

<http://dx.doi.org/10.18222/ee.v30i75.6593>

UMA ANÁLISE SOBRE A TAXONOMIA SOLO: APLICAÇÕES NA AVALIAÇÃO EDUCACIONAL

SOLANGE MARIA MOL^I

DANIEL ABUD SEABRA MATOS^{II}

RESUMO

Os objetivos desta pesquisa são apresentar a Taxonomia SOLO como instrumento metodológico na avaliação educacional e realizar uma revisão da literatura sobre o uso dessa na avaliação educacional no Brasil. A SOLO é uma taxonomia cognitiva composta por cinco níveis que crescem em complexidade: 1) pré-estrutural; 2) uniestrutural; 3) multiestrutural; 4) relacional; e 5) abstrato estendido. Esses níveis são subdivididos em duas categorias de aprendizagem: superficial e profunda. A SOLO apresenta muitas aplicações: avaliação de sala de aula, avaliação externa, formação de professores, elaboração de questões, entre outras. O número reduzido de pesquisas encontradas confirma o pouco uso dessa taxonomia no cenário brasileiro. Assim a contribuição do nosso trabalho é apresentar a SOLO e seus usos.

PALAVRAS-CHAVE TAXONOMIA SOLO • DESENVOLVIMENTO COGNITIVO • AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO.

^I Universidade Federal de Ouro Preto (Ufop), Mariana-MG, Brasil; <http://orcid.org/0000-0002-4062-3902>; solangemoli@gmail.com

^{II} Universidade Federal de Ouro Preto (Ufop), Mariana-MG, Brasil; <http://orcid.org/0000-0001-7955-4302>; danielmatos@ufop.edu.br

UN ANÁLISIS SOBRE LA TAXONOMÍA SOLO: APLICACIONES EN LA EVALUACIÓN EDUCACIONAL

RESUMEN

Los objetivos de este estudio son presentar la Taxonomía SOLO como un instrumento metodológico en la evaluación educacional y realizar una revisión de la literatura sobre su utilización en la evaluación educativa en Brasil. SOLO es una taxonomía cognitiva compuesta de cinco niveles cuya complejidad aumenta: 1) preestructural; 2) uniestructural; 3) multiestructural; 4) relacional; y 5) abstracto extendido. Tales niveles se subdividen en dos categorías de aprendizaje: superficial y profunda. SOLO presenta muchas aplicaciones: evaluación del aula, evaluación externa, formación de profesores, elaboración de preguntas, entre otras. El reducido número de investigaciones encontradas confirma el poco uso de dicha taxonomía en el escenario brasileño. Por ello, la contribución de nuestro trabajo es presentar SOLO y sus usos.

PALABRAS CLAVE TAXONOMÍA SOLO • DESARROLLO COGNITIVO • EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN.

AN ANALYSIS OF SOLO TAXONOMY: APPLICATIONS IN EDUCATIONAL EVALUATION

ABSTRACT

This study aimed to present the SOLO Taxonomy as a methodological tool in educational assessment and to conduct a review of the literature about its use in educational assessment in Brazil. SOLO is a taxonomy comprised of five hierarchical levels of cognitive complexity: 1) prestructural; 2) unistructural; 3) multistructural; 4) relational; and 5) extended abstract. These levels are divided into two categories of learning: surface and deep. The SOLO presents many applications: classroom assessment, large scale assessment, teacher training, item formulation, among others. The reduced number of studies confirms the little use of this taxonomy in Brazil. Thus, our study contribution is to present SOLO and its uses.

KEYWORDS SOLO TAXONOMY • COGNITIVE DEVELOPMENT • EVALUATION OF THE EDUCATION.

INTRODUÇÃO

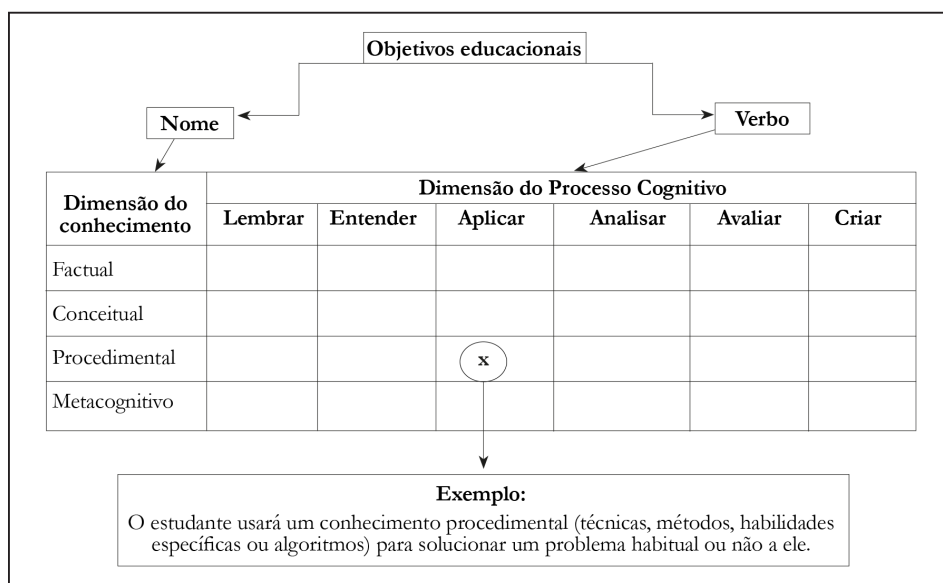
Com o intuito de auxiliar professores no processo de ensino e aprendizagem, pesquisadores educacionais vêm criando ferramentas e estratégias, como as taxonomias cognitivas. A taxonomia mais conhecida e disseminada na literatura educacional é a de Bloom. Publicada por Benjamin S. Bloom e por colaboradores (1956), essa taxonomia

[...] categoriza e ordena os comportamentos que descrevem todos os possíveis resultados de aprendizagem que podem ser esperados, sendo que qualquer tipo de objetivo educacional é ajustável ao esquema, podendo ser classificado em alguma das categorias. (HAYDT, 2008, p. 42)

Em outras palavras, a Taxonomia de Bloom é um esquema de categorização que auxilia no planejamento e que permite organizar e classificar objetivos educacionais em determinado contexto. Entendemos objetivos educacionais como a representação das habilidades e competências que os professores almejam que os alunos desenvolvam.

A Taxonomia de Bloom é estruturada por um conjunto de categorias que formam um sistema dividido nas dimensões cognitiva, afetiva e psicomotora (HAYDT, 2008). Apesar de todas as três dimensões terem sido discutidas e divulgadas, inclusive por outros estudiosos, a cognitiva é a mais conhecida e usada por educadores e pesquisadores educacionais. A taxonomia do domínio cognitivo proposta por Bloom, em sua formulação original, era composta por seis categorias: 1) conhecimento; 2) compreensão; 3) aplicação; 4) análise; 5) síntese; e 6) avaliação. Em 2001, um grupo de pesquisadores (ANDERSON *et al.*, 2001) publicou uma revisão e adaptação dessa taxonomia, levando em conta sua formulação original e os avanços da área. Assim a taxonomia do domínio cognitivo passou a ter duas dimensões: 1) dimensão do conhecimento (relacionada ao conteúdo); e 2) dimensão dos processos cognitivos (relacionada ao processo de aprendizagem). A Figura 1 é um modelo de tabela bidimensional da Taxonomia de Bloom.

FIGURA 1 - Tabela bidimensional da Taxonomia de Bloom reformulada



Fonte: Cintra, Marques Junior e Sousa (2016, p. 712).

Na vertical, temos a dimensão do conhecimento relacionada ao tipo de conteúdo envolvido, que pode ser: factual, conceitual, procedimental ou metacognitivo. Na horizontal, está a dimensão do processo cognitivo, relacionada ao processo usado pelos alunos para aprender, que é composta por seis

categorias (semelhantes àquelas apresentadas em sua formulação inicial): 1) lembrar; 2) entender; 3) aplicar; 4) analisar; 5) avaliar; e 6) criar. O pressuposto é que as categorias apresentem complexidades diferentes (ANDERSON *et al.*, 2001). Para formular um objetivo é necessário combinar as duas dimensões, fazendo um cruzamento. Por exemplo, a posição do X na tabela significa que o objetivo de aprendizagem do aluno é “aplicar” um determinado conhecimento de caráter “procedimental”.

