

# MAPA DE ITENS: UMA ESTRATÉGIA DE ANÁLISE DO ENTENDIMENTO DE ESTUDANTES DAS SÉRIES INICIAIS SOBRE FLUTUAÇÃO

## ITEMS MAP: A STRATEGY ANALYSIS OF STUDENTS OF UNDERSTANDING SERIES START ON FLOATING

Siriley Gadéa<sup>1</sup>, Amanda Amantes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal da Bahia  
siriley\_gadea@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Universidade Federal da Bahia  
amandaamantes@gmail.com

### Resumo

Neste trabalho, propomos avaliar o entendimento de alunos do 3º ao 5º ano das Séries Iniciais sobre o conteúdo de flutuação, a partir da análise do mapa de itens e da natureza dos itens de dois questionários aplicados às séries. Apresentamos um estudo descritivo da pesquisa, aplicada a 95 estudantes submetidos à intervenção educacional de caráter investigativo. O objetivo é verificar qual faceta do entendimento foi mais difícil de ser alcançada pelos estudantes e se o ganho do entendimento depende do experimento de ensino (ovo e submarino). Os dados coletados em quatro momentos, por testes de conhecimento e instrumentos utilizados na intervenção didática, foram analisados qualitativamente e estabelecemos categorias de análise baseadas numa Taxonomia SOLO (BIGGS & COLLIS, 1982). Obtivemos indícios de que a intervenção favoreceu a evolução do entendimento dos sujeitos acerca dos conceitos abordados e que a estratégia do submarino parece ser a que mais contribuiu para essa evolução.

**Palavras-chave:** Séries Iniciais, atividade investigativa, mapa de itens, física.

### Abstract

In this work, we propose to evaluate the understanding of students from 3rd to 5th year of early grades on the fluctuation of content, from the items map analysis and the nature of the two questionnaires applied to items series. Here is a descriptive research study, applied to 95 students underwent educational intervention investigative character. The goal is to find what facet of understanding was more difficult to achieve by students and gain the understanding depends on the teaching experiment (egg and submarine). Data collected at four time points, for knowledge and testing instruments used in didactic intervention, were analyzed qualitatively and establish categories of analysis based on a SOLO Taxonomy (BIGGS & COLLIS, 1982). We obtained evidence that the intervention facilitated the evolution of the understanding of the subjects about the concepts covered and that the submarine's strategy seems to be the largest contributor to this development.

**Keywords:** early grades, investigative activity, items, physical map.

## 1. Introdução

As práticas experimentais têm o importante papel de motivar e estimular os estudantes à aprendizagem (BAYERL, 2011; FORÇA, LABURÚ & SILVA, 2013). O grande desafio é tornar a Ciência algo mais acessível ao Ensino Fundamental, desmistificando-a como algo apenas para adultos ou cientistas. Porém, a inserção de atividades práticas nas aulas de Ciências ainda está numa fase muito embrionária, mesmo que pesquisas apontem a necessidade de introduzir tópicos de Física (OSTERMANN et al, 1992; CARVALHO, 2013, 2009, 2004; SCHROEDER, 2007) no ensino de Ciências como atividade pedagógica.

Para tanto, é preciso transformar a imagem da Física e torná-la mais agradável e acessível desde os primeiros anos de escolarização (BAYERL, 2011), promovendo um melhor entendimento de conceitos científicos. Diante do cenário do mundo atual, em meio a grandes avanços em ciência e tecnologia, é preciso que os estudantes estejam preparados para discutir sobre novas questões científicas. Neste sentido, a inclusão de atividades experimentais de caráter investigativo (CARVALHO, 2013) favorece e promove o desenvolvimento cognitivo (PIAGET, 1976) do sujeito ainda que não possuam todas as estruturas necessárias para operar formalmente com esses conceitos.

Segundo Nascimento e Barbosa-Lima (2006), o ensino de tópicos de Física atrelado ao ensino de Ciências ainda não é tão abrangente quanto deveria ser. Isso ocorre porque os conceitos ensinados em Ciências, ressaltando o ensino de Ciências Biológicas, são de caráter mais básico. Entretanto, a aprendizagem de conceitos de Física requer um alto nível de abstração que os estudantes das séries iniciais ainda não possuem. Por isso, trabalhamos com conceitos de Física num nível mais básico para que as crianças possam compreender as estruturas fundamentais (BRUNER, 1966) que antecedem o pensamento formal e favorecem a aprendizagem.

