

Aplicativos Educacionais: Instrumento de Avaliação na Prática de Ensino

Educational Applications: Evaluation Tool in Teaching Practice

Alexandre Vieira da Silva^{*a}; Helenara Regina Sampaio Figueiredo^a

^aCentro Universitário Anhanguera de São Paulo. SP, Brasil.

*E-mail: eng.av@gmail.com

Resumo

Tendo em vista os benefícios da Aprendizagem Móvel em prol da inovação com o uso do *smartphone* nos ambientes escolares e dos vários aplicativos educacionais disponíveis, sugere-se com ponto de partida a necessidade de avaliar aplicativos móveis apoiados em critérios de seleção que possibilite instrumentar o professor na avaliação de aplicativos educacionais e matemáticos para ensino, aprendizagem e gestão de suas atividades. Esta diligência estabelece o objetivo deste artigo em analisar a correlação das categorias que compõe uma Estrutura de Avaliação para aplicativos móveis, formado pela combinação de critérios que buscam selecionar aplicativos que se integram a partir de uma perspectiva instrumental do professor em sua utilização em sala de aula. O produto educacional caracterizado como um Instrumento de Avaliação, fruto de um estudo qualitativo e descritivo, envolveu uma revisão de literatura, possibilitando o desenvolvimento de uma Estrutura de Avaliação acerca de um conhecimento mais específico sobre o grau de dependência entre os critérios de avaliação, a análise do pesquisador e os requisitos intrínsecos a tecnologia móvel que possam ser inseridos como o exemplar apresentado neste recorte, aplicativos para o ensino e aprendizagem de Matemática. Conclui-se que os critérios dependentes do professor que integram o processo da Estrutura de Avaliação, possuem maior valor educacional e podem auxiliar na identificação do aplicativo mais adequado ao seu planejamento, condução de suas atividades e reflexões antes, durante e depois de suas práticas de ensino, apresentando-se como pilares importantes para a comparação, elaboração de novas práticas e a implementação da aprendizagem móvel.

Palavras-chaves: Aprendizagem Móvel. Critérios de Avaliação. Educação Matemática.

Abstract

In view of the benefits of Mobile Learning in favor of innovation with the use of smartphones in school environments and the various educational applications available, it is suggested as a starting point the need to evaluate mobile applications based on selection criteria that make it possible to instrument the teacher in the evaluation of educational and mathematical applications for teaching, learning and managing their activities. This diligence establishes the objective of this article to analyze the correlation of the categories that make up an Evaluation Structure for mobile applications, formed by the combination of criteria that seek to select applications that integrate from an instrumental perspective of the teacher in their use in the classroom. The educational product characterized as an Assessment Instrument, the result of a qualitative and descriptive study, involved a literature review, enabling the development of an Assessment Structure about a more specific knowledge about the degree of dependence between the assessment criteria, the researcher's analysis and the intrinsic requirements of mobile technology that can be inserted as the example presented in this clipping, applications for teaching and learning Mathematics. It is concluded that the teacher-dependent criteria that are part of the Evaluation Structure process, have greater educational value and can help to identify the most appropriate application for their planning, conducting their activities and reflections before, during and after their teaching practices. teaching, presenting themselves as important pillars for comparison, development of new practices and the implementation of mobile learning.

Keywords: Mobile Learning. Rating criteria. Mathematics Education.

1 Introdução

As avaliações que medem o desempenho do ensino matemático regionais, estaduais, nacionais e internacionais têm alertado para a perda de interesse dos estudantes pela escola atual no Brasil, comprovado pelo baixo desempenho à medida que avançam academicamente. A falta de base, abstração e interesse dos alunos em relação aos conteúdos da Matemática são evidentes, entretanto, a utilização das Tecnologias Digitais, como o *smartphone*, *tablet*, *notebook*, entre outros, apontada pelos pesquisadores Romanello (2016), Abreu (2018), Jesus (2018), Prevot (2019) e Muraro *et al.*

(2020) vem trazendo mais entusiasmo e a oportunidade de potencializar o uso destes dispositivos móveis em sala de aula, para a produção de novos conhecimentos e práticas de ensino que incentivem os alunos para o saber matemático.

É sabido que o estudo da Matemática se faz imprescindível em todas as áreas do conhecimento e, especialmente, para a formação de alunos e professores que serão precursores desses saberes às novas gerações. Neste contexto, a *Base Nacional Comum Curricular* (BNCC) recomenda que as competências e habilidades, as quais devem ser adquiridas para esse estudo, precisam, a priori, ser fomentadas em novas dinâmicas de

ensino com o uso das Tecnologias Digitais, sobretudo de aplicativos educacionais e matemáticos que tratem os estudos da Matemática em um ambiente de Aprendizagem Móvel (BRASIL, 2018).

Em linha com as Tecnologias Digitais destaca-se o uso de dispositivos móveis, no qual 78% da população com idade acima de dez anos, aproximadamente 143 milhões de brasileiros, esteve conectada à internet no ano de 2021, conforme dados apresentados pelo *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (IBGE, 2021). Neste cenário, Romanello (2016), Abreu (2018), Jesus (2018), Prevot (2019) e Muraro *et al.* (2020) explicitam que, além das dificuldades as quais devem ser consideradas na implementação destas tecnologias no ambiente escolar, particularmente, o uso de aplicativos educacionais para o ensino da Matemática pode trazer muitos benefícios ao processo de ensino e de aprendizagem. Para Lee e Cherner (2015) a escolha de um aplicativo é um ponto fundamental, visto que as funcionalidades disponíveis por cada aplicativo e a motivação dos alunos impactam diretamente as práticas de ensino. Neste ambiente ubíquo, a problemática da tese finalizada se apresenta pela necessidade de avaliar aplicativos móveis apoiados em critérios de seleção que possibilitem instrumentar o professor na avaliação de aplicativos educacionais e matemáticos para ensino, aprendizagem e gestão de suas atividades.

