

VALIDAÇÃO DE UM APLICATIVO MÓVEL COMO RECURSO DIDÁTICO DIGITAL PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE PALEONTOLOGIA NO ENSINO MÉDIO

Welesson Portela de Aguiar¹

Diva Maria Borges-Nojosa²

RESUMO

Aplicativos educacionais têm se mostrado ferramentas eficazes no ensino de Biologia, podendo também viabilizar o estudo dos fósseis. Este artigo tem como objetivo investigar a eficácia do uso do aplicativo “PaleonApp” frente ao ensino tradicional, considerando sua aplicação de forma independente e integrada a essa abordagem, na promoção da aprendizagem significativa em Paleontologia. O *software* “PaleonApp” foi desenvolvido por meio da plataforma *MIT App Inventor* e integrado a uma sequência didática baseada na proposta da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, de Moreira (2011), sendo aplicado a dois conjuntos de estudantes do ensino médio, denominados grupo ET (n = 73) e grupo TE (n = 69). A pesquisa apresenta uma abordagem qualiquantitativa, na qual os participantes responderam a três questionários semiestruturados (Q1, Q2 e Q3), aplicados em diferentes momentos ao longo da sequência didática. A análise dos resultados, que incluiu respostas a questões de múltipla escolha e a avaliação de mapas conceituais, indicou que o uso do “PaleonApp” em sala de aula, bem como a ordem de sua utilização, potencializou a aprendizagem em relação à exposição tradicional do conteúdo. Observou-se que a ferramenta proporcionou aos alunos uma compreensão mais sólida sobre a paleofauna do noroeste cearense e noções básicas acerca dos fósseis. Conclui-se que o uso pedagógico de tecnologias digitais como ferramentas educacionais favorece o processo educativo, aprimorando o ensino e a aprendizagem, além de despertar a curiosidade e estimular a participação ativa dos estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino. Teoria da Aprendizagem Significativa. Fósseis. Tecnologia Digital.

¹ Universidade Federal do Ceará. E-mail: welessonportela@gmail.com.  <https://orcid.org/0000-0002-7595-2810>.

² Universidade Federal do Ceará. E-mail: dmbnojosa@gmail.com.  <https://orcid.org/0000-0002-8696-0170>.

VALIDATION OF A MOBILE APPLICATION AS A DIGITAL EDUCATIONAL RESOURCE FOR THE TEACHING AND LEARNING OF PALEONTOLOGY IN HIGH SCHOOL

ABSTRACT

Educational applications have proven to be effective tools in teaching Biology, and can also facilitate the study of fossils. This article aims to investigate the effectiveness of using the "PaleonApp" application compared to traditional teaching, considering its application independently and integrated with this approach, in promoting meaningful learning in Paleontology. The PaleonApp software was developed using the MIT App Inventor platform and integrated into a teaching sequence based on the Potentially Meaningful Teaching Unit proposal by Moreira (2011), being applied to two groups of high school students, designated as group ET (n = 73) and group TE (n = 69). The research presents a qualitative-quantitative approach, in which participants answered three semi-structured questionnaires (Q1, Q2, and Q3), applied at different times throughout the teaching sequence. The analysis of the results, which included answers to multiple-choice questions and the evaluation of concept maps, indicated that the use of PaleonApp in the classroom, as well as the order of its use, enhanced learning compared to the traditional presentation of the content. It was observed that the tool provided students with a more solid understanding of the paleofauna of northwestern Ceará and basic notions about fossils. It is concluded that the pedagogical use of digital technologies as educational tools favors the educational process, improving teaching and learning, as well as arousing curiosity and stimulating the active participation of students.

KEYWORDS: Teaching. Theory of Meaningful Learning. Fossils. Digital Technology.

1. INTRODUÇÃO

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) impulsionam uma transformação constante no campo educacional, rompendo os muros da escola e alinhando a aprendizagem às tendências pedagógicas contemporâneas. Nesse contexto, a onipresença dos dispositivos móveis os torna ferramentas pedagógicas estratégicas. Prova disso são os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), que apontam que 84,4% dos jovens brasileiros, a partir dos 10 anos, já possuem celular próprio.

O acesso a recursos didáticos nesses dispositivos ocorre, conforme Santos e Freitas (2016), por meio de aplicativos (*apps*): *softwares* desenvolvidos para funções específicas que auxiliam o usuário em diversos aspectos. Atualmente, a diversidade de aplicativos educacionais disponíveis permite que, se utilizados de maneira adequada, proporcionem conhecimentos em áreas complexas, como a Biologia. Sob essa ótica, a utilização de tais ferramentas pode colaborar para a construção de uma aprendizagem significativa.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), proposta por David Ausubel, estabelece que a assimilação de novos conhecimentos ocorre quando uma nova informação se relaciona, de maneira não arbitrária e substantiva, a conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo, denominados *subsunçores* (Moreira, 2013; Ostermann; Cavalcanti, 2011). Pelizzari *et al.* (2002) reforçam que, para que esse processo ocorra, são necessárias duas condições: a disposição do aluno para aprender e o caráter potencialmente significativo do conteúdo. Nesse sentido, artefatos tecnológicos como *smartphones* e *tablets* podem favorecer ambas as condições, ao elevar a motivação e o engajamento discente (Elias; Motta; Kalinke, 2020).

Apesar da relevância da Biologia no despertar do interesse pelo mundo vivo (Krasilchik, 2004), o ensino da disciplina enfrenta obstáculos, como o excesso de termos abstratos e a carência de metodologias diversificadas (Fialho, 2013). A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sugere o uso de tecnologias para aproximar os conteúdos da realidade do aluno, destacando a Paleontologia como tema central para a compreensão da evolução da vida (Brasil, 2017). Contudo, a divulgação científica nessa área ainda é incipiente na educação básica, limitando-se a abordagens superficiais em livros didáticos (Alves; Lippi, 2021). Essa carência de contextualização é crítica em regiões como o Noroeste do Ceará, que abriga um rico patrimônio fossilífero (Viana, 2018), mas que permanece subexplorado nos currículos por falta de materiais específicos.