Este estudo faz parte de uma pesquisa de Mestrado e se insere numa discussão que se propõe a investigar a aprendizagem de estudantes do 3º ao 5º anos das Séries Iniciais, quando submetidos a duas intervenções didáticas de abordagens distintas. Isso nos permite investigar, através de um estudo qualitativo, quais são as potencialidades de ambas. Nesse contexto, ensinar Física nas Séries Iniciais é *“assegurar a oportunidade da compreensão do mundo em que vivem. De compreender numa lógica aceitável os acontecimentos do cotidiano e a resolução de problemas práticos”* (BAYERL, p. 10, 2011). Logo, inserir conceitos de Física nas Séries Iniciais, num grau de complexidade menor (BRUNER, 1966) promove a compreensão de uma lógica aceitável dos conhecimentos ensinados.

## 2. Construção do Conhecimento

Pesquisas apontam que as dificuldades encontradas pelos estudantes em compreender conceitos científicos abordados no ensino médio (OJA & BASTOS, 2013) têm início no Ensino Fundamental, onde conceitos de caráter mais básicos de Ciências são competências dessa fase escolar (PCNs, 1998). Tais competências têm como objetivo favorecer o desenvolvimento do conhecimento da criança, exigindo da mesma uma progressiva adaptação (PIAGET, 1976) ao meio exterior.

Segundo Piaget (1976) o conhecimento se desenvolve a partir de uma ideia central que não procede da manipulação dos objetos ou dos conceitos prévios do sujeito, mas faz parte de sucessivas construções com elaborações constantes de novas estruturas. Tais construções obedecem a uma ordem cronológica, que Inhelder e Piaget (1976) definem como estádios de desenvolvimento e são divididos em fases, classificados em níveis operacionais, que vão desde o nível concreto simbólico ao operacional formal.

Esses níveis estabelecem que as mudanças ocorridas nos sistemas cognitivos dos sujeitos obedecem a uma hierarquia, respeitando os níveis de camadas de sistemas e subsistemas em termos de cognição (PIAGET, 1976). Isso significa que as habilidades são organizadas de forma hierárquica, apresentando a mesma sequência de níveis em cada uma das camadas dos modos de pensamento (AMANTES, 2009). Estudos neopiagetianos (BIGGS & COLLIS, 1982; COMMONS, 1998; DAWSON, 2004) demonstram que a evolução do entendimento do sujeito, em cada modo de pensamento, ocorre de forma contínua e linear, favorecendo o desenvolvimento do sujeito e promovendo a aprendizagem de conceitos científicos.

A aprendizagem requer mudanças do entendimento do sujeito e isso depende de elaborações e reestruturações do pensamento. Segundo Amantes (2009) o progresso do entendimento ocorre quando o sujeito é capaz de interpretar diversas vezes o mesmo conceito sob perspectivas distintas. Para investigarmos o entendimento, optamos por realizar um estudo qualitativo do caminho do desenvolvimento dos sujeitos investigados.

### **3. Sujeitos e contexto de Pesquisa:**

Nesse trabalho, apresentamos os dados obtidos com a introdução de dois experimentos (de caráter investigativo) de ensino aplicados em 9 turmas do 3º ao 5º anos das Séries Iniciais do Ensino Fundamental. O estudo foi realizado com 95 estudantes destas séries de duas escolas das redes Particular e Pública, no município de Feira de Santana, Ba. Nesse estudo pretendemos verificar os seguintes pontos: Houve mudança de escala no mapa de itens? Qual o grau de dificuldade do QUESTIONÁRIO x AMOSTRA? O questionário avalia bem todos os níveis de habilidades? Há influência da natureza das questões sobre o entendimento dos sujeitos? Qual o nível de articulação e entendimento dos sujeitos?

O estudo foi conduzido no próprio ambiente escolar e com o auxílio das professoras. Os estudantes responderam a um teste de conhecimento com o objetivo de avaliar o conhecimento prévio e um segundo teste, após as intervenções, com o intuito de investigar o conhecimento evoluído. Os dados de ambos os testes não serão analisados neste trabalho.

As atividades foram desenvolvidas no horário das aulas, contudo houve muitas perdas no quantitativo da amostra (ver TABELA 1) devido ao calendário escolar. Para a análise, consideramos as respostas desses estudantes (participantes), respondentes de um conjunto de itens constituídos em dois questionários.