Essa questão norteadora, representada pela tecnologia móvel, se revela como uma possibilidade de ensino importante para o processo pedagógico, oportunizando ao professor o desenvolvimento de um planejamento consistente por meio da utilização do *smartphone* em sala de aula. Conforme Economides (2008), Handal *et al.* (2013), Cherner *et al.* (2014), Lee e Cherne (2015), Soad *et al.* (2015), Soad (2017), Andrade *et al.* (2017), Abreu (2018), a Aprendizagem Móvel oferece inúmeras prerrogativas e provocações que devem ser superadas mediante a compreensão dos critérios de avaliação que fundamentam os aplicativos educacionais. Uma seleção pode viabilizar tais transformações, classificar e avaliar os aplicativos de forma mais precisa em relação ao processo de aprendizagem dos estudantes.

Pesquisas relevantes de tecnologias emergentes envolvendo a aprendizagem móvel têm sido apresentadas em artigos de periódicos e comunicações de anais de congressos internacionais, indexados nas bases de dados *Scopus*, *Web of Science*, *Science Direct* e *IEEE Xplore*, relacionando inovações e tecnologias disruptivas às práticas de ensino que utilizam os aplicativos educacionais e matemáticos (CROMPTON *et al.*, 2017; OTA; ARAÚJO JR, 2017; FREITAS; CARVALHO, 2017; TEIXEIRA, 2020).

A partir da Aprendizagem Móvel, Silva (2022) esclarece que a evolução das novas tecnologias digitais aliadas aos recursos, infraestrutura e dispositivos cada vez mais acessíveis aos usuários, se revela com enorme potencial de articulação entre as estratégias de ensino e a Educação Matemática. Neste

caso, a computação ubíqua ou computação móvel passa a disponibilizar uma nova modalidade de ensino denominada Aprendizagem Móvel que, segundo Economides (2008), permite a interação entre alunos e professores, possibilitando contribuir, participar e acessar o ambiente de ensino por meio de dispositivos móveis, a qualquer hora e lugar.

O ambiente de aprendizagem dos dispositivos móveis, por meio de suas funcionalidades, traz benefícios que vão além de acessibilidade, comodidade e comunicação. Economides (2008) indica que a Interatividade, Comunicação e Colaboração destes dispositivos devem disponibilizar vários recursos para que os aprendizes possam utilizar aplicativos de texto e fotos, ter acesso a pesquisas na *Web*, a ferramentas de colaboração, a redes sociais, entre outros.

Segundo Roschelle (2003), a Aprendizagem Móvel pode acontecer na própria casa, em um ônibus, ou em uma aula de campo, pois a mobilidade é tão importante quanto a capacidade de o indivíduo se conectar, comunicar e criar usando recursos que estão à mão. De acordo com Roschelle *et al.* (2010), as tecnologias móveis potencializam a integração com outras atividades e a produção do conhecimento pode acontecer de forma colaborativa, possibilitando uma múltipla autoria e o compartilhamento de recursos fora dos limites da escola.

No campo da Matemática, Franklin e Peng (2008) e Baya'a e Daher (2009) buscaram verificar como a Aprendizagem Móvel pode contribuir para o processo de ensino e de aprendizagem. Suas pesquisas indicam vantagens do uso de dispositivos móveis para aprendizagem matemática, destacando as formas variadas de abordagem de conceitos, aprendizagem em situações reais, autonomia no estudo e a investigação e visualização dinâmica de dados matemáticos em qualquer tempo e lugar. Ainda neste contexto, Teixeira (2020) evidencia o quanto são onipresentes os dispositivos móveis representados pelos *smartphones*, *tablets* e *notebooks* no ambiente escolar. Por isso a Aprendizagem Móvel conceitua-se na aquisição de conhecimento e de informação, possibilitando o aprendizado em qualquer hora e lugar, resultando em uma alteração de comportamento. Nesta ascendência digital, Teixeira (2020) destaca ainda a importância da Aprendizagem Móvel como ferramenta de inovação, podendo auxiliar o professor e melhorar o desempenho escolar dos alunos nas aulas de Matemática.

Como consequência do desenvolvimento de milhares de aplicativos educacionais e matemáticos da atualidade, este meio interativo une professores e alunos em um espaço inovador de estudo. Segundo Gravina e Santarosa (1999), os ambientes informatizados ajudam a superar e acelerar o processo de apropriação de conhecimento matemático, possibilitando experimentar, analisar simulações, generalizar, conjecturar e demonstrar, favorecendo a construção do conhecimento e da aprendizagem matemática. As pesquisadoras comentam, ainda, que estes modelos dinâmico e manipulativo favorecem a compreensão da natureza do conhecimento, podendo ser

trabalhados sob o ponto de vista qualitativo, ainda que os alunos não dominem a complexidade do objeto em estudo.

Em duas décadas, pesquisas realizadas indagaram sobre os desafios dos professores para inserir a aprendizagem móvel em sala de aula e o desenvolvimento dos principais critérios que compreendem o uso de Aplicativos Educacionais e Matemáticos. Esta narrativa vai ao encontro das investigações que apresentaram a evolução dessa tecnologia e o surgimento de indicadores que buscaram referenciar às características e funcionalidades por meio de estudos empíricos e científicos, produzindo instrumentos, parâmetros e indicadores mais eficazes para a seleção e aprimoramento de um Aplicativo.

Neste caso, em relação às funcionalidades e abordagem pedagógica dos Aplicativos Educacionais, Patten *et al.* (2006) apresentaram como resultados de suas pesquisas os critérios: Científica, Reflexiva e Multimídia, os quais permitem interações estimuladas pelos aplicativos desta categoria. Os pesquisadores esclarecem que estes critérios abrangentes utilizam a capacidade do próprio dispositivo para registrar dados e informações sobre seu ambiente de instrução, possibilitando categorizar aplicativos educacionais em um espaço de *design* de Aprendizagem Móvel.

