Gráfico 3), identificamos que ao discutirem sobre o experimento realizado, os estudantes têm a oportunidade de falar sobre as experiências vivenciadas e explicitar seu entendimento sobre o fenômeno físico observado. Através das suas narrativas, observamos que 23% dos estudantes estão no nível pré-estrutural, e 23% alcançam o nível uni-estrutural, 46% conseguem alcançar o nível multi-estrutural, e 8% dos estudantes atingem o nível relacional.

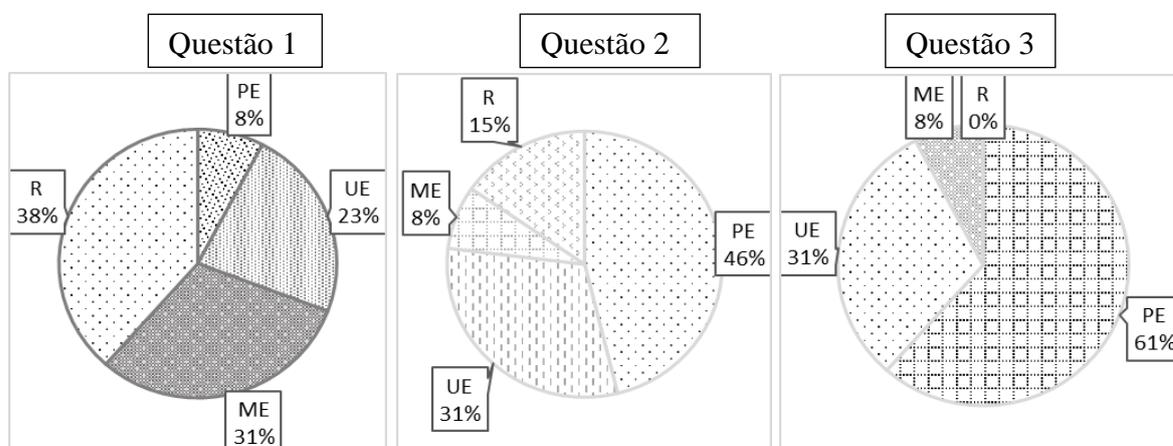
A partir da análise da Parte I, verificamos que a maioria dos estudantes, apresentam dificuldade em explicitar o seu entendimento sobre o desafio proposto, ficando no nível Pré-Estrutural ou Uni-estrutural; poucos estudantes conseguem alcançar os níveis de complexidade mais altos (Multi-Estrutural e Relacional). Esses

níveis estão relacionados tanto à qualidade como à quantidade de informações que o estudante consegue processar para explicitar seu entendimento sobre o conteúdo, cuja estrutura demanda que o estudante consiga abstrair o máximo de informações causais sobre o fenômeno.

Sobre o momento de discussão, cujo o dado analisado são as narrativas escritas dos estudantes, percebemos que os mesmos atingem um nível de qualidade de pensamento mais complexo (multi-estrutural + relacional) do que na etapa anterior, *resolvendo o desafio*. Interpretamos que esse resultado decorre do tipo de dado, da maior familiaridade com as questões e do tipo de abordagem. Em relação ao tipo de dado, as narrativas são mais abertas, permitindo que os estudantes tenham maior liberdade de expressão, por isso mais elementos podem ser suscitados. No que diz respeito à familiaridade, no experimento estavam em uma fase exploratória de algo totalmente novo, não usual, o que pode ter chamado a atenção mais para o entendimento da abordagem do que do conteúdo, o que já não aconteceu na etapa de discussão.

Para avaliar as três questões discursivas do exercício respondido pelos estudantes após o experimento, construímos o Gráfico 4. Em cada questão, identificamos os níveis de entendimento alcançados pelos estudantes, utilizando as categorias de análise da taxonomia SOLO e fizemos uma análise estatística descritiva desses dados.

Gráfico 4: Dados descritivos das questões pós-atividade investigativa. (Questão 1) O ovo afunda ou flutua na água pura? Por quê? (Questão 2) Por que o ovo flutua de um jeito e afunda de outro? (Questão 3) Qual a diferença em colocar o ovo para flutuar na água com sal e na água com açúcar? Fonte de dados da pesquisa.



