

APLICAÇÃO DO MÉTODO EVAMIX DE ANÁLISE DECISÓRIA MULTICRITÉRIO NA AVALIAÇÃO DE ATIVIDADES DE SIMULAÇÃO EMPRESARIAL

*APPLICATION OF THE EVAMIX METHOD OF MULTICRITERIA DECISION ANALYSIS IN THE
EVALUATION OF BUSINESS SIMULATION ACTIVITIES*

Douglas Heinz
Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí – Unidavi
dh@unidavi.edu.br

Nelson Hein
Universidade Regional de Blumenau - FURB
hein@furb.br

Juciele Marta Baldissarelli
Universidade Alto Vale do Rio do Peixe - Uniarp
jucielemarta_baldissarelli@hotmail.com

Larissa Kvitko
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA.
kvitko.la@hotmail.com

Aprovado em 06/2022

Resumo

Uma das aplicações da aprendizagem baseada em jogos (Game-based Learning ou GBL) no ensino de Administração é a utilização de simuladores empresariais. Dentre os principais debates sobre questões didáticas e pedagógicas desta prática está a avaliação do desempenho dos estudantes. Defende-se, na literatura científica acerca do tema, que devem ser adotados vários critérios para apurar os resultados de atividades de simulação. Alinhando-se a esta perspectiva, o presente estudo objetiva analisar a adequação do método EVAMIX de análise decisória multicritério para avaliação do desempenho em dinâmicas de simulação empresarial, utilizando o caso de uma turma do último ano do curso de Administração de uma Instituição de Ensino Superior brasileira. O método foi escolhido porque se destaca de outros ao permitir a inclusão de critérios qualitativos na análise. Trata-se de uma pesquisa descritiva que utiliza análise quantitativa de dados. Os resultados obtidos apontam que a adoção da Análise Decisória Multicritério como instrumento de avaliação mostrou-se superior a uma abordagem de critério único, e que o método EVAMIX, por permitir o uso de variáveis qualitativas (ordinais), adequou-se muito bem à tarefa, aproximando a avaliação de desempenho dos participantes em uma simulação das condições reais da atividade profissional de um administrador.

Palavras-Chave: Game-based Learning, Simulação Empresarial, Análise Decisória Multicritério, EVAMIX,

<http://periodicos.unifacef.com.br/index.php/rea>

Abstract

The use of business simulators is a form of Game-based Learning (GBL) used in teaching business. Among the debates on didactic and pedagogical issues of this practice is the assessment on student performance. It is argued, in the scientific literature on the subject, that several criteria must be adopted to ascertain the results of simulation activities. Within this perspective, this study aims to analyze the adequacy of the EVAMIX method of multicriteria decision analysis for performance evaluation in business simulation dynamics, using the case of senior students from the Business Administration course at a Higher Education Institution in Brazil. It is a descriptive research that uses quantitative data analysis. The results obtained show that the adoption of Multicriteria Decision Analysis as an assessment tool proved to be superior to a single criterion approach, and that the EVAMIX method, which allows the use of qualitative (ordinal) variables, was very well suited to the task, approaching the performance evaluation in a simulation of the real conditions of the professional administrator duties, where some aspects, such as those involving behavioral and attitudinal characteristics of individuals, cannot always be treated based only on quantitative criteria.

Keywords: teaching method; simulation game; educational technology

1. INTRODUÇÃO

Jogos e simulações fornecem um ambiente estruturado para aprender problemas complexos (DOYLE; BROWN, 2000) sendo cada vez mais sendo usados na academia para encorajar o desenvolvimento de habilidades empreendedoras como tomada de decisões, gerenciamento de riscos, resolução de problemas, comunicação e trabalho em equipe (COSTIN; O'BRIEN; SLATERRY, 2018). Eles motivam, engajam e promovem objetivos de aprendizagem eficazes, oferecendo oportunidades para os alunos experimentarem, praticarem, interagirem e refletirem ativamente em um ambiente colaborativo, baseado em jogos e centrado no aluno (VLACHOPOULOS; MAKRI, 2017). Os participantes desenvolvem habilidades de pensamento crítico que os preparam melhor para planejar estratégias futuras, aprendem a aplicar as teorias e modelos explorados em sala de aula (DOYLE; BROWN, 2000) e são encorajados a entrar em contato com outros membros da equipe, discutir e negociar etapas subsequentes, melhorando assim, entre outras coisas, suas habilidades sociais (PIVEC; DZIABENKO; SCHINNERL, 2003).

No ensino de administração, o uso de simulação de empresas pode contribuir para visualizar as melhores soluções num ambiente de complexidade e promover aperfeiçoamentos no processo de formação de futuros profissionais na área de administração (BUTZKE; ALBERTON, 2017), porém ainda há relativa falta de progresso na avaliação da simulação devido às dificuldades inerentes à criação de uma metodologia aceitável (FEINSTEIN; CANNON, 2002). Um agravante deste cenário é que a avaliação de desempenho é especialmente complicada quando vários critérios de avaliação conflitantes devem ser considerados ao mesmo tempo, como no caso de resultados de competições de simulação de negócios usados em programas de educação e treinamento em administração (KOLTAI et al., 2017).

Uma alternativa para superar esta deficiência pode estar na utilização e técnicas de Análise Decisória Multicritério, pois como recomendam Schriesheim e Yaney (1975), para garantir acurácia na avaliação em um jogo de empresas, o critério usado deve ser multidimensional. Já existem, na literatura científica, tentativas de utilizar métodos de análise multicritério, como a Análise Envolvória de Dados (*DEA - Data envelopmentanalysis*), para avaliação de desempenho de participantes de jogos de empresa (KOLTAI et al., 2017). Todavia, de forma ideal a avaliação deveria incluir critérios quantitativos e qualitativos que indicassem quando, como e onde os alunos desenvolveram a experiência necessária (COSTIN; O'BRIEN; SLATERRY, 2018).

