

CLASSIFICAÇÃO DE FATORES QUE INTERFEREM NA APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA NA GRADUAÇÃO EAD VIA AVA: UM ESTUDO DE CASO USANDO O MODELO DE RASCH DICOTÔMICO

CLASSIFICATION OF FACTORS THAT INTERFERE IN MATHEMATICS LEARNING IN THE DISTANCE UNDERGRADUATE VIA VLE: A CASE STUDY USING THE DICHOTOMOUS RASCH MODEL

CLASIFICACIÓN DE LOS FACTORES QUE INTERFIEREN EN EL APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS APRENDIZAJE AVA VÍA: UN ESTUDIO DE CASO UTILIZANDO EL MODELO DE RASCHO DICOTÓMICO

Evando Santos Araújo
evando.araujo@univasf.edu.br
Doutor em Engenharia Industrial
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Jaderson de Araújo Barros Barbosa
jaderson.barboza@univasf.edu.br
Doutor em Biotecnologia
Universidade Federal do Vale do São Francisco

RESUMO

O processo de ensino-aprendizagem de matemática na Educação a Distância (EaD), *via* ambiente virtual de aprendizagem (AVA), pode ser influenciado por outras variáveis inerentes a esta nova modalidade de ensino, além dos fatores já conhecidos no ensino presencial. Nesse contexto, esse trabalho propõe um estudo de caso para classificar, na visão dos alunos, fatores que interferem na aprendizagem de matemática na graduação EaD *via* AVA. Os dados foram coletados através de um questionário aplicado a uma amostra de 109 indivíduos e tratados *via* modelo de Rasch dicotômico. A análise dos resultados mostrou que a aprendizagem é fortemente afetada pelo intervalo de tempo entre a conclusão do ensino médio e o início do curso superior, pela falta de conhecimentos básicos em matemática, seguidos pela dificuldade em organizar o tempo entre trabalho, família e estudos. A falta de interação tutor-aluno no AVA também é um dos fatores que mais interferem no processo. Por outro lado, o planejamento do professor para ministrar a disciplina, os conhecimentos adequados de informática e internet dos alunos e a ausência de problemas de acesso ao AVA são fatores que favorecem o ensino-aprendizagem de matemática nessa modalidade de ensino.

Palavras-chave: Educação Matemática. Ambiente Virtual de Aprendizagem. Ensino Superior. Dificuldade de Aprendizagem. Avaliação da Aprendizagem.

ABSTRACT

The teaching-learning process of mathematics in Distance Education, via virtual learning environment (VLE), can be influenced by other variables intrinsic to the new teaching modality, in addition to the factors already known in face-to-face teaching. In this context, this paper proposes a case study to classify, in the view of the students, factors that interfere in the learning of mathematics in the Distance Undergraduate *via* VLE. Data were collected through a questionnaire applied to a sample of 109 students and then they were treated using the dichotomous Rasch model. Analysis of the results showed that learning is strongly affected by the time interval between secondary school and early undergraduate, by lack of basic skills related with knowledge in mathematics, followed by the difficulty of optimizing the time between work, family and studies. The lack of the instructor-student in the VLE is also one of the factors that most interfere in the process. On the other hand, the professors' planning to teach the discipline, the adequate computer and internet affinity of the academics, and minimal access problems to VLE are factors that favor the teaching-learning of mathematics in this type of teaching.

Keywords: Mathematics Education. Virtual Learning Environments, Higher Education, Learning Difficulties, Learning Assessment.

RESUMEN

El proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la educación a distancia (educación a distancia), a través del entorno de aprendizaje virtual (VLE), puede verse influido por otras variables inherentes a esta nueva modalidad de enseñanza, además de los factores ya conocidos en la enseñanza en el aula. En este contexto, este documento propone un estudio de caso para clasificar, en opinión de los estudiantes, los factores que interfieren con el aprendizaje de las matemáticas en la educación a distancia de pregrado a través de VLE. Los datos se recopilieron mediante un cuestionario aplicado a una muestra de 109 individuos y se trataron con un modelo de Rasch dicotómico. El análisis de los resultados mostró que el aprendizaje se ve muy afectado por el tiempo transcurrido entre la finalización de la escuela secundaria y el inicio de la universidad, la falta de conocimientos básicos en matemáticas, seguido por la dificultad de organizar el tiempo entre el trabajo, la familia y los estudios. La falta de interacción tutor-alumno en VLE es también uno de los factores que más interfiere en el proceso. Por otro lado, la planificación del profesor para enseñar la materia, el conocimiento adecuado de la computadora y de Internet y la ausencia de problemas con el acceso al VLE son factores que favorecen la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en este tipo de enseñanza.

Palabras clave: Educación matemática. Ambiente de aprendizaje virtual. Enseñanza superior. Dificultad de aprendizaje. Evaluación del aprendizaje.

INTRODUÇÃO

Atualmente, várias pesquisas apontam para a dificuldade de aprendizagem de matemática em disciplinas dos cursos de graduação presenciais no Brasil. Diversos autores, como Malta (2004), Moreira (2006), Teixeira e Pereira (2012), Masola e Allevato (2015) e Santos e Nicolett (2015), destacam que a falta de conhecimentos prévios dos alunos (necessários ao entendimento dos novos conteúdos) e a dissociação entre teoria e prática no ensino são alguns dos fatores que contribuem para esta ocorrência. Nesse sentido, as pesquisas em Ensino e Educação Matemática focam grande parte das suas investigações nos fatores que interferem no ensino-aprendizagem, buscando explicações, propondo soluções, novas ferramentas e metodologias que possam reverter esses aspectos negativos do processo (CALDEIRA; BRASIL, 2012; FERRUZI; ALMEIDA, 2013; CAVALCANTI; COSTA; MARINHO; ARAÚJO; MUNIZ; SANTOS, 2017; ACHARYA, 2017).