Além da Taxonomia de Bloom, existem outras taxonomias. A Taxonomia de Marzano, por exemplo, foi desenvolvida por Robert Marzano e publicada em 2000, e, assim como a de Bloom, foca-se em objetivos educacionais (MARZANO, 2000). A Taxonomia de Marzano também é bidimensional, baseada na relação entre o processo mental e o tipo de conhecimento requerido. A dimensão do processo mental é composta por três sistemas: *self system*, *metacognitive system* e *cognitive system*. Já a dimensão do conhecimento envolve três categorias: *information*, *mental procedures* e *physical procedures* (IRVINE, 2017).

Outra taxonomia é a *Depth of Knowledge*. Proposta por Norman L. Webb (1997), é composta por quatro níveis de conhecimento que crescem em complexidade. O nível 1 envolve o uso de habilidades simples e superficiais como a recordação e o manuseio de poucas informações. O nível 2 vai além da recordação e da reprodução, uma vez que requer compreensão e processamento de informações, mas de forma superficial. O nível 3 envolve conhecimento profundo, com foco em raciocínio e em planejamento. Está relacionado ao uso de informações abstratas e inferências. O nível 4 também envolve pensamento profundo, que requer ir além da atividade em si. Esse nível exige uma compreensão mais ampla, que pode ser transferida para outros contextos. Envolve a criação de hipóteses e análises complexas (WEBB, 2002).

A Taxonomia *Structure of Observing Learning Outcome* (SOLO), usada neste trabalho, se assemelha à *Depth of Knowledge*. Ela é composta por cinco níveis cognitivos que crescem em complexidade e abstração. A SOLO foi desenvolvida pelos australianos Jhon Biggs e Kevin Collis, e publicada em 1982, no livro *Evaluating the quality of learning: the SOLO Taxonomy*. Como o título sugere, essa taxonomia foi idealizada para avaliar a qualidade dos resultados de aprendizagem, mais especificamente para analisar a estrutura das respostas de alunos em tarefas escolares. Entretanto ela também permite ser empregada para outros fins, como na elaboração de itens/tarefas, na avaliação dos alunos, na formação de professores e como metodologia de pesquisa, por exemplo.

A Taxonomia SOLO se baseia em um sistema de classificação composto por cinco níveis de complexidade de aprendizagem, que levam em conta

aspectos de qualidade e quantidade de informações. Neste artigo a apresentamos, inicialmente, como ferramenta na avaliação educacional. Abordamos a importância dessa taxonomia cognitiva, seu embasamento teórico e suas possibilidades de uso. Em seguida, mostramos os resultados de uma revisão de estudos brasileiros que abordaram a Taxonomia SOLO.

Com foco no movimento chamado neopiagetiano, a Taxonomia SOLO se caracteriza por um sistema de categorias que tem como objetivo analisar a estrutura de respostas de alunos, visando a identificar o tipo de pensamento demonstrado (BIGGS; COLLIS, 1982). Nesse sentido, o alvo é a produção/resposta que foi elaborada em um momento específico. Em outras palavras, o foco da SOLO não é descobrir como um aluno opera em geral (algo como o estágio de desenvolvimento cognitivo), mas de que forma ele operou em uma determinada resposta ou tarefa, sem fazer generalizações sobre seu funcionamento cognitivo.

É possível trabalhar com a Taxonomia SOLO em diversos fenômenos da educação escolar. No âmbito da avaliação, foco do nosso trabalho, a SOLO pode ser usada tanto na avaliação externa quanto naquela que o professor realiza na sala de aula, dois tipos de avaliação que se complementam para promover a aprendizagem dos alunos. Em ambos os casos, essa taxonomia permite o trabalho com questões/tarefas e respostas. Com as questões, ela pode contribuir na elaboração de itens e na confecção de um instrumento mais equilibrado e articulado com os objetivos educacionais. Por sua vez, também pode ser utilizada para analisar as respostas dadas a tarefas propostas.

As contribuições da Taxonomia SOLO na avaliação educacional são inúmeras. No âmbito da sala de aula, professores e gestores podem ter mais controle do desenvolvimento ou da aprendizagem dos alunos por meio da elaboração e da correção de tarefas ou atividades e questões. Já na avaliação externa, a taxonomia, além de contribuir na elaboração dos itens, fornece resultados mais completos (envolvendo o nível de complexidade cognitiva do pensamento dos alunos) aos professores, gestores educacionais e formuladores de políticas públicas. As avaliações externas são mais propícias a avaliar de forma ampla os sistemas de ensino, enquanto a avaliação de sala de aula envolve as atividades associadas à relação entre professor e aluno.

Neste trabalho, damos ênfase à Taxonomia SOLO como ferramenta da avaliação educacional. Entretanto é importante deixar claro que essa taxonomia permite refletir sobre vários aspectos da educação escolar. Biggs e Collis (1982) defendem que ela pode ser utilizada para analisar desde as intenções do professor no início de um ciclo até a intervenção pedagógica realizada após a avaliação, com o objetivo de corrigir os problemas detectados. Também pode

ser usada na formação de professores, na discussão sobre estratégias de aprendizagem, sobre *feedback*, etc. Em outras palavras, a Taxonomia SOLO é uma ferramenta para reflexão do processo de ensino e aprendizagem como um todo, sendo a avaliação apenas uma parte desse processo.

Todas essas informações apresentadas mostram o potencial da Taxonomia SOLO como ferramenta na avaliação educacional. É uma taxonomia simples, passível de ser usada em contextos variados e para diversos fins, que auxilia docentes a estimularem seus alunos de forma consciente e, como veremos na seção a seguir, a promover aprendizagens cada vez mais profundas.

Consideramos, portanto, que nosso trabalho apresenta uma contribuição significativa para a área da avaliação educacional, especialmente por apresentar uma taxonomia cognitiva ainda pouco conhecida no Brasil. Isso é feito por meio de um ensaio teórico. Nesse sentido, os objetivos da presente pesquisa são: apresentar a Taxonomia SOLO como instrumento metodológico na avaliação educacional e realizar uma revisão da literatura sobre o uso dessa taxonomia na avaliação educacional no Brasil. Vale ainda destacar que existe uma carência muito grande no Brasil de pesquisas na área educacional sobre taxonomias cognitivas. Mesmo a taxonomia de Bloom é usada de forma incipiente e pouco sistematizada.

TAXONOMIA SOLO

Biggs e Collis (1982) organizaram a taxonomia *Structure of Observing Learning Outcome* (SOLO) em cinco níveis, que ascendem em uma escala de complexidade cognitiva:

- pré-estrutural: a resposta elaborada é inadequada, o indivíduo não atinge o mínimo esperado na tarefa (ideia incorreta);
- uniestrutural: um elemento relevante da tarefa é apontado ou entendido em série, de forma independente (uma ideia);
- multiestrutural: dois ou mais elementos relevantes da tarefa são apontados, entretanto, esses aspectos não são relacionados, mas tratados de forma independente (múltiplas ideias);
- relacional: vários elementos relevantes da tarefa são apontados, avaliados e relacionados, o que forma uma estrutura coerente (relacionamento entre as ideias);
- abstrato estendido: ocorre a generalização de uma estrutura coerente para um patamar mais abstrato, no qual a resolução (de uma tarefa) vai além das informações fornecidas previamente, podendo ser aplicada em outros contextos (extensão das ideias).

A Taxonomia SOLO é largamente aplicada internacionalmente. Um exemplo foi a implementação da análise da complexidade cognitiva de itens e respostas de avaliações no Ministério da Educação da Nova Zelândia, coordenada pelos pesquisadores John Hattie e Gavin Brown. Segundo Hattie e Brown (2004), os níveis de complexidade cognitiva apresentados são subdivididos em duas categorias de aprendizagem: superficial e profunda. A aprendizagem superficial é composta pelos níveis uniestrutural e multiestrutural, que são mais simples e não exigem relações ou abstrações. Nessa categoria, os níveis ascendem em quantidade, aumentando o número de dados ou informações com as quais se lida, ou seja, no nível uniestrutural se trabalha com uma ideia, enquanto no multiestrutural são acionadas mais ideias que não se inter-relacionam.