Verificamos que para a *questão 1*, 8% dos estudantes estão no nível pré-estrutural, 23% estão no nível uni-estrutural, 31% alcançam o nível multi-estrutural e 38% dos estudantes estabelecem relações causais. Na *questão 2*, verificamos que 46% dos estudantes estão no nível pré-estrutural, 31% estão no nível uni-estrutural, 8% atingem o nível multi-estrutural e 15% conseguem alcançar o nível relacional. Já na *questão 3*, verificamos que a maioria dos estudantes está no nível pré-estrutural (61%), 31% no nível uni-estrutural, 8% no multi-estrutural e nenhum estudante conseguiu atingir o nível de maior complexidade (relacional).

Percebemos que houve uma maior dificuldade dos estudantes em explicitarem seu entendimento sobre o fenômeno Físico observado nas questões discursivas, assim como no experimento, de maneira que a maioria dos estudantes não atingiu o nível de pensamento mais elevado no modo concreto simbólico. Isso nos permite levantar hipóteses a respeito da atividade e das questões que compõem o exercício: *i) o nível de dificuldade das questões está além do nível de entendimento dos estudantes ou precisam sofrer modificações para facilitar o entendimento; ii) o alcance dos mais altos níveis de entendimento é proporcional ao grau de dificuldade das questões, que compõem o exercício; iii) o momento da discussão tem maior contribuição na mudança de entendimento dos estudantes; e iv) o exercício não instrui sobre o fenômeno de flutuação.*

Portanto, a partir da análise do ganho relativo à média de escores e dos níveis de entendimento alcançado pelos estudantes em uma abordagem investigativa, chegamos a alguns resultados referentes aos instrumentos de coleta, ao formato da atividade, à ferramenta de análise e aos possíveis preditores de aprendizagem.

No que tange aos instrumentos de coleta, esse estudo apontou para a necessidade de reelaboração das questões abertas, das instruções para realização das atividades e do protocolo de orientação para realização da discussão, ainda que nessa parte os estudantes tenham demonstrado maior articulação do que nas demais tarefas. Em relação ao formato da atividade, avaliamos que a mesma pode mudar o foco de atenção do conteúdo para a tarefa em virtude da pouca familiaridade como o tema de estudo. Portanto, para uma inserção mais eficaz se faz necessário avaliar mais tarefas investigativas aplicadas ao longo de um tempo maior de estudo, pois assim os

estudantes se habituariam com o tipo de abordagem e se engajam mais na discussão dos conteúdos para a resolução dos desafios.

No que diz respeito à ferramenta de análise, a taxonomia SOLO, consideramos que ela propiciou a elaboração de uma estrutura capaz de identificar níveis de articulação do entendimento dos estudantes para os tipos de tarefas desenhadas, e a sua aplicação corroborou alguns trabalhos na área de ensino, cujos resultados apontam para a articulação do conhecimento nessa faixa etária nos níveis mais básicos do estágio concreto simbólico (INHELDER; PIAGET, 1976; KAMII; DEVRIES, 1986).

Sobre os preditores de aprendizagem, esse estudo, mais de caráter exploratório, apontou que a maturidade, o engajamento e o conhecimento prévio dos estudantes podem influenciar como eles interagem e aprendem em atividades de natureza investigativa. Dessa forma, é preciso estabelecer um desenho de pesquisa para que esses parâmetros sejam investigados.

A partir desses resultados, realizamos algumas mudanças na intervenção: i) reformulação das questões que compõem a intervenção; ii) modificação da maneira como as perguntas eram feitas no direcionamento das tarefas e iii) alteração da natureza do conteúdo das questões. Além disso, retiramos uma questão do pré-teste e do pós-teste e substituímos uma questão do exercício (pós-intervenção) por outra, solicitando um relato de experiência dos estudantes. Todas essas alterações foram feitas para um estudo posterior ao que é relatado neste trabalho.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo teve como objetivo apresentar uma ferramenta de análise para avaliar a aprendizagem em uma intervenção investigativa, bem como a avaliação do potencial da instrução para que os estudantes pudessem alcançar os mais altos níveis de entendimento no modo concreto simbólico de pensamento. Para isso, apresentamos a ferramenta de análise e os procedimentos usados na avaliação do seu potencial, adequando-os ao tipo de intervenção realizada.

