

Habilidades X Entendimento de Conceitos Abstratos relacionados ao raciocínio lógico: uma análise preliminar

Skills X Understanding about abstract concepts related to logical reasoning: a preliminary analysis

Fernanda Regebe Castro

Universidade Federal da Bahia
Instituto Federal da Bahia
fernandaregebe@gmail.com

Amanda Amantes Neiva Ribeiro

Universidade Federal da Bahia
profamandaamantes@gmail.com

Resumo

O artigo tem como objetivo principal apresentar uma análise exploratória sobre as habilidades relacionadas ao entendimento de conceitos abstratos subjacentes ao raciocínio lógico. A metodologia da pesquisa baseia-se nos trabalhos de Amantes (2009) e Coelho (2011), que utilizam métodos quali-quantitativos para analisar os níveis de habilidades. A pesquisa divide-se em várias etapas: i) análise dos materiais didáticos dos professores; ii) construção do sistema categórico; iii) construção do instrumento a ser aplicado aos alunos para levantar dados sobre o desenvolvimento de suas habilidades; iv) análise da evolução das habilidades. As principais conclusões foram: a) independentemente do tipo de habilidade requerida, o nível da questão pode ser diferente de outra com as mesmas habilidades; b) nos materiais analisados constatamos que, para algumas habilidades, há uma estrutura de habilidades gerais que envolvem habilidades mais específicas ou níveis diferenciados de habilidades, o que pode ser útil para analisar a construção de habilidades mais generalizadas.

Palavras chave: habilidades abstratas; desenvolvimento de habilidades; lógica de programação

Abstract

We report an exploratory analysis of the abilities related to understanding abstract concepts underlying the logical reasoning. The research methodology is based on the Amantes (2009) and Coelho (2011) papers, which ones embrace qualitative and quantitative methods to analyze the skill's levels. The research comprises: i) analysis of teaching materials for teachers ii) construction of the categorical system, iii) construction of the instrument to be used with students in order to gather data about the development of their skills; iv) analysis of the development of skills. In the analysis reported in this paper we concluded that a) regardless of the type of skill required, the level of the question may be different from another

that requires the same skills b) for instruction material analyzed, we find some general abilities composed by specific ones. This result can be promising to understand development of general abilities.

Key words: abstract skills, development of skills, logic programming

Introdução

Este artigo tem como objetivo principal apresentar uma análise exploratória sobre as habilidades relacionadas ao entendimento de conceitos abstratos subjacentes ao raciocínio lógico. Esses conceitos estão presentes em diferentes áreas do conhecimento, como na Matemática, Física, Química e Biologia, e a abstração se faz necessária quando habilidades para relacionar, operar, definir, conceituar, aplicar esses conceitos são requeridas no processo de construção do entendimento. Em nossa pesquisa investigamos o raciocínio lógico na Lógica de Programação de uma escola pública federal.

O estudo da aprendizagem de conceitos abstratos em conteúdos científicos já foi tema de inúmeras pesquisas na área do ensino das ciências. Dawson (2008) investigou a aprendizagem de conteúdos abstratos científicos ao examinar padrões de desenvolvimento na aquisição do conceito de energia. Amantes (2005) fez uma investigação sobre o entendimento de alunos do ensino médio em relação aos conceitos de Referencial Inercial e Movimento Relativo e sobre a aprendizagem de estudos científicos e tecnológicos em relação ao funcionamento da TV. Coelho (2011) investigou a evolução no entendimento dos estudantes sobre os conceitos do campo da eletricidade.

Tanto no trabalho de Coelho (2011), como no de Amantes (2009) e também de Dawson (2008), o estudo sobre o entendimento foi realizado a partir do estabelecimento de um sistema categórico para avaliar os níveis hierárquicos de complexidade desse entendimento. Essa perspectiva hierárquica para avaliar o desenvolvimento foi baseada na Teoria de Habilidades Dinâmicas (FISCHER, 1980), mas tem sido considerada em muitos trabalhos na área de educação (BIGGS e COLLIS, 1982, PARZIALLE, 1988) e psicologia (COMMONS, 2008, CASE, 1992,1996). O estudo das habilidades e conceitos abstratos na disciplina de Lógica de Programação seguirá o mesmo formato dos trabalhos de Dawson, Amantes e Coelho quanto ao estudo dos níveis hierárquicos de entendimento de conceitos abstratos e elaboração do sistema categórico.