Escola	Série	Turma	Estudantes por Série	Estudantes Participantes
<b>Particular</b> (62 sujeitos)	3º ano ou 2ª série	U	17	13
	4º ano ou 3ª série	U	24	19
	5º ano ou 4ª série	U	21	18
<b>Estadual</b> (133 sujeitos)	3º ano ou 2ª série	A	19	5
		B	19	7
	4º ano ou 3ª série	A	16	3
		B	19	10
	5º ano ou 4ª série	A	30	8
		B	30	12
<b>N (Amostra)</b>			<b>195</b>	<b>95</b>

Tabela 1: Sujeitos da pesquisa.

Do quantitativo de estudantes por série ( $n = 195$ ), apenas 95 estudantes realizaram as quatro etapas da pesquisa (pré-teste, intervenção didática com dois experimentos de ensino e pós-teste). A análise dos dados apresentados neste estudo está pautada nessa amostra ( $n = 95$ ).

#### 4. Metodologia de coleta e de análise

Para responder às questões de pesquisa, realizamos um estudo de caráter qualitativo com o objetivo de investigar o nível de entendimento de estudantes sobre o conteúdo de flutuação. Precisamos verificar através da análise dos itens de dois questionários, submetidos à amostra, qual a faceta do entendimento foi mais difícil de ser alcançada pelos estudantes.

Utilizamos os seguintes instrumentos de coleta:

- *Experimentos de ensino*: experimento do ovo que flutua na água e do submarino (CARVALHO, 2009). Ambos foram desenvolvidos com materiais de baixo custo. Colocamos um desafio para que os estudantes possam, com suas próprias estratégias, resolver o problema: (1) fazer com que o ovo flutue na água; (2) fazer o submarino ficar equilibrado no meio de um recipiente cheio de água.
- *Questionários*: usados para identificar o entendimento dos estudantes após as atividades propostas. Ambos são constituídos de quatro ou cinco questões abertas (discursivas), que foram categorizadas com base na Taxonomia SOLO (Structure Observed Learning Outcome) (BIGGS & COLLIS, 1982) e transformadas em dados dicotômicos, gerando um total de 22 itens para serem analisados através de mapas, que comparam a dificuldade do item em relação aos sujeitos.

A Taxonomia SOLO leva em conta a estrutura das respostas dos estudantes em relação ao nível de complexidade, classificando-os em 5 níveis: pré-estrutural; uni-estrutural; multi-estrutural; relacional e; abstrato estendido. A seguir, apresentamos um exemplo (ver TABELA 2) da categorização para as respostas dos estudantes ao questionário usado no experimento do submarino.

<b>Categorias</b>	<b>Categorização</b>	<b>Respostas</b>
<b>Pré-estrutural</b>	Dizer que precisa ter ar dentro do tubo	Sugar
<b>Uni-estrutural</b>	Dizer que precisa colocar água dentro do tubo	Ter água dentro dele
<b>Multi-estrutural</b>	Dizer que ele fica pesado porque está cheio de água	Enche ele de água e fica pesado e afunda
<b>Relacional</b>	Dizer que precisa ter água e ar dentro do tubo, sendo mais água do que ar e isso deixa ele pesado	Colocar água e ar em quantidade bem diferente

**Tabela 2: Categorização das respostas dos estudantes à pergunta: O que acontece dentro do submarino para que ele afunde?**

Cada um dos níveis compreende um modo de pensamento, onde a mudança de níveis não significa que haverá uma mudança nos modos de pensamento do sujeito. Isso porque as mudanças ocorrem em domínios específicos de conhecimento e em níveis hierárquicos de complexidade.