Assim, este estudo propõe a construção de um ranking de desempenho em uma dinâmica de simulação empresarial através da utilização do método multicritério EVAMIX (*Evaluation of Mixed Data*), escolhido justamente por permitir a utilização de dados mistos (*mixed data*), ou seja, qualitativos e quantitativos, levando vantagem sobre outras abordagens que só possibilitam trabalhar com um destes dois tipos de dados (VOOGD, 1983). Trata-se de um estudo de caso analisando uma dinâmica de simulação empresarial realizada através de software *online* em turma do último ano de graduação em Administração em uma Instituição de Ensino Superior do estado de Santa Catarina. A partir da aplicação do método EVAMIX busca-se obter um *ranking* classificando o desempenho das equipes participantes tanto em relação a critérios quantitativos resultantes da realização do jogo e obtidos através da *interface* do simulador quanto de critérios qualitativos estabelecidos pelo professor como objetos de avaliação da atividade.

Pretende-se contribuir para a ampliação do debate sobre a avaliação de desempenho do ensino em atividades de simulação empresarial, um campo científico muito extenso e que requer mais investigação, pois não há atualmente nenhuma estrutura política formal ou diretrizes recomendadas por governos ou instituições educacionais sobre a adoção de jogos e simulações na educação (VLACHOPOULOS; MAKRI, 2017). Além disso, ainda há poucos conteúdos científicos com evidências empíricas sobre o uso de jogos digitais na área de negócios com relação a resultados positivos de aprendizagem e engajamento (FU; HAINEY; BAXTER, 2016).

O conteúdo a seguir está organizado da seguinte forma: após a introdução apresenta-se a fundamentação teórica do estudo, que aborda a aprendizagem baseada em jogos (*Game-based Learning*) e o uso de atividades de simulação no ensino de administração, em seguida estão os procedimentos metodológicos utilizados, a análise de dados, a interpretação e discussão dos resultados as considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o objetivo de fundamentar o estudo proposto, busca-se o aporte teórico nos seguintes temas centrais: aprendizagem baseada em jogos (*Game-based Learning*) e a aplicação e avaliação de atividades de simulação no ensino de administração.

2.1 Aprendizagem Baseada em Jogos (*Game-based Learning*)

A aprendizagem baseada em jogos (*Game-based Learning* ou GBL) pode ser entendida como um ambiente de competição dotado de conteúdo apto a melhorar a aquisição de conhecimentos e habilidades, com atividades que envolvem problemas e desafios capazes de proporcionar aos jogadores um senso de realização (QIAN; CLARCK, 2016). Sua aplicação alcança várias áreas, desde como executar tarefas (pilotagem de avião, jogos de guerra e outros) até abordagens mais específicas relacionadas a níveis profundos de aprendizagem, como obter informações de várias fontes para a tomada de decisões rápidas, criação de estratégias para superar dificuldades e compreensão de sistemas complexos através de experimentação (PRENSKY, 2003). Através da GBL é possível representar um ambiente, sistema ou processo complexo que é intrinsecamente relevante para o aprendiz, que ele reconhece como sendo relevante para sua vocação ou aspirações de carreira (CORTI, 2006).

Dentre as explicações para o crescente interesse em GBL estão as mudanças em curso nos modelos didáticos que cada vez mais se voltam para modelos ativos que preconizam a aprendizagem centrada no aluno, o surgimento de evidências empíricas que atestam a efetividade de jogos na aprendizagem e entendimento de questões complexas e o interesse dos profissionais de treinamento na intensidade de envolvimento e engajamento que os jogos são capazes de promover (GARIS; AHLERS; DRISKELL, 2002). Além disso, as características motivacionais dos jogos e a crença que eles são capazes de desenvolver habilidades úteis têm levado a um otimismo quanto a sua usabilidade como método de ensino (CONNOLLY et al., 2012). Outra vantagem é a possibilidade de desenvolver tarefas e situações experienciais que seriam inviáveis de outra forma, por motivos de custos, tempo, logística e/ou segurança (CORTI, 2006).

A natureza dinâmica da GBL tem levado a utilização de diferentes termos para representar o campo de estudo, dentre os quais pode-se destacar: jogos educacionais, jogos online, jogos sérios, simulações, *e-learning* e *edutainment* (FREITAS, 2006; SUSI; JOHANNESSON; BACKLUND, 2007). Jogos educacionais, de forma geral, são aplicações que utilizam características dos jogos de vídeo e computador para criar experiências de aprendizagem envolventes e imersivas para entregar objetivos, resultados e experiências de aprendizagem especificados, enquanto jogos online permitem a participação de múltiplos jogadores simultaneamente, através de redes como a internet (FREITAS, 2006). *E-learning* é um conceito geral que se refere à aprendizagem baseada em computadores, e *edutainment* (educação através de entretenimento), popular durante a década de 1990, refere-se a qualquer tipo de educação que também entretém, embora seja geralmente associado a videogames com objetivos educacionais (SUSI; JOHANNESSON; BACKLUND, 2007).

Já os jogos sérios são muitas vezes tratados como sinônimos de GBL (CORTI, 2006; CONNOLLY et al., 2012). Uma forma útil de categorização e diferenciação pode ser a função primária do jogo, pois enquanto alguns originalmente possuem fins de entretenimento e acabam sendo adotados em atividades educacionais, os jogos sérios são desenvolvidos com o propósito de treinamento e mudança de comportamento na indústria, marketing, organizações não-governamentais e na educação (CONNOLLY et al., 2012).