Dada as particularidades dos Aplicativos Móveis que atendem às necessidades dos alunos e a evolução do seu aprendizado, a estrutura desenvolvida por Economides (2008) possui requisitos de Aprendizagem Móvel que podem servir como diretrizes para identificar aplicativos mais adequados às necessidades dos alunos, considerando as perspectivas Técnicas dos aplicativos e, também, as Pedagógicas, Socioculturais e Econômicas, apoiada por adaptações sensíveis ao contexto e atividades educacionais.

Em síntese, essa categorização possui critérios que podem orientar professores e Instituições de Ensino a avaliar e comparar os Aplicativos Educacionais, determinar os pontos fortes, limitações e ambiguidades, a fim de selecionar o mais apropriado para uma determinada atividade ou propósito de estudo.

A pesquisa de Duarte Filho e Barbosa (2012) buscou identificar as características e os requisitos relevantes dos ambientes de Aprendizagem Móvel, evidenciando uma correlação dos critérios de Desempenho, Funcionalidade e Segurança, frente ao domínio Técnico. No domínio Educacional, foram identificados os critérios Pedagógico e Usabilidade, enquanto o domínio Econômico revelou os critérios de Nível de serviço e Suporte. O domínio Sociocultural apresentou os critérios de Comunicação, Portabilidade e Usabilidade. Os resultados mostraram uma convergência na relação das características identificadas com os domínios relevantes à Aprendizagem Móvel, podendo auxiliar na definição de testes mais confiáveis em relação às práticas educativas e a elaboração de arquiteturas e padrões para a construção desses ambientes.

Com a ampliação de Aplicativos Educacionais para o Ensino Primário e Secundário na Educação dos Estados

Unidos, Handal *et al.* (2013) propuseram uma taxonomia para aplicativos de Educação Matemática estruturada em nove categorias que representam as características e funcionalidades do aplicativo em facilitar níveis crescentes de resolução de problemas e avanço cognitivo. Para esse fim, a taxonomia proposta pelos pesquisadores, disponibiliza ao professor categorias importantes de um *design* de produto para trabalhar com ferramentas de produtividade de ordem superior, possibilitando a eles a seleção de aplicativos com maior valor instrucional, especialmente em casos particulares de aplicações nos quais se requer recursos mais específicos como o ensino de Matemática.

O desenvolvimento de uma estrutura para categorizar Aplicativos Educacionais de Cherner *et al.* (2014) apresentou um sistema de classificação para Aplicativos Instrucionais abrangente, considerando seu propósito e a possibilidade de analisar as habilidades de cada aplicativo conforme a sua inter-relação com as práticas de ensino. Logo, a classificação proposta pelos pesquisadores permitiu identificar as diferenças entre as características desses aplicativos, tornando-as visíveis para o suporte dos professores na correspondência de seu conteúdo e pedagogia com as funcionalidades e propósitos dos Aplicativos Educacionais Móveis.

A pesquisa de Lee e Cherner (2015) propõe uma rubrica para avaliar Aplicativos Instrucionais destacando a necessidade de um entendimento sobre as ferramentas que possam auxiliar o professor na identificação dos vários aplicativos educacionais disponíveis. Os pesquisadores destacam ainda que a categorização oferece aos professores uma métrica comum para avaliar aplicativos educacionais e recomendam considerar o *design* e a finalidade, interpretando e tomando decisões sobre os vários componentes de sua rubrica de avaliação.

Em consonância com a qualidade Técnica proposta por Duarte Filho e Barbosa (2012) e pelas categorias Educacional, Sociocultural e Econômica de Economides (2008), a pesquisa de Soad *et al.* (2015) apresentou um conjunto de características para aplicações educacionais móveis, corroborando com a crescente utilização de Aplicativos na execução de atividades e práticas educacionais. Como resultado, os pesquisadores identificaram um conjunto de características que pode ser utilizado para auxiliar os professores na classificação e desenvolvimento de um modelo de avaliação voltado à aprendizagem móvel e na concepção de novas aplicações de ensino.

Segundo Soad (2017), mesmo com problemas e desafios organizacionais, culturais e tecnológicos, a utilização de Aplicativos Educacionais Móveis vem crescendo, possibilitando a alunos e professores maior flexibilidade e autonomia na execução de atividades e práticas educacionais. Nessa tendência, Soad (2017) desenvolve e apresenta o método MoLEva (*Mobile Learning Evaluation*), o qual teve a finalidade de avaliar Aplicativos Educacionais conforme às categorias, critérios e características dos aplicativos. Para

tanto, sua avaliação busca identificar as potencialidades mediante pontuações que permitem a comparação entre diferentes aplicativos, indicando as oportunidades e auxiliando na escolha do melhor.

Na Aprendizagem Móvel, os tipos de aplicativos e a natureza das atividades que serão oferecidas aos alunos se constituem em fatores importantes para determinar a sua escolha. Assim, a pesquisa de Andrade *et al.* (2017) propõe uma categorização para a seleção de Aplicativos Educacionais, permitindo um maior número de análises e auxiliando os docentes na seleção desses aplicativos. Segundo os autores, esses critérios apresentam suas próprias características e especificidades, podendo ser catalogadas e discutidas de modo que os diferentes tipos de aplicativos possam ser utilizados nas situações de ensino e aprendizagem mais adequadas.

Partindo da interatividade e mobilidade dos dispositivos móveis e do perfil digital dos alunos da atualidade, Abreu (2018) explorou o ensino e a aprendizagem da Matemática, buscando identificar os limites e as potencialidades dos Aplicativos Educacionais com o uso de *smartphones* em sala de aula. Para analisar as características identificadas nos aplicativos, foram levadas em consideração a sua funcionalidade e a forma como aborda os conteúdos matemáticos.