Dentro desta perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo analisar a potencialidade do uso do aplicativo educacional “PaleonApp”, em comparação com a exposição tradicional de ensino ou em conjunto com esta, como ferramenta facilitadora da aprendizagem significativa em Paleontologia, com ênfase na divulgação do patrimônio fossilífero da região Noroeste do estado do Ceará.

2. APLICATIVOS NO ENSINO DE BIOLOGIA E AS UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

A Biologia dedica-se ao estudo da vida em suas múltiplas dimensões (Sadava *et al.*, 2009), contudo, no contexto escolar brasileiro, as aulas frequentemente se apresentam de forma teórica, o que compromete o interesse e o engajamento dos estudantes. Nesse cenário, a tecnologia móvel, já integrada ao cotidiano dos jovens em diversas atividades sociais, constitui uma ferramenta promissora para dinamizar o processo de ensino-aprendizagem. Apesar de seu potencial, a

disponibilidade de *softwares* específicos voltados ao ensino de Ciências Biológicas ainda é limitada: conforme Oliveira (2018), os recursos existentes dividem-se majoritariamente entre jogos didáticos (53%) e *E-books* (47%).

No campo da Paleontologia, essa escassez é ainda mais evidente. Brasil, München e Schwanke (2020) identificaram apenas quatro aplicativos disponíveis para o sistema *Android*, geralmente de caráter predominantemente lúdico ou restritos à reprodução de conteúdos genéricos oriundos de plataformas como *Wikipédia* e *YouTube*. Nenhum desses recursos contempla o patrimônio fossilífero brasileiro ou aborda as particularidades do estado do Ceará, o que acentua uma lacuna que dificulta a contextualização do ensino e sua aproximação da realidade local.

Diante desse panorama, torna-se premente o desenvolvimento de novos recursos digitais que promovam uma aprendizagem mais significativa, sirvam de apoio ao trabalho docente e contribuam para a contextualização dos conteúdos. No entanto, o uso de aplicativos, por si só, não garante benefícios pedagógicos quando aplicado de forma desarticulada. É necessário que o professor conheça as limitações inerentes a esses recursos, tais como a necessidade de acesso à internet, o tamanho dos arquivos — que pode restringir o uso em dispositivos com menor capacidade de armazenamento — e a possibilidade de incompatibilidade com determinados sistemas operacionais.

Nesse cenário, emergem as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), propostas por Moreira (2011) como sequências didáticas voltadas à promoção de uma aprendizagem significativa e não mecânica. Embora a UEPS apresente uma natureza teórica plural, ao integrar conceitos de autores como Novak, Gowin, Vygotsky, Vergnaud e Johnson-Laird, sua fundamentação tem como marco teórico central a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, consolidada em 1963. Para esse autor, a aprendizagem ocorre quando novas informações se relacionam, de forma não arbitrária e substantiva, a conhecimentos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo (Ostermann; Cavalcanti, 2011). Tais conhecimentos prévios, denominados *subsunçores*, podem ser imagens, símbolos ou conceitos que já possuem significado para o aprendiz (Ausubel; Novak; Hanesian, 1983) e que, segundo Moreira (1999), atuam como "âncoras cognitivas". Assim, ao servirem de base para a integração de novos saberes construídos em diferentes contextos sociais e educativos, os *subsunçores* tornam-se o ponto

de partida essencial para a aplicação de qualquer UEPS (Elias; Motta; Kalinke, 2020).

As UEPS baseiam-se em princípios como valorização dos conhecimentos prévios, interação social, proposição de situações-problema e diferenciação progressiva. De acordo com Moreira (2011), Oliveira (2020) e Oliveira, Angelo e Barbosa (2021), a estrutura de uma UEPS organiza-se em oito etapas: (1) definição do tópico; (2) identificação dos conhecimentos prévios; (3) apresentação de situações-problema iniciais; (4) exposição do conteúdo do geral ao específico; (5) retomada em maior nível de complexidade; (6) aprofundamento por atividades colaborativas; (7) avaliação do processo; e (8) avaliação final da aprendizagem.

Para acompanhar o progresso dos alunos, as UEPS utilizam frequentemente os mapas conceituais. Essa técnica, criada por Joseph Novak na década de 1970 como aplicação prática da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (Cavellucci, 2009), consiste em diagramas que mostram como os conceitos se conectam de forma lógica. Por meio deles, o professor consegue perceber se o estudante realmente integrou os novos conteúdos ao que já sabia ou se está apenas repetindo informações decoradas. No presente estudo, a UEPS foi adotada como referencial metodológico, passando por adaptações pontuais para melhor atender aos objetivos específicos da investigação.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa tem natureza aplicada, com objetivo descritivo e, do ponto de vista dos procedimentos técnicos, apresenta elementos de um estudo de caso (Prodanov; Freitas, 2013; Gil, 2008). A escolha metodológica fundamenta-se na singularidade e na expressiva relevância científica do patrimônio paleontológico da Região Norte/Noroeste do Estado do Ceará, reconhecida por seu amplo potencial fossilífero. Conforme sistematiza Viana (2018), a área concentra registros que se estendem desde evidências de atividade microbiana atribuídas ao Eo-Cambriano, na Bacia Jaibaras, até depósitos paleozoicos associados à Bacia do Parnaíba. Nesse recorte regional, destaca-se o município de Pacujá, cuja importância paleontológica se evidencia pela ocorrência de moldes de anêmonas-do-mar e icnofósseis de invertebrados marinhos preservados em litologias silurianas da Formação Ipu, os quais constituem testemunhos relevantes da biota marinha primitiva (Figura 1). Ademais, outros municípios da região apresentam impressões de organismos conchíferos, estruturas de rastreamento em depósitos das formações Tianguá e Jaicós, bem como vestígios de

megafauna quaternária, ampliando o espectro temporal e paleoambiental do patrimônio fossilífero regional (Viana, 2018).