No âmbito nacional e regional, a modalidade de Educação a Distância (EaD) *via* Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) se mostra como uma alternativa potencial para a melhoria do processo ensino-aprendizagem de matemática uma vez que pode superar dificuldades de tempo e espaço advindas da dispersão territorial do público-alvo; atende a um grande número de alunos sem restrição de idade e (ou) profissão; adapta estratégias às diferentes realidades culturais e sociais do discente; valoriza a experiência e respeita o ritmo do aluno estimulando a observação, a independência e a iniciativa e; propõe novas metodologias e recursos tecnológicos aliados à melhoria da qualidade no ensino (DUTRA; VIANA, 2013; CABANHA; SCHERER, 2014; OLIVEIRA; ACIOLY; LUZ FILHO; NAKAYAMA, 2014).

Por outro lado, além dos fatores já conhecidos que interferem na aprendizagem de matemática na educação presencial, fatores pessoais e contextuais podem tornar a análise desse processo na EaD ainda mais complexa. Segundo Abbad, Zerbini e Souza (2010), Dutra e Viana (2013), Flores (2013) e Balboni, Perrucci, Cacciamani e Zumbo (2018), alguns desses novos fatores incluem a faixa-etária do público-alvo, a administração do tempo entre as tarefas extra curso e as atividades exigidas nas disciplinas, a frequência de participação dos alunos nas

atividades propostas, a habilidade para utilizar recursos e tecnologias do AVA e da internet, a interação tutor-aluno e a experiência prévia com cursos a distância. Dessa forma, técnicas para mensurar a interferência desses fatores são cada vez mais requeridas com vistas às tomadas de decisão (BERNARD; BRAUER; ABRAMI; SURKES, 2004; DENNEN; AUBTEEN; SMITH, 2007; BALBONI; PERRUCCI; CACCIAMANI; ZUMBO, 2018).

Nesse contexto, o modelo matemático de Rasch dicotômico (RASCH, 1980; CALLINGHAM; BOND, 2006; SILVA FILHO, 2014) pode ser utilizado como ferramenta para classificar, em uma escala de valores, variáveis de um processo sondadas sob a forma de perguntas com respostas dicotômicas (Sim ou Não, Certo ou Errado, 0 ou 1, entre outros), a partir da aplicação de um questionário ao público-alvo. Em avaliações dessa natureza, é usual analisar individualmente os fatores elencados, contabilizando apenas as porcentagens de ocorrência das respostas em cada item. Pelo modelo de Rasch, a análise das respostas dos indivíduos a um item está condicionada às respostas dadas por eles aos outros itens do questionário. Essa conexão, estabelecida a partir da aplicação do modelo, gera para cada variável um nível relativo de interferência no estudo em questão, denominado de ‘dificuldade do item’.

Embora seja perceptível a importância do estudo desses fatores para a melhoria do ensino-aprendizagem de matemática nessa modalidade de ensino, trabalhos relativos a este tema ainda são escassos na literatura.

Baseado nesses pressupostos, este trabalho propõe um estudo de caso com a classificação em escala de fatores que interferem no aprendizado de matemática na graduação na EaD *via* AVA, na percepção dos alunos, fazendo o uso do Modelo de Rasch dicotômico como ferramenta de análise dos dados.

METODOLOGIA

Tipo de Estudo

A pesquisa é do tipo experimental, aplicada, de cunho quantitativo, com caráter exploratório (GIL, 2010). Trata-se de um estudo de caso que emprega um modelo matemático

com variáveis controladas na busca de resultados claros, objetivos e precisos, com finalidade de fornecer novos conhecimentos para interpretar e solucionar problemas de ordem prática.

Dados e Instrumentos da Pesquisa

A coleta dos dados foi realizada por meio de questionário aplicado aos discentes, como *feedback* da execução das disciplinas de Matemática para Administradores e Matemática Aplicada a Biologia, nos cursos de graduação a distância de Bacharelado em Administração Pública e Licenciatura em Ciências Biológicas, respectivamente (ambos com acesso em 2017), distribuídos por cinco pólos presenciais de apoio. Os cursos são ofertados pela Secretaria de Educação a Distância de uma Universidade Federal do nordeste brasileiro, *via* Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle (SEBASTIÃO, 2015). A administração das disciplinas foi realizada por um professor formador (quem propõe os recursos midiáticos, as atividades e o *layout* que serão utilizados), com título de Doutor; e nove tutores por disciplina (que acompanham e mediam as ações dos estudantes durante o processo de aprendizagem), sendo cinco presenciais (um por polo) e quatro *on line*. Os papéis dos agentes envolvidos seguem as definições de Belloni (2009).