Em adição, Abreu (2018) enfatiza que o uso de aplicativos educacionais móveis merece inserção e destaque no ambiente escolar, não apenas por motivar os alunos, mas por apoiar o professor no planejamento pedagógico e no processo inovador de ensino e aprendizagem. O pesquisador considera ainda que a ação do professor é importante na identificação de características dos aplicativos, para que auxiliem os alunos a construir ideias e conceitos matemáticos.

Os benefícios decorrentes da Aprendizagem Móvel, associados aos estudos que buscaram um entendimento sobre a concepção das principais categorias, critérios e características dos Aplicativos Educacionais, indicam oportunidades para o desenvolvimento de uma proposta de instrumento de avaliação abrangendo a experiência e tentativa desses pesquisadores de encontrar parâmetros capazes de reconhecer as funcionalidades que sustentassem um processo de seleção de aplicativos educacionais e matemáticos.

Esses pesquisadores consideram a participação do professor na implementação de aplicativos em sala de aula como estratégico para o sucesso desta prática de ensino, e ressaltam ainda que os critérios de seleção e o seu valor educacional são fatores relevantes na Avaliação de Aplicativos Educacionais e Matemáticos, possibilitando contemplar as diversas áreas do conhecimento e os recursos específicos para o ensino de Matemática.

Esse ambiente móvel e colaborativo propiciado pelas Tecnologias Digitais designa-se, neste artigo com objetivo de: analisar a correlação das categorias que compõem uma estrutura de avaliação para aplicativos móveis formada pela combinação de critérios que buscam selecionar aplicativos os quais se integram a partir de uma perspectiva instrumental do

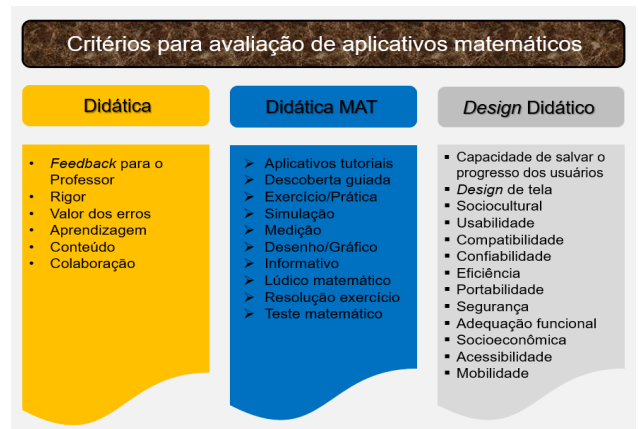
professor em sua utilização na sala de aula.

2 Material e Métodos

Dada a evolução tecnológica nos últimos vinte anos em relação a Aprendizagem Móvel, na qual pesquisadores buscaram um entendimento sobre a concepção dos critérios capazes de categorizar e avaliar os aplicativos móveis, e do forte crescimento do número de aplicativos educacionais disponíveis na atualidade para utilização do professor em sua aplicação de ensino e prática em sala de aula, utilizaremos como base os estudos de Silva (2022), a saber: Um modelo de categorias para análise de aplicativos móveis: um enfoque no ensino de Funções.

A Estrutura de Avaliação (EA) desenvolvida por este pesquisador revela-se como uma proposta de instrumento de seleção com critérios importantes que se aderem ao processo de ensino e aprendizagem, possibilitando desde a avaliação de um Aplicativo Educacional amplo à Aplicativos Específicos para o Ensino da Matemática, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura para Avaliação de Aplicativos Educacionais e Matemáticos



Fonte: Silva (2022).

A Estrutura de Avaliação (EA) elucidada na Figura 1, teve como aporte teórico e científico os pesquisadores Handal *et al.* (2013) e Abreu (2018), para os critérios de Matemática da categoria “Didática MAT” e os pesquisadores Lee e Cherner (2015) Andrade *et al.* (2017) e Soad (2017) para os critérios das categorias “Didática” e “Design Didático”, oferecendo um arcabouço para futuras pesquisas e avaliações. Vale destacar que esse Instrumento de Avaliação da EA, privilegia a concepção de cada categoria, permitindo novos direcionamentos e uma avaliação mais abrangente, ou seja, o uso individual dessas categorias, ou mesmo a combinação entre elas pode propiciar novas estruturas, níveis de reflexão e a possibilidade de instrumentar o professor com parâmetros complementares, que vão além do ensino da Matemática.

Nessa retórica, a EA composta pela tríade das categorias Didática, Didática MAT e Design Didático, nos impulsiona a analisar a correlação entre as categorias que compõem esta estrutura de avaliação de aplicativos móveis, formada pela

combinação de critérios que buscam selecionar aplicativos educacionais que se integram a partir de uma perspectiva instrumental, de conteúdos e estratégias de aula que poderão ser planejados pelo professor para o ensino em seus vários ambientes.

Levando em consideração a abrangência e importância dos Aplicativos Educacionais no processo de ensino, a estrutura de avaliação de Silva (2022), nos direciona ao método da pesquisa documental, o que segundo Godoy (1995), está associado à pesquisa qualitativa, possibilitando um desenvolvimento descritivo do produto educacional, neste caso, a associação dos critérios de avaliação que desenvolveremos nesta pesquisa.

Esta investigação vai ao encontro de um conhecimento mais específico sobre o grau de dependência entre os critérios de avaliação, a análise do pesquisador e os requisitos intrínsecos à tecnologia móvel, no qual buscaremos examinar seus principais aspectos, características e funcionalidades em que esses dispositivos móveis estão inseridos no contexto educacional.

Sendo assim, essa averiguação consiste em identificar a correlação das categorias e os meios (critérios) que integram o processo de avaliação, podendo auxiliar o professor na definição do aplicativo mais adequado ao seu planejamento e na condução de suas atividades, possibilitando reflexões antes, durante e depois de suas práticas de ensino. Além disso, a Estrutura de Avaliação se caracteriza como um Instrumento de Avaliação, trazendo questões esclarecedoras que se orientam entre os domínios pedagógicos, os específicos das tecnologias móveis e a Matemática, apresentando-se como pilares importantes para a comparação entre demais aplicativos, elaboração de novas práticas e a implementação desta modalidade em sala de aula.