Figura 1 – Fósseis de Pacujá (CE): A – molde de Anêmona-do-mar; B – Icnofóssil de invertebrado marinho atribuído ao icnogênero *Planolites*



Fonte: A – autor; B – Viana (2018)

No que se refere aos mecanismos de coleta das informações, empregou-se o uso de três questionários semiestruturados - Q1, Q2 e Q3, com a finalidade de registrar os conhecimentos prévios sobre assuntos inerentes à paleontologia, perceber os saberes adquiridos após abordagens pedagógicas e registrar mapas conceituais elaborados pelos estudantes. Ambos os questionários continham 10 questões objetivas com alternativas predefinidas, acrescidos de uma questão subjetiva de resposta livre no Q2 e no Q3.

Quanto à forma de abordagem do problema, caracteriza-se como uma pesquisa mista. O tocante quantitativo desse trabalho está representado principalmente por meio das análises estatísticas das respostas objetivas, a fim de compreender possíveis aquisições de conhecimento. Complementando essa abordagem, a porção qualitativa se concentra na verificação de coerências nos mapas conceituais. A escolha pela abordagem mista segue Minayo, Deslandes e Gomes (2007), os quais entendem que dados qualiquantitativos se complementam, pois há interação entre a realidade por eles abrangida, reduzindo, dessa forma, qualquer dicotomia.

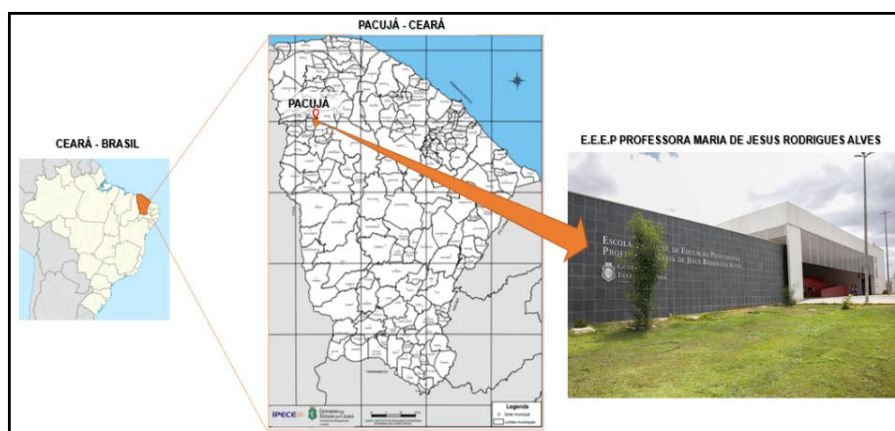
3.1 SUJEITOS E CAMPO DE PESQUISA

A pesquisa envolveu 142 estudantes da 1ª série do Ensino Médio, distribuídos em quatro turmas de uma Escola Estadual de Educação Profissional (E.E.E.P.), localizada no município de Pacujá, Ceará (Figura 2), pertencente à área de planejamento do Sertão de Sobral e situada a

aproximadamente 298 km da capital, Fortaleza (IPECE 2015). Os participantes estavam regularmente matriculados nos cursos técnicos de Administração (turma A), Contabilidade (turma B), Desenvolvimento de Sistemas (turma C) e Secretaria Escolar (turma D).

Para investigar o potencial da utilização do aplicativo educacional na aprendizagem sobre paleontologia, em comparação ou em conjunto com a aula expositiva teórica tradicional, foi necessário dividir as quatro turmas em dois grupos de pesquisa, de acordo com a ordem em que as abordagens foram realizadas (Tabela 1). Em atenção aos princípios éticos, a pesquisa foi submetida e autorizada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Ceará (UFC) (Processo nº 5.726.922).

Figura 2 – Localização da Escola Estadual de Ensino Profissionalizante localizada no município Pacujá – Ceará



Fonte: Adaptado de IPECE (2021) e TUBS (2024).

Tabela 1 – Divisão das turmas em grupos de pesquisa considerando a abordagem pedagógica realizada

Nome do grupo	Turmas de 1º série	Descrição da Abordagem Pedagógica	Resumo da abordagem
ET	Administração (A) e Desenvolvimento de Sistemas (C)	Nas primeiras aulas sobre o conteúdo, os participantes tiveram acesso e utilizaram o aplicativo “PaleonApp”; posteriormente, foram submetidos à aula expositiva teórica com auxílios de <i>slides</i> em projetor multimídia.	Experimental → Tradicional
TE	Contabilidade (B) e Secretaria Escolar (D)	Nas primeiras aulas sobre o conteúdo, os participantes foram submetidos a aulas expositivas teóricas com utilização de <i>slides</i> em projetor multimídia; posteriormente, tiveram acesso e utilizaram o aplicativo “PaleonApp”.	Tradicional → Experimental

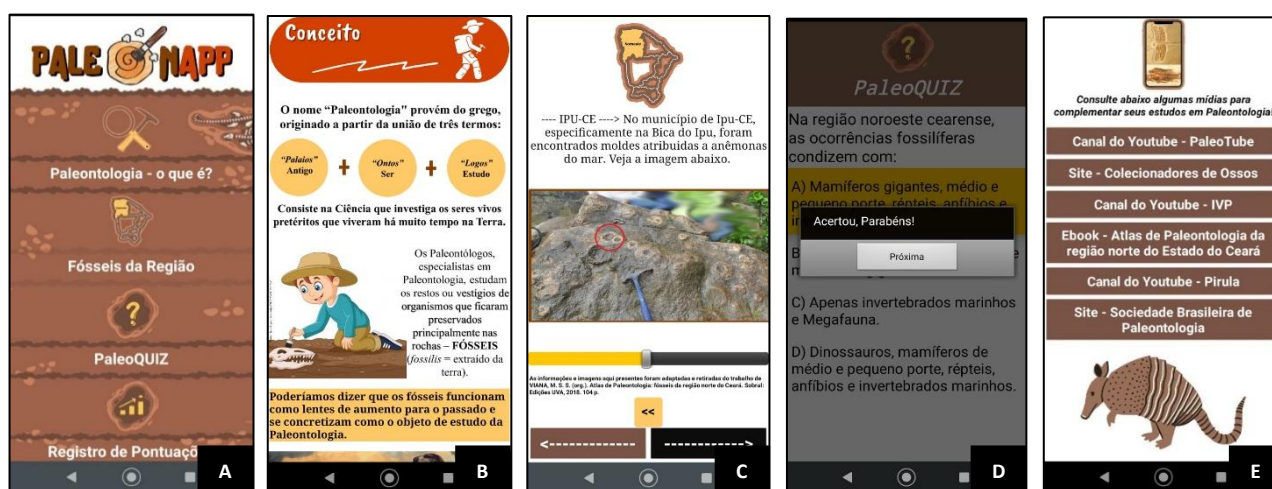
Fonte: elaborada pelos autores.