Assim como nos jogos sérios, a literatura científica aponta alguma ambiguidade na definição do que é uma simulação, o que se deve, em parte, ao fato de que o termo pode ser aplicado a um gênero de jogo de computador e a uma ferramenta de treinamento digital. Objetivamente, jogos muitas vezes exigem suspensão de crenças por parte do usuário, enquanto simuladores modelam o mundo real, pois são ferramentas dinâmicas que buscam fidelidade, precisão e validade. Uma simulação é uma réplica da realidade, dos eventos reais, decisões, desempenho resultante e consequências das decisões tomadas dentro de um determinado contexto, permitindo aprender de forma interativa e experiencial (COSTIN; O'BRIEN; SLATERRY, 2018). Em outros termos, simulações propõem representar a realidade, enquanto jogos não (GARIS; AHLERS; DRISKELL, 2002). Considerando a centralidade do conceito de simulação para os objetivos do presente estudo, ela é discutida a parte na seção posterior.

2.2 Simulação empresarial aplicada ao ensino de Administração: utilização e avaliação

Simulações são usadas como estratégia de ensino nas universidades há décadas. Desde o início, a discussão sobre o uso, os impactos e a contribuição no ensino de administração dessa metodologia de aprendizagem ativa têm gerado estudos que demonstram a sua importância em face da evolução e das inovações das tecnologias de informação e comunicação (BUTZKE; ALBERTON, 2017; BELLOTTI et al., 2013). Elas são intervenções educacionais que criam um ambiente de apoio no qual os alunos podem adquirir conhecimento entre disciplinas tendo a oportunidade de entender melhor os conceitos teóricos, desde que sejam usadas de forma complementar a outras abordagens de ensino. Além disso, as simulações são frequentemente percebidas como ferramentas de aprendizado agradáveis, que exigem participação ativa e colaborativa e contribuem para a melhoria do pensamento crítico e do raciocínio, do pensamento metacognitivo e de ordem superior. Elas também fornecem aos alunos a oportunidade de observar os resultados de suas ações (VLACHOPOULOS; MAKRI, 2017).

Jogos e simulações no ensino promovem a criatividade entre os participantes, que desenvolvem uma visão compartilhada da sua aprendizagem, independência de tomada de decisão, atitude em relação ao risco e adaptabilidade (COSTIN; O'BRIEN; SLATERRY, 2018). A simulação ajuda os alunos a aplicar os conceitos aprendidos em sala de aula, conectando as questões teóricas a situações do mundo real, desenvolvendo suas habilidades analíticas e comparando diferentes pontos de vista, o que leva a um pensamento crítico aprimorado, já que usam a natureza interativa das simulações para desenvolver argumentos, fazer julgamentos e avaliar situações. Mais importante, as simulações encorajam os alunos a desenvolver a autoconsciência (VLACHOPOULOS; MAKRI, 2017).

Dentre os simuladores aplicados no ensino estão os multidisciplinares e os de negócios. Em uma simulação de empresa os jogadores virtualmente gerenciam uma organização com ou sem fins lucrativos e participam do trabalho em equipe em uma área de negócios. No ensino de Administração simulações são úteis para aprender

sobre as complexidades de administrar uma empresa onde a aplicação, não as definições de conceitos, funções e operações de negócios são mais importantes (COSTIN; O'BRIEN; SLATERRY, 2018; VLACHOPOULOS; MAKRI, 2017; GRECO, BALDISSIN, NONINO, 2013). A evolução do processo de ensino aprendizagem nos cursos de administração acontece quando o aluno participa efetivamente das atividades propostas pelos professores. A participação do aluno e a adoção de metodologias de ensino que possam simular a prática com o uso de novas tecnologias podem auxiliar no processo de melhoria do ensino de administração. Como base para o uso de metodologias de aprendizagem ativa no ensino de administração, o desenvolvimento e a adoção de jogos de empresas baseados em simulação têm um grande impacto na forma de ensinar e aprender nas escolas de negócios (BUTZKE; ALBERTON, 2017).

Um dos grandes desafios na utilização de simulações no ensino é a necessidade de desenvolver aplicações com capacidade de demonstrar a transferência de aprendizado, enquanto também permanecem engajados e divertidos (ARNAB et al., 2014). Por isso, um elemento vital para alcançar os objetivos de aprendizagem é a relação entre o processamento motivacional e o processamento de resultados em aplicações instrucionais on-line (VLACHOPOULOS; MAKRI, 2017), porém ainda há preocupações sobre a aprendizagem ocorrer ou não nessa abordagem (GOSEN; WASHBUSH, 2004).

Paralelamente, a presença de competitividade em simulações empresariais é uma oportunidade de aproveitar a dinâmica de ter outra pessoa tentando conseguir a mesma coisa, situação que quase sempre é benéfica para a experiência do aluno, criando uma pressão adicional análoga a uma competição mercado. Para tanto, é necessário que qualquer sistema de medição adotado seja percebido pelos participantes como justo e/ou representativo de resultados do mundo real (LEWIS; MAYLOR, 2007).

Considerando tais fatores, um modelo comum de avaliação de desempenho em simulação empresarial é a seleção de um objetivo principal que deve ser perseguido pelos participantes, como a maximização dos lucros ou do fluxo de caixa. Esta abordagem torna necessário utilizar técnicas para coletar e mensurar os resultados obtidos (BELLOTTI et al., 2013), o que é particularmente oportuno em simulações educacionais, que são fontes ricas de dados devido à sua natureza altamente interativa, baseada em um loop constante de entrada do usuário seguido de feedback (SERRANO-LAGUNA et al., 2018). Neste caso, o que ocorre é um processo de avaliação sumativa, que se dá após um período de instrução e requer um julgamento sobre o aprendizado, por exemplo, classificando ou realizando testes (BOSTON, 2002).

Outro procedimento que pode ser adotado é a definição de vários critérios de avaliação, seguida da aplicação de métodos de pontuação que transformam os dados de desempenho em uma escala comum, resultando em uma pontuação agregada calculada com a ajuda de pesos subjetivos (KOLTAI et al., 2017). Em tal abordagem, a utilização da Análise Decisória Multicritério emerge como uma alternativa interessante para avaliação de desempenho em atividades de simulação empresarial, já que o seu princípio básico é "buscar o estabelecimento de uma relação de preferências (subjetivas) entre as alternativas que estão sendo avaliadas/priorizadas/ordenadas sob

a influência de vários critérios, no processo de decisão" (GOMES; GOMES, ALMEIDA, 2002, p. 70).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa descritiva que utiliza análise quantitativa de dados do método EVAMIX de Análise Decisória Multicritério.

