

Américo Junior Nunes da Silva
(Organizador)

Investigação científica em



matemática
e suas aplicações

Américo Junior Nunes da Silva
(Organizador)

Investigação científica em



matemática
e suas aplicações

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Investigação científica em matemática e suas aplicações

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Américo Junior Nunes da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

162 Investigação científica em matemática e suas aplicações /
Organizador Américo Junior Nunes da Silva. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0116-2
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.162221205>

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Educação. I. Silva,
Américo Junior Nunes da (Organizador). II. Título.

CDD 510.07

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A realidade do país e as diferentes problemáticas evidenciadas ao longo dos anos têm demandado questões muito particulares e mobilizado pesquisadores em busca de respostas a inúmeras inquietudes. É inegável que a pesquisa científica se constitui como importante mecanismo na busca dessas respostas e no melhorar a vida das pessoas e, nesse ínterim, a Matemática ocupa um lugar importante.

É neste sentido que o livro “*Investigação Científica em Matemática e suas Aplicações*” nasceu: como forma de permitir que as diferentes experiências de pesquisadores vinculados a Matemática e Educação Matemática sejam apresentadas e constituam-se enquanto canal de formação para outros sujeitos. Reunimos aqui trabalhos de pesquisa e relatos de experiências de diferentes práticas que surgiram no interior da universidade e escola, por estudantes e professores/as pesquisadores/as de diferentes instituições do Brasil e de outros países.

O fazer Matemática vai muito além de aplicar fórmulas e regras. Existe uma dinâmica em sua construção que precisa ser percebida. Importante, nos processos de ensino e aprendizagem dessa ciência, priorizar e não perder de vista o prazer da descoberta, algo peculiar e importante no processo de matematizar. Isso, a que nos referimos anteriormente, configura-se como um dos principais desafios do educador matemático; e sobre isso abordaremos também nessa obra.

Esperamos que este livro, da forma como o organizamos, desperte nos leitores provocações, inquietações, reflexões e o (re)pensar da própria prática docente, para quem já é docente, e das trajetórias de suas formações iniciais para quem encontra-se matriculado em algum curso superior. Que, após essa leitura, possamos olhar para a sala de aula e para a Matemática com outros olhos, contribuindo de forma mais significativa com todo o processo educativo. Desejo, portanto, uma ótima leitura.

Américo Junior Nunes da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

META-AVALIAÇÃO DE AVALIAÇÃO RELACIONADA À APRENDIZAGEM DE CONCEITOS LÓGICO-MATEMÁTICOS COM UTILIZAÇÃO DE JOGO DIGITAL

Lucí Hildenbrand

Janaína de Oliveira Augusto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1622212051>

CAPÍTULO 2..... 11

VIVÊNCIAS DE OFICINA PEDAGÓGICA: A GINCANA E O MATEMATIZAR POR MEIO DE DIFERENTES METODOLOGIAS ATIVAS

Raimundo Santos Filho

Patrícia Barbosa dos Santos

Vinicius Christian Pinho Correia

Américo Junior Nunes da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1622212052>

CAPÍTULO 3..... 30

MODELOS MATEMÁTICOS E EPIDEMIAS

Célia Maria Rufino Franco

Ivo Dantas de Araújo

Mateus Ferreira Carvalho da Silva

Eduardo da Silva Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1622212053>

CAPÍTULO 4..... 42

ANÁLISIS SEMIÓTICO DE RESPUESTAS AL CÁLCULO DE LA POTENCIA EN UNA PRUEBA DE HIPÓTESIS POR ESTUDIANTES DE PSICOLOGÍA

Osmar Dario Vera

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1622212054>

CAPÍTULO 5..... 54

ESTUDO DOS FRACTAIS NAS SÉRIES E CÁLCULO NUMÉRICO

Eduarda Maschio Belarmino

Dione Ines Christ Milani

Gustavo Henrique Dalposso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1622212055>

CAPÍTULO 6..... 60

O USO DA COMPUTAÇÃO GRÁFICA NO ENSINO DA GEOMETRIA ANALÍTICA

Guilherme Porto

Débora Marília Hauenstein

André Luis Andrejew Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1622212056>