3.2 A CONSTRUÇÃO DO APLICATIVO PALEONAPP

Foi desenvolvido, por meio da plataforma MIT App Inventor, o *software* educacional denominado “PaleonApp”. Esse aplicativo foi pensado para atender às necessidades de estudantes em âmbito regional, contribuindo para a compreensão de aspectos gerais da paleontologia e, em especial, da paleofauna da Mesorregião Noroeste do estado do Ceará. Após algumas correções, o aplicativo foi aprovado e disponibilizado gratuitamente na loja de aplicativos Google Play Store e no *link*: <https://abre.ai/paleonappufc>.

O “PaleonApp” (Figura 3) foi estruturado em quatro seções de interesse didático, projetadas para funcionar integralmente em modo *offline*, com exceção de uma única seção. A primeira, intitulada “Paleontologia – o que é?”, apresenta conteúdos textuais acompanhados de perguntas-desafio sobre conceitos e curiosidades da paleontologia geral. A segunda seção, “Fósseis da Região”, reúne imagens e descrições de registros fóssilíferos da região Noroeste/Norte do Ceará, organizadas em um menu de navegação intuitivo. A terceira, “PaleoQUIZ”, propõe um jogo de perguntas e respostas baseado nas informações abordadas nas duas primeiras seções, estimulando a fixação dos conteúdos. Por fim, a seção “Complementando os estudos” é a única que requer acesso à internet, pois oferece *links* para *sites*, *e-books* e canais do YouTube cuidadosamente selecionados, que disponibilizam informações atualizadas e alinhadas com o rigor científico.

Figura 3 – Aplicativo “PaleonApp”: A – Parte da tela inicial; B – Início da Seção “Paleontologia – o que é?”; C – Seção “Fósseis da Região”; D – Seção “PaleoQUIZ”; E – Seção “Complementando os estudos”



Fonte: elaborada pelos autores.

3.3 USO DO “PALEONAPP” VINCULADO À TAS EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Optou-se pelo uso da TAS para verificar vestígios da aprendizagem. Nesse âmbito, foram identificados como possíveis subsunçores sobre paleontologia: fósseis, tipos de rochas, diversidade de seres vivos e noções básicas de evolução. Para averiguar a contribuição do “PaleonApp” no entendimento de noções básicas da paleontologia, realizou-se uma sequência de encontros com os dois grupos predefinidos (ET e TE), seguindo Moreira (2011) para o desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. Nesse contexto, montou-se uma Sequência Didática (SD), com seis encontros por grupo de estudantes, com duração individual de uma hora/aula – 50 minutos – (Tabela 2), que viabilizou o uso do aplicativo em sala de aula.

Tabela 2 – Cronograma resumido dos encontros realizados com os grupos ET e TE

Encontro	Data	Duração	Ações
Primeiro	21/11/2022	1 h/a	Convite para a participação da pesquisa e distribuição do TALE e TCLE
Segundo	22/11/2022	1 h/a	Recolhimento dos TALE e TCLE; <u>Aplicação de Q1</u>
Terceiro	22/11/2022	2 h/a	Grupo ET Intervenção experimental com utilização do <i>PaleonApp</i> , em especial os recursos Paleontologia – o que é?; Fósseis da Região e PaleoQUIZ! Grupo TE Intervenção tradicional com utilização de <i>slides</i> , projetor multimídia e exposição do conteúdo
Quarto	28/11/2022	1 h/a	<u>Aplicação de Q2</u>
Quinto	29/11/2022	1 h/a	Grupo ET Intervenção tradicional para revisão da temática – uso de <i>slides</i> , projetor multimídia e exposição do conteúdo Grupo TE Intervenção experimental para revisão da temática – utilização do “PaleonApp”
Sexto	30/11/2022	1 h/a	<u>Aplicação de Q3</u>

Fonte: elaborada pelos autores; Legenda: Q1 – Questionário 1; Q2 – Questionário 2; Q3 – Questionário 3; TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido; TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

3.4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS COLETADOS

As respostas para as dez perguntas objetivas relacionadas à paleontologia que se repetiam nos três questionários (Q1, Q2 e Q3), foram transferidas para planilhas eletrônicas do *software* Microsoft Office Excel (Professional Plus 2019). Partiu-se do pressuposto que a quantidade de acertos é diretamente proporcional ao grau de conhecimento do aluno sobre os assuntos abordados. As perguntas, identificadas com um código específico (Tabela 3), eram relacionadas a temáticas da

paleontologia e que foram abordadas durante as intervenções pedagógicas experimental e tradicional. Os resultados são apresentados na seguinte forma estatística padronizada: ($X \pm DP$), onde X representa a média e DP, o desvio padrão.

Para que a investigação sobre as evidências de aprendizagem ocorresse de maneira mais embasada, utilizaram-se os seguintes testes estatísticos: "Mann-Whitney" para amostras independentes (ao comparar as médias de acertos dos dois grupos de pesquisa); e o "teste de Wilcoxon" para as amostras pareadas (ao analisar as médias de acertos dos grupos em momentos diferentes). Para averiguar as diferenças significativas nas médias de acertos de cada grupo nos questionários 1 (Q1), 2 (Q2) e 3 (Q3), aplicou-se o teste não paramétrico de Friedman, para evidenciar se possíveis ganhos ou prejuízos de conhecimentos são expressivos ou não. Foi utilizado o *software* BioEstat, versão 5.3, para auxiliar na análise dos testes, e a justificativa das escolhas desses testes inferenciais pode ser corroborada por Zanetta (2023), considerando que tais instrumentos estatísticos permitem deduzir características da população analisada, tirar conclusões, descrevê-la e testar hipóteses.