3.1 Apresentação do caso

O caso em análise, selecionado pelo critério de acessibilidade, é de uma turma de acadêmicos do último ano do curso de Administração em uma Instituição de Ensino Superior localizada no estado de Santa Catarina, que durante um semestre realizou atividade de simulação empresarial através de um ambiente de aprendizagem *online*. Na atividade os acadêmicos foram divididos em seis equipes, cada uma com a responsabilidade de gerenciar uma empresa do setor industrial, competindo entre si em um mesmo mercado. Cabia aos participantes gerenciar diferentes aspectos da empresa, todos relacionados a conteúdos de aprendizagem desenvolvidos durante o curso, como recursos humanos, finanças, logística, produção e marketing.

A simulação foi dividida em doze períodos (rodadas) em que os participantes dispunham de uma hora e trinta minutos para análise, planejamento e tomada de decisões sobre a empresa a partir de informações disponíveis no próprio ambiente do simulador e fontes secundárias, como manuais de apoio e boletins de informações específicas para cada rodada. Após a conclusão de cada rodada o simulador executava um algoritmo que analisava as decisões lançadas e atribuía uma demanda (venda) do produto para cada equipe. A partir desta demanda e das decisões tomadas, todos os demais parâmetros da administração da empresa eram atualizados, incluindo receitas, despesas, estoques, capacidade de produção, disponibilidade de mão-de-obra e resultados financeiros. Os relatórios gerenciais eram então atualizados para um novo período de decisões.

Adotando uma abordagem de competição, o simulador permitia criar um *ranking* das equipes a cada rodada, todavia, este *ranking* era limitado a um único critério, em uma lista de quatro disponíveis, competindo ao professor da turma selecionar aquele que julgava mais adequado aos seus objetivos de aprendizagem. Esta limitação restringia as possibilidades de uma avaliação ampla das equipes, pois ao limitar o *ranking* a um só critério, o simulador pode induzir o foco a apenas alguns elementos do jogo, em vez de promover uma visão integrada do desempenho da empresa, como preconiza o ensino de Administração. Além disso, também não estão presentes neste formato de avaliação aspectos comportamentais, de participação e interação dos integrantes de cada equipe, que também são variáveis relevantes em atividades desta natureza (PIVEC; DZIABENKO; SCHINNERL, 2003). Uma forma de superar tais deficiências pode ser a adoção de métodos de Análise Decisória Multicritério, como o EVAMIX.

3.2 Coleta de dados

Para a aplicação do método inicialmente foi necessário determinar quais dados seriam utilizados para a avaliação de desempenho da turma. Considerando-se que a simulação tinha por objetivo desenvolver aspectos técnicos, comportamentais e de relacionamento dos participantes, optou-se por utilizar dados quantitativos de indicadores gerenciais provenientes do próprio simulador, mais especificamente aqueles que poderiam ser selecionados individualmente pelo professor no ambiente de simulação como formadores do *ranking* das equipes, além de uma autoavaliação de desempenho também quantitativa realizada pelos participantes em relação a atuação dos membros da equipe e de uma avaliação qualitativa do professor sobre cada equipe. O quadro 1 detalha cada um destes critérios, incluindo a sua orientação, característica necessária para a aplicação do método EVAMIX:

Quadro 1: Critérios de avaliação

Critério	Tipo	Orientação	Forma de obtenção
[RAA] Rentabilidade do Ativo Acumulado	Quantitativo (cardinal)	Quanto maior melhor [+]	Relatório do desempenho das equipes após a última rodada da simulação no ambiente de simulação <i>online</i>
[RPL] Rentabilidade do Patrimônio Líquido Acumulado	Quantitativo (cardinal)	Quanto maior melhor [+]	Relatório do desempenho das equipes após a última rodada da simulação no ambiente de simulação <i>online</i>
[RAC] Resultado Acumulado	Quantitativo (cardinal)	Quanto maior melhor [+]	Relatório do desempenho das equipes após a última rodada da simulação no ambiente de simulação <i>online</i>
[EVA] <i>EconomicValueAdded</i> ©	Quantitativo (cardinal)	Quanto maior melhor [+]	Relatório do desempenho das equipes após a última rodada da simulação no ambiente de simulação <i>online</i>
[AAV] autoavaliação	Quantitativo (cardinal)	Quanto maior melhor [+]	Nota média da autoavaliação realizada pelo integrantes de cada equipe no final da atividade e tabulada pelo professor em planilha de controle da turma
[APR] Avaliação do professor	Qualitativo (ordinal)	Quanto maior melhor [+]	Avaliação do professor no final da atividade registrada em planilha de controle e convertida no seu valor ordinal.

Fonte: Dados da pesquisa

Em relação a avaliação do Professor (APR), ela foi realizada a partir de uma escala qualitativa, compreendendo, em ordem crescente, os seguintes conceitos para análise do desempenho de cada equipe: insatisfatória, fraca, regular, boa e excelente, correspondentes a valores ordinais pré-estabelecidos, respectivamente {1, 2, 3, 4 e 5}.