Sobre os instrumentos de coleta de dados, verificamos que o uso da taxonomia permitiu identificar e classificar os níveis de entendimento alcançados pelos estudantes do 4º e 5º anos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. A taxonomia se mostrou

adequada ao tipo de dado obtido na atividade realizada e aos instrumentos construídos para investigar os diferentes níveis de complexidade hierárquica que os estudantes conseguem alcançar. Portanto, ressaltamos que a taxonomia SOLO é uma importante ferramenta para que possamos avaliar a aprendizagem dos estudantes sobre o fenômeno de flutuação, quando são submetidos a uma atividade investigativa.

O desenvolvimento da atividade investigativa nos forneceu indícios de que a inserção de atividade dessa natureza nos anos iniciais nos permite avaliar o entendimento dos estudantes sobre os conceitos físicos presentes no fenômeno de flutuação, tendo maior repercussão para os estudantes do 5º ano, com maior maturidade. Além disso, nos permitiu fazer reformulações importantes nos testes de conhecimento, na intervenção e nas questões propostas as estudantes. Como pesquisa futura, é possível avaliar os tipos de narrativas e argumentos usados pelos estudantes para justificar suas respostas, bem como a natureza do conteúdo que está sendo aprendido pelos estudantes ao realizarem atividades investigativas, a partir do desenho aqui proposto. Entendemos que a maior contribuição desse trabalho se faz no campo metodológico, com alguns indicativos para um delineamento adequado de abordagens investigativas nos anos iniciais.

## REFERÊNCIAS

AMANTES, A.; BORGES, Oto. Uso da taxonomia SOLO como ferramenta metodológica na pesquisa educacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, Florianópolis. **Anais...**Belo Horizonte: FAE\UFMG. v. Único. p. 1-12, 2008.

AMANTES, A. **Contextualização no ensino de Física: feito sobre a evolução do entendimento dos estudantes**. 2009. Tese (Doutorado), 275f. Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009

AMANTES, A.; OLIVEIRA, E. A construção e o uso de sistemas de categorias para avaliar o entendimento dos estudantes. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.14, n. 02, p. 61-79, maio-ago, 2012.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Ed. Thomson, 2004, 154p.

AZEVEDO, M. C. P. S. de. **Situações de Ensino – Aprendizagem: Análise de uma sequência didática de física a partir da Teoria das Situações de Brousseau.** 2008. 284 f. Dissertação (Mestrado em Educação) Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132011000400005>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

BAYERL, G. da Silva. **O ensino de Ciências Física nos anos iniciais: o experimento como fator estimulante na aprendizagem.** Monografia. 2011, 20f. Programa de Especialização em Ensino na Educação Básica da Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo. 2011.

BIGGS, J. COLLIS, K. **Evaluating the quality of learning: the SOLO taxonomy.** New York: Academic Press, 1982, 260 p..

BIGGS, J.; COLLIS, K. Multimodal Learning and the quality of intelligent behavior. In: ROWE, Helga A. H. (Ed.). **Intelligence: reconceptualization and measurement.** Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, Cap. 5, p.57-76. 1991.

BOND, L., Smith, T., BAKER, W. K.; HATTIE, J. A. The certification system of the National Board for Professional Teaching Standards. (Research Report). University of North Carolina at Greensboro, Center for Educational Research and Evaluation. 2000.

BRUNER, J. S. **O Processo da Educação.** Companhia Editora Nacional, 10ª Edição. São Paulo, 1966, 103 p..

BURDIN, L. **Análise de Conteúdo.** Presses Universitaires de France, Edições 70 Lda., 228p., 1977.

CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013, 164p.

CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de Ciências no Ensino Fundamental: O Conhecimento Físico.** Editora Scipione, 2009, 199p.

COLOMBO, P. D. Jr; LOURENÇO, A. B.; SADDERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Ensino de Física nos anos iniciais: análise da argumentação na Resolução de uma “atividade de conhecimento físico”. **Investigações em Ensino de Ciências – V17(2)**, pp. 489-50, 2012.