Tabela 3 – Objetivos das perguntas relacionadas à Paleontologia aplicadas aos estudantes.

Código	Temática	Objetivo
P1	Conceito de Paleontologia	Verificar se o aluno compreende o conceito de Paleontologia por meio da dedução do trabalho do paleontólogo.
P2	Conceito de Fósseis	Perceber se o estudante tem noção do que representam os fósseis.
P3	Fósseis em Pacujá-CE	Constatar se o estudante tem conhecimento de que há registros fossilíferos no território pertencente ao município onde se localiza a sua escola.
P4	Paleofauna de Pacujá-CE	Confirmar se o aluno conhece quais são os registros fossilíferos mais ocorrentes no município de Pacujá-CE.
P5	Importância dos Museus	Verificar se o discente tem ciência da relevância dos museus na proteção dos registros fósseis.
P6	Tipos de fósseis e o processo de fossilização	Averiguar se o estudante consegue diferenciar os principais tipos de fósseis (restos/somatofósseis e vestígios), assim como apresenta noções básicas sobre o processo de fossilização.
P7	Paleofauna da Mesorregião Noroeste do Ceará	Aferir acerca de saberes da paleofauna presente na Mesorregião Noroeste cearense.
P8	Tipos de Fósseis	Verificar se o estudante é capaz de distinguir diferentes tipos de fósseis, em especial, no caso dessa pergunta, os somatofósseis.
P9	Idade de um registro biológico para ser considerado fóssil	Identificar se os alunos compreendem que, para alguns autores, um fóssil verdadeiro deve ter mais de 11 mil anos de idade.
P10	Paleofauna da Mesorregião Noroeste do Ceará	Aferir acerca de saberes da paleofauna registrada para a Mesorregião Noroeste cearense.

Fonte: elaborada pelos autores.

Além da investigação quantitativa, também foi realizada a interpretação qualitativa dos mapas conceituais, solicitados no final dos questionários 2 e 3. Considerando que os alunos tiveram pouco tempo para responder aos questionários (50 minutos), a avaliação dos mapas focou mais na relação lógica entre eles e preocupou-se menos com a quantidade de conceitos e termos de ligação. Moreira (2006) sugere que, para a análise do mapa, não se deve atribuir uma pontuação (escore), mas interpretá-lo de maneira que se possa perceber evidências de uma aprendizagem significativa.

Assim, com base em critérios adaptados de Ruiz-Moreno *et al.* (2007), foram considerados os seguintes aspectos: conceitos, inter-relações e estrutura lógica. A partir desses critérios, os mapas conceituais foram classificados como SATISFATÓRIOS, quando apresentavam oito ou mais conceitos claros e precisos, com poucos equívocos, relações majoritariamente corretas e boa organização estrutural, evidenciando aprendizagem significativa; PARCIALMENTE SATISFATÓRIOS, quando continham entre cinco e sete conceitos, relações predominantemente corretas e estrutura simplificada, indicando evidências limitadas de aprendizagem; e INSATISFATÓRIOS, quando apresentavam cinco ou menos conceitos, ausência de estruturação lógica, conexões equivocadas ou o espaço do mapa em branco, sugerindo baixa assimilação dos conteúdos estudados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CONHECIMENTOS PRÉVIOS: O QUE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA PÚBLICA ESTADUAL JÁ SABEM SOBRE PALEONTOLOGIA?

No questionário Q1, com perguntas sobre Paleontologia, esperava-se que, se o estudante fosse capaz de interpretar e compreender os conceitos abordados nas perguntas, sua resposta seria correta, indicando que ele já possuía conhecimento prévio sobre o tema. Diante disso, foram atribuídas pontuações aos alunos dos dois grupos, de acordo com a quantidade de acertos.

Os resultados do grupo ET mostraram $5,55 \pm 1,54$ de respostas corretas, enquanto do grupo TE apresentaram $5,52 \pm 1,69$. Ao comparar esses acertos por meio do teste Mann-Whitney, com um nível de significância a 5% ($p = 0,05$), obteve-se um valor $p = 0,92$. Sendo o valor $p > 0,05$, a hipótese nula (H_0) é aceita, ou seja, não há diferença significativa entre os grupos de estudantes quanto aos conhecimentos prévios em Paleontologia.

Ao investigar o grupo ET (Tabela 4), verifica-se que as perguntas com maior frequência de acertos ($>50\%$), foram P1, P2, P5, P7 e P10, deduzindo-se que os estudantes desse grupo apresentam

uma boa compreensão sobre os conceitos de Paleontologia e fósseis, entendem a relevância dos museus e apresentam uma noção básica acerca da paleofauna da Mesorregião Noroeste cearense. A maioria, por exemplo, sabe que em Irauçuba-CE já foram encontrados fragmentos de preguiça-gigante e ainda identificou que nessa região, além de fósseis de mamíferos gigantes, médio e pequeno porte, também existem registros de répteis, anfíbios e invertebrados. Em contrapartida, pelo baixo desempenho em P3, P4, P6, P8 e P9, nota-se que a maioria dos estudantes do grupo ET não apresenta noções concretas sobre a paleofauna registrada no município de Pacujá-CE, onde se localiza a escola em que estudam, não conseguem diferenciar os tipos de fósseis e não compreendem que a idade determina a veracidade de um fóssil, conforme Branco (2014). Já no grupo TE, a maior frequência de acertos foi registrada em P1, P2, P3, P5 e P10, e os menores índices de acertos em P4, P6, P7, P8 e P9, mostrando que existe muitas similaridades entre os grupos. No entanto, vale ressaltar as diferenças que os grupos apresentam: a P3 foi acertada pela maioria dos integrantes de TE, ou seja, mais estudantes do grupo TE sabem que já foram encontrados fósseis em Pacujá-CE, bem como sabem até que tipos de registros fossilíferos foram encontrados nesse município, em comparação com o grupo ET; pelo percentual de estudantes que acertaram P7 e P10 em cada grupo, constata-se mais integrantes no grupo ET que conhecem aspectos da paleofauna da Mesorregião Noroeste cearense.