CAPÍTULO 7.....	68
DE LOS REALES A LOS COMPLEJOS, SÓLO HAY UN PEQUEÑO PASO	
Marisol Radillo Enríquez	
Vladimir Efremov	
Juan Martín Casillas González	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.1622212057	
CAPÍTULO 8.....	76
O ENSINO DE SOMA E SUBTRAÇÃO DE FRAÇÕES COM DENOMINADORES IGUAIS NO 6º ANO: UMA PROPOSTA DIDÁTICA POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DO DISCO DE FRAÇÃO	
Alan Jorge de Jesus Silva	
Beatriz de Vilhena Medeiros	
Pedro Lucas Viana Ferreira	
Larisse Lorrane Monteiro Moraes	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.1622212058	
CAPÍTULO 9.....	89
INTRODUÇÃO ÀS IDENTIDADES FUNCIONAIS	
Mateus Eduardo Salomão	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.1622212059	
CAPÍTULO 10.....	93
DESDE LA FORMACIÓN PERMANENTE A LA COMPETENCIA PROFESIONAL	
Núria Rosich Sala	
Yolanda Colom Torrens	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.16222120510	
CAPÍTULO 11.....	101
A ÁLGEBRA DE JORDAN DAS MATRIZES TRIANGULARES SUPERIORES DE ORDEM 2 E SUAS IDENTIDADES POLINOMIAIS	
Mateus Eduardo Salomão	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.16222120511	
CAPÍTULO 12.....	106
LUDICIDADE NO ENSINO APRENDIZAGEM: UMA ALIADA DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NA MATEMÁTICA	
Márcia Cristianne Ramos de Araújo	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.16222120512	
CAPÍTULO 13.....	122
ANÁLISE ESPECTRAL SINGULAR BASEADA NA FUNÇÃO DE HUBER	
Matheus Lima Cornejo	
Fabio Alexander Fajardo Molinares	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.16222120513	

CAPÍTULO 14.....	139
PANORAMA DAS PUBLICAÇÕES SOBRE A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO BANCO DE DISSERTAÇÕES E TESES DA CAPES NA ÁREA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	
Creomar Moreira da Cruz	
Ana Cristina Gomes de Jesus	
Nilton Cezar Ferreira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.16222120514	
CAPÍTULO 15.....	143
MÉTODO DE LIAPUNOV-SCHMIDT SEM SIMETRIA E APLICAÇÃO NO PROBLEMA DE REAÇÃO-DIFUSÃO	
Rosangela Teixeira Guedes	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.16222120515	
CAPÍTULO 16.....	154
O “SEGUIR REGRAS” DE WITTGENSTEIN: UMA ANÁLISE A PARTIR DA CONSTRUÇÃO GRÁFICA DE FUNÇÕES AFIM	
Tatiana Lopes de Miranda	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.16222120516	
CAPÍTULO 17.....	171
ABORDAGENS NO ENSINO DE MATEMÁTICA: OS DESAFIOS DA SALA DE AULA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	
Dionísio Burak	
Laynara dos Reis Santos Zontini	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.16222120517	
CAPÍTULO 18.....	182
GEOGEBRA: A TECNOLOGIA NO ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ALUNOS SURDOS	
Gustavo Henrique Silva	
Wáquila Pereira Neigrames	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.16222120518	
CAPÍTULO 19.....	190
PREVISÃO DO ÍNDICE BURSÁTIL IBEX 35 USANDO REDES NEURAS ARTIFICIAIS	
Salvador Falcón Canillas	
Carlos Roberto Minussi	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.16222120519	
CAPÍTULO 20.....	242
METODOLOGIA AULA INVERTIDA EN EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMATICAS: UNA APROXIMACION CONCEPTUAL	
Mileidy Marcela Velásquez Aguirre	
Neder Manuel Palma Caballero	
Steven Alberto Liévano González	

Saraí Ana Ortega Pineda

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.16222120520>

SOBRE O ORGANIZADOR.....	256
ÍNDICE REMISSIVO.....	257

CAPÍTULO 1

META-AVALIAÇÃO DE AVALIAÇÃO RELACIONADA À APRENDIZAGEM DE CONCEITOS LÓGICO-MATEMÁTICOS COM UTILIZAÇÃO DE JOGO DIGITAL

Data de aceite: 02/05/2022

Data de submissão: 20/03/2022

Luci Hildenbrand

Fundação Cesgranrio

Rio de Janeiro/RJ

<http://lattes.cnpq.br/2878590969112991>

Janaína de Oliveira Augusto

Secretaria Municipal de Educação do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro/RJ

<http://lattes.cnpq.br/0675843703533585>

RESUMO: O estudo consiste em avaliação de avaliação da aprendizagem de conceitos lógico-matemáticos, por meio da utilização didático-pedagógica de jogo digital. Do tipo somativa, a meta-avaliação privilegiou os critérios fundamentais elencados por Davidson (validade, utilidade, conduta e credibilidade), à exceção de custos, porque contou com financiamento próprio. A partir das análises realizadas, que se mostraram consoantes com a teorização selecionada, pode-se afirmar que o estudo avaliativo atende a todos os critérios fundamentais de Davidson e que, com eles, mantém forte afinidade.

PALAVRAS-CHAVE: Meta-avaliação; Avaliação; Jogos Digitais.

EVALUATION META-ASSESSMENT RELATED TO LEARNING LOGICAL-MATHEMATICAL CONCEPTS WITH USE OF DIGITAL GAME

ABSTRACT: The study consists of evaluating the assessment of the learning of logical-mathematical concepts, through the didactic-pedagogical use of digital games. Of the summative type, the meta-evaluation privileged the fundamental criteria listed by Davidson (validity, usefulness, conduct and credibility), with the exception of costs because it had its own funding. From the analyzes carried out, which proved to be consonant with the selected theorization, it can be said that the evaluative study meets all of Davidson's fundamental criteria and that, with them, it maintains a strong affinity.