3 Resultados e Discussão

A triangulação entre Instrumento, Professor e Critérios para seleção de aplicativos estabelece vínculos que evidenciam a importância da ação docente no processo de ensino e de aprendizagem do aluno com a utilização desses dispositivos. Neste contexto, a Estrutura de Avaliação (EA) para a Seleção de Aplicativos Matemáticos desenvolvido por Silva (2022), se apresenta como uma proposta para auxiliar os professores na sua escolha, tendo em vista a infinidade de aplicativos disponíveis e as possibilidades de aplicação deste instrumento, no qual poderão encontrar nesta Estrutura as categorias (dimensões) que se complementam.

Isso significa que as categorias Didática, Didática MAT e *Design* Didático desenvolvida por este pesquisador compreendem requisitos e funcionalidades necessárias para instrumentar os docentes na avaliação de aplicativos que antecedem as atividades de ensino, corroborando com o planejamento de aula e garantindo uma avaliação prévia.

Para as dinâmicas experimentais, a EA disponibiliza

um modelo de instrumento qualitativo que se destina a este propósito, não como um modelo definitivo, mas como atualização das inovações resultantes dos instrumentos e critérios que buscaram identificar e avaliar os aplicativos educacionais e matemáticos para o ambiente de Aprendizagem Móvel.

Vale destacar que este instrumental de cunho qualitativo privilegia a concepção de cada categoria, na qual os critérios da categoria Didática MAT da EA trazem parâmetros específicos para o estudo da Matemática, e as categorias Didática e *Design* Didático trazem critérios abrangentes a outras áreas do conhecimento. O uso individual destas categorias, ou mesmo a combinação entre elas, podem propiciar novas estruturas, níveis de reflexão e a possibilidade de identificar funcionalidades específicas dos Aplicativos, podendo auxiliar o professor com parâmetros complementares, que vão além do ensino da Matemática.

Embora esta EA tenha sido projetada com a intenção de quantificar diferentes aspectos dos Aplicativos Educacionais e Matemáticos, o ato de interpretar aplicativos representa uma atividade qualitativa porque requer que o avaliador (Professor) seja usado como um instrumento de avaliação. Em outras palavras, os avaliadores devem interpretar a EA, indagar sobre cada Critério de Avaliação e aplicá-la ao programa (ou ferramenta) que está sendo avaliado, tomando decisões sobre como vários elementos de um aplicativo se apresentam, com base na compreensão da EA, do Aplicativo e da atividade de Ensino.

A definição e o protagonismo das categorias Didática, Didática MAT e *Design* Didático da EA trazem embasamento técnico, científico e um caráter predominantemente empírico (experimental e visual), estabelecendo:

Na categoria Didática, seis critérios educacionais que abrangem as ferramentas de aprendizagem, conteúdo e colaboração para mediação pedagógica. Esses critérios permitem a elaboração de aulas e atividades em consonância com o modelo educacional, planejamento acadêmico e seus objetivos, auxiliando as estratégias de ensino e gestão do professor.

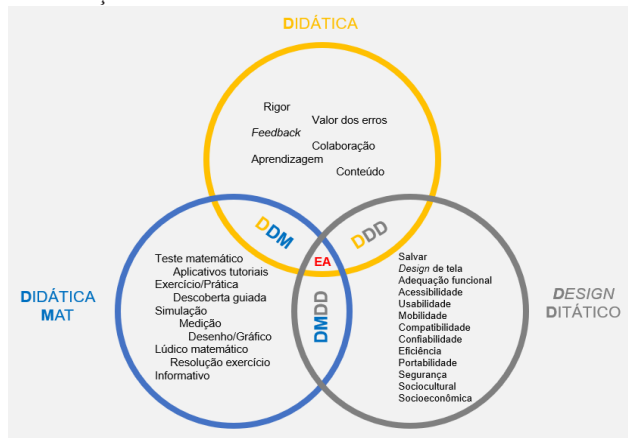
Na categoria Didática MAT, dez critérios específicos para avaliação de ferramentas que possibilitam atividades abstratas, detalhamento da manipulação, exploração e experimentação dos conceitos e relações matemáticas. Estes aplicativos transformam-se em laboratório virtual, gerando ao professor inúmeras possibilidades de exemplificação, aplicações e planejamento para o ensino da Matemática.

Na categoria *Design* Didático, treze critérios técnicos de avaliação que estão associados às condições funcionais e de configuração dos aplicativos, tendo como referência a norma ISO/IEC 25010 (ISO/IEC 25010, 2011). Esses critérios tecnológicos envolvem as condições operacionais e técnicas para o sucesso da implementação desses aplicativos.

Assim, a completude da Estrutura de Avaliação oferece três

categorias (Pilares) importantes para auxiliar e potencializar o ensino por meio dos Aplicativos Educacionais e Matemáticos, no qual os vinte e nove critérios estabelecidos indicam grande valor educacional e um grau de dependência entre os aspectos tecnológicos dos aplicativos, e as ações de mediação docentes entre os conteúdos e o contexto da aprendizagem móvel. Dessa forma, buscamos na Figura 2 um conhecimento sobre a correlação das principais categorias dessa Estrutura e de seus respectivos critérios.

Figura 2 – Correlação entre categorias e critérios da Estrutura de Avaliação



Fonte: Silva (2022).

De modo heurístico, a EA representada pela Figura 2 possibilita uma análise mais profunda e reflexiva a respeito da dependência dos critérios de cada categoria, com o processo de seleção de um aplicativo e a ação experimental do professor. A correlação entre as categorias Didática, Didática MAT e Design Didático se apresenta como um ponto crítico, favorecendo as estratégias de ensino à luz das características e funcionalidades emergentes dos aplicativos e das possibilidades de avaliação que este instrumento pode alcançar por meio de sua proposta original (utilizando as três categorias) ou com sua utilização parcial (utilizando duas categorias).