A atribuição do conceito foi realizada pelo professor a partir do seu acompanhamento das atividades das equipes, compreendendo a percepção sobre elementos como a interação dos integrantes, comportamento atitudinal pró ativo e colaborativo, envolvimento com a atividade e busca por soluções técnicas para a resolução de problemas. A tabela 1 apresenta os dados obtidos. O nome de cada equipe segue um padrão do simulador *online*, e para melhor apresentação os conceitos qualitativos já foram transformados no valor ordinal correspondente:

Tabela 1: Critérios de análise

Equipe	RAA (%)	RPL (%)	RAC (\$)	EVA (%)	AAV	APR
Alfa	69,74	104,06	776.656,00	0,99	10	3
Bravo	22,40	42,74	283.268,00	-19,04	10	4
Charlie	35,68	57,21	375.712,00	10,96	9,22	1
Delta	26,87	81,52	485.816,00	24,46	10	3
Eco	70,01	125,00	1.065.723,00	1,05	10	4
Fox	67,97	104,17	865.984,00	-2,69	8,58	3

Fonte: Dados da pesquisa

Finalmente, O método EVAMIX (VOOGD, 1983) exige o estabelecimento de pesos para cada um dos critérios, o que pode ser feito através da avaliação qualitativa dos envolvidos na decisão ou utilizando-se métodos quantitativos. Optou-se aqui por utilizara abordagem ROC (*Rank-OrderCentroid*) que assume a informação ordinal sobre os critérios para definir valores cardinais que representam a importância de cada parâmetro para a decisão. Quanto maior o posicionamento do critério, maior o seu peso (CLEMENTE et al., 2015).

Esta solução mostra-se viável porque na tabela 1 os critérios já foram organizados em ordem de importância, sendo o primeiro (RAA) aquele que originalmente gera o *ranking* final da simulação, logo, possuindo maior relevância para os participantes. Os critérios RPL, RAC e EVA também são técnicos, enquanto os dois últimos possuem características mais subjetivas, obtidos pela percepção dos participantes e do professor. Para aplicação do ROC utiliza-se a seguinte fórmula:

$$w_i^{ROC} = 1/N \sum_{j=i}^N \frac{1}{j}$$

Os pesos para cada critério obtidos com o ROC estão na tabela 2:

Tabela 2: Pesos de cada critério

RAA (%)	RPL (%)	RAC (\$)	EVA (%)	AAV	APR
40,83%	24,17%	15,83%	10,28%	6,11%	2,78%

Fonte: Cálculos dos autores

4. ANÁLISE DE DADOS

Para a aplicação do método EVAMIX exige-se, inicialmente, a normalização dos valores da matriz de decisão de forma que todos fiquem na mesma escala, evitando assim que algum critério centralize a decisão em torno dele. Como todos os critérios possuem a orientação quanto maior melhor, a normalização é dada por:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{ij}^-}{x_{ij}^+ - x_{ij}^-}$$

A matriz normalizada está na tabela 3.

Tabela 3: Matriz de decisão normalizada

Equipe	RAA (%)	RPL (%)	RAC (\$)	EVA (%)	AAV	APR
Alfa	0,99	0,75	0,63	0,46	1,00	0,67
Bravo	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
Charlie	0,28	0,18	0,12	0,69	0,45	0,00
Delta	0,09	0,47	0,26	1,00	1,00	0,67
Eco	1,00	1,00	1,00	0,46	1,00	1,00
Fox	0,96	0,75	0,74	0,38	0,00	0,67

Fonte: Dados da pesquisa

Conhecendo-se os pesos e estando disponível a matriz normalizada, calcula-se a dominância critério a critério (pares) através da diferença dos valores relativos, como demonstra a tabela 4.

Tabela 4: Dominância critério a critério

Pares	RAA (%)	RPL (%)	RAC (\$)	EVA (%)	AAV	APR
1,2	0,99	0,75	0,63	0,46	0,00	-0,33
1,3	0,72	0,57	0,51	-0,23	0,55	0,67
1,4	0,90	0,27	0,37	-0,54	0,00	0,00
1,5	-0,01	-0,25	-0,37	0,00	0,00	-0,33
1,6	0,04	0,00	-0,11	0,08	1,00	0,00
2,1	-0,99	-0,75	-0,63	-0,46	0,00	0,33
2,3	-0,28	-0,18	-0,12	-0,69	0,55	1,00
2,4	-0,09	-0,47	-0,26	-1,00	0,00	0,33
2,5	-1,00	-1,00	-1,00	-0,46	0,00	0,00
2,6	-0,96	-0,75	-0,74	-0,38	1,00	0,33
3,1	-0,72	-0,57	-0,51	0,23	-0,55	-0,67
3,2	0,28	0,18	0,12	0,69	-0,55	-1,00
3,4	0,19	-0,30	-0,14	-0,31	-0,55	-0,67
3,5	-0,72	-0,82	-0,88	0,23	-0,55	-1,00
3,6	-0,68	-0,57	-0,63	0,31	0,45	-0,67
4,1	-0,90	-0,27	-0,37	0,54	0,00	0,00
4,2	0,09	0,47	0,26	1,00	0,00	-0,33
4,3	-0,19	0,30	0,14	0,31	0,55	0,67
4,5	-0,91	-0,53	-0,74	0,54	0,00	-0,33
4,6	-0,86	-0,28	-0,49	0,62	1,00	0,00
5,1	0,01	0,25	0,37	0,00	0,00	0,33
5,2	1,00	1,00	1,00	0,46	0,00	0,00
5,3	0,72	0,82	0,88	-0,23	0,55	1,00
5,4	0,91	0,53	0,74	-0,54	0,00	0,33
5,6	0,04	0,25	0,26	0,09	1,00	0,33
6,1	-0,04	0,00	0,11	-0,08	-1,00	0,00
6,2	0,96	0,75	0,74	0,38	-1,00	-0,33
6,3	0,68	0,57	0,63	-0,31	-0,45	0,67
6,4	0,86	0,28	0,49	-0,62	-1,00	0,00
6,5	-0,04	-0,25	-0,26	-0,09	-1,00	-0,33

Fonte: dados da pesquisa

Em seguida pode-se obter o cômputo das dominâncias através de:

$$\gamma_{ii'} = \left[\sum_{j \in C} \{w_j \operatorname{sgn}(r_{ij} - r_{i'j})^p\} \right]^{\frac{1}{p}}$$

$$\alpha_{ii'} = \left[\sum_{j \in O} \{w_j \operatorname{sgn}(r_{ij} - r_{i'j})^p\} \right]^{\frac{1}{p}}$$

