



Falhas nas avaliações tradicionais em diversos níveis de escolaridade: um estudo envolvendo tópicos de matemática financeira através de níveis e subníveis de modelos mentais

Failures in traditional assessments in various levels of teaching: a study of financial mathematics topics through levels and sublevels of mental models

Thais Oliveira Duque

Instituto Federal de Minas Gerais
adm.thaisduque@yahoo.com.br

Fernanda Souza de Paula

Instituto Federal de Minas Gerais
nandynha_souza@hotmail.com

Hoyama Maria dos Santos

Instituto Federal de Minas Gerais
hoyamams@gmail.com

Niltom Vieira Junior

Departamento de Matemática
Instituto Federal de Minas Gerais
niltom@gmail.com

Resumo

A partir de tópicos de matemática financeira, juros e porcentagens, estudados em diversas faixas de escolaridade (do ensino fundamental ao superior) criou-se uma hipótese de níveis e subníveis para a evolução dos modelos mentais ao longo da vida escolar. Após uma investigação envolvendo 92 estudantes de diversas idades,

verificaram-se discrepâncias em relação a maturidade conceitual dos grupos de alunos que receberam uma mesma instrução formal. Aliado a isto, verificou-se ainda que avaliações tradicionais podem não refletir o real estado de evolução cognitiva dos estudantes (medidos por meio de modelos mentais), fazendo com que estas lacunas conceituais não possam ser observadas durante o percurso acadêmico.

Palavras-chave: Avaliações tradicionais; evolução dos modelos mentais; juros e porcentagens.

Abstract

Considering topics of financial mathematics, interest and percentages, studied in various age groups (primary school to university level) was created a hypothesis of levels and sublevels for the mental models' evolution. After an investigation involving 92 students, were verified discrepancies regarding the conceptual maturity of the students that received the same formal education. Besides, it was observed that traditional assessments may not reflect the real state of cognitive development and these failures may be omitted throughout the school life.

Keywords: Traditional assessments; mental models' development; interest and percentages.

Introdução

As avaliações “tradicionais”, normalmente baseadas apenas nos números de acertos e erros em provas aplicadas ao fim de cada etapa de estudo, têm o intuito de “mensurar” o conhecimento e aprovar (ou não) os estudantes. Entretanto, muitas críticas têm sido feitas na literatura em relação a esses métodos (HOFFMANN, 2004; PIRONEL, 2002; CARVALHO, 2013 etc.). Como forma de verificar a qualidade dessa “medida” de aprendizagem, a partir da evolução conceitual dos alunos, esta pesquisa utilizou a teoria dos modelos mentais que permite perceber como se desenvolve alguns aspectos cognitivos em determinada etapa de estudo escolar.

Para Johnson-Laird (1983, p. 156), um modelo mental é definido por estruturas de conhecimento específicas que são construídas e usadas no momento que o usuário lida com uma nova situação. Ou seja, o autor enfatiza que a cada nova situação o ser humano elabora modelos mentais, baseados em saberes já existentes, para assim analisar o problema e fazer inferências.

Na concepção de Gentner e Stevens (1983), tais modelos são estruturas de conhecimento genéricas, principalmente relacionadas com a causalidade em domínios físicos. Eles enfatizam ainda que a constituição dessas estruturas baseia-se no conhecimento anteriormente adquirido e armazenado por cada pessoa.

Vosniadou e Brewer (1992) afirmam que uma visão contemporânea une estas duas afirmações definindo modelos mentais como representações dinâmicas e genéricas que podem ser manipuladas e aperfeiçoadas para prover (novas) explicações de fenômenos.

Borges (1997), por sua vez, acrescenta que à medida que o conhecimento sobre uma área se expande, o modelo mental evolui sobrepondo o modelo anterior por um mais

elaborado. Isso acontece devido às novas experiências e a apresentação de conceitos mais estruturados.

Compreende-se assim, diante de interpretações de diversos autores, que o termo modelo mental remete à ideia de que um indivíduo possui um conjunto de informações que são armazenadas ao longo da vida e estas são aprimoradas pelo surgimento de novos problemas e a necessidade de encontrar novas soluções. A capacidade de solucionar esses problemas depende, portanto, da variedade e da habilidade individual de combinar os modelos existentes em seu estado cognitivo.

Segundo Borges (1997), o objetivo do ensino é propiciar ao estudante a formulação funcional de seus modelos mentais e para isso é preciso atingir de forma precisa seu mecanismo de aprendizado.

Com o intuito de analisar os modelos existentes e, conseqüentemente, eventuais lacunas conceituais a fim de avaliar o conhecimento, esta pesquisa investigou estudantes do ensino fundamental, ensino médio e ensino superior para dois tópicos específicos de matemática financeira: juros e porcentagens. As amostras em diferentes faixas escolares permitiu formar um banco de dados de caráter comparativo. Entende-se que embora as aplicações, para o tema escolhido, variam em nível de complexidade (em termos de tratamento matemático), o conceito fundamental é único, pois, trata-se fundamentalmente do conhecimento de transações mercadológicas em geral.

Focado no projeto de modelos conceituais¹, esta investigação realizou um diagnóstico de como os alunos “executam” seus modelos mentais e como eles (os modelos) evoluem no decorrer da vida escolar. Desse modo, tornou-se possível a detecção de lacunas de aprendizagem de modo não previsto por avaliações tradicionais e um possível aperfeiçoamento do ensino e aprendizagem mediante um melhor planejamento didático.

Quanto a “evolução” dos modelos, trabalhou-se com a concepção de Borges (1999) que os organiza por ordem de complexidade e estabelece mecanismos que definem uma sequência de progressão no estado de conhecimento do sujeito baseado em quatro níveis de evolução:

- *Nível I – caracterizado pelo uso não diferenciado de eventos em um domínio, os sujeitos não mencionam mecanismos internos na explicação dos fenômenos e as representações dos objetos são muito simplificadas;*
- *Nível II – os indivíduos nesse nível explicam as situações em termos de entidades e estruturas simples, não possuindo a ideia clara de interação entre objetos distintos;*
- *Nível III – os sujeitos nesse nível possuem razoável conhecimento dos processos internos e mecanismos que produzem os eventos observados, focam suas explicações nas interações dos elementos. Apresentam descrições, geralmente envolvendo modelos mecanicistas, mas, como no nível anterior possuem tendência a se expressar em termos de sequências temporais de eventos;*
- *Nível IV – nesse nível, também chamado de “modelo científico”, os indivíduos podem manter múltiplas visões dos fenômenos as quais podem ser explicadas em termos de modelos mais abstratos. Referem-se a entidades e noções que não aparecem nos níveis*

¹Chama-se por “modelo conceitual” a interface didática (material e métodos) elaborada pelo professor para facilitar a construção dos modelos mentais, por parte dos alunos, durante as aulas.

anteriores, substituindo a interação entre grandes objetos (ou sistemas) por interações entre elementos internos.

Neste sentido, as hipóteses inicialmente adotadas indicam que se os alunos não conseguem estabelecer conhecimentos fortemente embasados com o avanço dos anos escolares, seus modelos mentais não serão bem elaborados e sobrepostos a cada período da vida escolar. Admite-se ainda que as avaliações tradicionais, por nem sempre representarem o real aprendizado do aluno, não conseguem mensurar esse fenômeno, uma vez que, em geral, seus métodos consistem apenas em contabilizar erros e acertos, sem nenhuma outra análise de caráter comportamental ou cognitivo (VIEIRA JUNIOR, 2012; CARVALHO, 2013).

Metodologia

Com o objetivo de identificar e classificar a evolução de modelos mentais foram realizadas entrevistas individuais semiestruturadas, guiadas por um questionário com caráter de diálogo, que pode ser observado na Figura 3. Nesta etapa, observaram-se protocolos de investigação já apresentados na literatura (VIEIRA JUNIOR; COLVARA, 2010a; VIEIRA JUNIOR; COLVARA, 2010b; PIMENTA et al., 2012).

As entrevistas tiveram duração média de quarenta minutos, onde foram feitas anotações acerca das estratégias de raciocínio utilizadas durante a resolução dos problemas, das interpretações e de comentários importantes realizados pelos alunos. Para reforçar a conclusão sobre a ausência ou a presença do modelo mental, assim como o grau de complexidade estabelecido, foi solicitado também a construção de um mapa conceitual².

A entrevista foi realizada com 42 alunos do ensino superior (17 de licenciatura em matemática³ e 25 de tecnologia em gestão financeira⁴), 25 alunos do ensino médio e 25 alunos do ensino fundamental, totalizando uma amostra de 92 estudantes pesquisados⁵.

Além disso, quando da realização de análises comparativas entre modelos mentais e avaliações tradicionais, utilizou-se um modelo estatístico (Teste de McNemar) para provar que o confronto de dados possui peso estatístico, não sendo seus resultados fruto do acaso.

Ressalta-se que as análises deste trabalho dedicam-se aos níveis de evolução e não, propriamente, as características dos modelos mentais (que podem ser múltiplos para

² Mapa conceitual é uma espécie de organograma, individualmente construído, para expor ou organizar o próprio conhecimento atribuído a dado assunto, que se baseia na teoria da "Aprendizagem Significativa". Um exemplo de mapa conceitual obtido durante esta pesquisa é apresentado na Figura 3. Outros exemplos de mapas conceituais para pesquisas deste tipo podem ser vistos ainda em Vieira Junior (2010) e Pimenta (2012).

³ Sendo 9 Alunos do 8º período do Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* Formiga e 8 Alunos do 6º período do Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* São João Evangelista.

⁴ Sendo todos do 3º período do Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* Formiga.

⁵ Os alunos de ensino fundamental e médio pertenciam a rede pública estadual da cidade de Formiga (MG).

cada nível)⁶. Limitou-se a observar, como apresentado por Vieira Junior (2012), a organização dos conceitos por ordem de complexidade. Sendo assim, foram instituídos níveis baseados na perspectiva de Borges (1999), que estabelecem uma progressão de complexidade do conhecimento em quatro estágios (Figura 1) – do mais fundamental ao mais completo (para cada tópico). Além disso, definiram-se também subníveis, pois, diferente dos demais estudos encontrados na literatura, o presente trabalho considerou a evolução em diversos níveis de escolaridade.