Para esmiuçar nossas ideias no que se refere a integração das categorias e critérios da EA dos Aplicativos Educacionais e Matemáticos, utilizaremos o reconhecimento da caracterização dos critérios formatados por Silva (2022) que apresenta a descrição e característica de cada critério, as questões que são inerentes às suas especificações e ao seu valor educacional. Dessa forma, para identificação precisa da correlação dos critérios dessas categorias, buscou-se uma triangulação entre as principais categorias e o grau de dependência desses critérios em relação a ação do professor, a tecnologia dos aplicativos, ao fator de independência entre tecnologia e professor e os pontos intrínsecos à tecnologia móvel, podendo, assim, mapear as especificidades de cada domínio para a seleção de aplicativos e uma melhor adequação às atividades e práticas de ensino.

Para essa análise o Quadro 1 busca reconhecer,

qualitativamente, todos os critérios da categoria Didática com todos os critérios da categoria Didática MAT definidos na EA, indicando em cada interseção o seu *status* de dependência: dependentes do professor (DP), dependentes do aplicativo (DA), independentes (i) e intrínsecos à tecnologia móvel (x), conforme as categorias e critérios em questão:

Quadro 1 – Correlação das categorias Didática e Didática MAT

EA	Categoria	Didática					
		Rigor	Valor dos Erros	Feedback	Colaboração	Aprendizagem	Conteúdo
Didática Mat	Teste Matemático	DA	DA	DA	DA	DP	DP
	Aplicativos Tutoriais	DA	DA	DA	DA	DP	DP
	Treino/Prática	DA	DA	DA	DA	DP	DP
	Descoberta Guiada	i	i	DA	DA	DP	DP
	Simulação	i	i	DA	DA	DP	DP
	Medição	i	i	DA	DA	DP	DP
	Desenho/Gráfico	i	i	DA	DA	DP	DP
	Lúdico Matemático	i	i	DA	DA	DP	DP
	Resolução Exercício	i	i	DA	DA	DP	DP
	Informativo	x	x	x	x	x	x

Fonte: dados da pesquisa.

A correlação da categoria Didática (D) com Didática MAT (DM), representada por DDM da Figura 2, traz informações relevantes para a seleção de aplicativos matemáticos e um mapeamento peculiar entre os critérios de avaliação e o seu grau de dependência. Neste caso, o Quadro 1 apresenta os critérios dependentes do professor (DP) representados por ferramentas que possibilitam ações de criação, planejamento e aplicação de objetos nas investigações matemáticas. Assim, o grau de dependência destes critérios maximiza o processo de avaliação e seleção dos aplicativos, considerando as pedagogias mais adaptáveis aos recursos resultantes destes critérios e da concepção do professor para o ensino da Matemática.

Os critérios dependentes do aplicativo (DA) trazem características próprias do seu desenvolvimento e levam em consideração as funcionalidades que podem atender as estratégias de personalização, controle e compartilhamento de atividades entre professor e aluno para um envolvimento mais significativo de suas práticas de ensino.

Os critérios independentes (i) privilegiam a autonomia e o ritmo do aluno oferecendo mais liberdade para desenvolver e construir suas ideias. Estes critérios trabalham os níveis

evolutivos de aprendizagem, mais especificamente as habilidades de raciocínio, oportunizando que os alunos aprendam com suas experiências.

Por fim, os critérios elucidativos intrínsecos à tecnologia móvel (x), que se destinam a auxiliar os métodos, promovendo informações orientativas por meio de textos, imagens, vídeos, sons e animações em cada etapa do seu processamento.

Em prosseguimento às características próprias da EA, o Quadro 2 apresenta o grau de dependência entre os critérios da categoria Didática com os critérios da categoria *Design Didático*.

Quadro 2 – Correlação das categorias Didática e *Design Didático*

EA	Categoria	Didática					
		Rigor	Valor dos Erros	Feedback	Colaboração	Aprendizagem	Conteúdo
Design Didático	Salvar	i	i	i	i	i	i
	Design de Tela	i	i	i	i	DA	i
	Adequação funcional	i	i	i	i	DA	i
	Acessibilidade	i	i	i	i	DA	i
	Usabilidade	i	i	i	i	DA	i
	Mobilidade	i	i	i	i	DA	i
	Compatibilidade	i	i	i	i	i	i
	Confiabilidade	i	i	i	i	i	i
	Eficiência	i	i	i	i	i	i
	Portabilidade	i	i	i	i	i	i
	Segurança	i	i	i	i	i	i
	Sociocultural	i	i	DP	i	DP	DP
	Socioeconômica	i	i	DP	i	DP	DP

Fonte: dados da pesquisa.

A composição DDD (Figura 2), da correlação da categoria Didática (D) com *Design Didático* (DD), indica critérios com valores educacionais independentes e com características de classificação únicas, revelando amplitude avaliativa em relação aos requisitos dos aplicativos educacionais. Mais particularmente, essas categorias referenciadas no Quadro 2 destacam os critérios independentes (i) como elementos de avaliação amplos, ou seja, não requer combinação entre si, caracterizam-se de forma individual em seus domínios metodológicos e técnicos, podendo reconhecer aplicativos educacionais de várias áreas do conhecimento.

Nesta perspectiva, os critérios dependentes do aplicativo (DA) constituem uma formação sólida entre o contexto da aprendizagem e os elementos da tecnologia móvel em sua essência. Estes critérios preexistentes se consolidam como base avaliativa dos aplicativos e seus meios de interação com o usuário (aluno).

Os critérios dependentes do professor (DP) possibilitam identificar em suas características culturais e econômicas, aspectos estratégicos para o processo de ensino e aprendizagem. Estes critérios possuem grande valor educacional, tendo em vista as particularidades de sua implementação e a autonomia instrumental que o professor requer em seu planejamento, acompanhamento e gestão.