KEYWORDS: Meta-evaluation; Evaluation; Digital games.

1 | SOBRE META-AVALIAÇÃO

Cada vez mais estudada e utilizada para certificar a qualidade de processos avaliativos, na prática, a meta-avaliação se consagra como metodologia, procedimento ou técnica profícua e oportuna para informar aos interessados quanto críveis e próprios são os resultados das avaliações que lhes dizem respeito.

Em verdade, a meta-avaliação traduz um conhecimento construído a partir de olhar(es) interno(s) ou externo(s) (FURTADO; LAPERRIÈRE, 2012) que, incidindo sobre o processo avaliativo, aprecia-o, segundo

distintas possibilidades metodológicas, que podem incluir, dentre outras práticas, análise de conteúdo, síntese de categorias, críticas de profissionais aos relatórios, reanálise dos dados originais, coleta de novas informações, modelos conceituais da área específica do programa (HEDLER, 2007). Tal diversidade de concepções, metodologias e procedimentos, por sua vez, evidencia que a literatura especializada ainda encontrou “resposta direta à questão das etapas e técnicas necessárias à realização de um estudo meta-avaliativo” (HEDLER, 2007, p. 59). Entretanto, qualquer que seja a proposta adotada, a essência do processo permanece:

a meta-avaliação se caracteriza por ter a avaliação como objeto de interesse. É de natureza qualitativa e pretende estabelecer um julgamento de valor [...] com base em informações existentes ou construídas sobre uma determinada avaliação [...] para subsidiar eventuais tomadas de decisão (FURTADO; LAPERRIÈRE, 2012, p. 696).

Em uma das elaborações em relação ao tema, Stufflebeam (2001, p. 185) assim se expressou:

Meta-avaliação é o processo de delinear, obter e aplicar informação descritiva e de julgamento – sobre utilidade, viabilidade, adequação e precisão de uma avaliação e sua natureza sistemática, competente conduta, integridade/honestidade, respeitabilidade e responsabilidade social – para orientar a avaliação e divulgar publicamente pontos fortes e fracos.

Nas palavras de Cotera e Matamoros (2011), a questão central da meta-avaliação é avaliar o nível de qualidade de um estudo avaliativo e a suficiência de sua proposta. Com isso, favorece não só a identificação de suas fortalezas e fragilidades, como também ratifica, ou não, os princípios que suportam a política avaliativa em que a avaliação se vincula(ou).

Naturalmente, definições diferentes supõem concepções diferentes e, por conseguinte, encaminhamentos metodológicos particulares, capazes de atender às distintas perspectivas filosóficas dos avaliadores. Assim sendo, é de se esperar que diferenciadas óticas impliquem benefícios diversos. Respeitadas as afinidades teóricas dos autores, à guisa de ilustração, vale citar, nesse sentido, as contribuições de Patton (1977), Furtado e Laperrière (2012, p. 697), e de Berends e Roberts (2003 apud ELLIOT, 2011, p. 943). Para o primeiro, processos meta-avaliativos trazem à tona novas informações acerca das potencialidades e limitações das avaliações realizadas, concorrendo para sua maior credibilidade e contextualização dos resultados alcançados. De acordo com os segundos autores, fazem emergir questões sobre aquilo que ocorreu ou que está ocorrendo em cada avaliação efetuada. Também informam sobre a qualidade dos resultados da avaliação e, ainda, se são dignos, ou não, de serem utilizados. Por fim, Furtado e Laperrière (2012) ressaltam que as meta-avaliações noticiam se o processo avaliativo “lançou mão de princípios e padrões estabelecidos, aumentando o trânsito entre a ação e a reflexão.” Na visão deles, possibilitam também

a verificação da aplicação de um código de comportamento adequado durante todo o estudo, ou seja, a ética adotada pelos avaliadores, se ela existe e como foi praticada. [...] [Além disso, sendo] a meta-avaliação [...] uma prática de reflexão sobre todos os procedimentos utilizados na avaliação, [...] [dá] oportunidade à incorporação de novos conhecimentos por parte não só dos meta-avaliadores, como também dos avaliadores, quando tomam ciência da análise realizada.

Cotera e Matamoros (2011) enriquecem a abordagem do tema discorrendo sobre critérios que pautam os sistemas classificatórios das meta-avaliações: papel que desempenham, denominando-as meta-avaliações formativas ou somativas; conteúdo ou fase que avalia, nomeando-as meta-avaliações de desenho, de processo ou de resultado; momento em que ocorrem, meta-avaliações *ex-ante* (se incidem anteriormente à implementação da avaliação) e *ex-post facto* (se acontecem no curso do processo avaliativo ou imediatamente após a sua finalização); agente avaliador, meta-avaliação interna (caso os meta-avaliadores também tenham participado da avaliação) ou externa (quando são alheios a ela).