Já o segundo tipo de aprendizagem, a profunda, é composto pelos níveis relacional e abstrato estendido. Há, portanto, a exigência de um entendimento mais complexo, capaz de fazer relação entre os dados disponíveis, realizar teorizações e generalizações. O conteúdo é pensado em um nível de cognição mais elevado. Assim, a aprendizagem profunda apresenta uma mudança de qualidade, pois modifica a forma como os dados são processados pelo indivíduo. O nível relacional, no qual o sujeito realiza uma organização de ideias requisitadas em uma tarefa e forma uma resolução coerente, evolui para o abstrato estendido, em que essa resolução se transforma em um princípio maior, que pode ser empregada em outros contextos (HATTIE; BROWN, 2004).

Vale ressaltar ainda que o nível pré-estrutural não entra em nenhuma das categorias, visto que, ao se tratar de uma ideia inadequada, não indica uma construção de aprendizagem.

De acordo com Hattie e Brown (2004), é preciso deixar claro que os dois tipos de aprendizagem são importantes. Eles não são opostos, mas se complementam. Essa é uma questão que deve ser bem entendida na Taxonomia SOLO. É um engano pensar que a aprendizagem profunda é “boa” e que a superficial é “ruim” e irrelevante, pois, para que a segunda aconteça, é necessária uma base superficial. Em outras palavras, para que se opere nos níveis de complexidade cognitiva superiores, para permitir a realização de relações e abstrações, é preciso, antes, ter apreendido os elementos e os conceitos fundamentais por meio dos níveis uni e multiestrutural.

Portanto Hattie e Brown (2004) defendem que haja um equilíbrio entre os dois tipos de aprendizagem (superficial e profunda). Por um lado, quando se promove uma aprendizagem apenas superficial, a consequência é um conhecimento fácil e raso, enquanto que, por outro, ao focar apenas em profundidade, o resultado pode ser uma aprendizagem muito difícil ou até impossível

de acontecer. Uma boa estratégia, sugerida pelos autores, é partir da aprendizagem superficial em direção a uma mais profunda. Quando professores implementam atividades e questionamentos de ordem superior, baseados em um conhecimento superficial, o aprendizado pode ser mais significativo.

A Taxonomia SOLO permite pensar um plano de aula, bem como elaborar modelos de tarefas e testes com esse equilíbrio. Ao criar instrumentos baseados nas categorias de aprendizagem da SOLO (superficial e profunda), o professor pode controlar de forma mais consciente a instrução dos alunos, por meio de avaliações, atividades e intervenções formativas ou somativas.

O Quadro 1 apresenta um exemplo de classificação de respostas nos cinco níveis da Taxonomia SOLO.

QUADRO 1 - Exemplos de respostas classificadas nos níveis SOLO

Questão: Por que escurece à noite?

Pré-estrutural: Porque o sol vai dormir.

Uniestrutural: Porque o sol vai para o outro lado do mundo.

Multiestrutural: Porque a Terra está girando e o sol está rodeando a Terra.

Relacional: Fica escuro à noite, porque o sol circunda um lado da Terra em 12 horas, é o dia; e, nas outras 12 horas, o sol está circundando o lado oposto da Terra, é quando escurece e vira noite.

Abstrato estendido: A Terra é esférica e gira sobre seu eixo norte-sul. Enquanto está em rotação, em um momento, a metade da esfera terrestre que enfrenta o sol estará em luz, enquanto a metade oposta será na sombra. Como a Terra está continuamente em rotação, um ponto na superfície da Terra passará alternadamente por meio da metade iluminada e a metade sombreada.

Fonte: Hattie e Brown (2004, p. 16, tradução nossa)¹.

O Quadro 1 mostra cinco exemplos de respostas à questão “Por que escurece à noite?”, de acordo com cada nível da Taxonomia SOLO. O nível pré-estrutural apresenta uma resposta inadequada, que não atende ao que foi solicitado na pergunta. A resposta uniestrutural traz um fato relevante, ao afirmar que escurece à noite porque o sol vai para o outro lado do mundo. A multiestrutural apresenta duas informações corretas (a Terra gira e o sol a rodeia), entretanto não é feita uma relação entre esses dois dados. A resposta relacional traz duas informações importantes que são relacionadas, ao concluir que escurece à noite porque o sol está do lado oposto da Terra. Por fim, a resposta abstrato estendida apresenta o princípio geral, ao expor de maneira abstrata a teoria que explica por que escurece à noite.

¹ Quadro original disponível em: <https://e-asttle.tki.org.nz/content/download/1499/6030/version/1/file/43.+The+SOLO+taxonomy+2004.pdf>.

Adicionalmente, podem existir respostas que não se encaixam perfeitamente dentro de um dos níveis de complexidade. Elas são chamadas respostas de transição e podem ocorrer quando o aluno está quase no próximo nível, mas não chega até ele. Assim as respostas de transição se situam entre os níveis, na mudança de um para outro: 1) de pré-estrutural para uniestrutural; 2) de uniestrutural para multiestrutural; 3) de multiestrutural para relacional; e 4) de relacional para abstrato estendido. A resposta pode ficar confusa ou inconsistente. Essa incerteza pode acontecer em razão de o aluno ainda não ser capaz de lidar com mais informação do que está acostumado. Ou seja, talvez ele ainda não domine a complexidade da estrutura exigida para o próximo nível. É como se o estudante estivesse lidando com mais informações do que ele fosse capaz em sua memória de trabalho e não conseguisse elaborar um argumento consistente (BIGGS; COLLIS, 1982). Para trabalhar com essa dificuldade, Biggs e Collis (1982) sugerem a possibilidade de analisar essas respostas de transição de um nível para outro, quando necessário. Isso também é bastante informativo sobre os processos cognitivos dos alunos. Por exemplo: uma resposta de transição multiestrutural para relacional é de maior complexidade do que uma apenas multiestrutural (apesar de ainda não ter atingido completamente o nível relacional).

Como assinalado, a Taxonomia SOLO foi originalmente criada para analisar as respostas dos alunos, mas a própria literatura permite que a SOLO seja usada para outros fins. Nesse sentido, além das respostas, também podemos classificar e elaborar perguntas com base na Taxonomia SOLO. Para mostrar como isso pode ser feito, o Quadro 2 traz questões sobre a obra *Guernica*, de Pablo Picasso, posicionadas em cada nível SOLO.

QUADRO 2 – Taxonomia SOLO aplicada a perguntas sobre *Guernica*, de Picasso

Uniestrutural: Quem pintou <i>Guernica</i> ?
Multiestrutural: Descreva, pelo menos, dois princípios de composição que Picasso usou em <i>Guernica</i> .
Relacional: Relacione o tema de <i>Guernica</i> a um evento atual.
Abstrato estendido: O que você acha que Picasso estava dizendo por meio de sua pintura de <i>Guernica</i> ?

Fonte: Hattie e Brown (2004, p. 37, tradução nossa)².