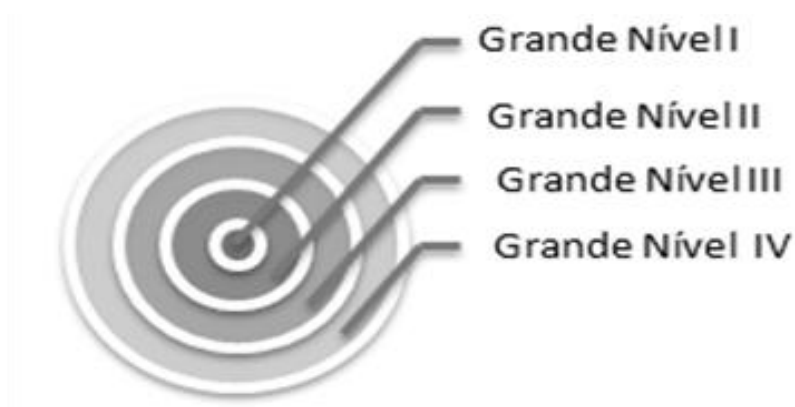


Figura 1: Grandes Níveis.

Considerando essa definição, uma hipótese de níveis para o tema pesquisado foi previamente definida, partindo-se da ideia de que com o decorrer do tempo (vida escolar) o nível de conhecimento do entrevistado irá se elevar.

Para isto, propôs-se uma estrutura geral de níveis de evolução para o tema pesquisado, que se constitui de 4 grandes níveis com 4 subníveis cada. Considerou-se como grande nível IV aquele encontrado no curso de licenciatura em matemática, pois, nesse curso o assunto é discutido de modo mais “científico”, visando a compreensão teórica e metodológica aprofundada para, posterior, ensino na sala de aula. Na formação tecnológica, embora seja também de nível superior, o assunto é abordado de modo mais objetivo visando aplicações concretas e não exclusivamente teorizações, sendo por isso designado como grande nível III. Os ensinos médio e fundamental foram, respectivamente, considerados como grandes níveis II e I.

Caracterizou-se, portanto, 16 intervalos de conhecimento do ensino fundamental ao ensino superior (Figura 2).

Para que o aluno consiga chegar ao subnível científico de cada etapa, no estudo de evolução dos modelos mentais, é preciso que ele percorra os subníveis preliminares dentro do respectivo nível. Portanto, de maneira simples, um aluno que se encontre no subnível 1 do nível I, para alcançar o nível II deve percorrer os subníveis 1, 2, 3 e 4 do nível I, alcançando assim o subnível 1 do nível II. E assim sucessivamente⁷.

⁶ Em um mesmo nível de evolução, distintos "modelos mentais" podem ser observados. É como se, analogamente, problemas de uma mesma dificuldade pudessem ser resolvidos utilizando-se de distintas inferências ou estratégias mentais.

⁷ Ao longo do texto essas representações serão simplificadas. Por exemplo, o subnível 1 do nível II, será indicado como nível II.1 ou N-II.1.

Ressalta-se que a hipótese adotada foi construída em observância as ementas dos cursos alvos de investigação e encontra-se detalhada a seguir:

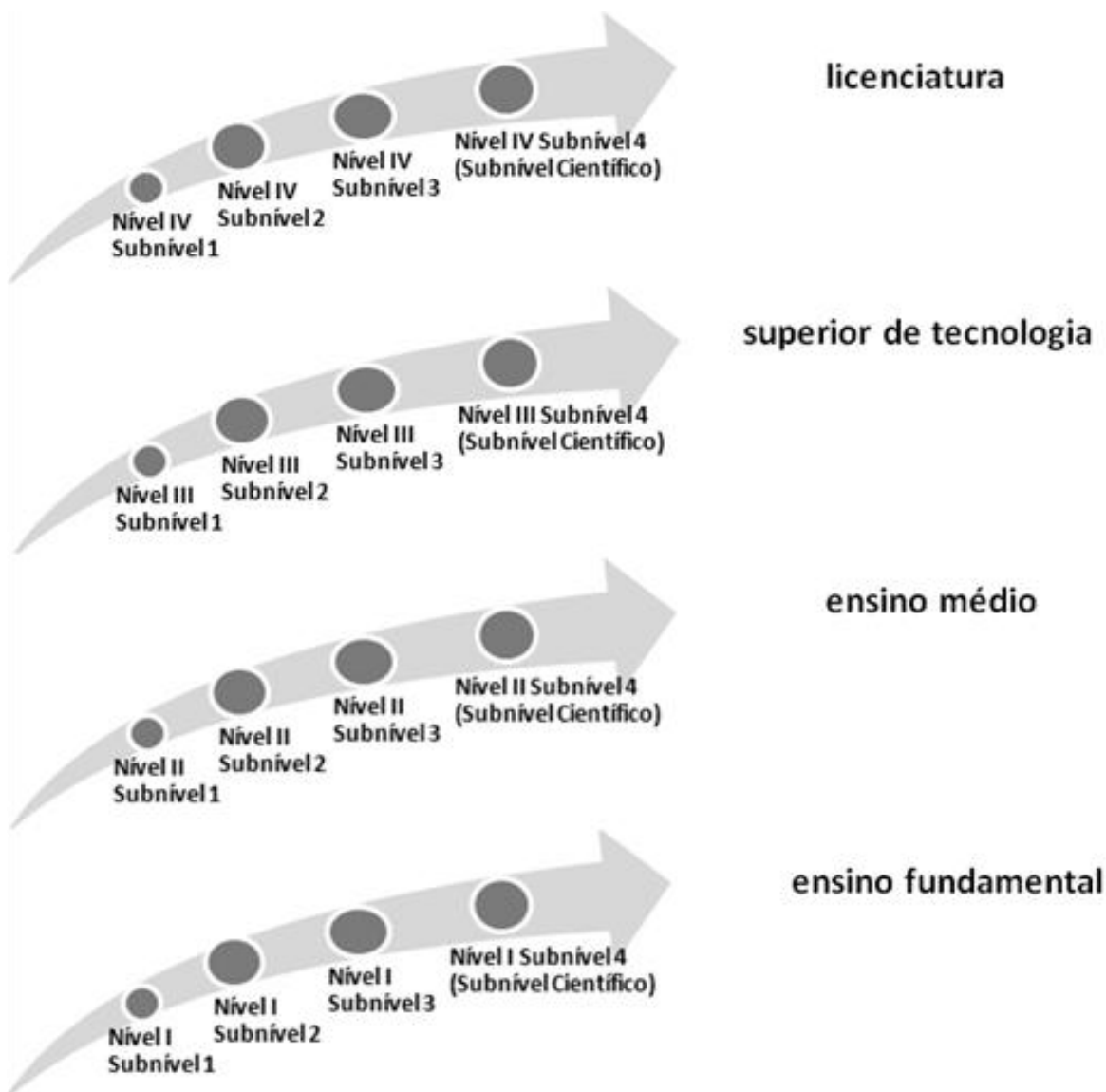


Figura 2: Subníveis.

Nível I

- Subnível 1: Consegue observar diferença entre valores, porém, não consegue resolver os problemas de juros e/ou porcentagem por método algum;
- Subnível 2: Consegue trabalhar com elementos básicos de porcentagem, mas não consegue interpretar dados, tampouco dominar juros simples;
- Subnível 3: Sabe o que é juros simples, mas não consegue manipular os dados referentes a eles;
- Subnível 4: Consegue calcular prestações em financiamentos com pequeno número de parcelas e domina a técnica de juros simples.

Nível II

- *Subnível 1: Domina juros simples e é capaz de calcular séries com qualquer número de parcelas, mas não percebe lógica nos cálculos de descontos, lucros e prejuízos. Entende apenas questões com perguntas diretas;*
- *Subnível 2: Domina juros simples, tem o entendimento do significado de descontos, lucros e prejuízos, mas não possui conhecimento para manipulação dos dados de descontos, lucros e prejuízos;*
- *Subnível 3: Domina juros simples, tem o entendimento de descontos, lucros e prejuízos, faz a conversão de taxas de maneira correta, mas não consegue manipular eficientemente os cálculos de descontos, lucros e prejuízos;*
- *Subnível 4: Consegue resolver problemas que envolvam cálculo de juros simples e também calcular descontos, lucros e prejuízos de maneira correta.*

Nível III

- *Subnível 1: Domina juros simples e as ações correlatas citadas no nível anterior, calcula corretamente e também interpreta os resultados obtidos com os cálculos;*
- *Subnível 2: Domina juros simples e as ações correlatas citadas no nível anterior; entende significado de descontos, lucros, prejuízos e taxas de juros; consegue identificar as variáveis relacionadas a juros compostos e relacionar as variáveis pertinentes a juros compostos, não conseguindo manipular juros compostos;*
- *Subnível 3: Domina juros simples, compostos e também consegue interpretar o valor do dinheiro no tempo;*
- *Subnível 4: Além de manipular de forma adequada juros simples e compostos, identifica séries antecipadas, pós-tecípadas e critérios lógicos e racionais em tomadas de decisões financeiras.*

Nível IV

- *Subnível 1: Possui as mesmas habilidades do N-III.1;*
- *Subnível 2: Possui as mesmas habilidades do N-III.2;*
- *Subnível 3: Possui as mesmas habilidades do N-III.3;*
- *Subnível 4: Possui as mesmas habilidades do N-III.4.*

No nível IV, além das habilidades técnicas correlatas aos seus respectivos elementos do nível III, soma-se o domínio conceitual metodológico para explicar os procedimentos do ponto de vista a retransmitir o conhecimento.

O Quadro 1 apresenta as questões base utilizadas durante a entrevista.

Na investigação foram observadas a “qualidade” das estratégias mentais, as conexões lógicas utilizadas pelos alunos ao resolverem os problemas, os comentários por eles feitos durante e após a resolução, assim como o conhecimento que eles já possuíam para resolver as questões, visto através da entrevista e da construção de mapas conceituais (a Figura 3 apresenta exemplos de mapas conceituais obtidos durante a pesquisa)⁸.

⁸Reitera-se que o questionário apenas guiou a entrevista que, conforme necessidade, estendeu-se além das questões base.