Apresentação da Pesquisa

A disciplina de Lógica de Programação é oferecida sempre no primeiro período dos diversos cursos existentes na área de tecnologia da informação, sejam eles do nível médio técnico, ou superior (bacharelado ou tecnológico). Os cursos são oferecidos sob diversos títulos, dentre eles técnico em informática, técnico em tecnologia da informação, técnico em programação Web, superior em análise de sistemas, superior em ciência da computação, tecnólogo em análise e desenvolvimento de sistemas.

Em comum, todos estes cursos tem um alto nível de desistência e repetência, gerando assim altos índices de evasão. De acordo com pesquisa divulgada pela Associação Brasileira das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação (Brasscom),

“A evasão escolar em cursos superiores de tecnologia no Brasil chega a 82%, o que torna a questão um dos principais desafios do país. (...) Segundo o estudo, apenas 85 mil estudantes concluem os cursos

tecnológicos do Ensino Superior oferecidos por instituições brasileiras. O número equivale a aproximadamente 18% do total de 460 mil vagas disponíveis. (...) Entre as razões desse alto índice de evasão, segundo a Brasscom, estão a falta de perfil adequado dos alunos para o setor de tecnologia; a criação de expectativas não realistas em relação aos cursos; e a falta de uma base matemática que deveria ter sido construída durante o Ensino Básico.” (COMPUTERWORLD, MAIO, 2011)

Diversos estudos mostram a grande dificuldade dos alunos na disciplina de lógica de programação; um dos problemas citados é a dificuldade de resolver problemas práticos utilizando conceitos abstratos (Gomes, 2008). Outro fator importante é que a dificuldade nesta disciplina, considerada como chave, pode influenciar de forma negativa todo o curso.

“É ainda importante ressaltar enfaticamente que a apropriação ou não dos conceitos iniciais de programação tem relação direta com o desempenho do aluno no decorrer de todo o curso, já que disciplinas avançadas dependem fortemente desses conceitos.” (ROCHA ET AL, 2010, p. 2)

Diante do exposto, observa-se a grande importância de pesquisas que visem investigar questões inerentes à aprendizagem de conceitos de natureza abstrata, relacionados à lógica, presentes nesta disciplina e em tantas outras na área de Ciências. O presente trabalho tem como foco justamente estabelecer as habilidades subjacentes ao entendimento de conteúdos de natureza mais abstrata, relacionados ao raciocínio lógico. Dessa maneira, buscamos aprofundar o conhecimento sobre como essas habilidades estão relacionados ao sucesso na aprendizagem de diferentes áreas do conhecimento que mobilizam a mesma estrutura lógica de raciocínio, como a resolução de situações problemáticas na área de Física, Química, Biologia e Matemática.

Fundamentação Teórica

A concepção de aprendizagem adotada na pesquisa que está sendo conduzida se pauta na perspectiva do desenvolvimento cognitivo a partir da complexidade hierárquica de elementos ou atributos que mudam no tempo (FISCHER, 1980, COMMONS, 2008, CASE, 1992, 1996). Nesse sentido, a aprendizagem é concebida em termos da evolução de traços ou atributos latentes (não diretamente mensurados), mas que podem ser acessados a partir de manifestações desses traços na interação dos sujeitos com o ambiente de ensino.

