

# O USO DA TAXONOMIA SOLO COMO FERRAMENTA METODOLÓGICA NA PESQUISA EDUCACIONAL

## THE USE OF SOLO'S TAXONOMY AS METODOLOGIC TOOL IN EDUCATIONAL RESEARCH

**Amanda Amantes<sup>a1</sup>**

**Oto Borges<sup>b2</sup>**

<sup>a</sup> Universidade Federal de Minas Gerais / Faculdade de Educação  
amandaamantes@pop.com.br

<sup>b</sup> Universidade Federal de Minas Gerais / Faculdade de Educação / Colégio Técnico  
oto@coltec.ufmg.br

### RESUMO

Nesse artigo expomos uma teoria neo-piagetiana, denominada Structure of Observing Learning Outcome, elaborada pelos autores BIGGS e COLLIS. Nosso propósito é ressaltar as características da Teoria que nos permitem utilizá-la como ferramenta metodológica em pesquisas educacionais. Relatamos pesquisas que utilizam a Taxonomia proposta pelos autores e explicitamos como tal ferramenta foi utilizada em nossa pesquisa.

**Palavras-chave:** Taxonomia SOLO, aprendizagem, desenvolvimento cognitivo

### ABSTRACT

This paper reports BIGGS and COLLIS's theory called Structure of Observing Learning Outcome. We intend to show how this theory can be a powerful tool for educational research. For this purpose, we elicit some Theory's principles and how they had been used for teachers e researchers. At last, we report how our research used the SOLO Taxonomy to analyze student's responses.

**Keys-words:** SOLO Taxonomy, learning, cognitive development

### INTRODUÇÃO

Pesquisas educacionais recentes sobre aprendizagem têm-se baseado em teorias cognitivas, muitas das quais com foco neo piagetiano. Teorias dessa natureza têm fornecido subsídios bastante promissores para o desenvolvimento de metodologias de pesquisa, além de contribuir para a progressão na compreensão sobre a evolução do conhecimento humano em estágios mais avançados do desenvolvimento cognitivo.

É nesse sentido que os autores BIGGS e COLLIS (1982) desenvolvem sua teoria, denominada Structure of Observing Learning Outcome (SOLO). Baseando-se em princípios piagetianos, esses autores identificam patamares de entendimento de conteúdos específicos e admitem o surgimento de estruturas cognitivas características dos estágios piagetianos, mas nomeiam esses estágios como "modos de pensamento". Esses modos surgem em idades semelhantes aos da teoria de Piaget, mas são específicos para cada domínio de conhecimento e não gerais como o é para esse autor. Na teoria SOLO um modo ou estágio não emerge em substituição de outro, mas surge de forma a coexistir com todos já existentes.

De acordo com essa teoria, a evolução do entendimento pode ser explicada por diferentes fatores como maturidade, disponibilidade na memória de trabalho, suporte social, confronto com um problema; é, portanto, uma teoria que integra aspectos piagetianos, mas que tem certas particularidades utilizadas pelos autores para gerar uma Taxonomia. A Taxonomia proposta por BIGGS e COLLIS diz respeito a um sistema de categorias para identificar patamares de formalização do pensamento. Os autores defendem que esse sistema pode ser utilizado para

---

<sup>1</sup> Apoio Fapemig/CNPq

<sup>2</sup> Apoio CNPq

avaliar a qualidade de aprendizagem ou para objetivos curriculares (BIGGS e COLLIS, 1982), uma vez que apresenta a possibilidade de identificar níveis hierárquicos de complexidade do entendimento sobre conteúdos de diferentes domínios, a partir de instrumentos desenvolvidos para esse objetivo.

Nesse artigo iremos expor de maneira sucinta a teoria SOLO proposta por BIGGS e COLLIS, ressaltando o uso de seu sistema de categorização na nossa pesquisa. Estaremos expondo exemplos onde a Taxonomia foi utilizada, em nossa pesquisa e em outros trabalhos na área educacional.

## **A PESQUISA**

Nesse relato a intenção é explicitar uma metodologia de análise de dados que foi utilizada para a realização de uma pesquisa educacional. Tal pesquisa utilizou a Taxonomia SOLO como sistema de categorização de respostas fornecidas por estudantes do ensino médio a questões feitas em um questionário sobre os conceitos de Movimento Relativo e Referencial Inercial.

O foco da pesquisa foi identificar a evolução do entendimento de conceitos físicos de alto nível de abstração. Ela faz parte de um projeto cujo objeto de estudo é a Aprendizagem em Ciências. Em síntese, a pesquisa que realizamos utilizando a Taxonomia SOLO para análise dos dados, pode ser descrita como se segue:

### **A) Objetivos**

De uma forma geral, a investigação que realizamos procurou verificar se os estudantes sabem mais do que conseguem explicitar, tomando como conhecimento a habilidade em lidar com situações específicas, de caráter teórico prático ou funcional. Procuramos identificar os modos e patamares de formalização do pensamento (de acordo com a teoria SOLO) dos estudantes do Ensino Médio, com intuito de verificar se há influência da escolarização e recursividade da abordagem do conteúdo para o alcance de um nível relevante de abstração.

Investigamos a relação entre o entendimento em termos de habilidades e os modos de pensamento, averiguando se há correspondência entre a capacidade de articulação e explicitação de um conceito e sua aplicação em situações específicas. Por fim, procuramos constatar a influência do amadurecimento no entendimento de conceitos mais abstratos, tanto em termos de aplicação dos mesmos em situações específicas como também de explicitação desse entendimento.