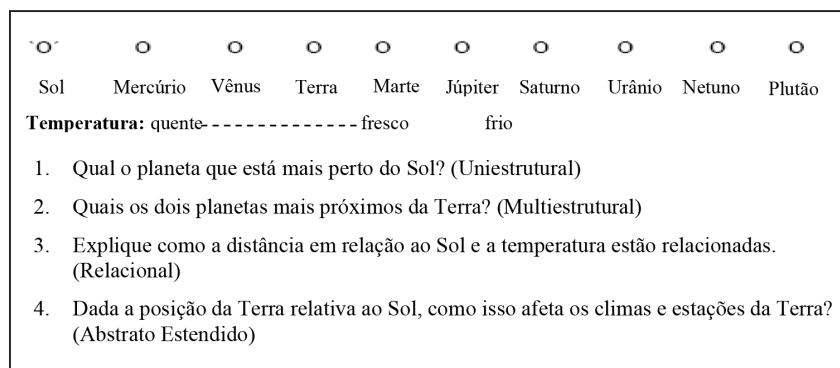
É possível identificar claramente o aumento da complexidade entre os níveis. A questão uniestrutural exige apenas uma informação: pede que o res-

² Quadro original disponível em: <https://e-asttle.tki.org.nz/content/download/1499/6030/version/1/file/43.The+SOLO+taxonomy+2004.pdf>.

pondente informe o nome do autor da obra de arte. A questão multiestrutural pede a descrição de dois princípios de forma não relacionada. O item relacional solicita que seja feita uma relação entre o tema de *Guernica* e um evento atual, o que requer que o respondente associe duas ideias. A questão abstrato estendida requisita que se vá além das informações dadas na obra.

A Figura 2 apresenta outro exemplo de perguntas classificadas nos níveis de complexidade da Taxonomia SOLO.

FIGURA 2 – Taxonomia SOLO aplicada a perguntas sobre o sistema solar



Fonte: Hattie e Brown (2004, p. 15, tradução nossa)³.

A questão uniestrutural exige que o estudante identifique uma informação (um planeta) que está dada na representação ordenada dos planetas. A multiestrutural apenas aumenta o número de informações exigidas (dois planetas), mas ainda sem estabelecer relações. Já a questão relacional pede que sejam relacionadas duas informações (a posição dos planetas em relação ao sol e a temperatura). Por fim, a questão abstrato estendida requer que o estudante encontre o princípio geral que explica como a posição da Terra em relação ao sol afeta os climas e estações da Terra. Diferentemente das anteriores, a questão abstrato estendida exige que o estudante vá além das informações fornecidas no enunciado.

³ Figura original disponível em: <https://e-asttle.tki.org.nz/content/download/1499/6030/version/1/file/43.+The+SOLO+taxonomy+2004.pdf>.

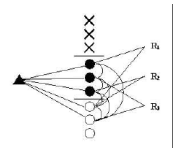
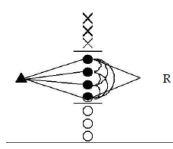
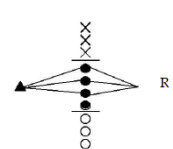
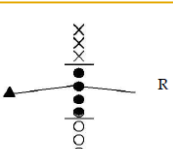
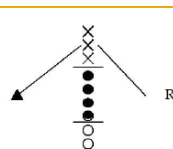
A BASE PSICOLÓGICA DOS NÍVEIS

De acordo com Biggs e Collis (1982), a Taxonomia SOLO foi elaborada para avaliar os resultados qualitativos de aprendizagem. Esses resultados são obtidos por meio da relação entre os procedimentos utilizados no processo de ensino e as características referentes aos alunos. No que tange às características dos discentes, os pesquisadores destacam: o conhecimento prévio que o aluno tem em relação ao conteúdo de aprendizagem; as motivações e as intenções relativas ao aprendizado; e as estratégias de aprendizagem do aluno.

Os níveis da SOLO crescem em complexidade por meio de quatro formas principais: capacidade (*capacity*), relacionamento (*relationship*), consistência e fechamento (*consistency and closure*) e estrutura (*structure*).

O Quadro 3 apresenta, em detalhes, a base psicológica dos níveis cognitivos da Taxonomia SOLO.

QUADRO 3 - A base psicológica dos níveis SOLO

NÍVEIS SOLO	CAPACIDADE	RELACIONAMENTO DE OPERAÇÕES	CONSISTÊNCIA E FECHAMENTO	ESTRUTURA DA RESPOSTA
Abstrato estendido	Capacidade máxima de encontrar dados relevantes + estabelecer interrelações + formular hipóteses.	Dedução e indução. Consegue fazer generalizações para situações não experienciadas.	Inconsistências resolvidas. Não necessita fornecer decisões fechadas. As conclusões são mantidas abertas ou permitem várias alternativas logicamente possíveis.	
Relacional	Capacidade alta de encontrar dados relevantes + estabelecer interrelações.	Indução. Consegue generalizar, dentro de contextos dados ou experienciados, utilizando aspectos relacionados.	Não há inconsistências dentro de um sistema dado, mas, como o fechamento é único, podem ocorrer inconsistências quando ele vai para fora do sistema.	
Multiestrutural	Capacidade média de encontrar informações + dados relevantes isolados.	Consegue "generalizar" apenas em termos de poucos aspectos limitados e independentes.	Embora tenha necessidade de consistência, pode ser inconsistente porque o fechamento ocorre cedo demais, com base em fixações isoladas nos dados. Assim pode chegar a conclusões diferentes com os mesmos dados.	
Uniestrutural	Capacidade baixa de encontrar informações + um dado relevante.	Consegue "generalizar" apenas em termos de um aspecto.	Não sente necessidade de consistência, então, o fechamento ocorre rápido demais. Salta para conclusões sobre um aspecto, e pode ser muito inconsistente.	
Pré-estrutural	Capacidade mínima de encontrar informações e a resposta é confusa.	Negação, tautologia, transdução. Ligado a especificidades.	Não sente necessidade de consistência. Faz o fechamento sem sequer ver o problema.	

Fonte: Biggs e Collis (1982, p. 24, tradução nossa).

Com base no Quadro 3, na última coluna (estrutura da resposta), os dados irrelevantes, representados por X, são aqueles que não têm nenhuma relação com as questões, portanto são equivocados. O segundo grupo de dados, representado pelos círculos pretos, são aqueles relevantes e fornecidos em algum momento, seja durante o trabalho do conteúdo em aula ou em material de apoio para responder a questão. Os dados relevantes não fornecidos são representados pelos círculos brancos. São aqueles trazidos pelo aluno a partir de hipóteses e, frequentemente, são obtidos por inferências.

A capacidade (*capacity*) está relacionada à quantidade de memória de trabalho de curto prazo (número de informações para recordar) ou à capacidade de atenção. Assim, no nível pré-estrutural, o indivíduo não tem capacidade mínima de encontrar dados e fornece respostas incorretas. Nos níveis superficiais, o aluno só precisa codificar a informação dada e pode usar uma estratégia de recuperação para fornecer uma resposta. Já nos níveis profundos, o estudante precisa pensar não só em um maior número de informações, mas também em como elas se inter-relacionam (BIGGS; COLLIS, 1982).

Quanto ao relacionamento (*relationship*), trata-se da forma pela qual a questão e a resposta se inter-relacionam. No nível pré-estrutural, a resposta é inadequada ou apenas repete o que foi colocado na pergunta (tautologia). No uniestrutural, a resposta apresenta apenas um aspecto relevante e, conseqüentemente, não envolve relacionamento. No nível multiestrutural, vários aspectos estão envolvidos, mas de forma independente, ou seja, não há relação entre eles. No nível relacional, há um processo de indução com generalização dentro de um contexto dado ou experienciado, por meio da utilização de dados relacionados. No abstrato estendido, ocorre dedução e indução e as respostas podem ser generalizadas a situações não experienciadas (BIGGS; COLLIS, 1982).

Já a consistência e fechamento (*consistency and closure*) abordam duas necessidades opostas sentidas pelo aluno. Por um lado, o desejo de chegar a uma conclusão e fechar (encerrar) a questão; por outro, a necessidade de experimentar consistência para que não haja contradição entre a questão colocada, o material dado e a resposta fornecida. Aqui existe uma relação de *trade-off*: muitas vezes, quando há uma maior necessidade de fechamento, menos informação é utilizada, o que resulta em uma resposta que é menos consistente. Em contraste, quando um alto nível de necessidade de consistência é necessário, um aluno pode utilizar mais informações ao conceber uma resposta, mas pode não conseguir alcançar o fechamento. No nível pré-estrutural, o indivíduo não é consistente e termina sem dar atenção ao problema. No nível

uniestrutural, o aluno, geralmente, se vale de informações de recordação imediata, sem grande preocupação em ser consistente e conclui apenas com base em um aspecto. No multiestrutural, embora tenha a necessidade de ser consistente, pode ser inconsistente porque “fecha” a resposta muito cedo, baseado em dados isolados. O aluno também pode chegar a conclusões diferentes com as mesmas informações. No nível relacional, não há inconsistências dentro do sistema fornecido, mas, como o fechamento é único, inconsistências ainda podem surgir quando se muda de contexto. No abstrato estendido, não há inconsistência e as conclusões são mantidas em aberto (ou há a possibilidade de várias alternativas lógicas). Assim o aluno não tem necessidade de fechamento imediato e tolera várias respostas possíveis ao mesmo tempo. O estudante deve integrar ideias potencialmente inconsistentes (BIGGS; COLLIS, 1982).