O atributo latente que definimos para investigar o raciocínio lógico foi as habilidades dos estudantes relacionadas aos conteúdos da matéria Lógica de Programação. O conceito de habilidade é definido do ponto de vista da Teoria de Habilidades Dinâmicas (Fisher, 1980), que considera ser esse um atributo latente intrínseco ao desenvolvimento, estabelecido a partir de relações entre o repertório conceitual, estruturas mentais, interação com o meio, suporte social, e outras variações contextuais. Apesar da fundamentação piagetiana, a Teoria de Habilidades considera patamares de desenvolvimento (semelhantes aos estágios) delimitados pelo domínio ou área de conhecimento, e por isso pode ser considerada uma teoria multimodal, como a Teoria SOLO de Biggs e Collis (1982).

Para Fischer (1980, p.1), o “desenvolvimento cognitivo é explicado por uma série de estruturas denominadas níveis, juntamente com um conjunto de regras de transformação que relacionam esses níveis uns com os outros. Os níveis designam patamares de habilidades que aumentam gradualmente de complexidade, como uma habilidade específica em um nível construída diretamente de habilidades específicas do nível anterior.”

Dessa forma, ela proporciona um bom referencial para elencar as habilidades relativas a um conhecimento específico em níveis hierárquicos, possibilitando a construção de uma escala qualitativa para avaliar momentos diferentes do desenvolvimento. Uma vez identificados os níveis de habilidades em momentos diferentes, podemos avaliar a evolução dessas habilidades e, conseqüentemente, a aprendizagem. A Teoria de Habilidades Dinâmicas tem sido utilizada

para investigar a aprendizagem de conteúdos abstratos científicos, a exemplo do trabalho de Dawson (2008), em que ela examina os padrões de desenvolvimento na aquisição do conceito de energia. No mesmo segmento, estaremos interpretando o entendimento de conceitos abstratos em níveis de complexidade mais elevados, dentro do domínio de conhecimento da lógica.

Metodologia de Pesquisa

A metodologia da pesquisa utiliza métodos quali-quantitativos para analisar os níveis de habilidades. Optamos por utilizar a pesquisa quali-quantitativa por entender que os métodos qualitativo e quantitativo se complementam, cabendo a cada um responder melhor a determinados aspectos da pesquisa. Como estamos interessados em mensurar um traço e identificar sua mudança ao longo do tempo, entendemos que o um método que integre uma compreensão sobre a qualidade da aprendizagem em conjunto com os aspectos relativos à mensuração da mudança seja mais adequado. Além disso, muitos autores tem ressaltado a importância da aplicação de estratégias dessa natureza para investigar a mudança no contexto educacional (Gorard, 2002, Mead, 2008).

Para acessar os traços latentes, delineamos um sistema categórico que se aproxima dos níveis hierárquicos estabelecidos pela Teoria de Habilidades Dinâmicas, que dizem respeito a representações singulares, mapas, sistemas e sistemas de sistemas em uma camada ou patamar (ou estágio). A partir desse sistema, categorias foram estabelecidas tendo em vista a análise dos materiais dos professores da disciplina, sendo que o mesmo sistema será utilizado para avaliar as habilidades dos alunos, em momento posterior. As respostas categorizadas serão transformadas em uma matriz que será utilizada para aplicação dos modelos Rasch, o que nos fornecerá uma escala intervalar para interpretar uma medida relativa às habilidades dos sujeitos em diferentes instantes durante o curso. Outros métodos estatísticos serão utilizados para avaliar a mudança dessas habilidades, como análise multinível, de regressão múltipla e/ou fatorial exploratória/confirmatória. Nesse trabalho, entretanto, descrevemos a primeira análise, dos materiais dos professores, o que nos fornece a base do sistema categórico e a dimensão das habilidades demandadas no curso.

A pesquisa como um todo se divide em várias etapas: i) análise dos materiais didáticos dos professores, dentre eles slides de conteúdo teórico, listas de exercícios, avaliações; isso é feito com o intuito de identificar as habilidades contidas nestes materiais, classificando-os quanto ao tipo, nível de dificuldade, habilidades que o aluno precisa mobilizar para resolver exercícios; ii) construção do sistema categórico, pautado na Teoria de Habilidades Dinâmicas, que estabelece níveis hierárquicos de complexidade para o entendimento associado às habilidades mobilizadas em cada situação; iii) construção do instrumento a ser aplicado aos alunos a fim de levantar dados sobre o desenvolvimento de suas habilidades ao longo de um semestre ou ano letivo; iv) análise da evolução das habilidades, utilizando modelos Rasch para acessar os traços latentes em diferentes ondas de medida, a fim de traçar trajetórias de aprendizagem.