O questionário foi disponibilizado no Moodle e ficou disponível durante uma semana, com uma tentativa de resposta permitida, sem limite de tempo para finalizá-lo. Cada um dos 235 alunos matriculados nas disciplinas elencadas foi definido como um 'ID' (indivíduo) e numerado em ordem crescente. Na sequência, uma amostra de 109 ID's (45 % do sexo feminino e 55 % do sexo masculino, média de idade de 27,9 anos) foi escolhida ao acaso, para participar da pesquisa. Todos os alunos foram informados previamente (por mensagem no AVA) que os dados disponibilizados poderiam ser utilizados em pesquisa para a melhoria do ensino-aprendizagem de matemática na EaD.

Elaboração do Questionário

O Questionário foi composto por quatorze itens (Tabela 1), todos com possibilidades de respostas dicotômicas (SIM ou NÃO), com linguagem adequada ao público-alvo, a partir de

revisão na literatura com ênfase em fatores pessoais e contextuais que podem interferir no ensino-aprendizagem de Matemática na graduação na modalidade EaD *via* AVA.

Estimativas dos Parâmetros pelo Modelo de Rasch Dicotômico

A análise quantitativa dos dados coletados foi realizada *via* Modelo de Rasch dicotômico (RASCH, 1980; CALLINGHAM; BOND, 2006), representado pela função:

$$P(D_i, \theta_j) = \frac{e^{(\theta_j - D_i)}}{1 + e^{(\theta_j - D_i)}} \quad (1)$$

Na linguagem do problema, D_i é o parâmetro que expressa a dificuldade de uma variável elencada (em cada um dos itens $i = 1, 2, 3, \dots, 14$) de ser indicada pelos entrevistados como fator que interfere no aprendizado. Em adição, o parâmetro θ_j representa a propensão (“habilidade”) de cada entrevistado j ($j = 1, 2, 3, \dots, 109$) em ter sua aprendizagem influenciada pelos fatores disponíveis ($n=14$). Pelo modelo, D e θ são dados em uma mesma escala de medida (chamada de *logit* ou *log* da chance de sucesso), no intervalo] $-\infty, \infty$ [. Quanto mais negativo o valor de D de um item, maior a facilidade da variável (descrita nesse item) de interferir no aprendizado e vice-versa; e, quanto mais negativo for o valor de θ para o ID, menor a disposição desse indivíduo de ser influenciado pelos fatores e vice-versa. O ID será afetado significativamente por uma variável em questão quando sua propensão for maior ou igual à dificuldade do item ($\theta_j \geq D_i$). Em adição, dada uma combinação particular de i e j , (i, j) , o modelo retorna a probabilidade (P) de o indivíduo (j) responder positivamente a um item (i), representada por $P(D_i, \theta_j)$.

A estimativa dos parâmetros foi obtida no *software* jMetrik (MEYER, 2014), pelo método de máxima verossimilhança, utilizando-se o algoritmo iterativo de Newton-Raphson, com o máximo de 150 iterações ou critério de convergência de 0,005.

Análise Estatística

Os resultados obtidos com as experimentações foram traduzidos para a linguagem gráfica e tabular e (ou) analisados com o auxílio de técnicas de estatística descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do modelo de Rasch ao questionário retorna quantitativamente o quanto um fator (descrito em um item) interfere em relação a outro no processo em estudo. Os valores estimados do parâmetro D para cada item estão sumarizados na Tabela 1.

Os fatores descritos nos itens 1, 2 e 3 ligados à falta de conhecimentos básicos em matemática, ao tempo em que o aluno ficou sem estudar e à falta de cursos de aperfeiçoamento após o ensino médio foram estimados com valores $D_1=-0,98$, $D_2=-1,87$ e $D_3=-1,27$, respectivamente. Estes itens representam fatores extra disciplina relativos ao período que antecedeu a entrada do aluno no curso a distância. Esses resultados indicam que os entrevistados consideram que estas variáveis influenciam negativamente no aprendizado de matemática na EaD.

Os entrevistados retornaram que a carência de conhecimentos de matemática do ensino básico (item 1) dificultou bastante o aprendizado nas disciplinas de matemática na graduação EaD. Esse resultado já era esperado, independente da modalidade de ensino do curso de graduação. Dados do Fórum Econômico Mundial (2016) mostram que entre 139 países, o Brasil ficou apenas em 133º lugar quando avaliada a qualidade da educação em Matemática e em Ciências na educação básica.

Por sua vez, o item 2 foi estimado pelos alunos com o D mais negativo de todos os itens do questionário, o que significa dizer que o intervalo de tempo sem estudar (do ensino médio ao início do curso) é o fator que mais dificultou o aprendizado de matemática na graduação EaD.

A Associação Brasileira de Educação a Distância (2017) afirma que a grande parte do público-alvo dos cursos a distância regulamentados está na faixa etária de 26 a 30 anos (29 %) e de 31 a 40 anos (37 %), o que corrobora com a indicação de que a forte interferência do item 2 na aprendizagem de matemática é típica da modalidade a distância. De fato, nos cursos pesquisados aqui, a média de idade dos discentes foi de 27,9 anos, o que está de acordo com os dados da literatura.

A ausência de cursos de aperfeiçoamento/reciclagem foi estimada com um D mais negativo que o fator ligado à falta de conhecimentos prévios ($D_3=-1,27$ contra $D_1=-0,98$). Esse

resultado pode indicar que embora haja problemas na Educação Matemática no nosso país, esse público-alvo se mostra disposto a aprender e a reciclar conceitos matemáticos na tentativa de aumentar as possibilidades de sucesso na graduação. Nesse sentido, é justificável que os agentes que administram a EaD possam oferecer/ampliar possibilidades/programas de treinamentos significativos como, por exemplo, cursos de acesso livre com o uso da própria EaD *via* internet.