Quanto à estrutura (*structure*) da resposta, ao resolver uma questão, o indivíduo pode usar três tipos de dados: 1) irrelevantes; 2) relevantes que são fornecidos; e 3) relevantes que não são fornecidos. No nível pré-estrutural, são usados dados irrelevantes, que não estão relacionados à tarefa proposta ou que são incorretos. No nível uniestrutural, é usada apenas uma informação relevante para vincular a questão à resposta. No nível multiestrutural, são utilizadas várias informações relevantes, mas que não se conectam. No relacional, todas as informações são relevantes e estão conectadas entre si: o estudante identifica e faz uso de uma estrutura conceitual subjacente. Já o nível abstrato estendido requer uma estrutura generalizada, de modo que o aluno demonstre uma extensão além do contexto original fornecido (BIGGS; COLLIS, 1982).

A TAXONOMIA SOLO E A TEORIA PIAGETIANA

A SOLO é uma taxonomia cognitiva de abordagem neopiagetiana. Como Piaget, Biggs e Collis (1982) defendem a existência de períodos de desenvolvimento que supõem estruturas cognitivas específicas. Em outras palavras, os autores concordam que, do nascimento à maturidade, os indivíduos aprendem de formas que são típicas para suas idades. Entretanto, Biggs e Collis seguiram outros caminhos e com foco distinto do de Piaget.

O intuito inicial de Biggs e Collis (1982) era analisar respostas de alunos com o objetivo de medir o desenvolvimento, semelhante ao que foi feito por Piaget. Entretanto, os autores descobriram que era difícil identificar o estágio de desenvolvimento de um estudante por meio de respostas dadas a tarefas. Entre outras coisas, porque um aluno pode dar respostas que se encaixam em diferentes estágios, dependendo da disciplina, do conteúdo estudado, ou até do

tempo em que foram produzidas. Por essa razão, Biggs e Collis (1982) mudaram o foco de análise das estruturas cognitivas do estudante para a resposta que ele fornecia em tarefas específicas. Assim o ponto de partida da Taxonomia SOLO é a qualidade da aprendizagem demonstrada em um dado momento.

Para melhor compreender o foco da Taxonomia SOLO, é importante fazer distinção entre a estrutura cognitiva de desenvolvimento e a estrutura dos resultados de aprendizagem observados. A primeira trata dos estágios de Piaget, que são usados para classificar, por faixas de idade, o modo de funcionamento cognitivo dos indivíduos. Por sua vez, a Taxonomia SOLO analisa a estrutura de uma resposta dada em um determinado momento, ou seja, não se preocupa com construções cognitivas mais amplas, mas com uma produção específica (BIGGS; COLLIS, 1982).

Como apontado, Biggs e Collis (1982) concordam com a existência de estágios na evolução da aprendizagem, mas com uma leitura neopiagetiana. Na perspectiva dos autores, o desempenho em uma tarefa não é determinado pela capacidade cognitiva de um indivíduo em certo período da vida, ainda que influenciado por essa fase. Nesse sentido, as pessoas podem pensar em um estágio cognitivo mais avançado ou inferior se comparado àquele no qual se encontram, visto que fatores como motivação, experiência e conhecimentos prévios podem influenciar. Assim os estágios são uma base para a Taxonomia SOLO e os autores os denominam “modos de funcionamento” (Figura 3). Existem limites endógenos para aprender, mas eles não são estruturais no sentido piagetiano. Os fatores endógenos estão associados a aspectos gerais, como a memória de trabalho e as habilidades cognitivas, e não às estruturas específicas do estágio. Portanto destacamos dois pontos muito importantes: 1) as respostas SOLO refletem qualidade da aprendizagem e não estágio de desenvolvimento; e 2) a Taxonomia SOLO não tem uma abordagem estruturalista dos estágios piagetianos (BIGGS; COLLIS, 1982).

A Taxonomia SOLO é multimodal, ou seja, os modos de funcionamento/estágios coexistem. Isso quer dizer que, quando se inicia um novo modo, o sujeito ainda é capaz de operar no anterior, ou de apresentar os dois modos simultaneamente (AMANTES; BORGES, 2008). Por exemplo, quando o sujeito passa para o modo formal, o modo concreto simbólico não é apagado, ele ainda é capaz de pensar dessa forma. Kataoka *et al.* (2011) dão exemplos de como, no caso da Taxonomia SOLO, os modos de funcionamento coexistem e é possível que, na vida adulta do indivíduo, haja a presença de todos eles.

Com base no exposto, é possível afirmar que o modelo SOLO se pauta, fundamentalmente, em duas características que estão relacionadas: uma

baseada nos níveis de aprendizagem, que dão conta de analisar a estrutura do resultado da aprendizagem (níveis SOLO); e outra alusiva aos modos de funcionamento (estágios), que envolvem uma forma típica de trabalho cognitivo do indivíduo que produz a resposta. A Figura 3 apresenta a relação entre os ciclos de aprendizagem e os modos de funcionamento.

FIGURA 3 – Ciclos de aprendizagem, modos de funcionamento e desenvolvimento cognitivo

1 Modo de funcionamento (Estágio de desenvolvimento)	2 Estrutura da resposta (Ciclo de aprendizagem)	3 Exemplos do Abstrato estendido funcionando por modo	
		Conservação	Simbolismo
Sensório-motor	Uniestructural Multiestructural Relacional = Pré-estrutural		
Intuitivo	Abstrato estendido = Uniestructural Pré-estrutural = Multiestructural = Relacional	Objetos	Palavras
Concreto	Uniestructural = Abstrato estendido Multiestructural = Pré-estrutural Relacional	Classes	Sentenças
Formal – 1ª ordem	Abstrato estendido = Uniestructural Pré-estrutural = Multiestructural = Relacional	Sistemas	Proposições
Formal – 2ª ordem	Uniestructural = Abstrato estendido Multiestructural = Pré-estrutural Relacional	Teorias (de complexidade crescente)	Proposições (de complexidade crescente)
Formal – 3ª ordem Etc.	Abstrato estendido = Uniestructural Multiestructural Relacional , etc.		

Fonte: Biggs e Collis (1982, p. 216, tradução nossa)⁴.

A coluna 1 (modos de funcionamento) apresenta a sequência piagetiana dos quatro estágios principais. Como já abordado, cada modo (estágio) tem características típicas de funcionamento cognitivo. A coluna 2 (estrutura da resposta) apresenta o ciclo de aprendizagem do mais simples para o mais complexo (uniestructural para relacional) dentro de um modo. Os cinco níveis da Taxonomia SOLO estão implícitos dentro de qualquer modo. A coluna 3 apresenta exemplos do nível abstrato estendido funcionando em cada modo, por meio dos conceitos de conservação e simbolismo (BIGGS; COLLIS, 1982).

⁴ Figura original disponível em: <https://e-asttle.tki.org.nz/content/download/1499/6030/version/1/file/43.+The+SOLO+taxonomy+2004.pdf>.

Todo episódio de aprendizagem da vida de uma pessoa, do nascimento à velhice, pode ser avaliado pela Taxonomia SOLO (BIGGS; COLLIS, 1982). A relação entre desenvolvimento e aprendizagem se estabelece no sentido de que o processo de aprendizagem é influenciado por características do estágio em que os indivíduos se encontram. Portanto, mesmo que não haja uma determinação do estágio cognitivo, há um certo grau de delimitação da forma como o sujeito vai aprender.