O valor *sgn* (VOOGD, 1983) é dado por :

$$\operatorname{sgn}(r_{ij} - r_{i'j}) = \begin{cases} +1 & \text{se } r_{ij} > r_{i'j} \\ 0 & \text{se } r_{ij} = r_{i'j} \\ -1 & \text{se } r_{ij} < r_{i'j} \end{cases}$$

O resultado obtido está na tabela 5:

Tabela 5: Cômputo das dominâncias

Pares	$\gamma_{ii'}$	$\alpha_{ii'}$
1,2	0,2764239	-0,1058889
1,3	0,8801145	0,1058889
1,4	0,2624273	0,0000000
1,5	-0,2764239	-0,1058889
1,6	0,5204891	0,0000000
2,1	-0,2764239	0,1058889
2,3	0,3412633	0,1058889
2,4	-0,2764239	0,1058889
2,5	-0,2764239	0,0000000
2,6	0,3412633	0,1058889
3,1	-0,8801145	-0,1058889
3,2	-0,3412633	-0,1058889
3,4	-0,7288819	-0,1058889

3,5	-0,8801145	-0,1058889
3,6	0,3552598	-0,1058889
4,1	-0,2624273	0,0000000
4,2	0,2764239	-0,1058889
4,3	0,7288819	0,1058889
4,5	-0,2624273	-0,1058889
4,6	0,3552598	0,0000000
5,1	0,2764239	0,1058889
5,2	0,2764239	0,0000000
5,3	0,8801145	0,1058889
5,4	0,2624273	0,1058889
5,6	0,8941111	0,1058889
6,1	-0,5204891	0,0000000
6,2	-0,3412633	-0,1058889
6,3	-0,3552598	0,1058889
6,4	-0,3552598	0,0000000
6,5	-0,8941111	-0,1058889

Fonte. dados da pesquisa

O próximo passo é o cômputo dos *scores* de dominância normalizados, dados por:

$$\delta_{ii}' = \frac{\alpha_{ii}' - \alpha^-}{\alpha^+ - \alpha^-}$$

$$d_{ii}' = \frac{\gamma_{ii}' - \gamma^-}{\gamma^+ - \gamma^-}$$

A tabela 6 apresenta os valores calculados nesta etapa:

Tabela 6: Scores de dominância normalizados

Pares	d _{ij}	δ _{ij} '
1,2	0,9685714	0
1,3	0,8942857	1
1,4	0,8628571	0,5
1,5	0,0314286	0
1,6	0,5885714	0,5
2,1	0,0314286	1
2,3	0,0628571	1
2,4	0,0314286	1
2,5	0,0314286	0,5
2,6	0,0628571	1
3,1	0,1057143	0
3,2	0,9371429	0
3,4	0,4200000	0
3,5	0,1057143	0
3,6	0,1685714	0
4,1	0,1371429	0,5
4,2	0,9685714	0
4,3	0,5800000	1
4,5	0,1371429	0
4,6	0,1685714	0,5
5,1	0,9685714	1
5,2	0,9685714	0,5
5,3	0,8942857	1
5,4	0,8628571	1
5,6	1,0000000	1
6,1	0,4114286	0,5
6,2	0,9371429	0
6,3	0,8314286	1
6,4	0,8314286	0,5
6,5	0,0000000	0

Fonte: dados da pesquisa

Finalmente, para a determinação geral da dominância utiliza-se (I):

$$D_{ii'} = w_0 \delta_{ii'} + w_c d_{ii'}$$

Tabela 7: Determinação geral da dominância (I):

Pares	Dii'
1,2	0,9416667
1,3	0,8972222
1,4	0,8527778
1,5	0,0305556
1,6	0,5861111
2,1	0,0583333
2,3	0,0888889
2,4	0,0583333
2,5	0,0444444
2,6	0,0888889
3,1	0,1027778
3,2	0,9111111
3,4	0,4083333
3,5	0,1027778
3,6	0,1638889
4,1	0,1472222
4,2	0,9416667
4,3	0,5916667
4,5	0,1333333
4,6	0,1777778
5,1	0,9694444
5,2	0,9555556
5,3	0,8972222
5,4	0,8666667
5,6	1,0000000
6,1	0,4138889
6,2	0,9111111
6,3	0,8361111
6,4	0,8222222
6,5	0,0000000

Fonte: dados da pesquisa

e (II):

$$S_i = \frac{\sum_i^n D_{ii'}}{\sum_{i'}^n D_{i'i}}$$

Tabela 8: Determinação geral da dominância (II):

	1	2	3	4	5	6	Total	S
1		0,94167	0,89722	0,85278	0,03056	0,58611	3,30833	1,95567
2	0,05833		0,08889	0,05833	0,04444	0,08889	0,33889	0,07271
3	0,10278	0,91111		0,40833	0,10278	0,16389	1,68889	0,51007
4	0,14722	0,94167	0,59167		0,13333	0,17778	1,99167	0,66205
5	0,96944	0,95556	0,89722	0,86667		1,00000	4,68889	15,07143
6	0,41389	0,91111	0,83611	0,82222	0,00000		2,98333	1,47934
Total	1,69167	4,66111	3,31111	3,00833	0,31111	2,01667		

Fonte: dados da pesquisa

5. INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O valor *S* da tabela 8 é o *score* de avaliação final da opção, onde os valores, em ordem decrescente, representam a ordenação do melhor para o pior desempenho. Contextualizando os resultados para a situação-problema do estudo, pode-se, a partir deste resultado, estabelecer um *ranking* do desempenho multicritério de cada equipe na atividade de simulação empresarial realizada, como mostra a tabela 9:

Tabela 9: *Ranking*

Equipe	S
Eco	15,07143
Alfa	1,95567
Fox	1,47934
Delta	0,66205
Charlie	0,51007
Bravo	0,07271

Fonte: dados da pesquisa

Em comparação com a tabela 1, onde o indicador RAA representa o critério único sugerido pelo simulador para avaliação de desempenho, a análise multicritério categoriza de forma diferente o resultado final. Na avaliação original observa-se a presença de dois grupos distintos, ambos com três equipes cada. No primeiro estão as equipes "Eco", "Alfa" e "Fox", que tiveram resultados superiores e muito próximos na Rentabilidade do Ativo Acumulado, enquanto no segundo aparecem as equipes "Charlie", "Delta" e "Bravo", todas com resultado bem abaixo das demais. Já a partir dos resultados do método EVAMIX, a distribuição ocorre de maneira diferente, sendo a equipe "Eco" muito superior a todas as outras, as equipes "Alfa" e "Fox" em um segundo agrupamento, seguidas das equipes "Delta" e "Charlie", e por último, muito distante, a equipe "Bravo".

Analisando-se as equipes de maneira isolada no novo *ranking*, percebe-se que a única alteração em relação ao resultado original seria a inversão de posições entre as equipes Delta e Charlie. Apesar do pequeno impacto, a situação em si demonstra que a utilização da abordagem multicritério para análise de desempenho em simulação empresarial pode representar um avanço no sentido de melhor interpretar os resultados deste tipo de dinâmica acadêmica, uma vez que ao utilizar um maior número de informações acabou por influenciar o resultado final

Outro aspecto importante diz respeito a fidelidade da simulação, que para Feinstein e Cannon (2002) representa o nível de realidade que uma simulação apresenta ao aluno. A partir do uso da Análise Decisória Multicritério o professor pode avaliar os resultados e o comportamento das equipes na dinâmica de simulação em sala de aula de uma forma muito mais próxima do que os alunos de fato encontrarão no ambiente empresarial real. Afinal, se os indicadores de desempenho técnicos apresentados pelo simulador *online* retratam fidedignamente os conceitos aplicados por sócios, investidores e acionistas para avaliação organizacional, a avaliação do professor adotada complementarmente corresponde ao que seria uma avaliação do superior direto em uma empresa, levando em conta não apenas aspectos técnicos da atuação profissional mas também comportamentos e atitudes pessoais. Ainda, a inclusão da avaliação das equipes pelos alunos aproxima-se da metodologia de avaliação por competência 360º, que consiste em combinar análises, inclusive feitas por pares, com a autoavaliação do empregado (CRAIDE; ANTUNES, 2004).

A análise através do método EVAMIX possui relativa complexidade para ser desenvolvida, porém a possibilidade de utilizar variáveis qualitativas mostra-se muito atraente para que alguma questão técnica subjugue a utilidade da abordagem multicritério. Nesta linha, ainda, um fator que emerge como essencial é a formulação adequada dos pesos de cada critério, pois trata-se de elemento central do método. A opção pelo modelo ROC (*Rank-OrderCentroid*) visou evitar uma decisão subjetiva a respeito, porém outras alternativas poderiam ser consideradas e talvez pudessem ser capazes de adequar-se melhor a situação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aprendizagem baseada em jogos (*Game-based Learning* ou GBL), por ser fenômeno que só recentemente passou a receber atenção acadêmica, parece ainda apresentar inúmeros desafios para a sua consolidação teórica e prática. O estudo realizado procurou contribuir com o campo científico ao apresentar um caso empírico, buscando superar um dos principais *gaps* presentes na literatura acerca do tema: avaliar o desempenho de participantes de atividades de simulação de uma forma capaz de representar holisticamente a complexidade do ambiente real, neste caso o empresarial.

Como afirmam Lewis e Maylor (2017), a utilização de um *ranking* permite dotar atividade de simulação de competitividade, fator relevante para a experiência e motivação dos participantes, desde que os critérios sejam percebidos como justos e representativos da realidade. É neste campo que se dá a maior contribuição do estudo, pois como ficou evidenciado, a adoção da Análise Decisória Multicritério como instrumento de avaliação mostrou-se superior a uma abordagem de critério único, e o método EVAMIX, por permitir o uso de variáveis qualitativas (ordinais), adequou-se muito bem à tarefa, aproximando a avaliação de desempenho dos participantes em uma simulação das condições reais da atividade profissional de um administrador, onde alguns aspectos, como aqueles envolvendo características comportamentais e atitudinais dos indivíduos, por exemplo, nem sempre podem ser tratados a partir de critérios quantitativos.

Outro ponto que merece destaque é que apesar do crescente interesse científico pela Análise Decisória Multicritério, estudos empíricos publicados sobre o método EVAMIX são raros (HAJKOWICZ; HIGGINS, 2008). Assim, o presente estudo serve também para demonstrar o procedimento e a aplicabilidade do método, o que pode contribuir para a sua adoção em novos trabalhos.

A principal limitação do estudo está na abordagem para a definição dos pesos. Adotou-se aqui o método ROC (*Rank-OrderCentroid*), que se por um lado simplificou o processo, por outro pode não representar a melhor solução. A definição dos pesos por especialistas, ou mesmo a utilização de outros métodos existentes na literatura pode contribuir para superar essa deficiência no futuro. Outro possível aprimoramento diz respeito a adoção de uma número maior de variáveis qualitativas, pois estas, que são o principal diferencial do método, tiveram impacto pequeno no resultado do caso analisado, tanto porque apenas um critério foi tratado qualitativamente quanto porque este critério foi justamente o que teve o menor peso dentre todos os avaliados.