Tabela 1 - Descrição dos itens do questionário aplicado e estimação do parâmetro D para cada item, a partir do modelo de Rasch dicotômico.

A quais dos fatores elencados a seguir você atribui interferência no seu aprendizado na disciplina de matemática no seu curso de graduação a distância?		
# Item	Descrição do Item	D
1	À falta de conhecimentos de matemática do ensino básico (necessários para entender os conteúdos propostos na disciplina);	- 0,98
2	Ao Tempo que fiquei sem estudar (do ensino médio ao início do curso);	- 1,87
3	À falta de cursos de capacitação/reciclagem e (ou) aperfeiçoamento em matemática após o ensino médio;	- 1,27
4	Ao tempo insuficiente para estudar a disciplina (dia-a-dia corrido devido ao trabalho, à família, às outras disciplinas, a outro(s) curso(s), etc.);	- 1,72
5	À pouca quantidade de acesso à página da disciplina no AVA;	+ 0,20
6	À indisponibilidade do AVA na internet (ambiente virtual fora do ar, problemas técnicos do servidor de internet).	+ 0,72
7	Aos conhecimentos limitados sobre informática e internet (utilização dos recursos computacionais disponíveis);	+ 2,72
8	Ao despreparo do professor para ministrar a disciplina;	+ 2,49
9	À apostila ser inadequada ao público-alvo (linguagem difícil para que o aluno busque o entendimento dos conteúdos de forma autossuficiente);	- 0,78
10	Ao teor dos materiais midiáticos preparados pelo professor. Na sua maioria, não facilitavam o entendimento dos conteúdos propostos na ementa;	+ 0,44
11	À falta de uma maior quantidade de material didático/midiático na disciplina;	- 0,29
12	À falta de um tutor PRESENCIAL no polo, da área de matemática, que pudesse sanar as dúvidas presencialmente, em horários pré-definidos.	- 1,40
13	À falta de um tutor ON LINE, da área de matemática, que pudesse sanar as dúvidas presencialmente, em horários pré-definidos;	- 0,58
14	À dificuldade de interpretação dos exercícios aplicados.	- 0,03

Fonte: próprio autor.

Ainda baseado nos dados apresentados pelo Censo EaD.Br (2017), outro ponto que pode interferir negativamente no aprendizado dos discentes na EaD é a dificuldade em conciliar o curso com o trabalho: uma grande porcentagem dos alunos da EaD estudam e trabalham e a maior parcela desses é observada nos cursos totalmente a distância (em detrimento dos cursos semipresenciais e presenciais). Esse ponto foi fortemente levantado neste trabalho, como o segundo maior nível de interferência no aprendizado em matemática ($D_4=-1,72$, com relação aos demais fatores), em concordância com o que foi verificado na pesquisa anterior de uma forma geral. Além disso, a faixa-etária dos entrevistados está inserida na faixa-etária da população brasileira economicamente ativa (população empregada ou que possui condições de trabalhar), o que reforça a justificativa apresentada. A descrição do item 4 no questionário também levou em conta a responsabilidade familiar e a conciliação com outras disciplinas (e até mesmo com outros cursos), pelo entendimento de que essas condições também podem fazer parte do dia-a-dia do aluno da EaD e, conseqüentemente, dificultar o equacionamento do tempo disponível para se dedicar à disciplina (embora a influência dessas variáveis pessoais tenham sido pouco estudadas na literatura).

Já a pouca quantidade de acessos ao ambiente de aprendizagem (item 5) foi estimada com um valor $D_5=+0,20$. Esse resultado sugere que grande parte dos entrevistados acessava o AVA regularmente e acompanhava a execução da disciplina. Em adição, esse fator se mostrou com um nível de interferência muito menor do que os observados para as variáveis discutidas previamente. Esse comportamento recebe influência positiva da disponibilidade regular do AVA na internet durante a disciplina: poucos problemas técnicos foram detectados no servidor de internet, o que levou a indisponibilidade de acesso ter pouca influência no insucesso do aprendizado ($D_6=+0,72$). Caso contrário, esse fator poderia desestimular o acesso dos alunos à página da disciplina e conseqüentemente prejudicar o suporte à aprendizagem no AVA, minimizando a utilização de recursos e ferramentas e a interação entre os agentes, como descrito por Pereira, Schmitt e Dias (2007).