Os níveis de aprendizagem (pré-estrutural, uniestrutural, multiestrutural, relacional e abstrato estendido) estão presentes em todos os modos de funcionamento. Apresentam uma vertente quantitativa, baseada na quantidade de detalhes existentes, e outra qualitativa, focada na forma como o sujeito trabalha as informações. Assim, a evolução da aprendizagem pode ocorrer de duas formas: quando se muda de modo de funcionamento; e no próprio interior dos modos, em que os níveis da SOLO crescem em complexidade e formam um ciclo.

Um ciclo de aprendizagem é formado percorrendo os níveis de complexidade da Taxonomia SOLO, partindo de uma informação/conceito relevante (uniestrutural), para duas ou mais informações ou conceitos relevantes (multiestrutural), chegando à aprendizagem por meio da inter-relação entre as informações/conceitos (relacional). O nível abstrato estendido vai além da informação e se torna o nível uniestrutural do próximo modo de funcionamento. Por exemplo, o nível abstrato estendido do modo intuitivo corresponde ao nível uniestrutural do modo concreto (Figura 3). Em outras palavras, a transição do nível relacional para o abstrato estendido representa um progresso no desenvolvimento cognitivo, havendo evolução no ciclo de aprendizagem e também no modo de funcionamento. Portanto podemos ter várias combinações nas classificações de respostas a partir do cruzamento entre modos de funcionamento e ciclos de aprendizagem. Por exemplo: uniestrutural intuitiva, relacional concreta, entre outras (BIGGS; COLLIS, 1982).

PROFUNDIDADE/COMPLEXIDADE E DIFICULDADE

Um equívoco recorrente na área da avaliação educacional é a equiparação dos conceitos de profundidade/complexidade e dificuldade. Embora seja comum que perguntas aumentem em dificuldade à medida que aumentam sua complexidade, isso não é uma regra. Na Taxonomia SOLO, esses conceitos são tratados separadamente. Assim, na Taxonomia SOLO, um conteúdo difícil não é determinante para um pensamento profundo (complexo) (HATTIE; BROWN, 2004).

De acordo com Hattie e Brown (2004), os conceitos se diferenciam no sentido de que a profundidade/complexidade está associada com demandas

cognitivas necessárias para desenvolver determinada tarefa, a forma requerida de raciocínio. Por sua vez, a dificuldade pode estar relacionada a atividades com mais etapas ou com números maiores ou mais difíceis. Por exemplo: uma divisão de números decimais pode ser considerada mais difícil do que uma divisão entre números inteiros, entretanto a operação exigida é a mesma. Assim pode haver questões superficiais (que não são complexas do ponto de vista cognitivo) e que, ao mesmo tempo, são difíceis de resolver.

Pensando nos níveis de complexidade cognitiva da Taxonomia SOLO, aqueles de maior profundidade/complexidade (relacional e abstrato estendido) não necessariamente são os mais difíceis, ou seja, um item no nível uniestructural pode ser mais difícil de resolver do que um item relacional. Por exemplo: uma questão que requer uma resposta relacional (como o movimento da Terra em relação ao sol define dia e noite?) pode ser mais fácil do que uma questão uniestructural (o que significa rotação celestial?). Nesse sentido, tudo depende da forma como o item é elaborado (HATTIE; BROWN, 2004).

A dificuldade é um conceito mais relacionado com a análise empírica (estatística), enquanto a profundidade/complexidade se encontra mais associada com uma análise teórica. Assim fazer a distinção entre esses conceitos é outra vantagem da Taxonomia SOLO. Isso permite uma maior clareza ao avaliar, visto que a confusão entre esses conceitos pode levar a interpretações equivocadas sobre itens/tarefas. Uma consequência pode ser, por exemplo, não alcançar os objetivos avaliativos propostos (HATTIE; BROWN, 2004).

De acordo com o relatório do Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (Pisa), da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (2017), não raro a dificuldade empírica é confundida com a demanda cognitiva. Enquanto a dificuldade empírica pode ser obtida, por exemplo, pela proporção de estudantes que responderam o teste corretamente ou, no caso dos itens, pelo percentual de acertos que um item obteve, a demanda cognitiva envolve o tipo de processo mental necessário para responder o item.

Portanto a dificuldade dos itens não nos informa necessariamente sobre a sua complexidade, como salientamos. Por exemplo: um item pode ter alcançado um alto índice de dificuldade empírica porque o conteúdo abordado não é bem conhecido, entretanto a demanda cognitiva pode ser simplesmente a recordação de uma informação. Por outro lado, um item pode exigir relacionamento de informações, mas que são bastante trabalhadas e, por isso, do conhecimento de grande parte dos estudantes. Portanto, para que se tenha uma visão mais ampla do tipo de aprendizagem promovida, é necessário, além de discriminar itens fáceis e difíceis por meio de indicadores empíricos,

também entender o que esses itens demandam em termos de profundidade/complexidade da aprendizagem. O Pisa, por exemplo, além das habilidades e competências presentes em cada nível da sua escala de proficiência, inclui também informações sobre os processos cognitivos que os estudantes são capazes de fazer (OCDE, 2017).

USOS E APLICAÇÕES DA TAXONOMIA SOLO

A Taxonomia SOLO foi desenvolvida para avaliar o resultado da aprendizagem de alunos. Entretanto sua organização e princípios permitem seu emprego em diferentes contextos e disciplinas. A Taxonomia SOLO oferece vastas contribuições ao trabalho docente, bem como pode ser usada como metodologia na pesquisa educacional.

Na sala de aula, ela pode ser usada para operacionalizar a qualidade do ensino e da aprendizagem, por meio da elaboração de materiais (por exemplo, tarefas e testes) e a respectiva avaliação dos seus produtos (HATTIE; BROWN, 2004). Portanto, ao planejar suas aulas, é recomendado que o docente organize seu trabalho por meio de um ciclo de atividades ascendentes em complexidade, que objetive levar os alunos a patamares superiores de aprendizagem. Também é possível, quando necessário, um trabalho formativo com elaboração de atividades de intervenção consciente e organizado com foco na melhoria da qualidade da aprendizagem.

Assim como na avaliação de sala de aula, a Taxonomia SOLO é passível de ser empregada no trabalho com as avaliações externas. Pode auxiliar na elaboração dos itens, o que permite que os formuladores dos testes equilibrem questões superficiais e profundas, e também pode ser usada para analisar o resultado dos testes (interpretação pedagógica). Por meio da exploração dos resultados, é possível identificar o nível de complexidade cognitiva de aprendizagem que um aluno ou um grupo de alunos apresenta em relação aos conteúdos avaliados. Como abordado anteriormente, para além de índices de dificuldade empírica, é necessário conhecer a complexidade cognitiva da aprendizagem dos estudantes. A Taxonomia SOLO é uma ferramenta educacional que pode contribuir nesse sentido.

Hattie e Brown (2004) apresentam um exemplo de aplicação da Taxonomia SOLO nas avaliações de larga escala. O *Assessment Tools for Teaching and Learning (AsTTle)* é um *software* de avaliação usado na Nova Zelândia que utiliza a Taxonomia SOLO na classificação de itens. É uma ferramenta que permite a elaboração de testes disponível a todas as escolas públicas daquele país. Os

itens são classificados de acordo com os níveis da Taxonomia SOLO e divididos em dois grupos: um que requer pensamento superficial (níveis uniestructural e multiestructural) e um que exige pensamento profundo (relacional e abstrato estendido). Para a elaboração dos testes, o AsTTle tem como requisito a composição mínima de 25% de itens superficiais e 25% de itens profundos. Os resultados dos alunos são apresentados por grupo de pensamento (superficial ou profundo), levando em conta o ano escolar apropriado e outros elementos do contexto educacional. O desempenho calculado pelo AsTTle é comparado aos resultados nacionais. A intenção é fornecer uma avaliação mais clara e concisa, que permita aos professores fazerem uma interpretação pedagógica, por meio dos pontos fracos e fortes dos alunos. Portanto é mais uma informação, entre outras fornecidas pela avaliação externa, como as habilidades e as competências avaliadas e a dificuldade dos itens.