### **B) Pressupostos**

Partimos do pressuposto de que a apreensão de conceitos se realiza ao longo de um período em que o sujeito se depara com situações diversas; o entendimento se realiza em diferentes momentos, nos quais a familiarização com conceitos permite uma abstração ascendente, culminando em um conhecimento mais amplo e geral. Por isso, consideramos que currículo recursivo promove uma situação mais propícia ao entendimento de conceitos mais abstratos e elusivos, pois possibilita ao aprendiz o contato com os mesmos, de forma explícita ou intermediária, em diferentes fases da vida escolar. (AMANTES, 2005)

Acreditamos que um entendimento pode estar articulado em maior ou menor grau, tendo referentes mais concretos ou mais abstratos, inserido, nesse último caso, em um quadro conceitual mais abrangente. Nesse aspecto, acreditamos que não verbalizamos tudo aquilo que sabemos, pois nosso pensamento a respeito de um conceito pode estar em diferentes níveis de formalização, se apresentando com maior ou menor grau de articulação. Entretanto, quando o entendimento se encontra formalizado, sua explicitação se realiza de maneira mais clara e inteligível. (AMANTES, 2005)

### **C) Contexto**

Realizamos a pesquisa em uma escola pública, na primeira, segunda e terceira séries do Ensino Médio. Desenvolvemos um questionário que continha questões abertas e fechadas sobre os conceitos de Referencial Inercial e Movimento Relativo.

O questionário foi aplicado a 409 alunos durante duas aulas de 50 minutos. Desses 409 alunos, 165 eram da primeira série, 119 da segunda série, 108 da terceira série e 17 que não conseguimos identificar a série.

Na escola onde realizamos a pesquisa há adoção do currículo recursivo; os alunos estudam conteúdos na primeira série que são retomados nas séries seguintes com diferentes focos e com abordagens distintas. A investigação que realizamos levou em consideração essa retomada de conteúdos para a análise dos dados e interpretação dos resultados. Os alunos da terceira série haviam acabado de estudar uma unidade sobre conservação da quantidade de movimento, em que tiveram oportunidade de retomar esse conceito, ainda que de forma não organizada e explícita. Os alunos da primeira série haviam acabado de estudar as leis de Newton, e os da segunda série estavam estudando eletrostática.

#### C) Análise dos dados:

As questões abertas do questionário respondido pelos estudantes eram perguntas diretas sobre o que entendiam em relação aos conceitos ou perguntas onde tinham que interpretar uma situação para responder. As questões fechadas eram de verdadeiro ou falso e se remetiam à interpretação de uma situação específica.

A Taxonomia SOLO e outro sistema de categorias por nós elaborado (categorias de explicitação) foram utilizados para analisar as respostas às questões diretas. As questões de verdadeiro ou falso foram analisadas estatisticamente, em termos de performances de acordo com a Teoria de Resposta ao Item.

A partir da análise quantitativa, obtivemos outras categorias, as de proficiência. Fizemos testes estatísticos de associação entre as categorias da Taxonomia SOLO, de explicitação e de proficiência, para testar a relação entre elas.

#### D) Resultados Gerais

Constatamos que os estudantes em geral conseguem lidar facilmente com os conceitos abordados quando resolvem questões de interpretação, mas têm menos sucesso quando solicitados a verbalizar seu entendimento. Nossos resultados apontam que o pensamento da maioria dos alunos se encontra no patamar concreto, sendo que poucos atingiram uma concepção sobre Movimento Relativo e Sistema de Referência próxima da científica (modo formal).

Verificamos também que os alunos em contato com o tema em diferentes fases do Ensino Médio demonstraram um entendimento mais consistente, em termos de habilidades, além de terem maior expressividade no patamar formal de pensamento. Esse resultado sugere que abordagens curriculares recursivas podem ajudar a entender conceitos mais teóricos e elusivos.

## TEORIA SOLO

BIGGS e COLLIS (1982) desenvolveram uma teoria apoiada em pressupostos piagetianos, na intenção de fornecer um modelo para o desenvolvimento cognitivo. Segundo esses autores, os indivíduos aprendem um novo conhecimento através de estágios ascendentes que envolvem estruturas cognitivas cada vez mais complexas. Em cada estágio há uma estrutura comum, que representa níveis de complexidade.

BIGGS e COLLIS basearam sua teoria na noção de que em qualquer “episódio” de aprendizagem, o que temos acesso sobre essa aprendizagem é determinado por uma interação complexa entre procedimentos de ensino e características dos próprios sujeitos envolvidos no processo (HATTIE e BROWN, 2004). A teoria, denominada Structure of Observing Learning Outcome, foi desenvolvida a partir da concepção de que os sujeitos aprendem distintos conteúdos em estágios de complexidade ascendente e que mostram, em geral, a mesma seqüência em diferentes tarefas; isso torna possível, a partir dos dados a que temos acesso, caracterizar de alguma forma os níveis de habilidades, ou ainda identificar a evolução de uma habilidade em tarefas particulares. (BIGGS, 1987).

Os autores definem os modos, como costumam denominar os estágios, como a forma de representação de um problema:

- 1- **Sensório motor** (a partir do nascimento): definido pela maneira como um recém nascido interage com o mundo, da forma mais concreta (respostas motoras a estímulos sensoriais).
- 2- **Icônico** (aproximadamente 18 meses): corresponde a um modo pré-simbólico, onde há uma espécie de internalização da ação através da codificação da realidade por meio de símbolos, tendo a linguagem uma função de pré-requisito essencial, mesmo não sendo suficiente.
- 3- **Concreto-simbólico** (por volta dos 6 anos): envolve conhecimento declarativo que expressa conhecimentos factuais e relações entre objetos e conhecimentos. Os sistemas das linguagens escritas e dos símbolos, como mapas, notação musical, gráficos e outros dispositivos simbólicos, nos proporcionam as melhores ferramentas para atuar sobre o ambiente.
- 4- **Formal** (aproximadamente 14 anos): incorpora e transcende circunstâncias particulares e o pensamento se apóia em princípios e teorias. Esse sistema abstrato de alta ordem eventualmente se identifica com o corpo de conhecimento hegemônico em uma dada disciplina e, apesar de poder surgir por volta dos 14 anos, ele não se generaliza automaticamente para todos os domínios de conhecimento e todo pensamento; alguns indivíduos podem chegar a nunca desenvolver esse modo de pensamento.
- 5- **Pós-formal** (por volta dos 20 anos): está ligado a capacidade de operar formalmente em novos campos e na exibição de alta capacidade metacognitiva consciente. Segundo BIGGS e COLLIS (1982), não admitir esse modo de pensamento pode gerar dificuldades em descrever o desenvolvimento cognitivo na vida adulta, apesar de não se deterem nesse aspecto.