Tabela 4 – Resultados das respostas dos estudantes dos grupos ET e TE referentes ao Q1

Questão	Objetivo	Resultados (%)	
		Grupo ET	Grupo TE
P1	Compreender o conceito de Paleontologia	82,2	84,1
P2	Ter noção do que são fósseis	75,3	84,1
P3	Saber que existem registros fossilíferos no município da escola	49,3	59,4
P4	Saber quais são os registros fossilíferos mais ocorrentes no município da escola	28,8	46,4
P5	Ter ciência da relevância dos museus para preservar os fósseis	93,2	88,4
P6	Conseguir diferenciar os tipos de fósseis	47,9	49,3
P7	Conhecer a paleofauna presente na mesorregião da escola	56,2	46,4
P8	Conseguir distinguir os tipos de fósseis	34,2	26,1
P9	Saber que um fóssil verdadeiro deve ter mais de 11 mil anos	11,0	7,2
P10	Conhecer a paleofauna registrada para a mesorregião da escola	76,7	60,9

Fonte: elaborada pelos autores.

De acordo com os resultados obtidos, é possível detectar que a maioria dos estudantes dos dois grupos apresentam *subsunções* relacionados ao conceito de paleontologia e sabem o que os

fósseis representam. Além disso, verificam-se conhecimentos prévios relacionados à importância dos museus na preservação e divulgação dos restos ou vestígios de seres do passado, bem como uma percepção da paleofauna da Mesorregião Noroeste cearense. A hipótese que se esperava era que muitos alunos acreditassem que haveria registros de dinossauros para essa região, partindo do pressuposto de que a palavra "fósseis" normalmente tem um estereótipo ligado aos grandes répteis, mas não foi a resposta considerada pela maioria dos alunos.

Por outro lado, a maioria deles não conhece os tipos de registros paleofaunísticos encontrados no município de Pacujá-CE, onde a escola está localizada. Esse resultado é semelhante ao relatado por Heirich *et al.* (2015), que observaram, por um questionário prévio, que a maioria dos alunos do Ensino Fundamental e Médio do município de Tibagi-PR desconhece o patrimônio fóssilífero da própria localidade. Da mesma forma, Duarte *et al.* (2016) evidenciaram na rede estadual de ensino no Rio de Janeiro que 83,4% dos alunos sequer compreendem o conceito de Paleontologia.

Comparando os resultados aqui obtidos com a pesquisa de Duarte *et al.* (2016), constata-se que a maioria dos estudantes do Ceará apresentou uma compreensão mais adequada sobre os conceitos de Paleontologia e fósseis. Entretanto, sabe-se que a forma como os discentes foram questionados nas duas pesquisas, as diferenças de contexto social e cultural podem ter influenciado nesses contrastes. Outro ponto, é que a maioria dos alunos das duas pesquisas não apresentaram conhecimento suficiente para diferenciar os tipos de fósseis, nem o conhecimento da datação mínima exigida para definição do registro fóssilífero, denotando a necessidade de aprofundamento no conhecimento paleontológico. De acordo com Boss (2009), para que um conceito seja assimilado, é necessário que a estrutura cognitiva passe inicialmente por diferenciação progressiva, que se dá à medida que a assimilação sequencial de novos significados ocorre a partir de sucessivas exposições a novos materiais potencialmente significativos.

4.2 UTILIZAÇÃO DO “PALEONAPP” VERSUS ABORDAGEM TRADICIONAL DE ENSINO

Após a avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos, foram realizadas intervenções pedagógicas distintas nos grupos ET e TE abordando temáticas da Paleontologia. O grupo ET utilizou o aplicativo “PaleonApp” como intervenção experimental, enquanto o grupo TE teve aulas

expositivas tradicionais com a utilização de *slides* sobre os mesmos temas estudados pelo grupo ET. Após essas intervenções, foi aplicado o questionário Q2 para cada grupo, contendo as mesmas perguntas específicas de Paleontologia do Q1, acrescido de uma questão que solicitava a elaboração de um mapa conceitual.

Os dados das respostas objetivas revelaram que a média de acertos do grupo ET, que usou o “PaleonApp”, foi $8,07 \pm 1,36$, sendo maior do que a média do grupo TE, que não utilizou, que foi $7,35 \pm 1,86$. O teste comparativo para amostras independentes de Mann-Whitney, que verifica se a diferença é estatisticamente significativa com $p = 0,05$, obteve $p = 0,0093$, e sendo $p < 0,05$, a hipótese nula (H_0) é rejeitada, indicando que as intervenções provocaram diferença significativa sobre o conhecimento em Paleontologia entre os dois grupos de estudantes.

Porém, confrontando estes dados com as médias obtidas antes das intervenções (experimental e tradicional) por meio de Q1, percebe-se um aumento de aprendizagem nos dois grupos. Reforçando esse indicativo, foi realizado o teste de Wilcoxon para $p = 0,05$ com os dois grupos, comparando as médias de acertos em Q1 e Q2. Em ambos, obteve-se $p < 0,0001$, que é muito baixo e comprova uma diferença bastante significativa e consequentemente um aumento na aprendizagem após as intervenções realizadas. Entretanto, o ganho de aprendizagem na diferença percentual da média de acertos em Q2, em relação a Q1, foi maior no grupo ET (45,4%) em comparação com o grupo TE (33,1%).