Hattie e Brown (2004) apresentam outros contextos em que a Taxonomia SOLO pode ser usada: 1) para analisar habilidades de estudo por meio da classificação de intervenções; 2) para identificar professores especialistas, ao medir o impacto superficial ou profundo dos docentes no processamento cognitivo dos alunos; 3) para avaliação de programas destinados a alunos superdotados por meio da categorização de tarefas realizadas por eles; 4) para avaliar a formação de professores em conclusão de estágios; e 5) para avaliar a aprendizagem dos estudantes em sala, levando em consideração o ensino do professor.

A Taxonomia SOLO é uma ferramenta eficaz de avaliação da aprendizagem em diferentes formas e domínios, por ser simples e aplicável a propósitos distintos. Outra possibilidade é o uso da Taxonomia SOLO como instrumento na pesquisa educacional, pois permite identificar níveis cognitivos de aprendizagem em diferentes áreas, com vastas possibilidades de investigação (AMANTES; BORGES, 2008). A Taxonomia SOLO pode ser empregada como metodologia em pesquisas com abordagens qualitativa e quantitativa (RODA, 2012). O uso do modelo SOLO deve ser consoante com a proposta da pesquisa e adequado ao contexto (AMANTES; OLIVEIRA, 2012). É aconselhável, quando necessário, o uso de métodos complementares, tendo sempre em vista os objetivos propostos no estudo.

Filipe (2011), por exemplo, analisou e classificou questões de sete exames nacionais (em Portugal) de larga escala, de Matemática, referentes ao 9º ano de escolarização, com base nos níveis de complexidade da Taxonomia SOLO. O objetivo do estudo foi aferir a qualidade dos exames. A autora apresentou a análise de, aproximadamente, 130 itens distribuídos entre os sete testes. O nível de complexidade mais recorrente foi o multiestructural, que prevaleceu em quatro

dos sete exames. Três exames tiveram maior recorrência do nível uniestructural. Foram encontrados apenas oito itens classificados como relacionais, e nenhum item abstrato estendido foi observado. Esses resultados indicam que os exames analisados são constituídos por itens classificados nos níveis mais baixos de complexidade cognitiva, de acordo com a Taxonomia SOLO, e associados à aprendizagem superficial.

Outra vantagem da Taxonomia SOLO com relação à análise de questões é que a forma como o aluno responde pode ser mais ou menos complexa do que o nível demandado pela questão. Assim, não é possível garantir que o aluno irá responder com o mesmo nível de complexidade exigido pela questão. Portanto, ao separar o nível de complexidade da questão e da resposta do estudante, a Taxonomia SOLO fornece informações relevantes para o professor, que identificará se o aluno está além ou aquém da complexidade da tarefa/ questão demandada.

São muitas as alternativas de uso da Taxonomia SOLO. Contudo, como toda teoria, ela também tem limites. Por exemplo, a SOLO não permite fazer generalizações sobre o conhecimento do aluno, sendo capaz somente de medir o produto de uma tarefa específica, ou seja, o que o estudante demonstra em um determinado contexto.

REVISÃO DE ESTUDOS BRASILEIROS QUE UTILIZAM A TAXONOMIA SOLO

A Taxonomia SOLO, apesar de ser bastante utilizada internacionalmente, ainda é pouco conhecida no Brasil. Visando a fazer um mapeamento do seu uso, realizamos uma revisão de estudos brasileiros que a utilizaram. O intuito foi identificar como essa taxonomia tem sido usada no cenário brasileiro, onde estão distribuídos esses estudos, quais são os objetos pesquisados e as áreas a que pertencem.

Fizemos o levantamento dos trabalhos no primeiro semestre de 2018, em cinco bancos de dados: Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações (BBTD) (nenhum trabalho encontrado), Biblioteca de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) (4 trabalhos), Google Acadêmico (8 trabalhos), Periódicos da Capes (2 trabalhos) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) (nenhum trabalho encontrado). Para a pesquisa, usamos os descritores “taxonomia” e “SOLO”, juntos e separados. O Quadro 4 apresenta a relação dos trabalhos identificados.

QUADRO 4 – Síntese dos estudos brasileiros que usaram a Taxonomia SOLO

AUTOR(ES)/ANO	TÍTULO	TIPO DE TRABALHO	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA	USO DA SOLO
Amantes (2005)	O entendimento de estudantes do ensino médio sobre sistemas de referência e movimento relativo	Dissertação	Minas Gerais	Classificar respostas
Laguardia e Machado (2009)	Interação nos ambientes virtuais de aprendizagem: análise de dois fóruns de discussão	Artigo	Rio de Janeiro	Classificar mensagens em fóruns <i>on-line</i>
Almeida (2010)	Análise de um instrumento de letramento estatístico para o ensino fundamental II	Dissertação	São Paulo	Classificar respostas
Silva, kataoka, Cazorla (2011)	Linguagem, estratégia e nível de raciocínio de variação dos alunos do ensino fundamental II	Artigo	São Paulo	Classificar respostas
Kataoka <i>et al.</i> (2011)	Evidências de validade de uma prova de letramento estatístico: um estudo com estudantes universitários de cursos tecnológicos	Artigo	São Paulo	Classificar respostas
Amantes e Borges (2011)	Identificando fatores que influenciam a aprendizagem a partir da análise do contexto de ensino	Artigo	Bahia	Classificar respostas
Vita, Kataoka, Cazorla (2012)	A construção de pictogramas por alunos cegos	Artigo	Bahia	Analisar pictogramas
Gadéa e Amantes (2014)	Uma ferramenta metodológica para avaliar o entendimento de estudantes das séries iniciais em uma atividade investigativa	Artigo	Bahia	Classificar respostas
Santos (2014)	Análise da construção de pictogramas 3D no contexto da aprendizagem de probabilidade por estudantes cegos e videntes	Dissertação	Bahia	Analisar pictogramas
Merlin e Pereira (2015)	Análise do delineamento das competências para o desenvolvimento sustentável e da educação em engenharia sob uma perspectiva construtivista	Artigo	Paraná	Analisar competências
Amorim (2015)	Avaliação da usabilidade do AVALE-EB para a aprendizagem de variabilidade	Dissertação	Bahia	Classificar respostas
Lima (2015)	Manipulação de imagens astronômicas com o uso Aládin para o ensino de Astronomia	Dissertação	Bahia	Classificar respostas
Farias e Rivera (2016)	O uso do programa Scratch na abordagem dos conceitos iniciais de cinemática para alunos do 1º ano do ensino médio	Artigo	Amazonas	Elaboração de roteiros de atividades
Santos e Mendonça (2016)	Aplicação da Robótica Educacional no ensino das relações métricas do triângulo retângulo	Artigo	Amazonas	Classificar respostas

Fonte: Elaboração dos autores.

Encontramos um total de 14 trabalhos, dos quais 9 são artigos e 5 são dissertações. Não foi encontrada nenhuma tese que abordasse a Taxonomia SOLO. É válido ressaltar que identificamos outros seis artigos na busca, entretanto dois eram capítulos das dissertações analisadas, três apenas mencionavam essa taxonomia (sem usá-la na análise) e um era pouco claro, pois não indicava de que forma e com qual objetivo a SOLO havia sido usada. Portanto esses trabalhos foram descartados da revisão.

Dos trabalhos selecionados, nove usaram a Taxonomia SOLO para analisar respostas a tarefas específicas, por meio de registro escrito. No geral, foram resoluções a questões que solicitavam definição de conceitos e compreensão de conteúdos trabalhados. Os demais estudos (cinco deles) fizeram uso dessa taxonomia para outros fins: dois analisaram construção de pictogramas; um a utilizou para elaborar roteiros de atividades; um analisou mensagens em interações de fóruns *on-line*; e um fez análise de documentos e usou a SOLO para classificar competências. O fato de grande parte dos estudos analisar respostas é esperado, visto que, como já tratado anteriormente, essa taxonomia foi desenvolvida inicialmente com o intuito de avaliar o nível de complexidade de respostas fornecidas por alunos em tarefas específicas.