Os modos considerados por BIGGS e COLLIS apresentam características semelhantes aos estágios piagetianos no que diz respeito ao período de surgimento das estruturas cognitivas e às formas de estruturação e manipulação dos conteúdos: eles admitem que i) é possível descrever, em termos de períodos de idades, alguns aspectos comuns da aprendizagem, ii) as atividades vão crescendo em termos da abstração e que iii) há claras diferenças qualitativas ou descontinuidades no modo de lidar com um mesmo conhecimento em vários períodos.

Entretanto, há diferenças em relação à generalidade dos estágios ou modos. Eles interpretam que os modos não podem ser definidos em termos de mudanças estruturais na lógica operatória, como na teoria piagetiana. Para eles, ao mudar de estágio ou modo, muda-se a forma de representar o conhecimento aprendido, não a estrutura da totalidade de tarefas com que se lida em cada estágio. Além disso, consideram que ao surgir um novo estágio, o sujeito ainda é capaz e efetivamente funciona no modo anterior e que isso ainda pode ocorrer de forma simultânea: a teoria que propõem é multimodal. Isso quer dizer que os estágios como definidos por Piaget são distintos para diferentes conteúdos, ainda que para um mesmo sujeito. Dessa forma, o que caracteriza um estágio não é a complexidade estrutural do pensamento como um todo, mas o nível de abstração do modo como os conteúdos de uma experiência são representados.

BIGGS e COLLIS teorizam que os estágios ou modos possuem níveis de complexidade que determinam como o conhecimento está estruturado. Esses níveis são ascendentes, e dizem respeito às relações estabelecidas entre diversos elementos e o conteúdo apreendido.

Para esses autores, no âmbito escolar podem ser identificados dois tipos de aprendizagem: a superficial e a profunda. A primeira forma de aprendizagem diz respeito a um processo no qual o estudante reproduz em detalhe o conteúdo ensinado. “A motivação é focalizar nos tópicos e elementos mais importantes, para tentar reproduzi-los com precisão; por isso os estudantes não vêem conexão entre os elementos ou significados e as implicações do que é aprendido.” (BIGGS). A aprendizagem profunda se refere a um entendimento intrínseco sobre o conteúdo, e envolve processos de um nível cognitivo mais alto: “a procura por analogias, relações com o conhecimento prévio, teorização sobre o que foi aprendido e derivações de extensões e exceções”. (BIGGS).

Esses dois tipos de aprendizagem podem ser identificados nos modos ou estágios cognitivos, e podem ser entendidas como conseqüências das diferentes formas em lidar com um conteúdo, seja quando a aprendizagem é realizada utilizando-se atributos de um único modo (unimodal) seja quando é realizada com atributos de vários modos simultaneamente (multimodal). Essas aprendizagens estão relacionadas aos níveis de complexidade na estruturação do entendimento de determinado conteúdo.

Para analisar as respostas de estudantes a testes específicos, BIGGS e COLLIS elaboraram uma Taxonomia que levasse em conta esses dois tipos de aprendizagem. O objetivo foi o de identificar o tipo de pensamento exibido pelas respostas de estudantes submetidos a tarefas de determinados conteúdos. Para eles, de acordo com as respostas, os estudantes podem exibir, dentro de um modo, níveis distintos de complexidade no seu entendimento:

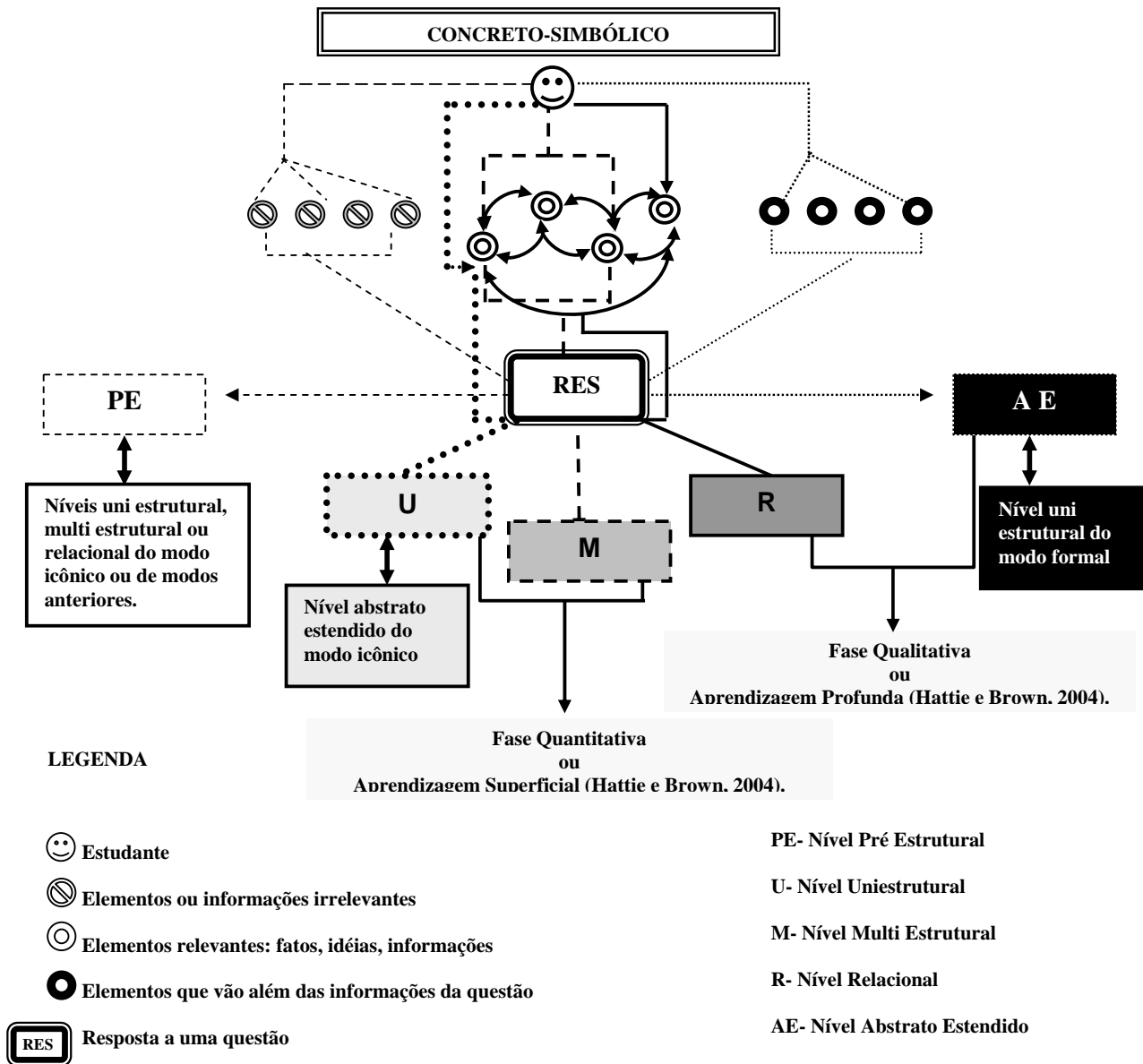
- **Pré-estrutural (P):** forma de pensar em que as respostas explicitadas são inadequadas. O indivíduo opera em modo aquém do que o solicitado em uma questão a ele colocada, sendo distraído ou confundido por aspectos irrelevantes pertencentes a um estágio ou modo prévio.
- **Uni-estrutural (U):** o foco é correto, mas o aprendiz obtém poucas informações dos dados e as respostas podem ficar inconsistentes.
- **Multi-estrutural (M):** o aprendiz se vale de características mais relevantes e corretas, mas elas não se integram totalmente; algumas inconsistências podem aparecer em suas respostas.
- **Relacional (R):** as informações são acessadas, os dados são avaliados e as relações são estabelecidas. O todo se torna uma estrutura coerente; não há inconsistências.
- **Abstrato estendido (A):** O aprendiz agora generaliza a estrutura para um novo quadro com características mais abstratas, representando um novo e elevado modo de operação. Normalmente esse nível torna-se o nível uni-estrutural do modo seguinte da hierarquia de categorias de funcionamento.

Os níveis de complexidade são ordenados representando a progressão do entendimento baseado em elementos concretos para o entendimento que se baseia em elementos abstratos, através de um processo crescente de organização do número de dimensões relacionadas, de consistência entre essas relações e generalização dos princípios utilizados. De acordo com HATTIE e BROWN, os níveis crescem em complexidade através de uma crescente demanda pelo aumento da quantidade da memória de trabalho ou poder de concentração: nos níveis uni e multi estrutural, o estudante interpreta a informação dada e utiliza uma estratégia conhecida para fornecer a resposta, enquanto nos níveis relacional e abstrato estendido ele deve pensar em muitos objetos de uma só vez e avaliar quais são inter-relacionados.

A figura 1 ilustra as diferenças entre os níveis de complexidade tomando-se como parâmetro elementos relacionados a um conceito ou conteúdo específico.

Os níveis uni e multi estruturais estão relacionados à aprendizagem superficial, enquanto o relacional e abstrato estendido, à aprendizagem profunda (HATTIE e BROWN, 2004). Esses níveis de complexidade se estabelecem em cada modo, formando ciclos de aprendizagem crescente, que podem se constituir em um ou mais ciclos dentro de um mesmo modo. O número de ciclos depende da natureza do conhecimento apreendido: se for muito complexo certamente haverá mais de um ciclo de aprendizagem.

De maneira geral, a Teoria de Biggs e Collis se baseia em princípios piagetianos para explicar a progressão do entendimento de conteúdos de domínio particular, caracterizando os estágios como específicos para cada domínio. Consideram ainda que nesses estágios há níveis de complexidade do entendimento, que de alguma forma dizem respeito ao grau de aprendizagem sobre os conteúdos em questão. Eles propõem uma teoria que se baseia na concepção multimodal do desenvolvimento cognitivo e consideram como fatores determinantes na passagem de um modo a outro: a maturidade, disponibilidade da memória de trabalho, confronto com um problema, suporte social e o nível das respostas no modo anterior. A partir desses princípios, propõem um sistema para categorizar respostas, questões e tarefas: a Taxonomia SOLO.



**Figura 1: Respondendo a determinada questão, o estudante pode exibir seu entendimento como estando em diferentes níveis de complexidade para um mesmo modo de pensamento (no caso o concreto simbólico):**  
**PE-** Se a resposta apresenta elementos irrelevantes ou incoerentes com a questão, o entendimento exibido está no nível pré estrutural.  
**U-** Se a resposta demonstra um elemento, informação ou idéia que responde diretamente à questão, o nível é o uni estrutural para o entendimento.  
**M-** Se vários elementos, informações ou idéias são incorporados na resposta, mas não há relação ou integração entre eles, o nível do entendimento é o multi estrutural.  
**R-** Quando, além de incorporar vários elementos, fatos ou idéias, a resposta os relaciona e integra de forma coerente, o entendimento exibido está no nível Relacional.  
**AE-** Se a resposta vai além das informações da questão e exibe um nível mais alto de abstração e generalização das idéias e dos elementos a outros casos, ela exibe um entendimento no nível abstrato estendido.  
O Pré estrutural corresponde a níveis de modos anteriores, com exceção do abstrato estendido que representa o nível uni estrutural do nível posterior.  
Os níveis uni e multi estrutural de um modo específico são considerados como relacionados à aprendizagem superficial (HATTIE e BROWN, 2004) e com a fase quantitativa do processo de aprendizagem. Os níveis relacional e abstrato estendido se relacionam à aprendizagem profunda e à fase qualitativa do processo.