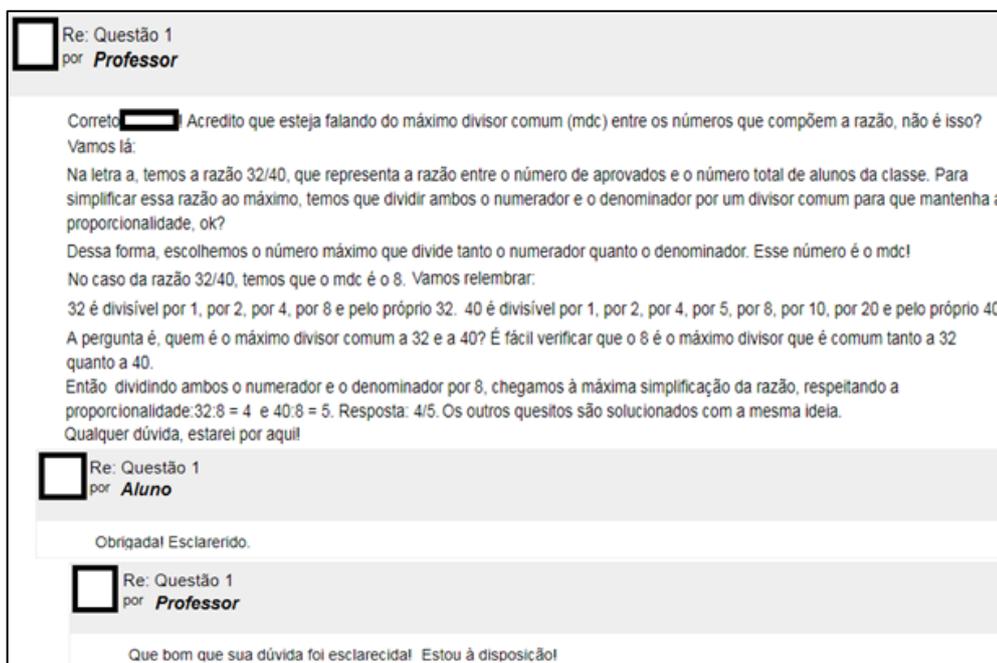
Quando perguntados se a aprendizagem dependeu da limitação de conhecimentos de informática e internet (ABBAD; ZERBINI; SOUZA, 2010), todos os ID's responderam que não. Por esse motivo, esse fator foi considerado como o que menos dificulta o ensino-aprendizagem, relativo a todos os demais itens ($D_7=+2,72$). Analisando de forma conjunta os resultados desses três últimos quesitos, os alunos quiseram externar que as dificuldades de

aprendizagem estão dissociadas dos fatores técnicos relativos ao acesso ao AVA e à utilização de seus recursos e destacam que a possibilidade de insucesso recebe uma influência muito maior dos outros fatores elencados.

Diversas ações podem estar ligadas à falta de preparo do professor para ministrar um curso a distância tais como a falta de familiaridade e habilidade com os recursos do ambiente virtual, ausência (ou envio tardio) de *feedback* aos alunos, linguagem inadequada ao público-alvo, a quantidade de atividades propostas e a própria exploração dos recursos midiáticos disponíveis.

Por outro lado, quando perguntados se houve despreparo do professor para ministrar a disciplina, apenas um aluno respondeu que não e, por esse motivo, o item relativo a esse fator recebeu uma pontuação $D_8=+2,49$ (segundo maior nível de dificuldade). Isto significa dizer que esta variável contribui muito pouco para o insucesso dos alunos, quando comparada com as outras variáveis elencadas no estudo. Este resultado pode estar ligado à busca do professor por formas alternativas de ensinar que facilitassem o aprendizado e à constante associação entre teoria e prática nos materiais produzidos. Em adição, a média de intervalo de tempo entre a postagem de uma dúvida e o *feedback* ao aluno foi de 28,5 horas. O professor também usou uma linguagem simples, com o máximo de detalhes nas respostas (exemplificado na Figura 1) e estimulou os discentes a apresentarem soluções detalhadas dos exercícios propostos.

Figura 1. Exemplo de resposta do professor a uma dúvida de um aluno sobre razões, postada no AVA da disciplina de Matemática para Administradores, no curso de Administração Pública.



Fonte: próprio autor.

Também se buscou utilizar expressões escritas mais próximas da língua falada, que remetiam a uma maior aproximação e interação do docente com o aluno e entre os alunos, para que estes últimos se percebessem incluídos no processo e, conseqüentemente, para que a influência da ausência física do professor fosse minimizada.

Essas ações corroboram com a pesquisa de Dennen, Aubteen e Smith (2007) que concluiu que, na percepção dos discentes, o *feedback* rápido, detalhado e direcionado do professor ao aluno é uma das ações mais importantes de interação no AVA.

Outro fator ligado ao planejamento do professor é o *layout* da disciplina no AVA. Os conteúdos das disciplinas de matemática foram separados por Unidades e a apresentação de cada uma delas foi personalizada com ilustrações de aplicações diretas na área de atuação. A Figura 2 mostra o *layout* da Unidade I, ilustrando o conteúdo de “Noções de Conjuntos e Conjuntos Numéricos” trabalhado no curso de Ciências Biológicas, relacionando-o com a taxonomia dos seres vivos e o ecossistema terrestre. Esta relação também foi demonstrada nos exercícios aplicados.

Figura 2. Apresentação da Unidade I da disciplina de Matemática Aplicada à Biologia no AVA.

UNIDADE I - NOÇÕES DE CONJUNTOS E CONJUNTOS NUMÉRICOS



Fonte: <http://queconceito.com.br/ecossistema-terrestre>.

Embora seja notável o planejamento do professor para ministrar as disciplinas, a adoção de apostila de domínio público (utilizada nos mesmos cursos ofertados anteriormente) não foi a melhor escolha. O valor de D estimado para a utilização dessa apostila na disciplina foi de $D_9 = -0,78$ (item 9). Embora o material fosse destinado às disciplinas de matemática aplicada, o teor do conteúdo era predominante teórico com poucas aplicações por capítulo (considerando uma apostila destinada à matemática aplicada), o que levou a este nível de interferência no aprendizado. Uma vez que o aluno da EaD necessita apoiar-se em suas habilidades metacognitivas para adquirir conhecimento, o livro base de um curso que não oferece um texto significativo para o que se propõe pode acentuar a dificuldade de aprendizagem (DENNEN; AUBTEEN; SMITH, 2007).