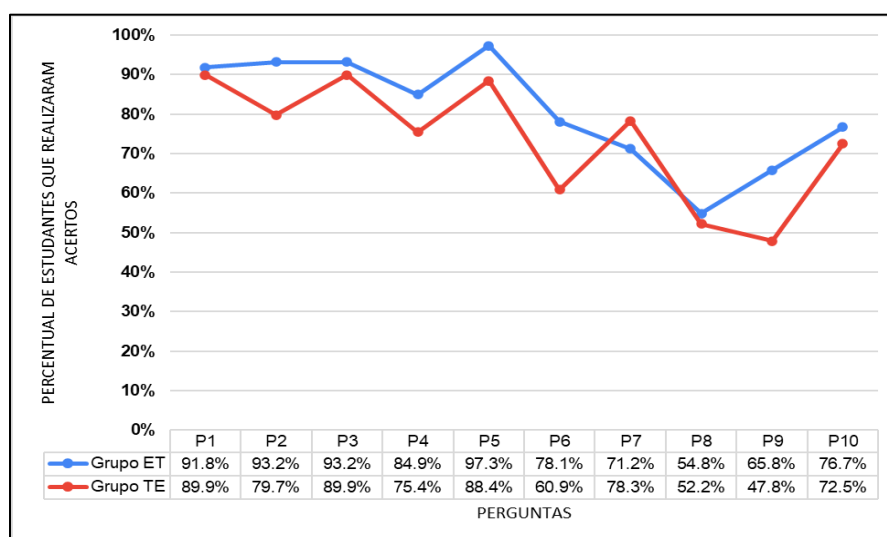
Em paralelo a esse contexto, ao examinar o desempenho dos dois grupos de pesquisa em relação às perguntas de Q2, observa-se que os estudantes que tiveram acesso à sequência de aulas com a utilização do aplicativo “PaleonApp” apresentaram melhor desempenho em 9 das 10 perguntas (Figura 4). Apenas na P7, o grupo TE (78,3%) apresentou uma porcentagem maior de acertos da pergunta em comparação ao grupo ET (71,2%).

É admissível supor que algumas informações prévias errôneas manifestadas pelos estudantes configuravam aquilo que Bachelard (1996) denomina de obstáculos epistemológicos, isto é, conhecimentos anteriores cristalizados que dificultam o avanço do pensamento científico. Nesse sentido, tais concepções foram progressivamente problematizadas e superadas ao longo das intervenções metodológicas, sendo substituídas por explicações cientificamente fundamentadas, com destaque para a abordagem mediada pelo “PaleonApp”. Isso pode ser interpretado como uma

construção de novos significados pelos estudantes, uma vez que o novo conhecimento interagiu com suas ideias prévias (*subsunções*), resultando em uma reorganização cognitiva e na construção de um novo entendimento da compreensão sobre o tema abordado. Em relação a isso, Moreira (2013, p. 6) ratifica com a seguinte afirmação:

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-litera e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (Moreira, 2013, p.6).

Figura 4 – Percentual de estudantes dos grupos ET e TE que responderam corretamente às perguntas do Q2, aplicado após a primeira intervenção pedagógica



Fonte: elaborada pelos autores.

À luz do pensamento de Rodrigues, Gonçalves e Coutinho (2020), o uso de *apps* no ambiente escolar implica refletir sobre uma gama de vantagens, além da possibilidade de apoiar novos métodos pedagógicos que traga contextualização à realidade estudantil. É possível assumir que o trabalho aqui desenvolvido veio para evidenciar e reforçar a relevância dos aplicativos educacionais como uma ferramenta inédita e relevante no processo de ensino e aprendizagem acerca de temáticas da Paleontologia.

Outros estudos anteriores, como o realizado por Freitas, Castro e Maia (2019), que utilizaram o aplicativo “Órgãos 3D” para o ensino de reprodução e anatomia humana com alunos do ensino médio em uma escola pública estadual de Fortaleza – CE, corroboram as informações e interpretações apresentadas nessa pesquisa. No estudo anterior, as autoras verificaram, comparando o pré e o pós teste, que o uso do aplicativo aumentou em 43% o rendimento dos alunos.

Entretanto, nesse estudo, diferentemente do método utilizado neste trabalho, não houve comparação com intervenção expositiva tradicional.

Marques (2019), que elaborou, e validou, um aplicativo de Realidade Aumentada (RA) sobre o tema “Biomass Brasileiros – RABIOMAS”, constatou que o grupo controle, submetido apenas a uma abordagem tradicional de ensino, apresentou um desempenho maior do que o grupo experimental, que fez uso da aplicação. Porém, não deixou de existir a efetiva contribuição do *app* RABIOMAS de forma significativa, motivo pelo qual a autora defende que o uso desse recurso tecnológico deve ser realizado de forma complementar ao estudo, e não como única forma metodológica. Esta questão motivou a inclusão do objetivo de elucidar a melhor viabilidade de utilização do “PaleonApp”, se como ferramenta única ou de apoio às aulas tradicionais, bem como encontrar o melhor momento de sua aplicação, se antes ou depois das aulas tradicionais.