## TAXONOMIA SOLO COMO METODOLOGIA DE PESQUISA E COMO AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM

A Taxonomia SOLO fornece uma forma sistemática de descrever como a performance de um aprendiz cresce em complexidade quando realiza muitas tarefas, particularmente as escolares. “Uma seqüência geral do crescimento na complexidade estrutural de muitos conceitos e destrezas é postulada, e tal seqüência pode guiar a formulação de metas específicas de acesso a dados de saída específicos” (BIGGS).

Uma vez que a Taxonomia Solo apresenta um sistema para identificação de formas de pensamento em tarefas realizadas por estudantes, ela tem sido usada de diferentes formas e em diferentes domínios de conhecimento: para fins de avaliação de aprendizagem por professores, para identificar professores experts (BOND, SMITH, BAKER e HATTIE, 2000) e para avaliar programas de ensino (MAGUIRE, 1988), além de servir como instrumento metodológico de pesquisas educacionais (BIGGS, 1995; BIGGS, 1994; BIGGS E COLLIS, 1999; HATTIE e BROWN; 2004, AMANTES e BORGES 2004; McMILLAN 2001; PANIZZON, 2003; HOLMES, 2004; HAWKINS e HEDBERG, 1996). Como sugere uma progressão dos estudantes em quatro níveis de complexidade dentro de um modo específico, sua utilização por professores tem implicado no desenvolvimento de programas para capacitar os estudantes a enriquecer e aumentar sua aprendizagem profunda (HATTIE e BROWN, 2004).

HATTIE e BROWN, em sua pesquisa, buscam um modelo de estimação que valorize o equilíbrio entre o processo superficial e profundo de aprendizagem. Eles trabalham com ferramentas de acesso para o Ensino e Aprendizagem (asTTle), e utilizam a Taxonomia SOLO para desenvolverem tais ferramentas. Eles argumentam que a Taxonomia é a chave que utilizam porque ela é capaz de descrever eficazmente o processo envolvido na pergunta e resposta de questões numa escala crescente de dificuldade ou complexidade. Segundo eles, além de fornecerem parâmetros para analisar e classificar respostas, a Taxonomia pode ser utilizada para elaboração de questões em diferentes maneiras.

MEAGHER-LUNDBERG e BROWN (2001), THOMAS, HOLTON TAGG e BROWN (2003) utilizam a Taxonomia para submeter itens sobre leitura e matemática à avaliação de professores. A Taxonomia é utilizada para construir questões que procuram identificar níveis de complexidade. Cada série de itens construída é uma ferramenta de acesso (testlet). Essas ferramentas se constituem em um poderoso sistema que pode ser usado pelos professores para identificar o processo e planejar suas estratégias. Um exemplo de Testlet construída de acordo com a Taxonomia SOLO é mostrada na figura 3:

○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Sol	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urânio	Netuno	Plutão
Temperatura: quente-----fresco					frio				
1. Qual o planeta que está mais perto do Sol? (Uniestrutural)									
2. Quais os dois planetas mais próximos da Terra? (Multiestrutural)									
3. Explique como a distância em relação ao Sol e a temperatura estão relacionadas. (Relacional)									
4. Dada a posição da Terra relativa ao Sol, como isso afeta os climas e estações da Terra? (Abstrato Estendido)									

Figura 3: Traduzido de Hattie, J.A.C., & Brown, G.T.L. (2004, September). *Cognitive processes in asTTle: The SOLO taxonomy*. asTTle Technical Report #43, University of Auckland/Ministry of Education.

A primeira questão exige somente um pedaço da informação dada, enquanto na segunda o estudante deve usar dois pedaços da informação. A terceira questão exige que o estudante

enxergue a relação entre distância do sol e a temperatura do planeta através, e na quarta questão o estudante deve ir além da informação dada no item para deduzir um princípio mais geral. Outra maneira que MEAGHER-LUNDBERG e BROWN (2001), THOMAS, HOLTON TAGG e BROWN (2003) utilizam a Taxonomia é para identificar e categorizar respostas de estudantes a questões abertas. O quadro seguinte mostra um exemplo que classifica respostas de estudantes a uma pergunta sobre as razões da escuridão da noite.

<p><b>Questão: Por que escurece à noite?</b></p> <p><b>Uniestructural:</b> Porque o Sol vai para o outro lado do mundo.</p> <p><b>Multiestructural:</b> Porque a Terra está girando e o Sol está rodeando a Terra.</p> <p><b>Relacional:</b> Escurece a noite porque o sol rodeia um lado da Terra em 12 horas e para as outras 12 horas ele rodeia o lado oposto da Terra.</p> <p><b>Abstrato Estendido:</b> A terra tem formato esférico e tem rotação em relação ao seu eixo norte-sul. Como ela tem rotação, em um momento metade da esfera terrestre ficará frente ao Sol, sendo iluminada, enquanto que a metade oposta ficará na sombra. Como a Terra está em contínuo movimento de rotação, um ponto na superfície terrestre passará alternadamente através da parte iluminada e da parte de sombra.</p>
--

Figura 4: Traduzido de Hattie, J.A.C., & Brown, G.T.L. (2004, September). *Cognitive processes in asTTle: The SOLO taxonomy*. asTTle Technical Report #43. University of Auckland/Ministry of Education

A resposta no nível uniestructural foca em um simples entendimento, se referindo a uma explicação simples de causa e efeito. No nível multiestructural a resposta não apresenta crescimento em termos de qualidade cognitiva, mas há maior número de elementos incorporados à explicação, sem, no entanto, apresentar relações entre eles. As respostas no nível relacional identificam um outro fenômeno para explicar a relação entre claro e escuro, estabelecendo as relações de forma coerente. No nível abstrato estendido, as respostas são estendidas de maneira a levar em consideração a forma e eixo do planeta como parte de uma explicação generalizada do fenômeno.