COMMONS, M. L., et al. Hierarchical complexity of tasks shows the existence of developmental stages. **Developmental Review**, 18, 237-278, 1998.

FISCHER, K.. A theory of cognitive development: The control and construction of hierarchies of skills. **Psychological Review**, 87, 477-531, 1980.

FORÇA, A. C.; LABURÚ, C. E., & SILVA, O. H. M. Atividades Experimentais no ensino de Física: Teoria e Práticas. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.6, n.3, p.87-105, novembro, 2013.

GADÉA, S. J. S., & AMANTES, A. Uma ferramenta metodológica para avaliar o entendimento de estudantes dos anos iniciais em uma atividade investigativa. In: XV Encontro de Pesquisa e Ensino de Física (XV EPEF), Maresias São Sebastião SP. **Anais do XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2014.

GADÉA, S. J. S.. **Aprendizagem sobre flutuação nos anos iniciais através da inserção de atividades investigativas**. 2016, 149 p. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências), Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil. 2016.

GONÇALVES, M.E.R.; CARVALHO, A.M.P. (1994c). Conhecimento físico nas primeiras séries do 1º grau: O problema do submarino. **Caderno de Pesquisa**, 90, p. 72-80, ago. 1994.

INHELDER, B.. PIAGET, J. **Da Lógica da Criança à Lógica do Adolescente**. Tradução de Dante Moreira Leite. São Paulo, Pioneira, 1976, 260p.

KAMII, C., & DEVRIES, R. **O conhecimento físico na educação pré-escolar: implicações da teoria de Piaget**. Porto Alegre, Artes Médicas, 1986, 328 páginas.

MILLAR, R. A means to an end: the role of process in science education. In: WOOLNOUGH, B. (ed.) **Practical Science**. Milton Keynes: Open University Press, 1991. p. 43-52.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A.; SILVEIRA, F. L. da. A Física na Formação de Professores para as Séries Iniciais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 14, nº 2, 1992.

PIAGET, J. **Epistemologia Genética**. Tradução de Os Pensadores. Abril Cultural, 1970.

PIAGET, J. & GARCIA, R. **Las explicaciones causales**. Barcelona, Barral Editores, 1973, 230 p..

PIAGET, J.. **A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

PORTELA, C. D. P.; Higa, I. O ensino de física nas séries iniciais do Ensino Fundamental: uma experiência na formação de professores. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO - EDUCERE, VII, 2007, Curitiba. **Anais**. v. 1, p. 2652-2662, 2007.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B., & PECATTI, C. Atividades experimentais nos anos iniciais: relato de uma investigação. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. Vol. 6, Nº 2, 263-274, 2007.

ROSA, C. W.; PEREZ, C. A. S.; DRUM, C. Ensino de física nas séries iniciais: concepções da prática docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p.357-368, 2007.

SCHROEDER, C.. A importância da física nas quatro primeiras séries do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 89-94, 2007.

SOUZA JÚNIOR, D. R.; & COELHO, G. R.. Ensino por investigação: problematizando as aprendizagens em uma atividade sobre condutividade elétrica. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC** Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.

VIECHENESKI, J. P.; LORENZETTI, L., & CARLETTO, M. G. Desafios e Práticas para o Ensino de Ciências e Alfabetização Científica nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Atas de Pesquisa em Educação - PPGE/ME**, ISSN 1809-0354 v. 7, n. 3, p. 853-876, set./dez. 2012.

ZANON, D. A. V., & FREITAS, D. A aula de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências & Cognição**, Vol. 10: 93-103, 2007. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org>.

ZOMPERO, A. F., & LABURU, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

**Recebido: 30/9/2019. Aceito: 13/11/2019.**

#### **Sobre os autores:**

##### **Sirlley J. S. Gadéa**

Licenciada em Física pela Universidade Estadual de Feira de Santana e Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela Universidade Federal da Bahia. E-mail: [sirlley\\_gadea@yahoo.com.br](mailto:sirlley_gadea@yahoo.com.br)

##### **Amanda Amantes**

Mestre e Doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora do departamento de Física do Estado Sólido do Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia (UFBA). E-mail: [amandaamantes@gmail.com](mailto:amandaamantes@gmail.com)