Nesse trabalho apresentamos o primeiro item, ou seja, a análise dos materiais didáticos dos professores. A primeira fase da análise do material didático consiste em uma análise exploratória preliminar para o subsequente mapeamento das habilidades. As habilidades são pontuadas de acordo com o que é exigido nas atividades, sejam elas slides teóricos, listas de exercícios ou provas. O nível de dificuldade de determinada habilidade e sua posição hierárquica perante as outras da mesma natureza a situa numa escala hierárquica dentro do sistema categórico criado na pesquisa.

A amostra da pesquisa corresponde a duas turmas de 40 alunos cada do curso técnico em informática na modalidade integrada (turnos matutino e vespertino) e mais 2 turmas de 40 alunos do mesmo curso na modalidade subsequente (turno noturno). Por modalidade integrada entende-se que o aluno faz o curso técnico concomitantemente com o curso do ensino médio, com duração de 4 anos. Já na modalidade subsequente, o aluno faz o curso somente depois que tem o nível médio completo, com duração de 2 anos.

Análise do material didático e levantamento das habilidades requeridas nas atividades

O material didático a ser analisado foi fornecido pelos três professores que atualmente lecionam a disciplina de lógica de programação no curso de TI (modalidades integrada e subsequente). Após uma primeira análise preliminar, chegou-se à conclusão de que o material dos 3 mobilizavam as mesmas habilidades, sendo escolhido apenas o material de um professor para servir de parâmetro para o levantamento das habilidades. Todos os slides do material teórico, listas de exercícios e avaliações foram analisados, página a página, questão a questão. A seguir segue um exemplo que ilustra como foram pontuadas as habilidades dos materiais cedidos pelos professores.

Exemplo 01: Questão retirada de lista de exercícios da segunda unidade

Questão	Construa um programa que leia um número inteiro entre 20 e 59 e mostre seu extenso. Exiba um erro se o número estiver fora do intervalo.
Nível de dificuldade da questão	3 (em escala de 1 a 5)
Habilidades necessárias para resolver a questão	a. Identificar processos, ordens e dependências (IPOD) b. Trabalhar com várias variáveis que mudam de valor ao mesmo tempo (TVMV) c. Aplicar conhecimento de regras de nomeação de variáveis (ACRNV) d. Identificar a natureza das variáveis trabalhadas em um algoritmo (INV) e. Habilidade em aplicar conhecimento da primitiva de leitura (do teclado) (HACPLT) f. Aplicar conhecimento matemático - Habilidade de nomear um número através de sua estrutura matemática (HNNEM) g. Aplicar conhecimentos sobre estruturas de decisão compostas (ACEDC) h. Aplicar conhecimentos de aninhamento (encadeamento em estruturas de decisão) (ACAED) i. Aplicar conhecimentos de concatenamento em estruturas de decisão (ACCED) j. Identificar entradas, processamentos e saídas (IEPS)

Tabela 1: Habilidades requeridas em atividades – Exemplo 01

As siglas ao lado de cada habilidade são as rubricas que inicialmente foram dadas de acordo com as letras iniciais da habilidade. Esse sistema de rubricas é proposto por Coelho (2011) e Amantes (2009). Por exemplo, a habilidade “Identificar processos, ordens e dependências” gerou a rubrica IPOD. O levantamento inicial das habilidades gerou 147 habilidades distintas. Uma parte da tabela que retrata essas habilidades pode ser vista na tabela 2, a nível de exemplo.