Quadro 1: Questões que guiaram a entrevista.

NÍVEL I	
SUBNÍVEL 1	Em um campeonato de futsal, Tobias cobrou 20 faltas, das quais 65% foram convertidas em gols. Quantos gols de falta ele marcou nesse campeonato?
SUBNÍVEL 2	Um aparelho eletrônico custa R\$ 620,00 à vista. Em 5 prestações mensais, o preço passa a ser R\$ 868,00. Sabendo-se que a diferença entre os preços deve-se ao juro, qual é a taxa de juro cobrada ao mês por essa loja?
SUBNÍVEL 3	Uma aplicação feita durante dois anos, a uma taxa de 18% ao ano, rendeu R\$ 1.800,00 de juros. Qual foi a quantia aplicada?
SUBNÍVEL 4	Um comerciante resolveu parcelar a dívida de um freguês em duas vezes, cobrando, porém, juro de 1,9% ao mês. Se o freguês pagou um total de R\$ 931,00 de juros, qual era o valor da sua dívida?
NÍVEL II	
SUBNÍVEL 1	Feita uma pesquisa com a população de certa região, constatou-se que 15% dos entrevistados usam óculos e que, entre eles, 30% são míopes. Qual é a porcentagem de pessoas míopes nessa população?
SUBNÍVEL 2	Comprei um terreno pelo valor de R\$ 34.500,00 e o vendi por R\$ 38.640,00. Qual foi a taxa de meu lucro em relação ao valor de compra do terreno?
SUBNÍVEL 3	Calcular o juro que rende um capital de R\$ 7.500,00 aplicado à taxa de 12% ao ano durante 5 meses.
SUBNÍVEL 4	Uma dívida contraída a juro composto, com taxa mensal constante, aumenta 69% em dois meses. Qual é a taxa mensal de juro?
NÍVEIS III E IV	
SUBNÍVEL 1	Manuel compra 100 caixas de laranjas por R\$ 2.000,00. Havendo um aumento de 25% no preço de cada caixa, quantas caixas ele poderá comprar com a mesma quantia?
SUBNÍVEL 2	Em um empréstimo de R\$ 50.000,00 feito por 1 mês, uma empresa pagou um montante de R\$ 51.200,00. Qual a taxa mensal de juros recebida?
SUBNÍVEL 3	Afonso pode comprar um terreno por R\$ 20.000,00. Ele sabe que, com certeza, o terreno valerá R\$ 30.000,00 daqui a 5 anos. Se ele tiver a alternativa de aplicar o dinheiro a juros compostos, à taxa de 9% ao ano, será que a aplicação no terreno valerá a pena?
SUBNÍVEL 4	Uma transportadora pretende comprar um caminhão dentro de 24 meses, e estima que seu preço nessa data será R\$ 90.000,00. Para atingir seu objetivo, ele resolve fazer 24 depósitos mensais de X reais cada um num fundo que rende 1,5% ao mês, de modo que no instante do último depósito o saldo dessas aplicações seja R\$ 90.000,00. a) Qual o valor de x? b) No dia em que foi feito o 18º depósito, surgiu uma emergência e a empresa teve que sacar todo o saldo das aplicações. Qual era o valor desse saldo?

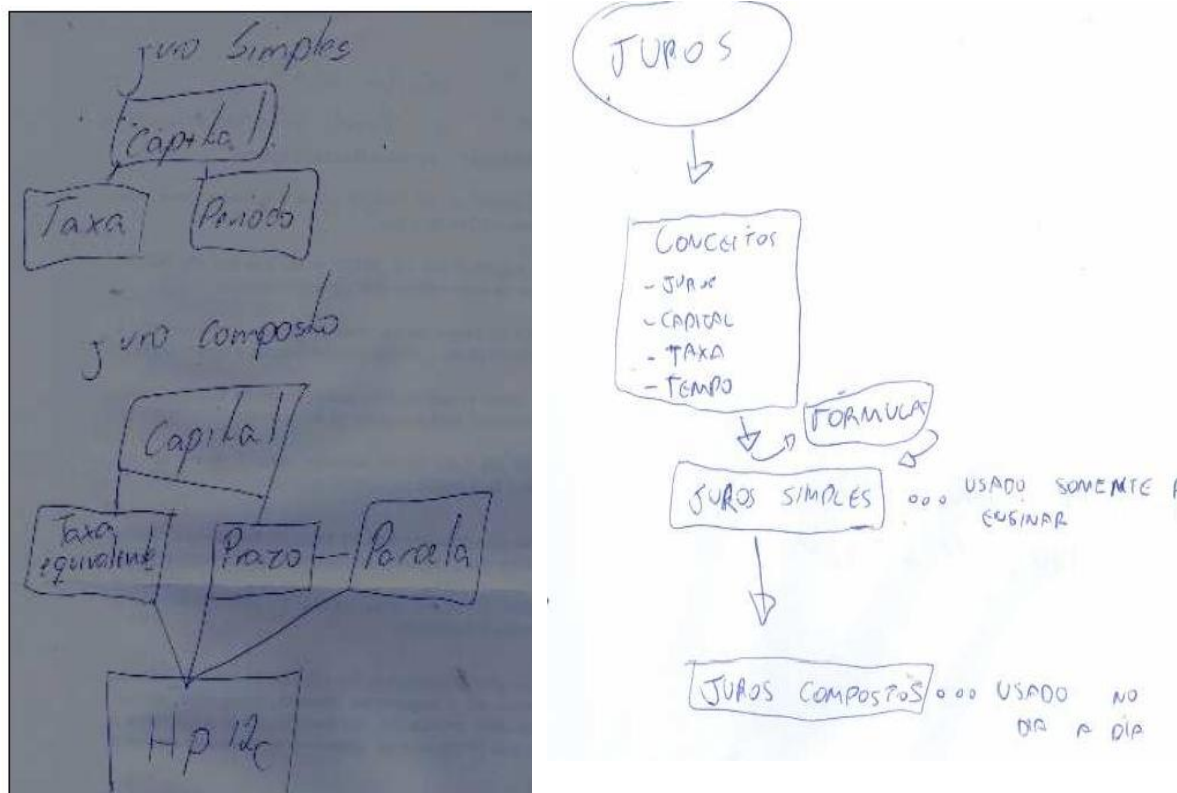


Figura 3: Mapas conceituais elaborados por dois dos alunos investigados

Resultados e discussões

Com o material coletado pode-se observar a existência de dois grupos: um considerado não modelador (que não possuía nenhum modelo mental), totalizando 21 alunos distribuídos conforme a Quadro 2, e outro, modelador, diferenciados e analisados separadamente em quatro níveis de evolução.

Quadro 2: Distribuição dos não modeladores.

Ensino Fundamental	Ensino Médio	Gestão Financeira	Licenciatura em Matemática
9	7	4	1

O grupo não modelador representa 22,8% da amostra total de entrevistados, sendo sua maioria alunos do ensino médio e fundamental. Na Figura 4, dentre os modeladores, observa-se sua distribuição perante cada curso.

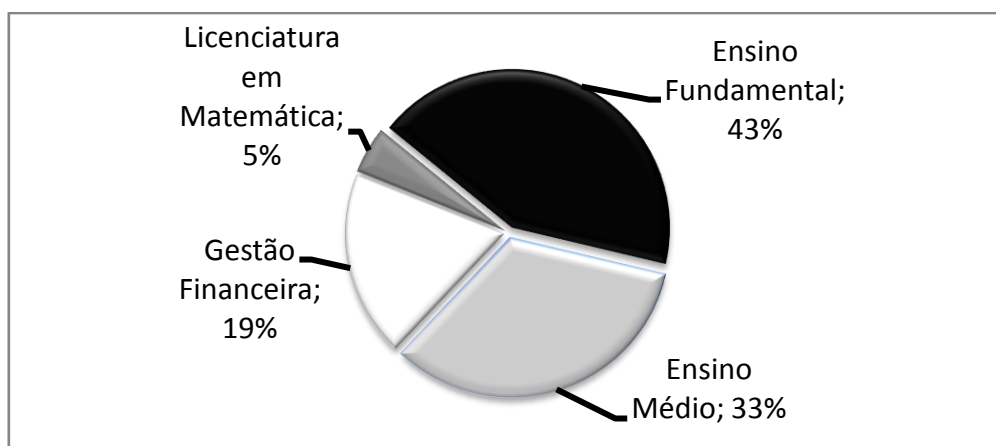


Figura 4: Não modeladores⁹.

Observou-se que 76% dos não modeladores estão no ensino fundamental ou médio, o que pode caracterizar falhas conceituais nos primeiros estágios da vida escolar. Sendo assim, a construção de modelos mentais mais elaborados nas etapas superiores se mostra comprometida e conjectura-se que uma possível consequência desse fato seria os alunos não os construírem ou necessitarem de esforço adicional para assimilar conceitos futuros.

Nas análises seguintes, serão apresentados os dados coletados sob dois diferentes aspectos. A primeira análise separa os alunos por níveis e subníveis, considerando seu grau de escolaridade; a segunda análise verifica conceitos (notas) dados de forma tradicional *versus* a classificação por evolução dos modelos mentais.

Primeira análise: separando grupos por escolaridade

Aqui serão apresentados os quatro grupos de alunos pesquisados (ensino fundamental, ensino médio, tecnologia em gestão financeira e licenciatura em matemática), separadamente, analisando a colocação de cada grupo ao se considerar os 4 grandes níveis e seus respectivos 16 subníveis (e não apenas os 4 subníveis de cada etapa escolar).

Definiu-se ainda, na perspectiva dessa pesquisa, que apenas alunos de subníveis III e IV podem ser considerados aptos “conceitualmente” a progredirem de forma satisfatória nos modelos subsequentes (próximas etapas escolares)¹⁰.

Ensino fundamental

Primeiramente, analisou-se a amostra do ensino fundamental. Esses alunos deveriam, idealmente, resolver situações-problemas que envolvam o cálculo de prestações em

⁹Estes percentuais representam a incidência de cada grupo considerando apenas o universo não modelador. Por exemplo, 9 ocorrências no ensino fundamental perante 21 não-modeladores ao total, indicam 43%.