Outras formas de uso da Taxonomia SOLO são identificadas por HATTIE e BROWN (2004):

- 1- Para o estudo de habilidades: o método SOLO é usado na meta-análise de programas de estudo de habilidades por HATTIE, BIGGS E PURDIE (1996), para classificar intervenções educacionais. As intervenções são classificadas de acordo com a Taxonomia: a uniestructural foca em um único ponto de mudança no processo cognitivo; a multiestructural envolve uma gama de estratégias e procedimentos independentes e sem relação direta; a intervenção relacional enfatiza a auto regulação e o auto monitoramento dos estudantes, integrando várias estratégias relacionadas; a intervenção no nível abstrato estendido diz respeito à generalização da integração conseguida no nível anterior para um novo conteúdo ou utilizado para uma aprendizagem futura.
- 2- Para identificar professores *experts*: a taxonomia tem sido usada para identificar a ação de docentes. BOND, SMITH, BAKER e HATTIE, 2000 categorizam a *expertise* de professores e avaliam o tipo de aprendizagem que promovem em suas ações docentes. A conclusão que chegam é que professores *experts* tendem a estruturar as atividades de forma a promover o processo de entendimento profundo por parte dos alunos.
- 3- Para avaliar estudantes-professores: a performance de estudantes-professores é avaliada de acordo com a Taxonomia SOLO por W. Riley Collegee of Education na Carolina do Sul. As estratégias e ações docentes são avaliadas e classificadas segundo a Taxonomia e, de acordo com essa classificação a performance é indicada como aceitável ou não para áreas específicas.
- 4- Para avaliar aprendizagem de estudantes na sala de aula: a partir de instrumentos especificamente elaborados, os professores podem avaliar a aprendizagem de seus alunos através de uma série de atividades elaboradas tomando-se como parâmetro a Taxonomia SOLO. Ainda



podem avaliar a produção de seus alunos de acordo com essa Taxonomia. Em ambos os casos, o processo cognitivo pode ser identificado pelos parâmetros da teoria SOLO.

A Taxonomia desenvolvida por BIGGS e COLLIS apresenta diversas possibilidades de avaliação de tarefas, tendo-se como parâmetro o desenvolvimento cognitivo através de uma hierarquia de níveis de complexidade. Ela não apenas “sugere uma metodologia para construção de itens como também pode ser usada para ranquear respostas a itens, avaliar o conhecimento parcial e, mais importante, pode ser usada para dar sentido a muitas descrições de professores e estudantes” (HATTIE e BROWN, 2004).

Enfim, SOLO é uma taxonomia que, em termos docentes, se constitui em uma boa ferramenta para avaliar a aprendizagem em diferentes domínios e de diferentes formas, pois estabelece um sistema simples de categorias que independe do conteúdo e que pode ser aplicado como instrumento para diversos propósitos. Para a área de pesquisa educacional, é igualmente poderosa para identificar estágios no desenvolvimento cognitivo em diversos conteúdos, o que fornece diversas possibilidades de investigação para compreensão do processo de aprendizagem.

## V- TEORIA SOLO & PESQUISA REALIZADA

Em nossa pesquisa utilizamos o sistema de categorias da teoria SOLO para analisar respostas dos estudantes a questões abertas de um questionário sobre os conceitos de Referencial Inercial e Movimento Relativo.

O questionário continha questões abertas e dicotômicas. Duas das questões abertas foram categorizadas segundo a Taxonomia SOLO, além do sistema de categorias de explicitação.

As questões cujas respostas foram categorizadas são:

*O que você entende por:*

- a) *Sistema de Referência*
- b) *Movimento Relativo*

Para os conceitos investigados, as respostas foram correspondentes ao modo concreto e formal de pensamento em se tratando da amostra utilizada. Os níveis de complexidade apresentaram mais de um ciclo no modo concreto simbólico. Podemos dizer que para esse modo, o ciclo 1 é baseado em imagens e desenvolvido a partir de uma única idéia importante; o ciclo 2 é mais abstrato e possui menos confiança em imagem, pois há incorporação de idéias ou conceitos relevantes do processo científico. No modo formal, no ciclo 1 há o desenvolvimento de um único construto teórico que pode ser aplicado para explicar e resolver um novo problema, enquanto que no ciclo 2 outras teorias são acessadas com esse intuito.

A partir das características de cada modo e níveis de complexidade da Taxonomia, as respostas foram categorizadas como se segue:

<b>REFERENCIAL INERCIAL</b>		
<b>P: (Pré Estrutural):</b> respostas não interpretáveis do ponto de vista do modo concreto-simbólico ou do modo formal de pensamento. Ex: “É um sistema circular”; “É uma observação física que tem referencial explicitado”. “Sistema que estuda as leis da mecânica visando pontos de vista diferentes.”		
MODO CONCRETO		
<i>Ciclo I: o foco é no movimento dos corpos</i>		
<b>U1:</b> unidimensional; foco no movimento dos corpos, identificando o conceito de referencial ao único objetivo de análise desse movimento; são respostas curtas que não contêm outros elementos senão a referência ao movimento ( <i>só movimento</i> ). Ex: “Um objeto está em movimento ou parado em relação a outro corpo.”	<b>M1:</b> multidimensional; foco no movimento, mais essas respostas trazem outros elementos para associar ao movimento, na maioria das vezes a referência de ponto de vista ou observação. Podem não apresentar coerência ( <i>foco no movimento com referência ao ponto de vista</i> ). Ex: “Sempre que você for olhar o movimento de algo tem que se determinar um referencial.”	<b>R1:</b> relacional; incorporam mais elementos, estabelecendo relações entre eles; embora exista grande coerência, o foco é no conceito de referencial como associado fortemente ao movimento dos corpos ( <i>movimento + ponto de vista mais elaborado</i> ). Ex: “Sistema de referência nos indica o “ponto” em que estamos observando um movimento, por ex com o referencial na terra, podemos dizer que o Sol gira em torno da terra, mas se o referencial for o Sol, dizemos que a terra gira em torno dele.”