DESCRIÇÃO	RUBRICA
Identificar processos, ordens e dependências	IPOD
Ordem das ideias	OI
Aplicação de Lógica sem programação	ALSP
Trabalhar com várias variáveis que mudam de valor ao mesmo tempo	TVMV
Construção de novo significado - programa	CSP
Construção de novo significado - instrução	CSI
Interpretação de Enunciados	IE
Subdivisão do problema em problemas menores	SPM
Identificar que existem várias soluções para um algoritmo	IVSA

Tabela 2: Exemplos de Habilidades encontradas em atividades

Após o levantamento das habilidades, foi executado mais um passo, o agrupamento de habilidades comuns, ou seja, da mesma natureza. Por mesma natureza compreende-se que estas habilidades contêm as mesmas características específicas, e por isto foram agrupadas. Depois de agrupadas, foram organizadas por níveis de complexidade. O agrupamento pode

ser melhor visualizado na tabela 3.

DESCRIÇÃO	RUBRICA
Construir novo significado - escrevendo bons algoritmos - conceito de simplicidade em um algoritmo	EBA1
Construir novo significado - escrevendo bons algoritmos - conceito de comentários e sua utilização em um algoritmo	EBA2
Construir novo significado - escrevendo bons algoritmos - conceito de regras de legibilidade no código do algoritmo	EBA3
Construir novo significado - escrevendo bons algoritmos - conceito de alinhamento e indentação do código	EBA4

Tabela 3: agrupamento de atividades da mesma natureza

Observa-se também que as rubricas das habilidades foram alteradas no sentido de identificar as atividades que têm a mesma natureza, não mais obedecendo a regra de nomeação à partir das letras iniciais da habilidade. Os números que fazem parte da rubrica representam o nível de dificuldade destas habilidades da mesma natureza. No exemplo da tabela 4, “construir o conceito de simplicidade de algoritmo” é a habilidade mais fácil e “construir o conceito de alinhamento de código” representa a habilidade mais difícil da habilidade geral “construir novo significado”.

O passo seguinte foi dividir todas as habilidades em grupos em uma planilha, uma preparação para o sistema categórico. As habilidades foram divididas em 18 grupos: 1) Identificação de ordens e processos, 2) Relacionar conceitos em diferentes ambientes (ex: programação e matemática), 3) Aplicação de conhecimentos matemáticos, 4) Ocupação de memória RAM, 5) Transformação de um problema de uma linguagem para outra, 6) Padrão de comportamento, 7) Construção do Significado de Estrutura de decisão, 8) Reconhecimento e identificação de estruturas de decisão, 9) Utilização do constructo de estruturas de decisão para a resolução de problemas, 10) Construção do significado de Legibilidade, 11) Construção do conceito de laço, 12) Identificação do constructo laço, 13) Utilização do constructo laço para a resolução de problemas, 14) Construção do significado de algoritmo / programas, 15) Construção do significado das formas de representação de um algoritmo, 16) Identificação de primitivas, 17) Construção do conceito de matriz, 18) Utilização do constructo matriz para a resolução de problemas. O grupo 11 está representado na Tabela 4.

DESCRIÇÃO	ESCALA GUTTMAN
Construção de novo constructo - Laço / Loop	CL1
Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço contado	CL2
Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço condicional	CL3
Construção de novo constructo - Laço / Loop - variável contadora	CL4
Construção de novo constructo - Laço / Loop - variável acumuladora	CL5
Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço Enquanto .. Faça	CL6
Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço Repita ... até	CL7
Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço Para ... até	CL8
Construção de novo constructo - Laço / Loop - Repetição Encadeada	CL9