No caso, a presente meta-avaliação caracteriza-se como somativa, de resultado, *ex-post facto* e externa. Sua abordagem metodológica é clássica: corresponde aos Critérios Fundamentais, tendo sido formulada por Davidson (2005 apud ELLIOT, 2011) e apresentada na seção referente à metodologia. Com isso, à caracterização do estudo acresce-se outra informação: a meta-avaliação se serviu de critérios pré-existentes e consagrados, ou seja, critérios que possuem validade conhecida e assegurada, dispensando questionamentos em torno de sua qualificação.

2 | SOBRE O OBJETO DA META-AVALIAÇÃO

Trata-se do estudo intitulado Avaliação da Aprendizagem de Conceitos Lógico-Matemáticos com Utilização de Jogo Digital, desenvolvida por Souza (2015), no âmbito do curso do Mestrado Profissional em Avaliação da Fundação Cesgranrio.

A avaliação foi organizada em seis partes. Na parte introdutória, apresenta o avanço das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na sociedade contemporânea e seu impacto em todas as dimensões da vida cotidiana. A escola, por conseguinte, não fica alheia a essas influências tecnológicas: “o mundo está em constante renovação e a presença das TIC, no contexto escolar, transforma o ambiente educacional e, mais profundamente, enriquece o pensamento e a visão de mundo” (SOUZA, 2015, p. 11).

Em seguida, menciona o objetivo, a questão avaliativa, a justificativa do estudo, sendo o primeiro “avaliar a contribuição de um jogo digital [*Zombinis em o resgate na montanha*] na aprendizagem de conceitos lógico-matemáticos utilizados no desenvolvimento de conteúdos escolares.” (SOUZA, 2015, p. 13). A segunda tão somente indaga: “Até que ponto as atividades propostas pelo jogo digital *Zombinis em O Resgate na Montanha* possibilitam

a aprendizagem de conceitos fundamentais ao desenvolvimento do raciocínio lógico? (SOUZA, 2015, p. 13). E a terceira, a justificativa, além de destacar a carência de estudos acadêmicos situados na interface Tecnologias da Informação e Comunicação-Educação Infantil, ainda chama a atenção para a contribuição pedagógica advinda da vivência no jogo escolhido, quando a criança seria estimulada a desenvolver conceitos lógico-matemáticos fundamentais a diversos campos de conhecimento, a exemplo da Biologia, Física, Química, História, Informática (SOUZA, 2015).

A discussão em torno das potencialidades e contribuições pedagógicas dos Jogos Digitais na Educação é fundamentada nos pensamentos de Pierre Lévy, Marc Prensky, Jean Paul Gee e Lynn Alves, dentre outros. Antecedem o estudo das contribuições dos estudiosos algumas reflexões, sinalizando que

A disseminação e o crescente acesso a tecnologias digitais têm mudado os contextos escolares e o perfil do aprendiz, provocando necessidade de mudanças no processo ensino-aprendizagem, o que inclui a adoção de propostas educacionais centradas no aluno (SOUZA, 2015, p. 15).

Na avaliação, realizada alguns educadores e pensadores, tais como Edouard Claparède, Johan Huizinga e Jean Piaget, são referidos como integrantes do grupo de pioneiros a identificar a importância da inserção dos jogos no ambiente escolar. Os conceitos lógico-matemáticos presentes no jogo *Zombinis - O Resgate na Montanha* - são evidenciados a partir da teoria construtivista de Jean Piaget, mais conhecida como Epistemologia Genética. Segundo o autor,

Qualquer que seja o tipo de conhecimento, [...] este deriva-se de uma construção mental resultante da ação do sujeito sobre o mundo. O conhecimento não é inerente ao objeto nem está inato na cabeça do sujeito; [...] é elaborado pelo sujeito ao refletir sobre o mundo. O pensamento lógico-matemático é uma construção mental que se processa em diversos estágios de abstração (SOUZA, 2015, p. 21).

Na sequência, o estudo avaliativo explicita o objetivo do jogo – “auxiliar as crianças a desenvolver e aplicar as habilidades do raciocínio lógico, conferindo-lhes liberdade para explorar cada problema e encontrar a solução” (SOUZA, 2015, p. 25) – e declara que seus conceitos lógico-matemáticos estão compatíveis com a faixa de desenvolvimento cognitivo em que se situam os sujeitos envolvidos, o estágio pré-operatório que ocorre entre 2 a 7 anos de idade. O *Zombinis* é descrito, com minúcia, em seus nove desafios:

O jogo é uma proposta de aventura que visa explorar e desenvolver conceitos lógico-matemáticos. Com tal, parte do princípio de que o raciocínio, o discernimento e a clareza da percepção são elementos importantes na aprendizagem. O jogo desenvolve um sistema de recompensas, sem exigir da criança rapidez para resolver as situações-problema apresentadas nas suas diversas trilhas de aprendizagem. Tem como propósito permitir à criança escolher o foco de sua atenção, a dificuldade do desafio e a sua própria definição de sucesso ao manipular as situações enfrentadas. Assim, a criança inventa as suas estratégias para compreender as situações e avançar em sua

Somente três desses desafios – O Rio da Tartauga, Os Canos de Paloo e A Sala dos Espelhos – foram avaliados quanto à promoção da aprendizagem de conceitos lógico-matemáticos, a saber: comparação, classificação, observação, sequenciação, elaboração e experimentação de hipótese.