Dessa forma, buscou-se agregar à apostila uma variedade de materiais e recursos no AVA tais listas de exercícios aplicados com *links* externos para a busca de informações para solucionar a questão, vídeos explicativos do conteúdo, fóruns de dúvidas, utilização da ferramenta wiki e de elaboração de questionários de múltipla escolha com *feedback* predefinido, o que justifica o nível $D_{10} = +0,44$ para o teor dos materiais midiáticos preparados pelo professor. Por outro lado, 31 % dos entrevistados atribuíram interferência da falta de uma maior quantidade desses materiais didáticos ao longo da disciplina. Esse item recebeu pontuação $D_{11} = -0,29$. De fato, embora o professor tenha utilizado diversos recursos disponíveis no AVA, o valor negativo neste item pode estar ligado à pouca quantidade de ações por recurso utilizado.

Como afirma Abbad, Zerbini e Souza (2010), a motivação e a disciplina dos alunos na EaD estão diretamente relacionadas à qualidade dos materiais e às adequadas condições de

aprendizagem ofertadas pelo professor. Outros autores também destacam que essas ações no ensino superior na modalidade EaD estão intimamente ligadas com um planejamento prévio personalizado que tem a preocupação de incorporar situações didáticas direcionadas ao público-alvo, o que caracteriza o preparo do professor para atuar nessas condições de ensino (PAVANELO; KRASILCHIK; GERMANO, 2018).

Com relação aos itens 12 e 13, que perguntavam sobre a disponibilidade de tutores presenciais e online da área de matemática para auxiliá-los durante a execução da disciplina, os valores estimados de D foram $D_{12}=-1,4$ e $D_{13}=-0,58$, respectivamente. A título de conhecimento, os tutores (tanto presenciais nos polos de atuação quanto *online* no AVA) foram contratados para atuarem durante todo o curso de graduação e suas áreas de formação eram correlatas aos cursos ofertados (Administração e Biologia). Este resultado indica que, na opinião dos alunos, a ausência de instrutores especializados em matemática foi um dos fatores que mais influenciou negativamente no ensino-aprendizagem. De fato, o grau de interatividade entre alunos e tutores no AVA está diretamente relacionado à melhoria na aprendizagem (BERNARD; BRAUER; ABRAMI; SURKES, 2004).

Dennen, Aubteen e Smith (2007) também destacam que a interação entre instrutor e aprendiz é um ponto extremamente importante para a aprendizagem em qualquer modalidade de ensino. Particularmente na EaD *via* AVA, essa interação foi considerada a mais importante no que diz respeito às percepções dos alunos sobre o aprendizado, dada a distância física entre eles e o aprendizado mediado por tecnologias computacionais (MARKS; SIBLEY; ARBAUGH, 2005). O *feedback* às dúvidas dos alunos nos fóruns de discussão (quando solicitados), a participação proativa a partir da descrição de exemplos significativos e as orientações sobre os procedimentos da disciplina dados em tempo hábil são ações que elevam a qualidade da interação instrutor/aprendiz e, conseqüentemente, da aprendizagem. Por outro lado, a discussão de assuntos de caráter administrativo não é levada em consideração para a qualidade dessa interação quando se tem um canal de comunicação explícito, ativo e direto entre estudante e administração/coordenação do curso (DENNEN; AUBTEEN; SMITH, 2007).

De certa forma, pouco se confirmou a interação dos tutores com os alunos nos fóruns destinados para tirar-lhes dúvidas relativas aos conteúdos de matemática. Provavelmente, nem os próprios tutores estavam seguros naquele momento com os conteúdos matemáticos devido a muitos dos fatores elencados aqui, como por exemplo, a falta de conhecimento prévio ao nível

da disciplina e ao longo intervalo de tempo sem estudar matemática. Essa questão acende a discussão sobre a necessidade dos cursos tecnológicos e de outras licenciaturas à distância, que tenham matemática em suas grades curriculares, em ofertar treinamento prévio aos seus instrutores e (ou) utilizar suporte técnico de profissionais especializados na área.

Também é possível observar que o nível de interferência da ausência de um tutor presencial especializado foi estimado como aproximadamente o triplo do nível calculado para a falta de tutores *online*. Essa análise evidencia que situações como a separação física entre tutores e alunos e a falta de assistência do tutor às demandas apresentadas pelos alunos ainda são vistas como entraves para o aprendizado em matemática, embora seja indicado que o aluno dessa modalidade busque o autoconhecimento a partir da utilização dos recursos didáticos/midiáticos e orientações disponíveis no AVA.

Porém, a exploração adequada dos recursos do AVA não é garantia de aprendizado na disciplina, uma vez que o entendimento dos conteúdos matemáticos depende fortemente de fatores pessoais como o conhecimento prévio de matemática básica, o intervalo de tempo do ensino médio ao início da graduação e da participação em cursos de atualização após o ensino médio, como confirmado nos itens de 1 a 3.

Nesse contexto, a dificuldade de interpretação dos exercícios propostos se mostrou com um nível de dificuldade no meio termo ($D_{14} = -0,03$) entre os elencados com maior e menor influência sobre o aprendizado. As boas condições didáticas/ midiáticas oferecidas pelo professor, como verificado na visão dos alunos, levam a entender que essa auto avaliação tem sua maior parcela de contribuição originada no ensino básico, onde muitos estudantes são detectados com deficiência de interpretação de textos e reconhecem esse fato.