Tabela 4: representação do grupo 11 – Construção do Conceito de Laço

Estes grupos servirão como base para a construção do sistema categórico (taxonomia), que orientará o desenvolvimento do instrumento de coleta de dados, uma vez que este sistema dispõe de um mapa de habilidades agrupadas por tipo e ordenadas por ordem de dificuldade. Inclusive alguns itens estão classificados em escala Gutman, o que permitirá desenvolver questões que possam captar em que nível está o conhecimento do aluno em relação a determinado conceito. Na escala Gutman, há uma hierarquia presente nas respostas, que obedecem a um esquema de crédito parcial, onde os primeiros itens da escala representam o conhecimento em menor nível e os últimos níveis da escala apresentam os maiores níveis, sendo que o nível zero e o maior nível não representam necessariamente o menor e o maior nível de conhecimento existente sobre determinado assunto de forma absoluta, e sim em relação à amostra. Coelho (2011) e Amantes (2009) identificaram o nível de conhecimento dos alunos em relação ao conceito de corrente elétrica e funcionamento da TV, respectivamente, através desta escala, em que o conhecimento é dividido em níveis, iniciando em níveis de menor conhecimento, até níveis de maior conhecimento. Cada nível subsequente inclui os níveis anteriores, e isto quer dizer que se um aluno está no nível 3 do assunto de corrente elétrica, ele também está nos níveis 1 e 2. Na tabela 5, o conceito de laço está

representado no sistema categórico abarcando esse tipo de escala.

Nível 0	Nível 1	Nível 2
Laço - LA	Construção do significado - LACS	Construção de novo constructo - Laço / Loop (LACS1)
		Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço contado (LACS2)
		Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço condicional (LACS3)
		Construção de novo constructo - Laço / Loop - variável contadora (LACS4)
		Construção de novo constructo - Laço / Loop - variável acumuladora (LACS5)
		Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço Enquanto ... Faça (LACS6)
		Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço Repita ... Até (LACS7)
		Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço Para ... Até (LACS8)
		Construção de novo constructo - Laço / Loop - Repetição Encadeada (LACS9)
	Reconhecer o significado - LARS	Identificar o constructo de laço contado no pseudo código (LARS1)
		Identificar o constructo de laço condicional no início do algoritmo no pseudo código (LARS2)
		Identificar o constructo de laço condicional no fim do algoritmo no pseudo código (LARS3)
		Identificar uma variável contadora no pseudo-código (LARS4)
		Identificar uma variável acumuladora no pseudo-código (LARS5)
		Identificação do laço Enquanto-Faça no pseudo-código (LARS6)
		Identificação do laço Repita ... Até no pseudo-código (LARS7)
		Identificação do laço Para ... Até no pseudo-código (LARS8)
		Identificação do Constructo Repetição Encadeada no Algoritmo (LARS9)
	Aplicar o conceito - LAAC	Aplicar conhecimentos da estrutura de laço Enquanto-Faça (LAAC1)
		Aplicar conhecimentos da estrutura de laço Repita-Até (LAAC2)
		Aplicar conhecimentos da estrutura de laço Para-Até (LAAC3)
		Habilidade em usar estruturas de repetição de acordo com o problema (LAAC4)

Tabela 5: Exemplo de habilidade classificada no sistema categórico

Considerações Finais

Nesse trabalho, apresentamos a pesquisa sobre o desenvolvimento de conceitos abstratos em lógica de programação, centrando na parte inicial que está sendo desenvolvida no momento, que é uma análise preliminar dos materiais institucionais da disciplina, seguida da pontuação das habilidades e conceitos abstratos requeridos. Também expomos a metodologia e alguns dados, resultantes desta análise.

Ao analisar as habilidades coletadas nos materiais, percebe-se a clara distinção dos tipos de habilidades requeridas nas atividades, de acordo com o sistema categórico construído. Nos slides teóricos percebe-se a presença de habilidades do tipo de “Construção do significado” e “Reconhecimento do Significado”. Já nas listas de exercícios e provas, percebe-se a predominância das atividades do tipo “Aplicar o conceito”.

Também identifica-se nos dados que independentemente do tipo de habilidade requerida, o nível da questão pode ser diferente de outra que requeira as mesmas habilidades. Em questões de resolução de problemas em exercícios e provas, a grande maioria tem habilidades em comum (Leitura e Interpretação de enunciado / Identificar processos, ordens e dependências / Aplicação de conhecimentos sobre tipos de variáveis e regras de nomeação / Distinção de entrada, processamento e saída / Habilidade de tirar de um enunciado uma fórmula matemática / Habilidade de transformar fórmulas matemáticas em algoritmos), mesmo podendo ter níveis de dificuldade completamente diferentes.