Em análise aos domínios específicos de estudo matemáticos e técnicos dos aplicativos que envolvem as características próprias da EA, o Quadro 3 apresenta o grau de dependência entre os critérios da categoria Didática MAT com os critérios da categoria *Design Didático*.

Quadro 3 – Correlação das categorias Didática MAT e *Design Didático*

EA	Categoria	Didática MAT										
		Teste Matemático	Aplicativos Tutoriais	Treino/Prática	Descoberta Guiada	Simulação	Medição	Desenho/Gráfico	Lúdico Matemático	Resolução Exercício	Informativo	
Design Didático	Salvar	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	i
	Design de Tela	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	i
	Adequação funcional	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	i
	Acessibilidade	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	i
	Usabilidade	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	i
	Mobilidade	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	i
	Compatibilidade	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	i
	Confiabilidade	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	i
	Eficiência	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	i
	Portabilidade	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	i
	Segurança	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	i
	Sociocultural	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i
	Socioeconômica	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i

Fonte: dados da pesquisa.

Por último, a correlação da categoria Didática MAT (DM) com *Design Didático* (DD) - simbolizada por DMDD pela Figura 2, que se configuram pelas especificidades inerentes de seu desenvolvimento e dos meios que constituem os requisitos principais dos componentes precursores da aprendizagem móvel.

A convergência destas categorias (Quadro 3) determina os critérios dependentes do aplicativo (DA) como fatores importantes para a seleção de aplicativos matemáticos, combinando as tecnologias disponíveis dos dispositivos com os recursos e ferramentas desenvolvidas exclusivamente para a Matemática. De ordem prática, os critérios destas categorias

oferecem pouca flexibilidade, sugerindo uma exploração mais detalhada de suas funcionalidades, antecedendo as atividades de planejamento do professor.

Para finalizar nossas análises, são os critérios independentes (i) que corroboram com a comunicação destas tecnologias e trazem mais envolvimento por parte dos alunos com o contexto dos conteúdos e suas características regionais.

4 Conclusão

Pesquisas nacionais e internacionais têm demonstrado os desafios e benefícios da aprendizagem móvel pelo uso de *smartphones* em sala de aula e as dificuldades referentes à compreensão conceitual e instrumental sobre os critérios de avaliação, que podem auxiliar a seleção destes aplicativos educacionais.

Nas últimas duas décadas estes estudos fomentaram um entendimento maior sobre os critérios de avaliação em paralelo a sua evolução, oportunizando a criação de vários instrumentos e estruturas aliados às dinâmicas de suas pedagogias e os recursos tecnológicos de seus tempos.

A Estrutura de Avaliação utilizada em nossa pesquisa apresentou parâmetros importantes para o processo de Avaliação de Aplicativos Educacionais Móveis, tendo como base as teorias e práticas experimentais que oferecem aporte teórico para concepção de categorias e critérios que fundamentam as características e funcionalidades destes dispositivos. Os resultados apontaram que a categorização de aplicativos móveis revela informações que devem ser levadas em consideração antes de planejar atividades que contemplem a utilização de aplicativos, pois essa classificação possibilita ao professor selecionar as características do aplicativo, paralelamente, aos objetivos e sua prática pedagógica.

Em particular, a EA explorada nesta pesquisa se justificativa pelo desenvolvimento das três categorias (domínios): Didática, Didática MAT e *Design* Didático que se integram oferecendo especificações de grande valor educacional para a avaliação dos aplicativos educacionais e matemáticos, bem como a otimização de critérios para o uso total ou parcial do professor em sua prática de ensino. Logo, a EA completa do instrumento com as categorias Didática, Didática MAT e *Design* Didático foram desenvolvidas para auxiliar na avaliação dos aplicativos matemáticos e a EA parcial com as categorias Didática e *Design* Didático para a avaliação de aplicativos educacionais.

No que se refere ao objetivo desta pesquisa, a correlação entre as categorias (Figura 2) analisada estabelece indicações importantes entre os domínios DDM, no qual os aplicativos se integram a partir de uma perspectiva instrumental do professor, ou seja, este mapeamento possui valor educacional significativo, evidenciando nos parâmetros dependentes do professor e aplicativo mais autonomia para a seleção, validação e estratégias de aplicação. A correlação para os domínios DDD apresentou em sua maioria independência entre seus critérios, demonstrando amplitude avaliativa em relação aos aplicativos

educacionais e aplicabilidade parcial da EA. A correlação dos domínios DMDD destacou os parâmetros de dependentes do aplicativo que são limitados e podem oferecer avaliação parcial de aplicativos matemáticos, apresentando baixo valor educacional em relação ao seu desenvolvimento.

Assim, a Estrutura de Avaliação em estudo revela premissas importantes em relação aos processos de avaliação e seleção dos aplicativos, destacando o domínio Didática como pilar essencial para a manipulação de ferramentas pedagógicas que podem auxiliar a adequada mediação entre os alunos, conteúdos e as particularidades sociais e culturais dos respectivos contextos de aprendizagem. Ainda neste ambiente móvel, os mapeamentos e reflexões apresentados em nossas análises podem ser utilizadas como suporte na concepção de seus domínios e na exploração de diferentes espaços, infraestrutura e recursos disponíveis para o planejamento de atividades de ensino que considerem os diferentes domínios cognitivos e dimensões do pensamento.

Portanto, as prerrogativas relevantes dos critérios de avaliação e a combinação entre eles permitem ao professor explorar inúmeras estratégias de ensino, como por exemplo os sistemas de monitoramento, registro de atividades e acompanhamento das aprendizagens, fazendo com que a escolha destes aplicativos seja um fator crítico para o planejamento de uma atividade educacional. Destacamos ainda que a escolha assertiva de um aplicativo, além de motivar os alunos, pode trazer resultados importantes em relação às concepções e práticas do ensino.

Agradecimentos

O presente artigo foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) Brasil.