De forma resumida, a inobservância de ações favoráveis à aprendizagem na EaD *via* AVA interfere diretamente na adaptação dos alunos a esta modalidade de ensino. Faz-se também necessário trabalhar a conscientização dos agentes envolvidos de que existe uma mudança no papel do professor e do próprio aluno na EaD, com vistas a minimizar a herança da presença física do professor/instrutor e, conseqüentemente, tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fatores que interferem no ensino-aprendizagem de matemática nos cursos de graduação a distância foram elencados e posteriormente classificados em níveis através do modelo de Rasch dicotômico. Dada a faixa etária dos discentes, os fatores pessoais como a falta de conhecimentos básicos na disciplina, o intervalo de tempo sem estudar matemática do ensino médio ao curso de graduação e a falta de tempo para se dedicar aos estudos foram considerados como os que mais interferiram negativamente no aprendizado. A falta de tutores com formação especializada em matemática também se mostrou bastante relevante para o processo.

Por outro lado, poucos problemas técnicos de acesso ao AVA, a afinidade dos alunos com recursos de informática e internet, o planejamento/preparo do professor e a qualidade de recursos e materiais midiáticos disponíveis (embora alguns alunos tenham considerado insuficientes) se mostraram como variáveis decisivas para a melhoria do ensino-aprendizagem de matemática nas graduações EaD *via* AVA.

Em adição, os resultados obtidos com esta pesquisa levantam a possibilidade de se investigar diversos outros aspectos ligados ao processo ensino-aprendizagem de matemática (e de outras disciplinas) na EaD, como a avaliação da qualidade da formação continuada do professor/tutor para atuar nesta modalidade de ensino e o diagnóstico das dificuldades de atuação desses agentes, na visão deles.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha esposa Amara e ao meu filho Cauã pela paciência e colaboração durante o período de levantamento dos dados e análise dos resultados desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABBAD, Gardênia da Silva; ZERBINI, Thaís; SOUZA, Daniela Borges Lima de. Panorama das pesquisas em educação a distância no Brasil. **Estudos de Psicologia**, v. 15, n. 3, p. 291-298, 2010. Disponível em: doi.org/10.1590/S1413-294X2010000300009. Acesso em: 18 jul. 2019.

ACHARYA, Bed Raj. Factors Affecting Difficulties in Learning Mathematics by Mathematics Learners. **International Journal of Elementary Education**, v. 6, n. 2, p. 8-15, 2017. Disponível em: doi.org/10.11648/j.ijeeedu.20170602.11. Acesso em: 18 jul. 2019.

Associação Brasileira de Educação a Distância - ABED. **CENSO EAD.BR**: relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2016. Curitiba: InterSaberes, 2017. Disponível em: http://abed.org.br/censoead2016/Censo_EAD_2016_portugues.pdf. Acesso em: 17 jul. 2018.

BALBONI, Giulia; PERRUCCI, Vittore; CACCIAMANI, Stefano; ZUMBO, Bruno Domenico. Development of a scale of Sense of Community in university online courses. **Distance Education**, v. 39, n. 3, p. 317-333, 2018. Disponível em: doi.org/10.1080/01587919.2018.1476843. Acesso em: 18 jul. 2019.

BELLONI, Maria Luiza. **Educação a Distância**. Campinas: Autores Associados, 2009.

BERNARD, Robert; BRAUER, Aaron; ABRAMI, Philip; SURKES, Mike. The development of a questionnaire for predicting online learning achievement. **Distance Education**, v. 25, n. 1, p. 31-47, 2004. Disponível em: doi.org/10.1080/0158791042000212440. Acesso em: 18 jul. 2019.

CABANHA, Daiane dos Santos Corrêa; SCHERER, Suely. Licenciatura em Matemática na Modalidade EaD: um estudo sobre o uso de *softwares* no Estágio Supervisionado. **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, v. 13, p. 248-257, 2014. Disponível em: doi.org/10.17143/rbaad.v13i0.258. Acesso em: 18 jul. 2019.

CALDEIRA, Rutyale Ribeiro; BRASIL, Marco Antônio. Modelagem Tecnomatemática em Cursos de Engenharia: possibilidades para o rompimento da encapsulação das disciplinas de Cálculo. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 40., 2012, Belém-PA. **Anais[...]**. Brasília: ABENGE, 2012. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/7/artigos/104517.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2019.

CALLINGHAM, Rosemary; BOND, Trevor. Research in mathematics education and Rasch measurement. **Mathematic Education Research Journal**, v. 18, n. 2, p. 1-10, 2006. Disponível em: doi.org/10.1007%2FBF03217432. Acesso em: 18 jul. 2019.

CAVALCANTI, José Roberto de Souza; COSTA, Anna Lúcia miranda; MARINHO, Manoel Henrique da Nobrega; ARAUJO, Rafael Assis Rodrigues de; MUNIZ, Débora Vieira; SANTOS, Fabiane Andrade dos. Análise da Importância do Curso de Matemática Básica para o Desempenho dos Alunos Ingressantes na Universidade: estudo de caso da planilha de monitoramento acadêmico. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE “Inovação no Ensino/Aprendizagem em Engenharia”, 45., 2017, Joinville-SC. **Anais[...]**. Brasília: ABENGE, 2017. Disponível em: http://abenge.org.br/sis_submetidos.php?acao=abrir&evento=COBENGE17&codigo=COBENGE17_00002_00000164.pdf. Acesso em: 18 jul. 2018.