A metodologia inicia-se citando o contexto do estudo – escola localizada na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro – e os seus sujeitos: 15 crianças de cinco a seis anos de idade, matriculadas em turma de Educação Infantil. A abordagem escolhida foi a centrada em objetivos, tendo como traço distintivo “o fato de que os propósitos de uma atividade são especificados e, nesse caso, a avaliação concentra-se na medida em que esses propósitos foram alcançados” (WORTHEN; SANDERS; FITZPATRICK, 2004, p. 29).

Em continuação, o estudo expôs os objetivos operacionais visados, nas etapas preparatórias, para a aplicação do jogo, e naquela voltada para o desenvolvimento da atividade com o jogo propriamente dito. A formulação de tais objetivos pautou-se em Mager (1962 apud VILARINHO, 1989), para quem devem ser considerados três pontos básicos: “ação, condição e critério. A ação é a atividade que o aprendiz deverá realizar; a condição é o contexto no qual se dará a ação; e o critério é o padrão de rendimento esperado ao final da tarefa.” (SOUZA, 2015, p. 30).

Com base em tais objetivos, foram elaborados o quadro dos critérios avaliativos, constituído por duas dimensões (Atividade na sala de aula: fase preparatória e Atividade no laboratório de informática: aplicação do jogo digital), e os indicadores referentes às atividades pedagógicas promovidas naqueles dois ambientes. Também foram definidos os três padrões de julgamento (muito bom, bom e insatisfatório) a serem considerados durante a avaliação do desempenho da aprendizagem das crianças. Assim,

Com base nos indicadores e padrões de desempenho esperados, foi possível construir os instrumentos de avaliação utilizados pela avaliadora durante o desenvolvimento do estudo com as crianças, tanto na sala de aula quanto no laboratório de informática (SOUZA, 2015, p. 34).

A apresentação dos resultados mostra-se segmentada segundo as fases cumpridas. Na primeira atividade da fase preparatória, cuja avaliação foi realizada individualmente, todos os alunos conseguiram operar no nível do conceito lógico matemático de classificação. A segunda atividade, avaliada a partir do trabalho em grupo, desenvolvido por duplas ou trios e envolvendo a operação de sequenciar, foi plenamente executada por oito alunos, num universo de 12 participantes. No que tange ao conceito de comparar, “nenhum aluno conseguiu encontrar as sete diferenças [entre duas figuras], o que sugere a dificuldade da tarefa para o grupo (SOUZA, 2015, p. 37)”.

A fase do jogo digital foi dividida em quatro partes: uma aula expositiva e três outras a respeito dos desafios propostos no jogo digital. A exposição incluiu a apresentação de história fantasiosa em que os *Zombinis* precisavam da ajuda das crianças para serem

resgatados de uma caverna, onde estavam aprisionados, após um temporal. A partir da apreciação de figuras, os alunos perceberam que os *Zombinis* tinham entre si semelhanças e diferenças quanto ao tamanho dos personagens, aos olhos, cabelos, pés e à cor do nariz.

A atividade *online* promovida permitiu a criação de personagens *Zombinis* pelos alunos. A aula pretendeu estimular a curiosidade infantil e oportunizar o levantamento de hipóteses. A aula seguinte, que se ocupou da atividade Rio da Tartaruga, teve a seguinte instrução: as crianças deveriam observar as pistas situadas no tronco da árvore e seguir a ordem de classificação indicada, de modo que colocassem, no mínimo, 14 *Zombinis* sobre os cascos das tartarugas (SOUZA, 2015). Essa oportunidade de aprendizagem permitiu a concretização das operações lógico-matemáticas de observar, comparar, classificar, sequenciar e hipotetizar. Na atividade Canos de Paloo,

A principal orientação era combinar pares de *Zombinis* que tivessem as mesmas características, conforme indicado na etiqueta do cano, para permitir a passagem da água. Desta forma, os alunos deveriam inserir corretamente, no mínimo, 14 *Zombinis* no sistema de canos de água, de acordo com o atributo solicitado (SOUZA, 2015, p. 40).

Oito alunos, em 13, conseguiram inserir corretamente, pelo menos, 14 *Zombinis* no sistema de cano de água, cumprindo assim os seguintes conceitos previstos: observar, comparar e classificar os personagens, conforme as características comuns. Em Sala dos Espelhos,

Os alunos, observando um conjunto de seis espelhos, cada um deles contendo uma criatura *Fleen*, tinham que encontrar o personagem verdadeiro, atirando bolas de canhão nos espelhos. [...] Era esperado que, dados os seis conjuntos de espelhos, as crianças encontrassem, no mínimo, quatro personagens verdadeiros antes de esgotarem o estoque de 12 bolas de canhão (SOUZA, 2015, p. 42).