Percebe-se que as habilidades citadas (presentes em exercícios e provas) são justamente as que compõem as dificuldades apontadas por Gomes (2008), ou seja, a compreensão do problema e a aplicação de estruturas básicas que deverão ser utilizadas na resolução.

Pode-se concluir também que a futura identificação de maior dificuldade por parte dos alunos em algum tipo de habilidade específica ou no desenvolvimento de certas habilidades, deverá nos dar pistas mais seguras sobre a realidade que acomete a grande maioria dos alunos de lógica de programação, identificando melhor a origem das repetências e evasões, e contribuindo assim para o melhor entendimento sobre esses processos.

Referências

AMANTES, A. **O entendimento de estudantes do Ensino Médio sobre Movimento Relativo e Sistema de Referência**. Dissertação de Mestrado, UFMG, 2005, 183p.

AMANTES, A.. **Contextualização no Ensino de Física: Efeitos sobre a evolução do entendimento dos estudantes**. Tese de Doutorado, UFMG, 2009, 275p.

BIGGS, J.; COLLIS, K. **Evaluating the quality of learning: the SOLO Taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)**. Ed: Academic Press, New York, 1982.

CASE, R. (1992) **Neo-Piagetian theories of intellectual development**. In H. BEILIN & P.B. PUFALL (eds) *Piaget's Theory*, Hillsdale, NJ, Erlbaum.

CASE, R. (1996) **Changing views of knowledge and their impact on educational research and practice**. In D.R. OLSON & N. TORRANCE (eds) *The Handbook of Education and Human Development: new models of learning, teaching and schooling*, Cambridge, MA, Blackwell.

COELHO, G R. **A evolução do entendimento dos estudantes em eletricidade: um estudo longitudinal**, UFMG, 2011, 174p.

COMMONS, M. L. (2008). **Introduction to the model of hierarchical complexity and its relationship to postformal action**. *World Futures*, 64(5-7), 305-320.

DAWSON-TUNIK, Theo L. **Stage-like patterns in the development of conceptions of energy**. Cap. 5. Disponível em: <<https://dts.lectica.org/PDF/StagesEnergy.pdf>>. Acesso em: abr. 2013.

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

GOMES, A; HENRIQUES, J; MENDES, A. J. **Uma proposta para ajudar alunos com dificuldades na aprendizagem inicial de programação de computadores**. *Educação, Formação & Tecnologias*, v. 1 (1), Maio 2008

GORARD, Stephen. **Can we overcome the methodological schism? Four models for combining qualitative and quantitative evidence**. *Research Papers in Education*, v.17, n.4, p.345-361, 2002.

MEAD, R. J. **A Rasch primer: the measurement theory of Georg Rasch**. Psychometrics services research memorandum 2008–001. Maple Grove, MN: Data Recognition Corporation, 2008.

PARZIALE, J.; FISCHER, K. W. **The practical use of skill theory in classrooms**. In: STERNBERG, R. J.; WILLIAMS, W. M. (Ed.). *Intelligence, instruction and assessment*. 1998, p. 96–110.

ROCHA, P. S.; FERREIRA, B.; NUNES, D. S. C.; GÓES, H. C. N. **Ensino e aprendizagem de programação: análise da aplicação de proposta metodológica baseada no sistema personalizado de ensino**. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 8, No 3, dezembro 2010

SICK, J. **Rash Measurement in Language Education: Part 1**. Shiken: JALT Testing & Evaluation SIG Newsletter. 12 (1). January 2008a (p. 1 - 6)

SICK, J. **Rash Measurement in Language Education Part 2: Measurement Scales and Invariance**. Shiken: JALT Testing & Evaluation SIG Newsletter. 12 (2). April 2008b (p. 26 - 31)