¹⁰Chama-se atenção para o fato que subníveis III e IV remetem às subcategorias conceituais idealizadas para cada grande nível (e não aos estudantes dos cursos superiores).

financiamentos com um número pequeno de parcelas, atingindo assim o subnível 4, ou seja, subnível científico do nível I (N-I.4).

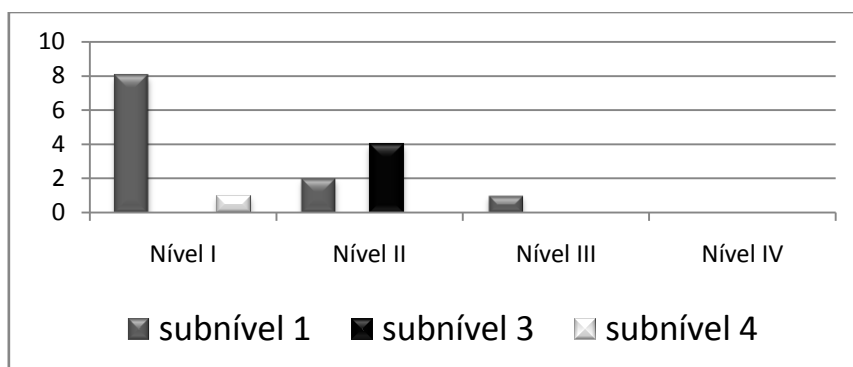


Figura 5: Ensino fundamental¹¹.

Pode ser observado, pela Figura 5, que oito alunos atingiram apenas o nível I.1, conhecimento elementar para o ensino fundamental. Ao se considerar que nove alunos não apresentaram nenhum modelo mental, tem-se que 68% do grupo está abaixo do esperado, apresentando uma defasagem considerável de conhecimento geral sobre o assunto perante o conteúdo exigido para este nível de escolaridade, determinado em suas matrizes curriculares.

Notou-se ainda que um aluno atingiu o nível I.4, ou seja, o esperado para seu grupo escolar. Sete alunos superam o nível I estando: seis no nível II, que representa o ensino médio (dois em N-II.1 e quatro em N-II.4); e um no nível III, equivalente ao curso superior de tecnologia (N-III.1). Ou seja, 32% dos alunos atingiram satisfatórias condições conceituais (N-I.3 ou superior), perante sua faixa etária.

Ensino médio

Os alunos do ensino médio, como pré-estabelecido, deveriam idealmente resolver problemas que envolvessem cálculo de juros simples e também calcular descontos, lucros e prejuízos de maneira correta, atingindo assim o subnível 4, ou seja subnível científico, do nível II (N-II.4).

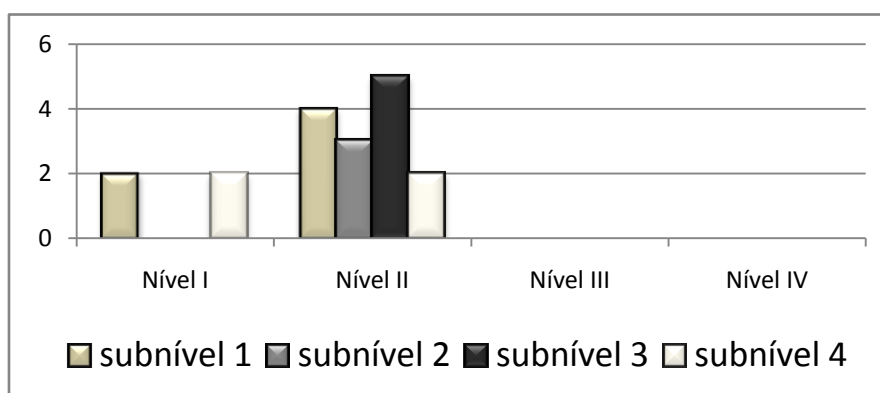


Figura 6: Ensino médio.

¹¹Reforça-se que o nível I corresponde a habilidades esperadas para o ensino fundamental, nível II para o ensino médio, nível III para o curso de tecnologia e nível IV para a licenciatura em matemática.

Dos alunos do ensino médio, dois apresentaram-se no nível I.1, que trata-se do nível mais básico para alunos do ensino fundamental; dois permaneceram no nível I.4, também não apresentando evolução do modelo mental condizente com os conhecimentos expostos na sua faixa de escolaridade; quatro apresentaram-se no nível II.1; e três apresentaram-se no nível II.2. Considerando ainda que sete alunos não apresentaram qualquer modelo mental, 72% desta amostra não atingiu o esperado para seu grau de escolaridade. Este fato, também, indica um *déficit* no aprendizado de juros e porcentagens conforme exigido pela fase escolar abordada.

Como visto na Figura 6, sete alunos (que corresponde a 28% do grupo) estabeleceram modelos mentais satisfatórios (N-II.3 ou superior), sendo que apenas dois deles (8%) atingiram o modelo científico para o respectivo grande nível.

Tecnologia de gestão financeira

Para os alunos de tecnologia em gestão financeira o conhecimento estabelecido previa manipular de forma adequada juros simples e juros compostos, identificar séries antecipadas e pós-tecipadas, como também identificar critérios lógicos e racionais em tomadas de decisões financeiras, atingindo assim o subnível 4, ou seja subnível científico, do nível III (N-III.4).

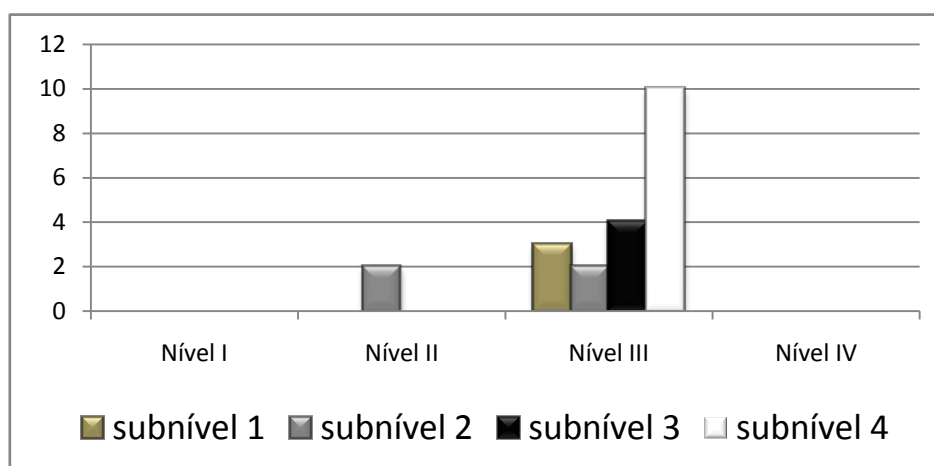


Figura 7: Gestão financeira.

Dos pertencentes a esse grupo, notou-se que dois alunos atingiram apenas o nível II.2, não apresentando evolução compatível com sua escolaridade; três apresentaram-se no nível III.1; e dois apresentaram-se no nível III.2. Considerando ainda que quatro alunos apresentaram ausência de modelo mental, tem-se que 44% do grupo está aquém do esperado para seu grau de escolaridade.

Como visto na Figura 7, quatorze alunos (o que corresponde a 56% do grupo) estabeleceram modelos mentais satisfatórios (N-III.3 ou superior), sendo que dez deles (25%) atingiram o subnível científico, representando um avanço considerável diante dos grupos analisados anteriormente – ao se considerar o entendimento conceitual mínimo definido por esta pesquisa.

O ocorrido pode ter acontecido pela discrepância nas exigências no ensino, pois, enquanto nos ensinos fundamental e médio não existe o risco eminente de reprovação, no ensino superior esta realidade é diferente (conjectura-se que na mesma medida em que o público analisado – estudantes de ciências exatas – tenha

mais aptidão para o tema, a pesquisa considerou as exigências mínimas de cada grupo conforme seus próprios planos didático-pedagógicos. Então se crê que tal fato pode permitir, em alguma escala, generalização da análise quanto às falhas nas avaliações).

Há de se considerar ainda, que as amostras para os cursos superiores (níveis III e IV) foram obtidas em instituições federais de ensino onde, em tese, a disputa por vagas é maior. Outro fator que pode ter contribuído com este fenômeno, é a alta evasão dos cursos superiores analisados¹², portanto, os alunos remanescentes que participaram dessa pesquisa são, provavelmente, os melhores alunos (com os melhores modelos mentais) dos seus respectivos grupos em etapas escolares anteriores.

Mesmo que os resultados tenham sido melhores percentualmente no curso de gestão financeira, quando comparados a outros grupos, há ainda um *déficit* preocupante para o mesmo, pois, espera-se que um gestor de finanças não vá para o mercado de trabalho sem possuir modelos mentais aprimorados de matemática financeira. Segundo Gondim (2002, p. 306), o sentimento de muitos estudantes ao término da formação universitária é o de não terem conhecimento suficiente para atender à demanda requerida no mercado de trabalho e, como visto por este estudo, a razão para esse fato, pode possuir origens nos primeiros anos da vida escolar (ensino fundamental e, principalmente, médio).

Licenciatura em matemática

O último grupo a ser analisado foi o de licenciatura em matemática. Esses alunos deveriam possuir, segundo as definições desta pesquisa, as mesmas habilidades “técnicas” dos alunos do grupo anterior, além de serem capazes de explicar os procedimentos matemáticos de forma metodológica adequada ao entendimento, atingindo assim o subnível 4, ou seja subnível científico, do nível IV (N-IV.4).

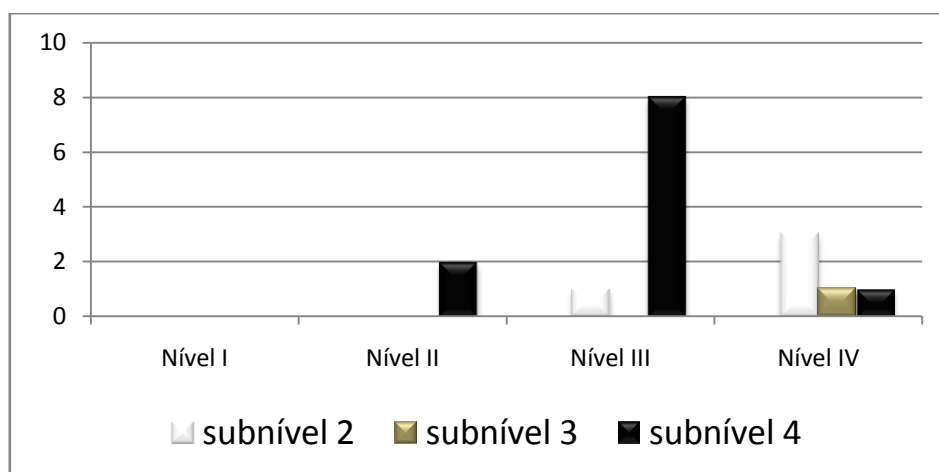


Figura 8: Licenciatura em matemática.