A atividade objetivou o conceito da hipotetização-dedução, porém nenhum grupo conseguiu desenvolvê-lo dada a sua complexidade para o nível de desenvolvimento infantil.

3 | SOBRE A METODOLOGIA ADOTADA

A metodologia de Davidson – Critérios Fundamentais - (2005 apud ELLIOT, 2011) sustentou o desenvolvimento dessa meta-avaliação e dela foram considerados quatro dos cinco critérios de qualidade: validade, utilidade, conduta, credibilidade. O quinto deles, custos, foi preterido porque o estudo avaliativo foi autofinanciado pela própria avaliadora. O conjunto desses critérios é entendido no âmbito da seguinte perspectiva:

Avaliações devem produzir conclusões válidas e justificáveis; ser úteis ao cliente e a outros públicos; ser conduzidas de uma maneira ética, legal, profissional e apropriada; ser digna de crédito para os públicos relevantes; e ser tão econômica, rápida e não obstrutiva quanto possível (DAVIDSON, 2005 apud ELLIOT, 20012, p. 947).

Em seguida, são descritos os quatro critérios considerados no estudo: validade, utilidade, conduta e credibilidade.

Validade. Estabelece-se quando as conclusões da avaliação mostram congruência entre si, justificando-se mutuamente. Davidson (2005 apud ELLIOT, 2011) considera que as conclusões de um estudo avaliativo resultam não somente dos fatos e dados coletados, mas ainda do conjunto de valores que lhes são atribuídos na ocasião de seu julgamento. Por conta disso, recomenda que a meta-avaliação se certifique das fontes de dados utilizadas pelo avaliador bem como atente às associações feitas entre fatos e valores, visando constatar quanto as conclusões se justificam. Davidson (2005 apud ELLIOT, 2011) ainda recomenda ao meta-avaliador verificar se o processo avaliativo:

Cobre todas as fontes relevantes de valor [...].

Cobre compreensivamente processo, resultado e custo.

Não inclui critérios irrelevantes ou ilícitos.

Inclui análises qualitativas e quantitativas que são apropriadas aos dados coletados.

Estabelece claramente como os dados são interpretados.

Explicita com clareza as conclusões avaliativas [...].

Inclui recomendações válidas, se existirem, ou seja, há base suficiente para propô-las e permite reconhecer que elas vão funcionar se forem implementadas).

Utilidade. Diz respeito a quão bem os resultados da avaliação satisfazem aos interessados, assumindo relevância frente às suas questões e/ou necessidades de tomadas de decisão. Nas palavras de Elliot (2011, p. 948), “Quanto mais os resultados [da avaliação] forem usados pelos participantes ou pelos interessados, [...] mais forte se torna o atendimento ao critério da utilidade.” A utilidade também dose ocupa da disponibilidade e da clareza de comunicação dos resultados, envolvendo, pois, atenção à adequação da linguagem e dos canais de comunicação.

Conduta. Perpassa a ética, a legalidade, o profissionalismo, o respeito à cultura e a não interrupção do fluxo avaliativo, sem que realmente ocorra necessidade. Ao referir-se a cada um desses padrões, Elliot (2011, p. 948) pondera:

Os padrões legais são aqueles relacionados à legislação local, nacional e até internacional, dependendo do objeto avaliado. Os padrões éticos preconizam não colocar os participantes em perigo, obter seu consentimento para participar da avaliação e proteger a confidencialidade dos dados e das informações obtidos. Padrões profissionais, [são] dirigidos ao avaliadores, como o que se espera do seu desempenho profissional [...]. Já os padrões culturais dizem respeito a determinadas culturas ou grupos étnicos e adquirem nuances particulares em cada local.

Credibilidade. Tem a ver com a atribuição de crédito à avaliação e aos demais elementos nela considerados, como fontes consultadas e resultados obtidos. Depende de, ao

menos, três elementos relativos ao avaliador: (a) familiaridade com o contexto da avaliação, implicando amplo conhecimento do projeto, programa ou atividade avaliada, desde a sua estrutura, organização, normas internas e grupo afetado; (b) posse de atributos pessoais que lhe assegurem, no trato da avaliação, independência, imparcialidade e inexistência de conflito de interesse; (c) domínio das competências profissionais da especialidade e conhecimento justo acerca do objeto da avaliação (DAVIDSON, 2005 apud ELLIOT, 2011).

4 | SOBRE OS RESULTADOS

O conjunto de aspectos referentes aos quatro Critérios Fundamentais orientaram a organização dos resultados do estudo meta-avaliativo, que passam a ser apresentados.