## 5. Análise e Resultados

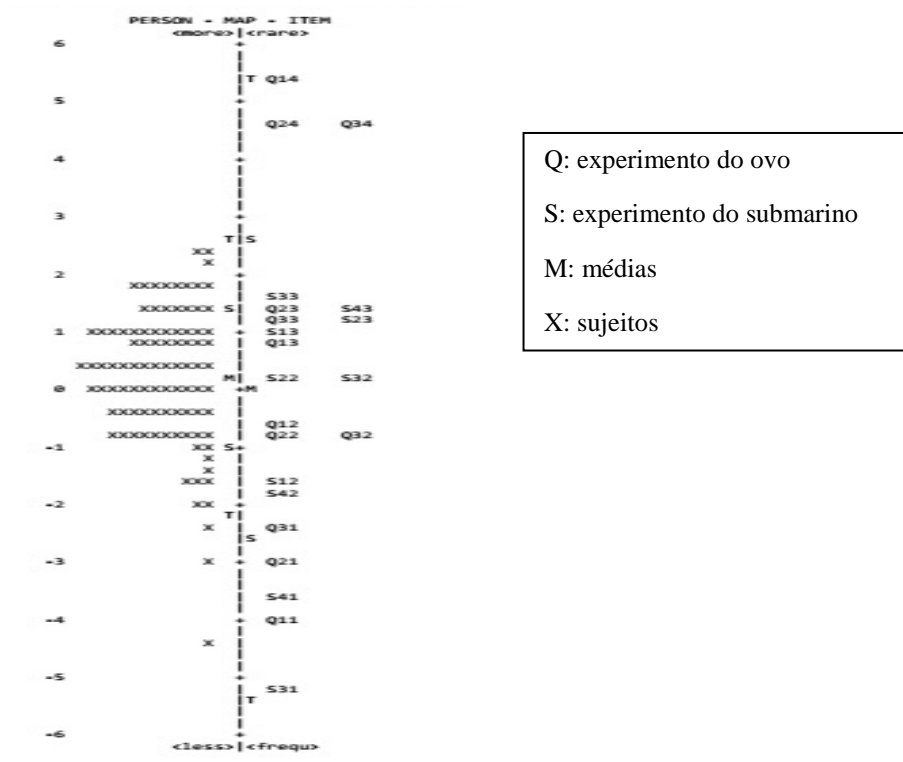
De posse dos dados construímos uma tabela de apresentação e através das categorias de análise transformamos em dados de natureza dicotômica. Esses dados foram importados para o software WINSTEPS, onde fizemos a modelagem Rasch e através dessa análise estatística obtivemos o mapa de itens por sujeitos. Esses dados são distribuídos ao longo de uma escala intervalar definida por *logits* e a partir destes, geramos o mapa de itens para as respostas dos sujeitos obtidas nos dois questionários.

O mapa de itens (ver Figura 1) foi obtido após o estudo hierárquico, seguindo uma ordem definida por uma escala de *logits*. Esta escala é intervalar, cuja diferença entre os intervalos é a mesma ao longo da régua e o objetivo é comparar a dificuldade do item em relação a dificuldade dos sujeitos. Além disso, é possível identificar se o questionário avalia bem todos os níveis de habilidades dos sujeitos e com isso poder investigar se há indícios de desenvolvimento.

Com isso, observamos que os itens e os sujeitos estão distribuídos numa escala intervalar de -6 a +6 *logits* e que a média dos sujeitos é superior à média dos itens. Isso demonstra que os itens estão mais fáceis apesar dos sujeitos ainda não alcançarem o entendimento mais complexos demandados pelos itens **Q14**, **Q24** e **Q34**, de natureza explicativa e teste de hipótese. Esses itens pertencem ao quarto nível hierárquico da

taxonomia da primeira, segunda e terceira questão, respectivamente, do questionário do ovo. Podemos afirmar que o conhecimento demandado por esse tipo de item compreende níveis mais altos de abstração no aspecto mais formal e os estudantes ainda conseguem alcançar.

Figura 1: Mapa de itens dos questionários.



Os itens e os sujeitos estão bem distribuídos, assim como os níveis de habilidades estão hierárquicos estabelecendo que as categorias de análise estão adequadas ao estudo. No intervalo de -1 a 2 *logits*, observamos que os itens do questionário do ovo (notação Q) e do submarino (notação S) se sobrepõem em mesmo nível de habilidades. Entretanto, verificamos que os estudantes se distribuem melhor nos itens do submarino dando indícios de melhor desenvolvimento neste experimento de ensino. Este é um resultado importante, pois é um indicativo de que para essa abordagem os estudantes compreendem melhor os conceitos estudados.

Quanto a natureza das questões, usamos três classificações (teste de hipótese, explicativas e causal) e conseguimos observar a partir do mapa de itens, que os estudantes ainda apresentam dificuldades em responder questões de natureza explicativa (Por que ele afunda numa situação e flutua na outra?) e de teste de hipótese (O que acontece dentro do submarino para que ele afunde) em ambos os experimentos de ensino. Outro fator importante é que os estudantes ainda apresentam dificuldades em colocar suas hipóteses no papel e esses resultados estão presentes nas respostas dos itens Q11, Q21, Q31, S31 e S41, que remetem uma explicação causal. Estas questões têm seus níveis mais básicos expressos em pontos abaixo da escala, representando índices de dificuldade baixos para os estudantes. Logo, podemos afirmar que o conhecimento demandado por esse tipo de item, ou seja, explicações causais, parecem ser mais contemplados com as atividades propostas.