A princípio, chamou a atenção o fato de dois alunos não apresentarem evolução no seu modelo mental, estando presentes no nível II.4, ou seja, modelo científico para ensino médio; dos alunos que atingiram o nível III, um apresentou o nível III.2 e oito

¹²A título de informação, nas duas primeiras turmas de gestão financeira da instituição que sediou a pesquisa formaram-se 10 e 3 alunos, respectivamente (o ingresso é de 40 vagas). Nas duas primeiras turmas de matemática estes valores foram 5 e 12 (o ingresso também é de 40 vagas). Ambos os cursos são novos nessa instituição.

foram classificados com o nível III.4, modelo científico para alunos da gestão financeira; dois alunos apresentaram-se no nível IV.2. Ao se considerar ainda, um aluno não modelador, tem-se que 88% do grupo apresentou-se em nível conceitual inferior ao esperado (inferior ao subnível III definido como conceituação mínima admissível).

Este resultado pode significar que estes estudantes apenas são capazes de resolver as situações problema (exceto os presentes nos níveis II.4 e III.2), dominando a técnica envolvida, mas não estão aptos a ensinar o que foi desenvolvido matematicamente.

Como visto na Figura 8, surpreendentemente, apenas dois alunos (12%) atingiram a compreensão conceitual esperada (N-IV. 3 ou superior) sendo que somente um aluno (6%) atingiu o modelo científico. Como esses serão os futuros profissionais responsáveis pela elaboração de modelos conceituais para alunos do ensino fundamental e médio, e tendo eles próprios modelos mentais inadequados, a elaboração de modelos mentais eficientes nos futuros alunos pode ficar comprometida, criando, assim, um círculo vicioso para o sistema educacional.

Segunda Análise: avaliações tradicionais versus modelos mentais

Como visto em Luckesi (2000) os exames ainda utilizados na prática escolar advém de sistematizações realizadas ao longo dos séculos XVI e XVII e se baseiam, principalmente, no cômputo de erros e acertos perante provas e trabalhos aplicados ao término de cada período de estudo (CARVALHO, 2013). Uma vez que estes métodos não atendem as funções principais da avaliação no sentido de Kraemer (2005) – ser diagnóstica, formativa e somativa – e no sentido de Pironel (2002), mantendo indissociável a tríade ensino-aprendizagem-avaliação, a avaliação tradicional acaba, nem sempre, mensurando adequadamente a aprendizagem conceitual dos estudantes.

Esta segunda análise, portanto, visa certificar este fenômeno e corroborar com os resultados de Vieira Junior e Colvara (2010b) que também apontam problemas relacionados às avaliações tradicionais. Considerando o modelo tradicional de avaliação, esses autores já afirmaram que, por vezes, o "aluno acaba sendo avaliado por sua habilidade em se adequar a um processo simples e mecânico de transpor informações".

Novamente, os resultados obtidos no presente estudo evidenciam que avaliações tradicionais não refletem o aprendizado "conceitual" do aluno, visto através de seus modelos mentais. Para ratificar esse fato foram conferidos conceitos A, B, C, D e E considerando apenas a quantidade de itens respondidos corretamente para os 92 alunos da amostra – desconsiderando o domínio conceitual e computando acertos mesmo que ao acaso (respostas aleatórias) ou via métodos mecanicistas de resolução.

Como mostra o Quadro 1, o questionário proposto continha itens para os quatro grande níveis analisados (N-I, N-II, N-III e N-IV), sendo que as questões para os níveis III e IV são as mesmas, diferenciando-as na análise dos modelos mentais pela habilidade interpretativa e conceitual em explicar os resultados obtidos (análises qualitativas nestes moldes também não são consideradas na avaliação tradicional).

A princípio considerou-se o conhecimento comum sobre "juros e porcentagens" e analisou-se toda a amostra. Em seguida, foram realizadas análises específicas para

cada faixa de escolaridade. Como os alunos dos cursos superiores deveriam responder corretamente todas as 12 questões existentes (atingindo, portanto, 12 pontos segundo os moldes “tradicionais” de avaliação) este número foi normalizado para os demais grupos, conforme a quantidade de questões que lhes eram pertinentes.

Para os alunos do ensino fundamental, foram atribuídos a cada questão correta 3 pontos considerando somente as quatro questões perante esta faixa escolar (Quadro 1).

Aos alunos do ensino médio cabia resolver oito questões, sendo quatro do ensino fundamental e quatro relacionadas à ementa de seu curso (Quadro 1). Novamente com a preocupação de respeitar o limite de conhecimento até a etapa cursada, para cada uma das oito questões foram atribuídos 1,5 pontos.

Finalmente, para os alunos da licenciatura em matemática e tecnologia em gestão financeira o questionário foi corrigido no todo, contendo os doze problemas, sendo os quatro do ensino fundamental, quatro do ensino, médio e quatro do ensino superior. Então foi atribuído 1 ponto a cada questão.

Esta decisão foi tomada como forma de equiparar a avaliação para os três grupos (ensino médio, ensino fundamental e ensino superior), fazendo com que todos pudessem alcançar conceitos de acordo com o conhecimento visto até a etapa cursada. A partir da pontuação obtida, notas (conceitos) foram atribuídas aos alunos pesquisados como visto no Quadro 3.

Quadro 3: Conceitos atribuídos conforme pontos obtidos.

Conceito A	Conceito B	Conceito C	Conceito D	Conceito E
12 pontos	9 a 11 pontos	6 a 8 pontos	3 a 5 pontos	0 a 2 pontos

Distribuição de conceitos para toda a amostra

A Figura 9 mostra a distribuição de notas considerando os 92 alunos entrevistados, onde a maior parte foi classificada com conceitos C ou D. Por este método, 55% dos alunos pesquisados conseguiriam média para aprovação (aqui considerada como sendo C ou superior), sendo que do subgrupo aprovado, a maioria obteve apenas conceito C, ou seja, ficaram no limite para aprovação. Dos 45% “reprovados”, a maioria foi classificada com conceito D.

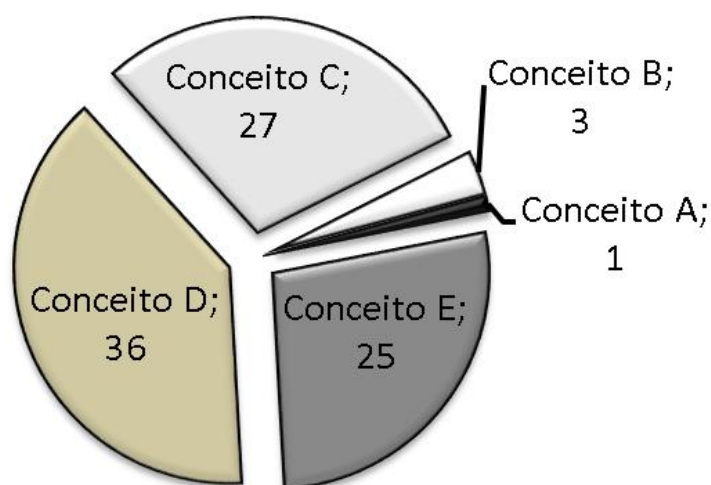


Figura 9: Distribuição geral de conceitos.

A Figura 10 permite visualizar o quantitativo de alunos, de cada grupo, em relação aos conceitos por eles obtidos.