Quanto aos sujeitos pesquisados, nove trabalhos abordaram alunos da educação básica, aparecendo com mais recorrência alunos matriculados nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio. Dois estudos foram realizados com alunos do ensino superior, um estudo teve como sujeitos alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA), um abordou sujeitos em formação continuada e outro abordou sujeitos da educação básica e do ensino superior. A área que mais teve trabalhos foi a das Ciências Exatas, com dez pesquisas. Quanto aos locais onde os estudos foram desenvolvidos, destaca-se o estado da Bahia, com seis trabalhos, seguido de São Paulo, com três, Amazonas, com dois, e Minas Gerais, Rio de Janeiro e Paraná, com um estudo cada.

O número de estudos encontrados em nossa busca (14) confirmou a hipótese de que a Taxonomia SOLO é pouco conhecida e disseminada no Brasil. A literatura pode ser considerada um dificultador para a realização de estudos que a abordam, visto que a bibliografia principal é encontrada apenas em inglês. A partir das informações levantadas, é possível afirmar que a Taxonomia SOLO, pelo seu potencial e pelas aplicações demonstradas neste artigo, carece de estudos no Brasil, pois ela tem muito a contribuir na área da Educação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou a Taxonomia SOLO, uma ferramenta que tem muito a contribuir na avaliação educacional. Ela possibilita vários usos. Sua principal contribuição para os professores é levar os alunos a atingirem níveis cada vez mais profundos de aprendizagem. Tendo em vista o que foi apresentado, é importante destacar que essa não é uma discussão meramente técnica, de quem é especialista ou interessado na área da avaliação educacional. Estamos falando sobre o processo de ensino e aprendizagem como um todo.

Nesse sentido, os conhecimentos sobre a Taxonomia SOLO (complexidade cognitiva) podem auxiliar o professor em diversas dimensões da sua prática pedagógica: o que ensinar, como ensinar e como avaliar. Com um referencial desse tipo à sua disposição, o docente pode preparar suas aulas de forma mais consciente. Por exemplo: preparar uma aula com foco em aprendizagem superficial exige do professor uma postura diferente do que preparar uma aula com intenção de desenvolver uma aprendizagem profunda.

O número reduzido de pesquisas encontradas confirma o pouco uso da Taxonomia SOLO no cenário brasileiro. Essa é uma contribuição do nosso trabalho, que visa a apresentar essa taxonomia e seus usos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. C. *Análise de um instrumento de Letramento Estatístico para o ensino fundamental II*. 2010. 107f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, 2010.

AMANTES, A. *O entendimento de estudantes do ensino médio sobre sistemas de referência e movimento relativo*. 2005. 139f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

AMANTES, A.; BORGES, O. O uso da Taxonomia SOLO como ferramenta metodológica na pesquisa educacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. *Anais [...]*. Belo Horizonte: FAE/UFMG, 2008, v. único. p. 1-12.

AMANTES, A.; BORGES, O. Identificando fatores que influenciam a aprendizagem a partir da análise do contexto de ensino. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 28, n. 2, p. 273-296, ago. 2011.

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. 2, p. 61-79, maio 2012.

AMORIM, E. C. S. *Avaliação da usabilidade do AVALE-EB para a aprendizagem de variabilidade*. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

ANDERSON, L. W. *et al.* *A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Nova York: Addison-Wesley Longman, 2001.

BIGGS, J.; COLLIS, K. *Evaluating the quality of learning: the SOLO Taxonomy*. New York: Academic Press, 1982. 296 p.

BLOOM, B. S. *Taxonomy of educational objectives: cognitive domain*. London: Longmans Publishing, 1956. 262 p. 1 v.

CINTRA, E. P.; MARQUES JUNIOR, A. C.; SOUSA, E. C. Correlação entre a matriz de referência e os itens envolvendo conceitos de Química presentes no ENEM de 2009 a 2013. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 22, n. 3, p. 707-725, jul./set. 2016.

FARIAS, F. O.; RIVERA, J. A. O uso do programa Scratch na abordagem dos conceitos iniciais de cinemática para alunos do 1º ano do ensino médio. *Revista Amazônica de Ensino de Ciências – Areté*, Manaus, v. 9, n. 18, p. 197-215, jan./jul. 2016.

FILIFE, M. A. E. R. *A taxonomia SOLO nos Exames Nacionais de Matemática – 9º ano*. 2011. 189 f. Dissertação (Ensino de Matemática) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011.

GADÉA, S.; AMANTES, A. Uma ferramenta metodológica para avaliar o entendimento de estudantes das séries iniciais em uma atividade investigativa. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 15., 2014, São Sebastião. *Anais [...]*. São Sebastião, 2014.

HATTIE, J. A. C.; BROWN, G. T. L. Cognitive processes in asTTle: the SOLO taxonomy. *asTTle Technical Report* (University of Auckland/ Ministry of Education), Wellington, v. 43, p. 41, set. 2004

HAYDT, R. C. Avaliação: conceito e princípios. In: HAYDT, R. C. *Avaliação do processo ensino-aprendizagem*. São Paulo: Ática, 2008, p. 7-15.

IRVINE, J. A comparison of revised Bloom and Marzano's new taxonomy of learning. *Research in Higher Education Journal*, Ontário, Canadá, v. 33, p. 16, nov. 2017.

KATAOKA, Y.; VENDRAMINI, C. M. M.; SILVA, C. B. da; OLIVEIRA, M. H. P. de. Evidências de validade de uma prova de letramento estatístico: um estudo com estudantes universitários de cursos tecnológicos. *Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, SP, v. 24, n. 40, p. 873-895, dez. 2011.

LAGUARDIA, J.; MACHADO, R. R. Interação nos ambientes virtuais de aprendizagem: análise de dois fóruns de discussão. *RECIIS – Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 37-40, jun. 2009.

LIMA, M. S. *Manipulação de imagens astronômicas com o uso Aladin para o ensino de Astronomia*. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Astronomia) – Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015.

MARZANO, R. J. *Designing a new taxonomy of educational objectives*. Thousand Oaks: Corwin, 2000. 160 p.

MERLIN, F. K.; PEREIRA, V. L. D. V. Análise do delineamento das competências para o desenvolvimento sustentável e da educação em engenharia sob uma perspectiva construtivista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 43., 2015, Mauá. *Anais [...]*. Mauá, 2015.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. *Assessment and analytical framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and collaborative problem solving*. Paris: PISA, OECD Publishing, 2017. 262 p.

RODA, A. M. B. *Modificação da abordagem à leitura: uma experiência de caso único*. 2012. 127 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Psicologia) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2012.

SANTOS, F. B. *Análise da construção de pictogramas 3D no contexto da aprendizagem de probabilidade por estudantes cegos e videntes*. 2014. 107f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2014.

SANTOS, M. E.; MENDONÇA, A. P. Aplicação da robótica educacional no ensino das relações métricas do triângulo retângulo. *Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 11, dez. 2016.

SILVA, C. B.; KATAOKA, V. Y.; CAZORLA, I. M. Linguagem, estratégia e nível de raciocínio de variação dos alunos do ensino fundamental II. *Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, SP, v. 24, n. 39, p. 515-536, ago. 2011.

VITA, A. C.; KATAOKA, V. Y.; CAZORLA, I. A construção de pictogramas por alunos cegos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2012, Petrópolis. *Anais [...]*. Petrópolis, 2012.

WEBB, N. L. *Criteria for alignment of expectations and assessments in mathematics and science education*. Washington, 1997. Disponível em: <http://facstaff.wceruw.org/normw/WEBBMonograph6criteria.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2019.

WEBB, N. L. *Depth-of-knowledge levels for four content areas*. 2002. Disponível em: <http://facstaff.wcer.wisc.edu/normw/All%20content%20areas%20%20DOK%20levels%2032802.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2019.

Recebido em: 30 MAIO 2019

Aprovado para publicação em: 12 AGOSTO 2019



Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da licença Creative Commons do tipo BY-NC.