Referências

- ABREU, J.D.D. *Aprendizagem móvel: explorando a Matemática por meio de aplicativos educacionais em smartphones*. Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba, 2018.
- ANDRADE, M.V.M.; ARAÚJO JR, C.F.; SILVEIRA, I.F. Estabelecimento de critérios de qualidade para aplicativos educacionais no contexto dos dispositivos móveis (M-Learning). *EAD em Foco*, v.7, n.2, 2017.
- BAYA'A, N.; DAHER, W. Students' perceptions of Mathematics learning using mobile phones. In: *PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE AND COMPUTER AIDED LEARNING*, v.4, n.2, p.1-9, 2009.
- BRASIL, Ministério da Educação. *BNCC – Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio*. Brasília: CNE, 2018.
- CHERNER, T.; DIX, J.; LEE, C. Cleaning up that mess: A framework for classifying educational apps. *Contemp. Issues Technol. Teacher Educ.*, v.14, n.2, p.158-193, 2014.
- CROMPTON, H.; BURKE, D.; GREGORY, K.H. The use of mobile learning in PK-12 education: a systematic review. *Comp. Educ.*, v.110, n.10, p.51-63, 2017.
- DUARTE FILHO, N.F.; BARBOSA, E.F. Estudo e Definição de um conjunto de características e requisitos para ambientes de

- aprendizagem móvel. *SBIE*, v.23, n.1, 2012.
- ECONOMIDES, A.A. Requirements of mobile learning applications. *Int. J. Innov. Learning*, v.5, n.5, p.457-479, 2008.
- FRANKLIN, T.; PENG, L.W. Mobile math: Math educators and students engage in mobile learning. *J. Comp. Higher Educ.*, v.20, n.2, p.69-80, 2008.
- FREITAS, R.O.; CARVALHO, M. Tecnologias móveis: tablets e smartphones no ensino da matemática. *Laplage Rev.*, v.3, n.2, p.47-61, 2017.
- GODOY, A.S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Rev. Adm. Emp.*, v.35, n.3, p.57-63, 1995.
- GODOY, A.S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Rev. Adm. Emp.*, v.35, n.30, p.20-29. doi: <https://doi.org/10.1590/S0034-75901995000300004>
- GRAVINA, M.A.; SANTAROSA, L.M.C. A aprendizagem da matemática em ambientes informatizados. *Inform. Educ. Teoria Prática*, v.1, n.2, p.73-88., 1999. doi: <https://doi.org/10.22456/1982-1654.6275>.
- HANDAL, B. et al. A framework for categorising mobile applications in mathematics education. In: *PROCEEDINGS OF THE AUSTRALIAN CONFERENCE ON SCIENCE AND MATHEMATICS EDUCATION*. 2013. Disponível em: <https://openjournals.library.sydney.edu.au/index.php/IISME/article/view/6933>. Acesso em: 4 fev. 2023.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE]. Uso de Internet, Televisão e Celular no Brasil. In: *Educa Jovens*, 2021. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/20787-uso-de-internet-televisao-e-celular-no-brasil.html>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- ISO/IEC 25010. Systems and software engineering-systems and Software Quality. *Requirements and Evaluation (SQuaRE)*: System and software quality models, 2011. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/35733.html>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- JESUS, D.D.N.D. *O uso do software GeoGebra para o ensino de função do 2º grau: o caso da 1ª série do ensino médio de uma escola federal*. Lajeado: Univates, 2019.
- LEE, C.Y.; SLOAN, T. A comprehensive evaluation rubric for assessing instructional apps. *J. Inform. Technol. Educ.*, v.14, n.10, 2015.
- MURARO, M.I.; GÓES, A.R.T.; CAMAS, N.P.V. Dispositivos móveis na Educação Matemática no ensino fundamental: análise das pesquisas acadêmicas brasileiras. *Rev. Cocar*, v.14, n.30, 2020.
- OTA, M.A.; ARAÚJO JR., C.F. Tendências para a utilização de sistemas de aprendizagem adaptativa no contexto educacional. *Rev. Esp.*, v.38, n.5, p.13-27, 2017.
- PATTEN, B.; SÁNCHEZ, I.A.; TANGNEY, B. Designing collaborative, constructionist and contextual applications for handheld devices. *Comp. Educ.*, v.46, n.3, p.294-308, 2006.
- PREVOT, F.B. *Uma abordagem com uso de M-Learning na aprendizagem de cálculo diferencial e integral em cursos de engenharia baseada em ABP e modelagem matemática*. Universidade Cruzeiro do Sul, 2019.
- ROMANELLO, L.A. *Potencialidades do uso do celular na sala de aula: atividades investigativas para o ensino de função*. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 2016.
- ROSCHELLE, J. et al. From handheld collaborative tool to effective classroom module: Embedding CSCL in a broader design framework. *Comp. Educ.*, v.55, n.3, p.1018-1026, 2010. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.04.012>.
- ROSCHELLE, J. Unlocking the learning value of wireless mobile devices [keynote paper]. *J. Comp. Assist. Learning*, v.19, n.3, p.260-272, 2003. doi: <https://doi.org/10.1046/j.0266-4909.2003.00028.x>.
- SILVA, V.A. *Um modelo de categorias para análise de aplicativos móveis: um enfoque no ensino de funções*. (Tese de Doutorado) – Universidade Anhanguera de São Paulo, 2022.
- SOAD, G.W. *Avaliação de qualidade em aplicativos educacionais móveis*. (Dissertação de Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-27092017-173643/pt-br.php>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- SOAD, G.W.; DUARTE FILHO, N.F.; BARBOSA, E.F. Uma contribuição ao estabelecimento de características de qualidade para aplicações educacionais móveis. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE*, p.165-179, 2015. doi: <https://doi.org/10.5753/sbqs.2015.15221>.
- TEIXEIRA, E.S. *Mobile Learning: contribuições para o estudo de funções na formação do professor de matemática*. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2020.