Quanto à Validade. O processo avaliativo, objeto da presente meta-avaliação, selecionou e fez uso apropriado de fonte de grande relevância, para avaliar a aprendizagem de conceitos lógico-matemáticos, com a utilização de jogo digital - a Epistemologia Genética de Jean Piaget. O desenvolvimento do estudo contemplou todas as etapas do processo avaliativo: problematização, objetivo, justificativa e questão avaliativa; breve revisão de literatura, evidenciando a pertinência da incorporação das TIC e, especialmente, dos jogos digitais na escola; conceitos lógico-matemáticos, considerando a construção da aprendizagem na perspectiva piagetiana e o seu desenvolvimento, a partir do jogo selecionado propriamente; elementos metodológicos procedentes (contexto e sujeitos do estudo, classificação da abordagem avaliativa adotada, definição das categorias, dos indicadores e padrões de julgamento); resultados da avaliação, segundo as duas fases (preparatória e do jogo digital), apresentados a partir de análises adequadas à natureza dos dados; conclusões, que se mostraram consistentes e congruentes à totalidade da proposta avaliativa.

Quanto à Utilidade. Os resultados obtidos respondem às inquietações didático-pedagógicas dos interessados, os profissionais de educação dedicados à Educação Infantil, bem como os que têm expectativas acerca desse nível de ensino. A avaliação evidenciou a possibilidade de o programa educativo *Zombinis em O Resgate na Montanha*, a partir dos conceitos lógico-matemáticos trabalhados, contribuir para a aquisição de diversos saberes escolares e não escolares que demandam pelas mesmas estruturas cognitivas.

Ainda no que tange ao critério fundamental da utilidade, importa ressaltar a clareza redacional do texto acadêmico meta-avaliado, em toda a sua extensão. Essa característica, no trato da língua materna, agregada a outros atributos de mesma natureza, a exemplo da simplicidade, logicidade ideativa, coerência e coesão textuais, facilitam a apropriação dos conteúdos abordados pelo leitor interessado, que tem acesso à obra, disponível nos formatos impresso e digital.

Quanto à Conduta. No campo da Avaliação, o critério conduta está associado à ética, à legalidade, ao bem-estar dos envolvidos no estudo avaliativo e àqueles afetados

por seus resultados. Considerando que “Ética é um conjunto de princípios e valores que guiam e orientam as relações humanas. [E que] Esses princípios devem ter características universais [porque] precisam ser válidos para todas as pessoas e para sempre” (SOUZA; RODRIGUES, 1994, p. 12), pode-se considerar que o estudo foi ético, enfatizando os seguintes destaques: (a) considerou as necessidades de aprendizagem das crianças em respeito ao estágio de desenvolvimento cognitivo próprio a sua faixa etária; (b) assumiu a responsabilidade docente propondo atividade pedagógica relevante para o aluno que faz a Educação Infantil; (c) avaliou individual e coletivamente a prontidão do aluno para desenvolver as habilidades cognitivas focadas no jogo; cuidou do bem-estar dos envolvidos e dos afetados pelos resultados (especialmente, alunos e professores), promovendo ambiente pedagógico sensível e respeitoso às suas necessidades e possibilidades.

Do ponto de vista legal, o estudo encontra-se em conformidade ao que preconiza a educação nesse nível:

a criança deve ser respeitada como um ser que precisa, tanto do atendimento apropriado, como de práticas que possibilitem o desenvolvimento de sua curiosidade e imaginação aliada à sua forma privilegiada de conhecer o mundo, por meio do brincar, fazendo uso das múltiplas linguagens e experiências que uma instituição pensada para a criança pode oferecer (AVILA, 2014, p.3).

Quanto à Credibilidade. O critério em questão decorre do mérito do estudo, isto é, de suas qualidades intrínsecas, já fartamente apreciadas, mas também da qualificação da avaliadora. No que tange à sua familiaridade com o contexto da avaliação, foi notório o pleno conhecimento dele, pois, na escola, atuava como docente de alunos da Educação Infantil. Por conseguinte, dentre outras, conhecia, o grupo de crianças, as suas possibilidades e dificuldades, os seus espaços e tempos de aprendizagem, seus jogos e brincadeiras. Considerados os atributos pessoais e profissionais, a avaliadora mostrou autonomia na condução da prática pedagógica proposta, bem como sólido conhecimento em torno do objeto de avaliação, além de competência profissional para conduzir, com êxito, o estudo avaliativo.

REFERÊNCIAS

AVILA, Maéle Cardoso. **Educação infantil e legislação: um convite ao diálogo. X Encontro Regional Sul da Associação Nacional de Pesquisadores em Educação.** Florianópolis, out. 2014.

COTERA, Aurora Trujillo; MATAMOROS, Ariana Acón. **Propuesta para implementar la Metaevaluación en la Escuela de Ciencias de la Educación de la Universidad Estatal a Distancia.** *Revista Calidad en la Educación Superior Programa de Autoevaluación Académica.* Costa Rica, v. II, n. 2, nov., 2011.

ELLIOT, Lígia Gomes. **Meta-avaliação: das abordagens às possibilidades de aplicação.** Ensaio: aval. pol. públ. educ., Rio de Janeiro, v. 19, n. 73, out./dez. 2011.

FURTADO, Juarez Pereira; LAPERRIÈRE, Hélène. **Parâmetros e paradigmas em meta-avaliação: uma revisão exploratória e reflexiva**. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, mar. 2012.