MODO CONCRETO		
<b>Ciclo 2: o foco é no ponto de vista</b>		
<b>U2:</b> essas respostas indicam uma compreensão sobre sistema de referência mais associada a ponto de vista, mas são sucintas e com foco único ( <b>foco no ponto de vista, somente</b> ). Ex: “É o ponto de vista de uma pessoa.”	<b>M2:</b> incorporam novos elementos à compreensão de referencial como ponto de vista, mas podem apresentar certa incoerência ( <b>ponto de vista mais algumas relações estabelecidas com outros elementos</b> ). Ex: “É ter algum ponto como referência, para a partir desse ponto observarmos os fenômenos que ocorrem.”	<b>R2:</b> explicação mais detalhada do conceito com coerência entre as relações estabelecidas entre novos elementos incorporados ( <b>ponto de vista + relações mais elaborado</b> ). Ex: “Sistema de referência é o lugar onde observamos certos fenômenos e neste lugar estão incluídos pontos que convenientemente julgamos estar parados e pontos que julgamos estar em movimento.”
MODO FORMAL		
<b>Uf1:</b> indicam que a compreensão está em um nível mais abstrato de pensamento, mas o foco é somente em um ponto, seja relacionado a movimento ou ponto de vista. Ex: “Para mim, sistema de referência é aquele ao qual fazemos a observação de algo. Referencial é o ponto do qual observamos algo, portanto este varia, pois podemos observar algo de vários pontos que nos permitem vários resultados diferentes.”	<b>Mf1:</b> compreensão mais abstrata com novos elementos, sem foco específico; alguma incoerência pode ser encontrada. Ex: “Referência é usada para que o ponto de vista seja avaliado, seja levado em consideração. As respostas de um problema podem ser diferentes se mudarmos a referência, o ponto de vista.”	<b>Rf1:</b> abstração mais elevada, com incorporação de elementos mais gerais, com coerência interna e relação entre os elementos. Ex: “um ponto ou uma área que se considera com movimento e/ou energia nula passando os outros corpos ou partículas a ter movimento ou energia quando comparado a este.”
MOVIMENTO RELATIVO		
<b>P: (Pré- Estrutural):</b> respostas não interpretáveis do ponto de vista do modo concreto-simbólico ou do modo formal de pensamento. Ex: “Deve ser quase a mesma coisa. Algo está em movimento dependendo de alguma coisa”. “É um movimento sem referencial”. “É um movimento que depende de alguns fatores, não é uniforme, constante.”		
MODO CONCRETO		
<b>Ciclo 1: realidade de movimento</b>		
<b>U1:</b> idéia de movimento absoluto; respostas mais sucintas e restritas, com o foco no movimento. Noção de mudança de movimento quando muda o referencial; algumas respostas apresentam erro ou incoerência entre algumas palavras, mas são inteligíveis. Ex: “É o movimento que um corpo faz em relação ao outro.”	<b>M1:</b> idéia de movimento absoluto; apesar de o foco também ser o movimento, essas respostas são um pouco mais elaboradas em relação às anteriores e incluem o elemento de “ponto de vista” na explicação do conceito. Ex: “é um movimento onde depende do ponto de onde é observado (ponto de referência) uma vez que o movimento é modificado quando observado de vários pontos”	<b>R1:</b> apesar de ainda apresentar a idéia de referencial preferencial, essas respostas são mais elaboradas e estabelecem relações mais concisas entre o ponto de vista e a relatividade do movimento. Ex: “Movimento relativo quer dizer que o movimento varia dependendo de várias coisas como o tempo, a distância, o estado do corpo e principalmente o referencial e o ponto de vista do observador.”
MODO CONCRETO		
<b>Ciclo 2: relatividade do movimento (com referência a imagens do mundo real)</b>		
<b>U2:</b> o que “salta aos olhos” é o foco na relatividade do movimento associado ao Sistema de Referência. Não há idéia de realidade de movimento. Ex: “É o movimento que você vê de acordo com o sistema de referência.”	<b>M2:</b> essa relação está também presente só que de forma mais elaborada e com incorporação de novos elementos; pode apresentar erros ou incoerência. Ex: “Eu entendo que uma coisa pode estar ou não em movimento dependendo do ponto que você toma como referência, tornando o movimento relativo a alguma coisa.”	<b>R2:</b> ressalta a idéia de que, por causa da relatividade do movimento, não existe referencial preferencial. Ex: “Todo movimento é relativo, depende de um referencia. Dois carros com a mesma velocidade e movimentando paralelamente parecem parados um em relação ao outro.”

MODO FORMAL		
<i>Relação com a posição + relatividade do movimento: todo movimento é relativo</i>		
<b>Uf1:</b> idéia mais abstrata da relatividade do movimento, incorporando a concepção de mudança de posição como indicadora de movimento para um Sistema de Referência; o foco está nessa mudança de posição somente. Ex: <i>“Quando a posição entre dois pontos está variando um dos pontos possui movimento relativo em relação ao outro ponto.”</i>	<b>Mf1:</b> além de associar a mudança de posição à relatividade de movimento, essas respostas incorporam novos elementos, se traduzindo em uma elaboração mais consistente do conceito. Ex: <i>“Movimento relativo quer dizer que o movimento depende do referencial. Assim para dizermos se um corpo está ou não em movimento, devemos fixar um referencial. Se em relação ao referencial, a posição do corpo se alterar durante um certo período de tempo, dizemos que o corpo movimentou.”</i>	<b>Rf1:</b> não foram encontradas respostas mais elaboradas que se encaixassem nessa categoria.

A partir desse sistema de categorias, fizemos uma análise quali quanti relacionando os patamares de formalização do pensamento identificado através da Taxonomia SOLO com outras categorias e com a proficiência alcançada pelos estudantes em testes com perguntas fechadas.