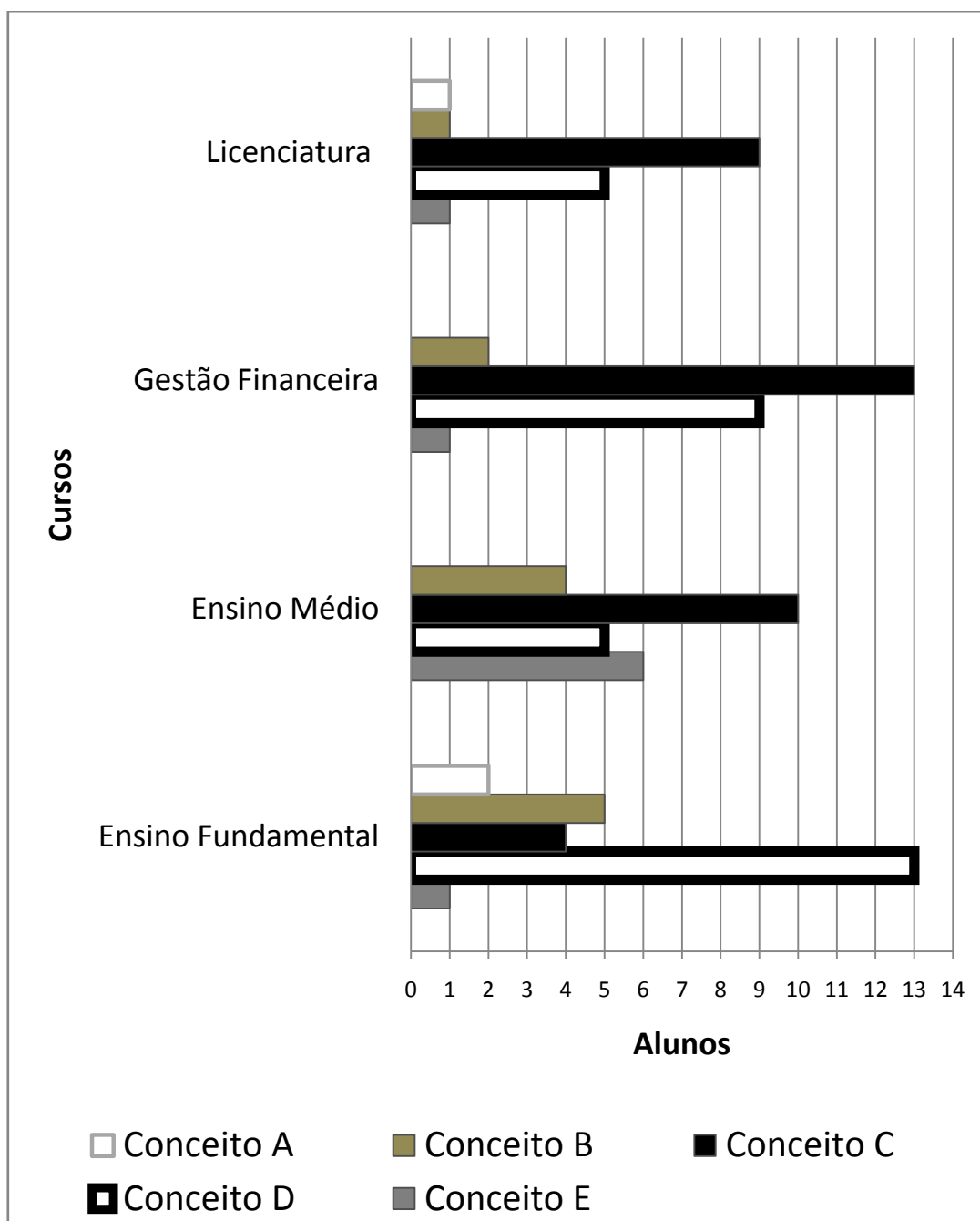


Figura 10: Distribuição de conceitos para cada grupo.

A Figura 10 permite observar, segundo a avaliação convencional, os seguintes resultados:

- *Licenciatura em matemática: 65% de aprovação (11 alunos);*
- *Gestão financeira: 60% de aprovação (15 alunos);*
- *Ensino médio: 56% de aprovação (15 alunos);*
- *Ensino fundamental: 44% de aprovação (11 alunos).*

Avaliação tradicional *versus* modelos mentais

A seguir são apresentados os resultados dos alunos por nível de escolaridade *versus* o resultado encontrado pela primeira análise à luz dos modelos mentais relacionados a níveis e subníveis. O objetivo desta análise foi verificar se as duas formas de avaliar (“tradicional” e mediante a evolução dos modelos mentais) gerariam o mesmo resultado.

Os grupos novamente foram separados (ensino fundamental, ensino médio, tecnologia em gestão financeira e licenciatura em matemática).

O primeiro grupo a ser analisado é o ensino fundamental, conforme mostra a Figura 11.

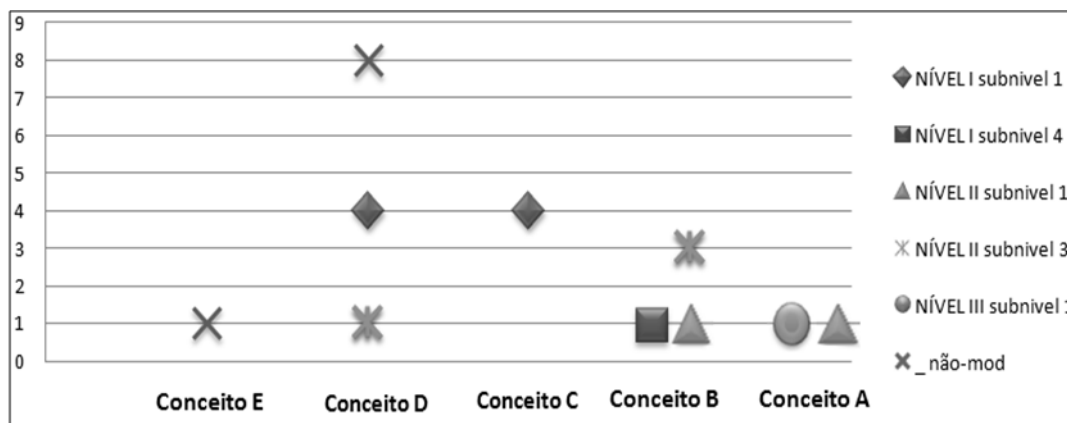


Figura 11: Conceitos versus Modelos Mentais: ensino fundamental.

A Figura 11 permite observar a quantidade de alunos em cada conceito, variando de E a A (eixo horizontal) e também o subnível de modelo mental para o qual esses alunos pertencem (legenda a direita). Dos alunos do ensino fundamental:

- *Dois obtiveram conceito A, estando um deles com seu modelo mental em um nível muito acima do previsto para o seu grupo (N-III.1) e o outro também acima do nível estabelecido para seu grupo (N-II.1);*
- *Cinco obtiveram conceito B; sendo três do N-II.3, um do N-II.1 e um do N-I.4 (nível do ensino fundamental);*
- *Quatro obtiveram conceito C, sendo todos do N-I.1;*
- *Treze obtiveram conceito D, sendo um do N-II.3, quatro do N-I.1 e oito não modeladores;*
- *Um obteve conceito E, pertencente ao grupo de não modeladores.*

Usualmente, seriam considerados aprovados onze alunos, sendo que do ponto de vista dos modelos mentais (níveis de evolução), apenas oito apresentaram compreensão conceitual suficiente (classificação N-I.3, N-I.4 ou superior).

É fácil notar ainda o fato de que quatro alunos com subnível mínimo (N-I.1) seriam aprovados na avaliação tradicional e um aluno com compreensão conceitual muito superior a sua faixa etária (N-II.3) teria sido, inadequadamente, reprovado pelo processo simples de “erros e acertos” da avaliação tradicional.

Dos alunos do ensino médio:

- Nenhum atingiu conceito A;
- Quatro obtiveram conceito B, sendo um do N-II.4 e três do N-II.3;
- Dez obtiveram conceito C, sendo um do N-II.4, dois do N-II.3, um N-II.2, três N-II.1, dois N-I.4 e um N-I.1;
- Cinco obtiveram conceito D, sendo dois do N-II.2, um do N-II.1 e um do N-I.1, um aluno não modelador;
- Seis alunos obtiveram conceito E, todos pertencentes ao grupo de não modeladores.

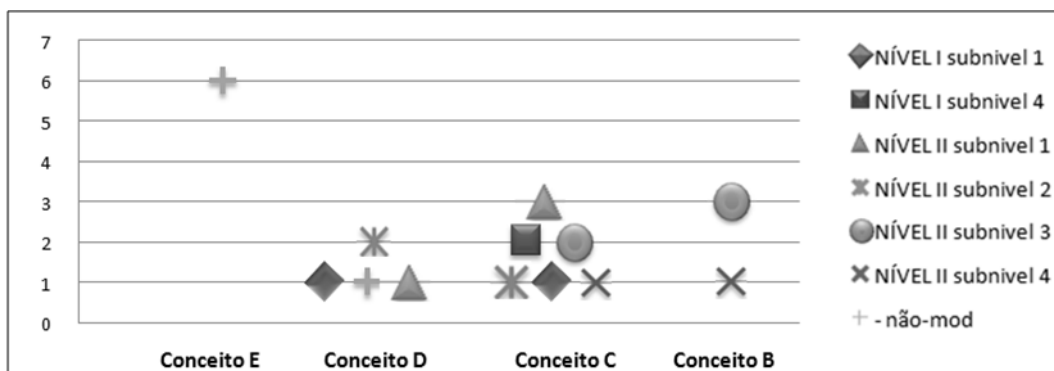


Figura 12: Conceitos versus Modelos Mentais: ensino médio.

Perante as avaliações tradicionais, seriam considerados aprovados quatorze alunos, sendo que do ponto de vista dos modelos mentais (níveis de evolução), apenas sete apresentaram compreensão conceitual suficiente (classificação N-II.3, N-II.4).

Chama a atenção ainda o fato que dos alunos aprovados tradicionalmente, metade não apresentou evolução conceitual ficando três no N-I (um N-I.1 e dois N-I.4) e quatro alunos com subnível inferior, sendo que três apresentaram somente o N-II.1 e um o N-II.2.

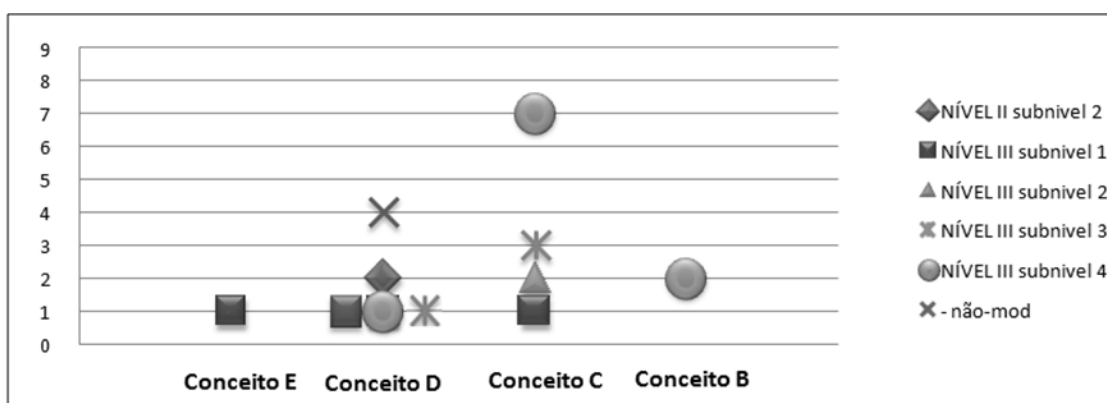


Figura 13: Conceitos versus Modelos Mentais: gestão financeira.

Dos alunos da gestão financeira:

- Dois conseguiram conceito B, sendo N-III.4;
- Treze alunos obtiveram conceito C, sendo sete do N-III.4, três do N-III.3, dois do N-III.2 e um do N-III.1;

- Nove alunos obtiveram conceito D, sendo um do N-III.4, um do N-III.3, um N-III.1, dois N-II.2 e quatro alunos não modeladores;
- Um aluno obteve conceito E, sendo do N-III.1.