HEDLER, Helga Cristina. **Meta-avaliação das auditorias de Natureza Operacional do Tribunal de Contas da União: um estudo sobre auditorias de programas sociais**. 260 f. 2007. Tese (Programa de Pós-Graduação em Psicologia Social, do Trabalho e das Organizações)-Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2007.

SOUZA, Herbert de; RODRIGUES, Carla. **Ética e Cidadania**. São Paulo: Moderna, 1994.

SOUZA, Ludmila Bianca Schulz de. **Avaliação da aprendizagem de conceitos lógico-matemáticos com utilização de jogo digital**. 52 f. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Avaliação)-Fundação Cesgranrio, Rio de Janeiro, 2015.

PATTON, MQ. **Utilization-focused evaluation**. Thousand Oaks: Sage, 1977.

STUFFLEBEAM, D. L. **Metaevaluation Imperative**. *American Journal of Evaluation*, Thousands Oaks, v. 22, n. 2, p. 183-209, 2001.

VILARINHO, Lucia Regina Goulart. **Didática: temas selecionados**. Rio de Janeiro: LTC, 1989.

WORTHEN, Blaine R.; SANDERS, James L.; FITZPATRICK, Jordy R. **Avaliação de programas: concepções e práticas**. São Paulo: Ed. Gente, 2004.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagem do processo 171, 181
Álgebras de Jordan 101, 102
Análise espectral singular 122, 123, 124, 125, 126, 128, 135
Anéis 89, 91
Avaliação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 31, 117, 130

B

Backpropagation 190, 191, 197, 198, 199, 202, 205, 206, 207, 209, 216, 238
Bifurcação 143, 144, 147, 150, 151, 152
Bolsa de valores 190, 193, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 240

C

Cálculo 20, 27, 42, 43, 45, 48, 49, 50, 51, 54, 55, 57, 58, 61, 64, 69, 123, 124, 125, 161, 183, 187, 195, 203, 205, 212, 213, 215, 245
Cálculo numérico 54, 55, 57, 58
Cascade 190, 191, 193, 208, 215, 216, 219, 220, 221, 228, 229, 230, 234, 241
Computação gráfica 60, 61, 62, 65, 66
Conflicto semiótico 42
Construção gráfica 154, 167, 168, 169
Covid-19 11, 12, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 254

D

Dados atípicos 122, 123, 124, 126, 127, 130, 131, 134, 135
Decomposição singular 122

E

Educação básica 29, 77, 80, 87, 107, 171, 172, 177, 256
Educação matemática 11, 13, 58, 60, 62, 66, 67, 79, 87, 112, 113, 114, 121, 139, 140, 142, 156, 163, 172, 181, 188, 256
Enseñanza de la estadística 52
Ensino de matemática 22, 29, 60, 76, 77, 79, 111, 112, 119, 120, 139, 140, 142, 171, 182, 183, 188
Equações autônomas 30
Estudantes de psicología 42, 53

F

Feedforward 190, 191, 192, 193, 195, 197, 199, 201, 202, 208, 215, 216, 217, 218, 225, 226, 227, 234

Função afim 154, 162, 168, 169, 186, 187

G

Gamificação 11, 12, 13, 14, 15, 20, 23, 29, 120

Geogebra 64, 67, 182, 184, 188, 189

Geometria analítica 60, 61, 62, 64, 66, 67

I

Ibex 35 190, 191, 192, 193, 213, 214, 215, 216, 225, 234, 235, 237

Identidades funcionais 89, 90, 92

Identidades polinomiais 89, 91, 101, 102, 103, 104

Inclusão 62, 66, 182, 183, 185

Inferencia estadística 42, 43, 52

Interdisciplinaridade 54, 183

J

Jogos digitais 1, 4, 8, 119

L

Liapunov-Schmidt 143, 144, 146, 147, 150, 151, 152

Libras 182, 183, 184, 185, 187, 188

LTS-estimador 122

M

Matrizes triangulares superiores 89, 92, 101, 102

M-estimador 122, 124

Meta-avaliação 1, 2, 3, 6, 7, 8, 10

Metodologias ativas 11, 12, 14, 15, 67

Modelo SIR 30, 37, 38, 40, 41

P

Pandemia 11, 12, 31, 32, 33, 35, 40, 41, 85, 87, 214, 216, 235

Plano complejo 68, 70, 71, 72, 73, 74

Potencia de un contraste 42, 46, 50

Previsão 122, 123, 124, 136, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 209, 212, 213, 215, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230,

231, 232, 233, 234, 235, 239

Projección estereográfica 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75

R

Reação de difusão 143

Regressão generalizada 190, 193, 210, 239

S

Séries 54, 57, 58, 80, 82, 88, 115, 121, 122, 123, 130, 131, 133, 136, 155, 160, 161, 193, 194, 197, 198, 199, 201, 209

Simulação 30, 34, 79

Sistemas não lineares 54, 55, 56

Surdos 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189

T

Tecnologia na educação 60, 62

W

Wittgenstein 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 168, 169, 170

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Investigação científica em



matemática e suas aplicações

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Investigação científica em



matemática e suas aplicações