Futuros estudos podem se valer do método aqui adotado para replicar a utilização do Método EVAMIX de Análise Decisória Multicritério em atividades de aprendizagem baseadas em simulação, inclusive acrescentando outros critérios de análise, preferencialmente qualitativos. Em direção oposta, pode-se ainda recomendar a aplicação de outros métodos de Análise Decisória Multicritério na avaliação de atividades de simulação, já que o caminho trilhado neste estudo aponta para um horizonte promissor no aprimoramento da teoria e da prática acerca da avaliação da aprendizagem baseadas em jogos.

REFERÊNCIAS

ARNAB, S.; LIM, T.; CARVALHO, M. B.; BELLOTTI, F.; FREITAS, S.; LOUCHART, S.; SUTTIE, N.; BERTA, R.; DE GLORIA, A. Mapping learning and game mechanics. *British Journal of Educational Technology*, v. 46, p. 391-411, 2015.

BELLOTTI, F.; KAPRALOS, B.; LEE, K.; MORENO-GER, P.; BERTA, R. (2013). Assessment in and of serious games: An overview. *Advances in Human-Computer Interaction*, p. 1-11, 2013.

BOSTON, C. The concept of formative assessment. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, v. 8, n. 9, 2002.

BUTZKE, M. A.; ALBERTON, A. A. Estilos de aprendizagem e jogos de empresa: a percepção discente sobre estratégia de ensino e ambiente de aprendizagem. *REGE - Revista de Gestão*, v. 24, n. 1, p. 72-84, 2017.

CLEMENTE, T. R. N.; ALMEIDA, A. T.; MORAIS, D. C.; ALENCAR, L. H. Aplicação do PROMETHEE-ROC na priorização de tecnologias críticas para a geração de energia. *XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Fortaleza, 2015.

CONNOLLY, T. M.; BOYLE, E.; MacARTHUR, E.; HAINEY, T.; BOYLE, J. A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, v. 59, n. 2, p. 661-686, 2012.

CORTI, K. Games-based Learning; a serious business application. *PIXELearning Limited*, 2006. Disponível em: www.pixelearning.com/docs/games_basedlearning_pixelearning.pdf. Acesso em: 16 fev. 2019.

COSTIN, Y.; O'BRIEN, M. P.; SLATTERY, D. M. Using Simulation to Develop Entrepreneurial Skills and Mind-Set: An Exploratory Case Study. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, v. 30, n. 1, p. 136-145, 2018.

CRAIDE A.; ANTUNES, E. D. D. Avaliação de Competências 360º: os impactos na gestão de pessoas. *REAd - Revista Eletrônica de Administração*, v. 10, n. 4, p. 1-28, 2004.

DOYLE, D.; BROWN, F. W. Using a business simulation to teach applied skills – the benefits and the challenges of using student teams from multiple countries. *Journal of European Industrial Training*, v. 24 n. 6, p. 330-336, 2000.

FEINSTEIN, A. H.; CANNON, H. M. Constructs of Simulation Evaluation. *Simulation & Gaming*, v. 33, n. 4, p. 425-440, 2002.

FREITAS, S. de. Learning in Immersive Worlds: A review of game-based learning. *Joint Information Systems Committee*, 2006. Disponível em: http://research.repository.murdoch.edu.au/id/eprint/35774/1/gamingreport_v3.pdf Acesso em: 16 fev. 2018.

FU, K.; HAINEY, T.; BAXTER, G. UA systematic literature review to identify empirical evidence on the use of computer games in business education and training. 10th European Conference on Games Based Learning, October, 2016.

GARRIS, R.; AHLERS, R.; DRISKEL, J. E. Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation&Gaming*, v. 33, n. 4, p. 441-467, 2002.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. Tomada de Decisão Gerencial: enfoque multicritério. São Paulo: Atlas, 2002.

GOSEN, J.; WASHBUSH, J. A review of scholarship on assessing experiential learning effectiveness. *Simulation & Gaming*, v. 35, n. 2, p. 270–293, 2004.

GRECO, M.; BALDISSIN, N.; NONINO, F. An exploratory taxonomy of business games. *Simulation & Gaming*, v. 44, n. 5, p. 645-682, 2013.

HAIKOWICZ, S.; HIGGINS, A. A comparison of multiple criteria analysis techniques for water resource management. *European Journal of Operational Research*, v. 184, n. 1, p. 255-265. 2008.

KOLTAI, T.; LOZANO, S.; UZONYI-KECSKÉS, J.; MORENO, P. Evaluation of the results of a production simulation game using a dynamic DEA approach. *Computers & Industrial Engineering*, v. 105, p. 1-11, 2017.

LEWIS, M. A.; MAYLOR, H. R. Game playing and operations management education. *International Journal of Production Economics*, v. 105, n. 1, p. 134-149, 2007.

PIVEC, M.; DZIABENKO, O.; SCHINNERL, I. Aspects of Game-Based Learning. I-KNOW 03: the Third International Conference on Knowledge Management, Graz, Austria, July, 2003.

PRENSKY, M. Digital Game-based Learning. *ACM Computers in Entertainment*, v. 1, n. 1, p. 1-4, 2003.

QIAN, M.; CLARK, K. R. Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, v. 63, p. 50-58, 2016

SCHRIESCHEIM, C. A.; YANEY, J. P. The Motivation Of Business Game Participants. *Training & Development Journal*, [s. l.], v. 29, n. 8, p. 11-15, 1975.

SERRANO-LAGUNA, Á.; MANERO, B.; FREIRE, M.; FERNÁNDEZ-MANJÓN, B. A methodology for assessing the effectiveness of serious games and for inferring player learning outcomes. *Multimedia Tools and Applications*, v. 77, n. 2, 2018.

SUSI, T.; JOHANNESSON, M.; BACKLUND, P. Serious Games - An Overview: Technical Report HS-IKI-TR-07-001. School of Humanities and Informatics, University of Skövde: Skövde, 2007.

VLACHOPOULOS, D.; MAKRI, A. The effect of games and simulations on higher education: a systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, v. 14, n. 22, 2017

VOOGD, H. *Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning*. London: PionLtd., 1983