Tais resultados são indicativos de que as ferramentas utilizadas estão adequadas para cumprir com os objetivos da pesquisa. O mapa de itens (Fig. 1) é um método válido para analisar os itens dos questionários, pois podemos identificar os itens de maior e menor dificuldade para os estudantes e se o conhecimento demandado por eles permite relacionar dois ou mais conceitos para responder às questões dos questionários. Além disso, conseguimos identificar as questões que exigem um alto nível de abstração, cujos itens são expressos acima da escala.

## **6. Considerações Finais**

O estudo permitiu identificar, que o uso de atividades investigativas parece se apresentar como uma boa estratégia de ensino, porque promoveu indícios de mudanças no entendimento dos sujeitos sobre flutuação. A nossa metodologia de análise, através da modelagem Rasch e plotagem do mapa de itens, permitiu verificar a coerência do instrumento para avaliar o entendimento dos sujeitos sobre o conteúdo abordado nas atividades.

Verificamos que os testes e o sistema categórico se adequam ao modelo teórico, uma vez que, obtivemos uma boa dispersão dos itens que conseguiram avaliar os diferentes níveis de habilidades. Conseguimos identificar que os itens ficaram mais fáceis para os estudantes quando as atividades investigativas foram aplicadas e constatamos isso pela diferença da média do índice de dificuldade dos itens no pré-teste e no pós-teste, através da análise do mapa. Esse resultado é um bom indicador de que houve aprendizagem com o tipo de atividade realizada.

Se compararmos as abordagens das atividades, podemos constatar pelo pareamento dos mapas dos itens que os estudantes apresentaram maior diferença no índice de dificuldade dos itens na atividade do submarino do que na atividade do ovo. Isso é um indicador de que a atividade do submarino contemplou mais o entendimento de conceitos sobre flutuação. Assim, identificamos que os estudantes tiveram dificuldades em responder questões de natureza explicativa e de teste de hipótese, que de acordo com o mapa são os itens mais difíceis. Enquanto que os itens mais fáceis são de natureza causal, ou seja, compreendem conceitos mais fáceis de serem aprendidos.

Entendemos que este estudo tem grandes implicações no ensino. Podemos interpretar que tais abordagens favorecem mais a aprendizagem conceitual, portanto devemos utilizá-la como estratégia de ensino com certa cautela. Ela é promissora para entender aspectos fenomenológicos, mas temos que ter consciência que os níveis mais altos de formalização não são facilmente contemplados quando a atividade é dessa natureza.

## **7. Agradecimentos e apoios**

Agradeço ao Grupo de Pesquisa pelas discussões, à UFBA e à FAPESB pelo apoio à pesquisa.

## **8. Referências**

AMANTES, A. **Contextualização no Ensino de Física: Efeitos sobre a evolução do**

**entendimento dos estudantes.** Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

NASCIMENTO, C. & BARBOSA-LIMA, Maria da Conceição. **O ensino de física nas séries iniciais no ensino fundamental: lendo e escrevendo histórias.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 6, n. 3, 2006.

BAYERL, G. da Silva. **O ensino de Ciências Física nas Séries Iniciais: o experimento como fator estimulante na aprendizagem.** Monografia ao Programa de Especialização em Ensino na Educação Básica da Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

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

Brasil. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais.** Brasília: MEC, 1998.

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

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

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, Andréa I.; BARROS, Marcelo A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C. de. **Ciências no Ensino Fundamental: O Conhecimento Físico.** Editora Scipione, 2009.

CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática.** S.P., Ed. Thomson, 2004.

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

DAWSON, T. L.; WILSON, M. The LAAS: **A computerized developmental scoring system for small and large-scale assessments.** *Educational Assessment*, v. 9, p. 153-191, 2004.

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.

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

OJA, A. J. & BASTOS, F. **Ensino de Ciências no início da educação fundamental: algumas implicações para uma educação científica de qualidade.** IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2013.

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

SCHROEDER, C.. **A importância da física nas quatro primeiras séries do ensino fundamental.** Escola Panamericana, Porto Alegre, RS, Brasil, 2007.