Nossos resultados mostraram que estudantes com alta performance em tarefas procedimentais podem ou não apresentar um alto nível de formalização do pensamento; entretanto, quando essa performance é acompanhada por uma grande habilidade em explicitar seu entendimento, o estudante demonstra um entendimento mais próximo do conceito científico (modo formal de pensamento).

A forma como elaboramos um sistema fundamentado na Taxonomia SOLO para categorizar as respostas sobre os conceitos de Movimento Relativo e Referencial Inercial será preservada em outra pesquisa educacional, cujo foco é sobre o entendimento do funcionamento da televisão. Nessa pesquisa os professores da disciplina Física de uma escola pública farão uma intervenção educacional que consiste em alterar sua programação, aplicando uma unidade de ensino que aborda os princípios físicos e tecnológicos da televisão. Faremos uma análise qualitativa dos registros escritos dos estudantes ao desenvolverem as atividades e tarefas solicitadas na unidade de ensino, bem como das respostas aos pré testes e pós testes, utilizando a Teoria SOLO de BIGGS e COLLIS.

## COMENTÁRIOS

Relatamos nesse trabalho uma teoria intitulada Structure of Observing Learning Outcome, proposta por dois autores neo-piagetianos, BIGGS e COLLIS, que estabelece um sistema de categorização muito útil como ferramenta metodológica para pesquisas que avaliam aprendizagem.

Esse relato teve como propósito explicitar os principais aspectos dessa teoria, que foi utilizada na pesquisa reportada e será utilizada novamente para analisar respostas a questões de uma pesquisa em andamento.

Consideramos que a Taxonomia proposta por esses autores seja um instrumento com bastante potencial para atender aos objetivos da nossa pesquisa. Uma vez que se refere a um sistema de categorias com características bem descritas e bem definidas pelos autores, a taxonomia se revela promissora no sentido de fornecer o suporte necessário para avaliarmos a evolução do entendimento dos sujeitos pesquisados sobre os conteúdos propostos em uma unidade de ensino. Ela nos fornece os subsídios que precisamos para interpretar as respostas desses estudantes às questões a eles propostas.

Muitas pesquisas educacionais têm utilizado a Taxonomia SOLO para avaliação de aprendizagem. Além das pesquisas na área educacional, esse sistema de categorias também tem sido utilizado como ferramenta para avaliação de atividades docentes, para avaliar progressão de estudantes dentro de sala de aula (feita pelos professores), para avaliar programas de ensino e para fins curriculares.

Acreditamos que ela atenderá à nossa intenção de análise dos dados, e nos fornecerá uma fundamentação consistente para interpretarmos os resultados da nossa investigação.

## BIBLIOGRAFIA

- AMANTES, Amanda. *O entendimento de estudantes do Ensino Médio sobre Movimento Relativo e Sistema de Referência*. Dissertação de Mestrado, UFMG, 2005, 183p.
- AMANTES, Amanda; BORGES, Oto. *Analisando o entendimento sobre sistema de referência e movimento relativo a partir de um modelo cognitivo estrutural*. In. : Encontro de Pesquisa e Ensino De Física, 9, 2004, Jaboticatubas, MG. **Anais...** Jaboticatubas, MG: [s.n.], 2004.
- BIGGS, J.; COLLIS, K. *Evaluating the quality of learning: the SOLO taxonomy*. New York: Academic Press, 1982.
- BIGGS, J. (1995). Assessing for learning: Some dimensions underlying new approaches to educational assessment. *The Alberta Journal of Educational Research*, 41(1), 1-17.
- BIGGS, John The Psychology of Educational Assessment and the Hong Kong Scene. . University of Hong Kong: <http://teaching.polyu.edu.hk/datafiles/R42.pdf>. Acesso em 12/04/2005.
- BOND, L., Smith, T., BAKER, W. K., & HATTIE, J. A. (2000). *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.
- BROWN, G. T. L. (2002b). Teachers' Conceptions of Assessment. Unpublished doctoral dissertation, Univ. of Auckland, NZ: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/3189277>. Acesso em 14/05/2005
- HATTIE, J. A., & PURDIE, N. (1994). Using the SOLO taxonomy to classify test items. Unpublished manuscript, University of Western Australia, Graduate School of Education, Perth, Aus: <http://www.tki.org.nz/r/asttle/pdf/technical-reports/techreport43.pdf>, 14/05/2005.
- HATTIE, J. A., & PURDIE, N. (1998). The SOLO model: Addressing fundamental measurement issues. In B. Dart & G. Boulton-Lewis (Eds.), *Teaching and Learning in Higher Education* (pp. 145-176). Melbourne, Aus.: ACER.
- HATTIE, J. C., BIGGS, J. B., & PURDIE, N. (1996). Effects of learning skills interventions on student learning: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 66(2), 99-136. University of New South Wales
- HAWKINS, Wayne; HEDBERG. John G Evaluating LOGO: Use of the SOLO Taxonomy. *Australian Journal of Educational Technology* 1986, 2(2), 103-109.
- HOLMES, Kathryn Analysis of Asynchronous. Online Discussion using the SOLO Taxonomy. Annual Conference, Melbourne, Nov-Dec 2004.. University of Newcastle. Disponível em <http://www.aare.edu.au/04pap/hol04863.pdf>. Acesso em 09/05/07.
- MEAGHER-LUNDBERG, P., & BROWN, G. T. L. (2001). *Item signature study: Report on the characteristics of reading texts and items from calibration 1*. (Technical Report No.12). Auckland, NZ: University of Auckland, Project asTTle.
- MOREIRA, Marco Antônio. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 1, mar., 2002.
- PIAGET, Jean; GARCIA, Rolando. *Psicogênese e História das Ciências*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1987. 250p.
- THOMAS, G., Holton, D., TAGG, A., & BROWN, G. T. L. (2002). *Numeracy item signature study: A theoretically derived basis*. (Technical Report No. 25). Auckland, NZ: University of Auckland, Project asTTle.