DENNEN, Vanessa Paz; AUBTEEN DARABI, A.; SMITH, Linda Jane. Instructor–Learner Interaction in Online Courses: The relative perceived importance of particular instructor actions on performance and satisfaction. **Distance Education**, v. 28, n. 1, p. 65-79, 2007. Disponível em: doi.org/10.1080/01587910701305319. Acesso em: 18 jul. 2019.

DUTRA, Débora Santos de Andrade; VIANA, Marger da Conceição Ventura. Resolução de Problemas Matemáticos em Ambientes Virtuais de Aprendizagem: possibilidade na educação

a distância. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 7, n. 2, p. 241-262, 2013. Disponível em: doi.org/10.14244/19827199760. Acesso em: 18 jul. 2019.

FERRUZZI, Elaine Cristina; ALMEIDA, Lourdes Maria Werle. Modelagem matemática no ensino de matemática para engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 1, p. 153-172, 2013. Disponível em: doi.org/10.3895/S1982-873X2013000100010. Acesso em: 18 jul. 2019.

FLORES, Jeronimo Becker. Ler e Escrever Matemática: desafios para o ensino de matemática na modalidade a distância. **Revista eletrônica de Educação**, v. 7, n. 1, p. 383-394, 2013. Disponível em: doi.org/10.14244/19827199328. Acesso em: 18 jul. 2019.

FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL; CORNELL UNIVERSITY, INSEAD. **Global Information Technology Report 2016**. BALLER, Silja; DUTTA, Soumitra; LANVIN, Bruno (Eds.). Genebra: World Economic Forum, 2016. Disponível em: <http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/>. Acesso em: 18 jul. 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

MALTA, Iaci. Linguagem, Leitura e Matemática. In: CURY, Helena Noronha (Org.). **Disciplinas Matemáticas em Cursos Superiores: reflexões, relatos, propostas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004, p. 41-62.

MARKS, Ronald; SIBLEY, Stanley; ARBAUGH, John Benard. A structural equation model of predictors for effective online learning. **Journal of Management Education**, v. 29, n. 4, p. 531-563, 2005. Disponível em: doi.org/10.1177/1052562904271199. Acesso em: 18 jul. 2019.

MASOLA, Wilson de Jesus; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. Dificuldades de Aprendizagem Matemática dos Alunos Ingressantes na Educação Superior. **Revista Brasileira de Ensino Superior**, v. 2, n. 1, p. 64-74, 2016. Disponível em: doi.org/10.18256/2447-3944/rebes.v2n1p64-74. Acesso em: 18 jul. 2019.

MEYER, Patrick. **Applied Measurement with jMetrik**. Abingdon: Routledge, 2014.

MOREIRA, Marco Antônio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Universidade de Brasília, 2006.

OLIVEIRA, Paulo Cristiano de; ACIOLY, Patricia Lovatel; LUZ FILHO, Silvio Serafim; NAKAYAMA, Marina Keiko. Educação a Distância em um Curso de Nutrição Presencial: avaliação dos discentes de introdução à genética e de saúde pública. **EAD em Foco**, v. 4, n. 1, p. 61-76, 2014. Disponível em: doi.org/10.18264/eadf.v4i1.178. Acesso em: 18 jul. 2019.

PAVANELO, Elisângela; KRASILCHIK, Myriam; GERMANO, José Silvério Edmundo. Contribuições para Preparação do Professor na Educação a Distância. **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, v. 17, n. 1, p. 1-26, 2018. doi.org/10.17143/rbaad.v17i1.72

PEREIRA, Alice Theresinha Cybis; SCHMITT, Valdenise; DIAS, Maria Regina Álvares Correia. Ambientes Virtuais de Aprendizagem. In: Alice Theresinha Cybis Pereira (Org.). **Ambientes Virtuais de Aprendizagem em Diferentes Contextos**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2007, p. 2-22.

RASCH, Georg. Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests. Chicago: The University of Chicago Press, 1980.

SANTOS, Rosana Nunes dos; NICOLETT, Aparecido Sirley. Disciplinas Matemáticas em Cursos Superiores de Engenharia da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da PUC/SP. **Ensino da Matemática em Debate**, v. 2, n. 2, 2015. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emd/article/view/26216>. Acesso em: 18 jul. 2019.

SEBASTIÃO, Ana Paula Ferreira. A Utilização do Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle em Uma Instituição de Ensino Superior Pública. **Revista Profissão Docente**, v. 15, n. 32, p. 131-139, 2015. Disponível em: <http://www.revistas.uniube.br/index.php/rpd/article/view/838/1135>. Acesso em: 18 jul. 2019.

SILVA FILHO, Manoel Pereira. **Análise da relação entre formação inicial e proficiência de professores de matemática em equações literais de 1º grau: um estudo de caso utilizando o modelo de Rasch Dicotômico**. 2014. 93 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro-BA, 2014.

TEIXEIRA, Katiuscia Costa Barros; PEREIRA, A. C. C. Os Conhecimentos Prévios de Matemática Trazidos pelos Alunos Ingressantes nos Cursos de Engenharias da UNIFOR: atual cenário. **XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE**. 2012. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/7/artigos/104080.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2019.

Recebido: 07/10/2018

1ª Revisão: 22/01/2019

Aceite final: 23/07/2019