Novamente, da forma tradicional, seriam considerados aprovados quinze alunos, sendo que do ponto de vista da evolução dos modelos mentais, quatorze apresentaram compreensão conceitual suficiente (classificação N-III.3 e N-III.4).

O fato que dos alunos aprovados três não apresentaram evolução desejada (um N-III.1 e dois N-III.2) enquanto dois alunos com conhecimento conceitual satisfatório (um N-III.3 e um N-III.4), foram reprovados pela o método tradicional de avaliação, chama atenção, estando classificados com conceito D, juntamente com quatro alunos que não apresentaram nenhum modelo mental.

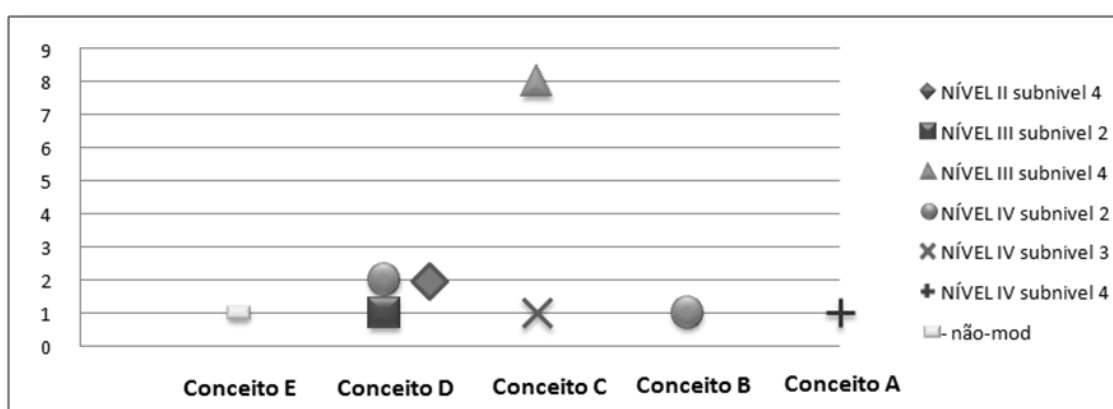


Figura 14: Conceitos versus Modelos Mentais: licenciatura em matemática.

Dos alunos da licenciatura em matemática:

- Um atingiu conceito A, sendo N-IV.4;
- Um obteve conceito B, sendo do N-IV.2;
- Nove obtiveram conceito C, sendo um do N-IV.3 e oito do N-III.4;
- Cinco obtiveram conceito D, sendo dois N-IV.2, um do N-III.2 e dois do N-II.4;
- Um obteve conceito E, sendo não modelador.

Observou-se que oito alunos considerados aprovados com conceito C, apresentaram-se no N-III.4, ou seja, possuem conhecimento conceitual suficiente para resolver as questões, mas quando se trata de explicar os procedimentos de modo teórico-científico deixaram a desejar.

Seriam considerados aprovados, na avaliação tradicional, onze alunos, sendo que do ponto de vista dos modelos mentais (níveis de evolução), apenas dois apresentaram compreensão conceitual suficiente (um N-IV.3 e um N-IV.4).

Síntese dos resultados

Para se comparar estatisticamente o efeito dos dois diferentes métodos de avaliação em um mesmo grupo, considerando-os pareados e nominais, Normando et al. (2010) sugere o uso do teste de McNemar.

O Quadro 4, a seguir, mostra para cada sujeito da amostra, o *status* aprovado (A) ou reprovado (R) segundo cada um dos procedimentos adotados.

Quadro 4: Aprovações versus reprovações de sujeitos por método.

ALUNO	FUNDAMENTAL		MÉDIO		GESTÃO		MATEMÁTICA	
	Avaliação tradicional	Modelos mentais	Avaliação tradicional	Modelos mentais	Avaliação tradicional	Modelos mentais	Avaliação tradicional	Modelos mentais
1	R	R	R	R	R	R	R	R
2	R	A	R	R	R	R	R	R
3	A	A	R	R	R	A	A	A
4	A	A	A	R	R	A	A	R
5	A	A	A	R	A	R	A	A
6	A	A	A	A	R	R	R	A
7	A	A	A	A	R	R	R	A
8	A	A	R	R	A	R	R	A
9	A	A	R	R	A	R	R	A
10	R	R	A	R	A	R	A	A
11	R	R	A	R	A	A	A	A
12	R	R	A	A	A	A	A	A
13	R	R	A	A	A	A	A	A
14	A	R	A	R	A	A	A	A
15	A	R	A	R	R	R	A	A
16	A	R	A	R	R	R	A	A
17	A	R	A	A	R	R	A	A
18	R	R	A	A	R	R	---	---
19	R	R	A	A	A	A	---	---
20	R	R	R	R	A	A	---	---
21	R	R	R	R	A	A	---	---
22	R	R	R	R	A	A	---	---
23	R	R	R	R	A	A	---	---
24	R	R	R	R	A	A	---	---
25	R	R	R	R	A	A	---	---

Para testar a significância de qualquer mudança observável nos dois métodos construiu-se, para cada grupo, o quadro de frequências a seguir (Quadro 5), sendo que casos que mostram mudanças entre a primeira e a segunda análise aparecem computados nas células "A" e "D" e avaliações indiferentes foram representadas nas células "B" e "C". A composição deste quadro com as ocorrências observadas, vistas no Quadro 4, será apresentada no Quadro 6.

Quadro 5: Mudanças observáveis em McNemar.

		Avaliação via modelos mentais	
		Reprovado	Aprovado
Avaliação tradicional	Aprovado	A	B
	Reprovado	C	D

A hipótese de nulidade, ou seja, de que não existam diferenças observáveis nos dois métodos de avaliação, ocorre quando a soma dos elementos que sofreram alteração (A+D) distribui-se em 50% para cada sentido (VIALI, 201-). Para essa verificação, calcula-se o qui-quadrado de McNemar (SIEGEL, 1975):

$$\chi^2_{McNemar} = \frac{\sum_{i=1}^k (O_i - E_i)^2}{E_i} = \frac{\left(A - \frac{A+D}{2}\right)^2}{\frac{A+D}{2}} = \frac{\left(D - \frac{A+D}{2}\right)^2}{\frac{A+D}{2}} = \frac{(A - D)^2}{A + D}$$

Entretanto, segundo Zaiantz (2014) se a frequência esperada é muito pequena, $(A + D) \leq 25$, deve-se usar a tabela de McNemar para realizar a prova binomial ao invés do qui-quadrado.

Sendo a função de probabilidade de massa (exatamente o número “x” de tentativas bem sucedidas):

$$b(x; n, p) = \binom{n}{x} p^x (1 - p)^{n-x} = \frac{n!}{x! (n - x)!} p^x (1 - p)^{n-x}$$

Onde:

x – número de tentativas em análise;

n – o número de tentativas independentes (total);

p = 0,5 – a probabilidade de sucesso em cada tentativa.

A função de distribuição cumulativa, que indica a probabilidade de haver no máximo o número “x” de tentativas bem sucedidas, é dada por:

$$B(x; n, p) = \sum_{y=0}^x b(y; n, p)$$

$$B(x; n, p) = p\text{-value}$$

Para o teste binomial considera-se n = A+D e x = menor das duas frequências observadas A ou D (VIALI, 201-). Portanto, organizando os dados dos Quadros 10, 11, 12 e 13 tem-se a frequência de McNemar apresentada no Quadro 6.

Quadro 6: Frequências de McNemar.

AVALIAÇÃO		Modelos mentais	
		Reprovado	Aprovado
Tradicional	Ensino fundamental		
	Aprovado	4	7
	Reprovado	13	1
	Ensino médio		
	Aprovado	7	7
	Reprovado	11	0
Gestão financeira			

	Aprovado	3	12
	Reprovado	8	2
	Matemática		
	Aprovado	9	2
	Reprovado	6	0

De onde se extraem os seguintes resultados:

- *Ensino fundamental*: $x = 1$; $n = 5$; $p\text{-value} = 0,1875$.
- *Ensino médio*: $x = 0$; $n = 7$; $p\text{-value} = 0,00781$;
- *Gestão financeira*: $x = 2$; $n = 5$; $p\text{-value} = 0,5$;
- *Matemática*: $x = 0$; $n = 9$; $p\text{-value} = 0,00195$.

Adotando um nível de significância $\alpha = 0,05$; pode-se afirmar com 95% de confiança que em pelo menos metade das amostras estudadas (ensino médio e matemática) o procedimento tradicional de avaliação **não** conseguiu mensurar a evolução conceitual dos estudantes, pois, para esses grupos $p\text{-value} < \alpha$.

Uma síntese dos percentuais de aprovação, por amostra, pode ser observada no Quadro 7.

Quadro 7: Índice de aprovação segundo a avaliação tradicional (erros e acertos) e a evolução conceitual dos modelos mentais.

Grupo	Avaliação tradicional	Evolução conceitual dos modelos mentais
	“Aprovações”	“Aprovações”
Ensino fundamental	44%	32%
Ensino médio	56%	28%
Gestão financeira	60%	56%
Matemática	65%	12%

Ao se analisar os resultados obtidos observa-se que, em alguns casos, além de não propiciar a construção desejada de modelos e conceitos o sistema escolar também não tem medido eficientemente esse desempenho via avaliações tradicionais.

Considerando os subníveis 3 e 4 como mínimos admissíveis para “aprovação” conceitual viu-se, conforme Quadro 7, que apenas (aproximados) 30% dos alunos estão aptos nos ensinos fundamental e médio a progredirem os estudos satisfatoriamente (com uma pequena baixa já no ensino médio). Esta é a parcela de alunos que, provavelmente, disputará as vagas nas universidades, estimadas recentemente em 5.746.762. Das vagas totais, apenas 1.595.391 são oferecidas de forma gratuita (IBGE, 2010 apud TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2010). Como se observa, além da baixa qualidade do ensino a oferta de vagas também é deficitária, inclusive para o ensino médio que possui população estimada de 10.357.874 alunos em idade escolar, enquanto são oferecidas apenas 8.400.689 vagas. Segundo dados do IBGE (2010 apud TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2010), dos alunos matriculados a aprovação média é de 77,4%, muito superior aos 28% constatados por meio da análise dos modelos mentais, porém, mais próxima aos 56% vistos na avaliação tradicional realizada por esta pesquisa. Deve-se considerar que o índice apresentado representa a aprovação ao longo de todo o curso, para todas as disciplinas, e não somente em um tópico isolado como visto neste trabalho.

Este universo de alunos “aptos”, por sua vez, buscará vagas nos mais variados cursos superiores – na presente análise têm-se apenas dois cursos superiores (um de tecnologia e uma licenciatura)¹³.

Talvez esses números evidenciem o melhor desempenho visto no curso de tecnologia, considerando que suas características privilegiam a técnica objetiva, no lugar de extensas demonstrações teóricas (cuja formulação conceitual, em hipótese, exige modelos cuidadosamente construídos ao longo de toda vida escolar). É evidente que ambos profissionais de nível superior abordados nessa pesquisa são de extrema importância (cada qual no seu ramo de atuação) e por essa razão o aproximado índice de 30% de aptidão, visto na educação básica, representa um valor muito baixo e preocupante. Se esse índice fosse melhor, certamente observar-se-iam melhores resultados nas instâncias superiores de ensino e mais (e melhores) profissionais, considerando a efetiva e adequada sobreposição de modelos mentais ao longo da vida escolar.

A preocupação torna-se ainda mais evidente quando se considera que o curso de licenciatura apresentou o menor dos índices de aptidão real no desenvolvimento conceitual, 12%, enquanto que, visto pela avaliação “tradicional” seriam considerados “aptos” 65%. Sendo esses os profissionais responsáveis por formar novas gerações, pode-se deduzir que longitudinalmente o cenário não tende a melhorar, pelo menos no escopo abordado por esta pesquisa. Na verdade tende, intuitivamente, a quadros mais graves sendo que as avaliações tradicionais podem, ocasionalmente, omitir estes fatos.

Considerações Finais

Ao investigar os modelos mentais para um tema “comum” em quatro níveis diferentes de estudo (ensino fundamental, ensino médio, ensino tecnológico e licenciatura) e também de imensa importância na vida cotidiana de qualquer cidadão economicamente ativo, diversas conclusões puderam ser observadas.

Em primeiro lugar é importante destacar que a maioria dos alunos apresentou modelos mentais inferiores aos exigidos pela ementa de seus cursos, já que elas foram consideradas para estabelecer todo o delineamento da pesquisa aplicada. Nota-se também que alunos que receberam o mesmo modelo conceitual (mesma instrução formal na escola) apresentaram modelos mentais em diferentes fases de construção ou, até mesmo, ausência de modelo. Essas relações podem ser explicadas, por exemplo, pela teoria dos estilos de aprendizagem (ou tipos comportamentais) que relatam que o indivíduo pode aprender melhor quando lhe é direcionado o modelo conceitual próprio para sua personalidade. Se esses e outros fatores fossem considerados no planejamento didático-pedagógico, possivelmente esse problema pudesse ser minimizado.

Sendo assim a hipótese inicial ganha força, pois, embora a defasagem no aprendizado seja igualmente acentuada nos ensinos fundamental e médio, há notáveis casos de avanço conceitual no ensino fundamental que não são mantidos no ensino médio. Por

¹³ As duas primeiras turmas de gestão financeira do IFMG Formiga formaram 10 e 3 alunos, respectivamente. A primeira turma de matemática do IFMG Formiga formou 5 alunos e a perspectiva de formandos para a segunda turma é de 12 alunos. Ambos os cursos são novos nessa instituição e o ingresso é de 40 vagas.

alguma razão, o sistema escolar não tem reduzido os percentuais de deficiência conceitual, tampouco permitido que os mais brilhantes alunos do ensino fundamental mantenham esse ritmo de evolução nos níveis subsequentes – ao menos existem indícios para isto perante as amostras observadas.

Estando todo o ciclo de formação escolar de alguma maneira interconectado, este fenômeno gera, por conseguinte, a também elevada defasagem conceitual vista no ensino superior (sendo que a observada no curso de licenciatura supera a de todos os grupos analisados). Essa cadeia de eventos também contribui, em alguma medida, para que a contínua evolução de modelos mentais não ocorra e a dificuldade para criar tardios modelos (ou aprimorá-los) contribua com a desmotivação e evasão comumente observadas no ensino superior atualmente.

Estas evidências causam preocupação, pois, os alunos estudados nesta pesquisa serão em um futuro breve responsáveis pelas ações mercadológicas as quais todos (enquanto pessoas ou nação) estão sujeitos e também pela formação das novas gerações (ao se considerar os licenciandos analisados).

Destaca-se ainda que as possíveis falhas nos métodos tradicionais de avaliação já constatadas por Vieira Junior e Colvara (2010a) e confirmadas por esta pesquisa, não vem sendo adequadamente observadas pelo sistema escolar. Alunos que obtiveram notas inferiores demonstraram melhores modelos mentais, valendo também a situação em que alunos que obtiveram notas superiores apresentaram modelos mentais inferiores. Ou seja, o sistema em alguns casos avalia somente procedimentos mecanicistas e nem sempre conceituais. Por essa lógica, observa-se que após a avaliação convencional, parte significativa dos alunos não mais fazem inferências aprimoradas sobre os temas estudados, vez que, constavam apenas em sua memória de curta duração. Essas “falsas” métricas podem omitir o real estado da aprendizagem conceitual dos estudantes.

Chama-se, por fim, atenção dos educadores para a importância de se conhecer os alunos (vista a partir dos modelos mentais ou de sua evolução), assim como, a importância de melhor planejar seus procedimentos didático-pedagógicos de modo que o aprendizado conceitual seja efetivo. Como brevemente exposto, a teoria dos modelos mentais de forma isolada não sana todos os problemas de ensino-aprendizagem, vez que outras abordagens teóricas (como, por exemplo, características individuais de aprendizagem) também precisam ser utilizadas de modo a possibilitar intervenções didáticas mais eficazes.

Referências

BARROSO, J.M. **Conexões com a Matemática**. São Paulo: Moderna, 2010.

BORGES, A.T. Como evoluem os modelos mentais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.1, n.1, p.85-125, 1999

_____. Um estudo de modelos mentais. **Investigações em ensino de ciências**, v.2, n.3, p. 207-226, 1997.

CARVALHO, K.P. **Testes adaptativos informatizados versus avaliação mediadora contínua**: uma análise mediante intervenções no ensino de matemática. 2013. 94p.

Relatório (Iniciação Científica em Matemática) - Instituto Federal e Minas Gerais, IFMG, Formiga, 2013.

GENTNER, D.; STEVENS, A.L. (Ed.). **Mental models**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1983.

GONDIM, S. M. G. Perfil profissional e mercado de trabalho: relação com a formação acadêmica pela perspectiva de estudantes universitários. **Estudos de psicologia**, v.7, n.2, p. 299-309, 2002.

GRECA, I.M.; MOREIRA, M.A. The kinds of mental representations – models, propositions, and images – used by college physics students regarding the concept of field. **International Journal of Science Education**, v.19, n.6, p.711-724, 1997.

HOFFMANN, J. **Avaliar para promover**. Porto Alegre: Mediação, 2004.

IEZZI, G.; HAZZAN, S.; DEGENSZAJN, D. **Fundamentos de Matemática Elementar: Matemática Comercial Financeira Estatística Descritiva**. São Paulo: Atual, 2004.

JOHNSON-LAIRD, P. **Mental models**. Cambridge: Harvard University Press, 1983.

KRAEMER, M.E.P. **A avaliação da aprendizagem como processo construtivo de um novo fazer**. [S.l.: s.n., 2005].

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar**. São Paulo: Cortez, 2002.

NORMANDO, D.; TJADERHANE, L.; QUINTÃO, C. C. A. A escolha do testes estatístico – um tutorial em forma de apresentação em PowerPoint. **Dental Press J. Orthod**, v.15, n.1, p. 101-106, jan/fev. 2010.

PIMENTA, G. V.; SILVA, G. B. D.; EUFRÁSIO, A. R.; PORTO, A. A.; VIEIRA JUNIOR, N. Os modelos mentais relacionados ao aprendizado de sistemas lineares no ensino superior. **Revista Alexandria (UFSC)**, v. 5, p. 205-226, 2012.

PIRONEL, M. **A avaliação integrada no processo de ensino-aprendizagem da Matemática**. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências Exatas, Rio Claro, 2002.

SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica**. São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1975.

TODOS PELA EDUCAÇÃO. **Educação no Brasil**. [S.l.: s.n., 2010]. Disponível em: <<http://www.todospelaeducacao.org.br/educacao-no-brasil/numeros-do-brasil/dados-por-estado/minas-gerais/>>. Acesso em: 08 de ago. de 2013.

VIALI, Lori. **Testes não-paramétricos: duas amostras dependentes**. [S.l.: s.n., 201-]. Disponível em: <http://www.mat.ufrgs.br/~viali/estatistica/mat2282/material/laminaspi/Mat2282_2_Dep.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2014.

VIEIRA JUNIOR, N. **Planejamento de um ambiente virtual de aprendizagem baseado em interfaces dinâmicas e uma aplicação ao estudo de potência elétrica**. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Ilha Solteira, 2012.

VIEIRA JUNIOR, N.; COLVARA, L. D. Os modelos mentais de alunos em relação a vetores em duas e três dimensões: uma análise da dinâmica da aprendizagem e da

inadequação das avaliações tradicionais. **Revista Ciências & Cognição**, v.15, n.2, p.055-069, 2010 a.

VIEIRA JUNIOR, N.; COLVARA, L. D. Os modelos mentais de frações: como universitários lidam com conceitos fundamentais de matemática? **Revista Ciências & Cognição**, v.15, n.1, p.124-136, 2010b.

VOSNIADOU, S.; BREWER, W. Mental models of the earth: a study of conceptions change in childhood. **Cognitive Psychology**, v.24, n.1, p.535-585, 1992.

ZAIONTZ, C. **McNemar's test**. [S.l.: s.n., 2014]. Oliva Gessi: Real-Statistics.com, 2014b. Disponível em: < <http://www.real-statistics.com/non-parametric-tests/mcnemars-test/>>. Acesso em: 09 set. 2014.

Submetido em 05/03/2014, aceito para publicação em 28/07/2015.