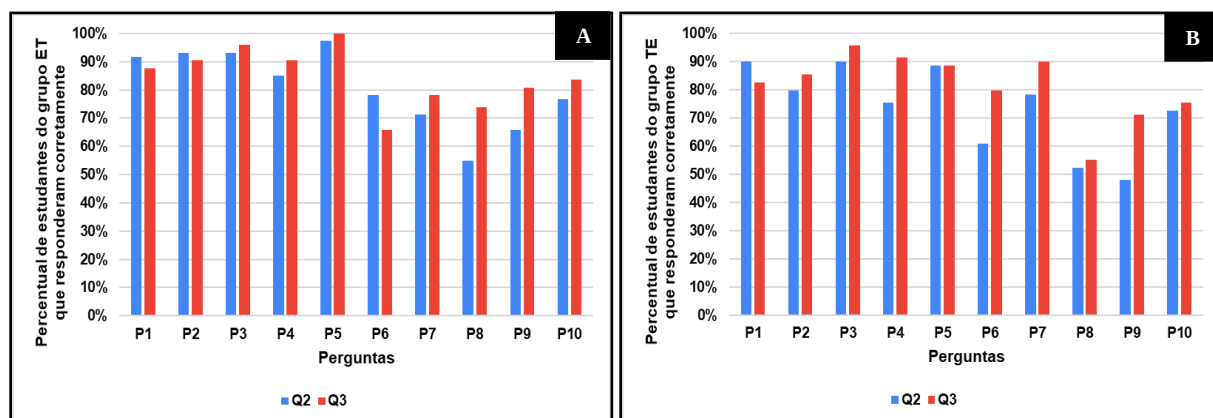
4.3 O APLICATIVO “PALEONAPP” ALIADO À ABORDAGEM TRADICIONAL DE ENSINO

Dando continuidade à SD proposta, foram realizadas novas intervenções, com o intuito de apenas revisar os assuntos, submetendo os grupos a abordagens diferentes em relação aos encontros iniciais. Realizou-se um encontro com o grupo ET para reaver as temáticas paleontológicas utilizando metodologia tradicional de ensino, através da exposição oral e apresentação de *slides*. Já no grupo TE, utilizou-se o “PaleonApp” de maneira guiada, recapitulando os conceitos estudados nas aulas expositivas tradicionais. Após essa segunda intervenção com os grupos, foi realizada a aplicação do terceiro questionário (Q3), contendo perguntas específicas de paleontologia idênticas às questões em Q2.

Com base na análise dos dados, observou-se que as médias de acertos dos dois grupos ficaram bastante próximas após a segunda intervenção pedagógica (Figura 5). As médias de acertos após a recapitulação variaram da seguinte forma: o grupo ET obteve $8,47 \pm 1,31$ após a aula tradicional, enquanto o grupo TE obteve $8,14 \pm 1,79$ após o uso do aplicativo. Para verificar se houve diferenças significativas, foi utilizado novamente o teste de Mann-Whitney, com nível de significância $p = 0,05$. O teste revelou $p = 0,2113$. Sendo $p > 0,05$, aceita-se (H_0), indicando que não houve diferença significativa entre as médias de acertos dos dois grupos, conforme previsto. Deduz-

se que a utilização do aplicativo “PaleonApp” é efetiva, tanto como material para introduzir os assuntos paleontológicos quanto para complementar aulas expositivas.

Figura 5 – Frequência de acertos em cada pergunta objetiva em Q2 e Q3: A – Para o grupo ET; B – Para o grupo TE



Fonte: elaborada pelos autores.

Quanto ao uso do “PaleonApp” como instrumento auxiliar de ensino no grupo TE, comparando as médias de acertos nos questionários Q2 e Q3, nota-se que em Q3 = $8,14 \pm 1,79$, o que significa cerca de 10,85% superior à média de acertos em Q2 = $7,35 \pm 1,86$. Foi realizado o teste de Wilcoxon, considerando nível de significância = 5%, e obteve-se $p = 0,0051$, sendo possível rejeitar (H_0) e indicar uma discrepância estatisticamente significativa entre as médias. Por outro lado, o grupo ET, que teve a aula de revisão pela metodologia tradicional, também apresentou um ganho de aprendizagem, equivalente a 4,92% (média de acertos em Q3 = $8,47 \pm 1,31$; em Q2 = $8,07 \pm 1,36$), mesmo após já ter tido contato prévio com o conteúdo por meio do “PaleonApp”. Apesar de ser pequena, o teste de Wilcoxon mostrou um $p = 0,0437$, indicando uma discrepância estatisticamente considerável entre as médias de notas obtidas antes e após a segunda intervenção.

Realizou-se, ainda, a análise da taxa de respostas corretas de cada pergunta do Q3 em comparação com Q2, para os dois grupos de pesquisa (Figura 5). Para o grupo ET, nota-se que houve aumentos percentuais nas perguntas P8 (+19,2%), P9 (+15,1%), P7 (+6,8%), P10 (+6,8%), P4 (+5,5%), P3 (+2,7%) e P5 (+2,7%), indicando que a maioria das temáticas tiveram um acréscimo positivo nos conhecimentos dos estudantes após a revisão com abordagem tradicional. Os maiores avanços (>10%) foram quanto aos tipos de fósseis, especificamente somatofósseis (P8), e a idade mínima para ser considerado fóssil (P9). Todavia, ocorreu um fenômeno intrigante de redução na taxa de

acertos em P1 (-4,1%), P2 (-2,7%) e P6 (-12,3%), que podem estar relacionados a possíveis dúvidas não esclarecidas. Em relação ao grupo TE, observa-se que os maiores avanços na aprendizagem (>10%) foram nas temáticas sobre a paleofauna do município de Pacujá-CE (P4), tipos de fósseis (diferença entre somatofósseis e vestígios) e processos de fossilização (P6), paleofauna da Mesorregião Noroeste cearense (P7) e idade mínima para ser considerado um fóssil (P9). Porém, novamente houve redução, em P1 (7,2%). É possível explicar a redução em P1, que ocorreu nos dois grupos, deduzindo-se que a atração dos estudantes por conhecerem os fósseis, principalmente após a liberação para utilizarem o aplicativo, foi bem superior ao interesse por conhecer os conceitos básicos da Paleontologia.

Em síntese, constatou-se que a sequência de aulas, ao mesclar a abordagem tradicional de ensino com a utilização do aplicativo educacional, seja como recurso complementar, seja como estratégia de introdução dos conteúdos, promoveu avanço na aprendizagem das temáticas paleontológicas propostas. Aplicando-se o teste de Friedman relacionando Q1, Q2 e Q3 para ambos os grupos de pesquisa, obteve-se $p < 0,0001$, indicando que há evidência estatística para rejeitar $H(0)$ de que não há diferença entre os momentos comparados. Nisso, o teste de Friedman corrobora que houve crescimento significativo da aprendizagem para os dois grupos ao longo dos três momentos avaliados: antes de qualquer intervenção (Q1), após a primeira intervenção (Q2) e depois da segunda intervenção (Q3) - Tabela 5. É notável que no grupo ET os valores de desvio padrão tenderam a diminuir ao longo da sequência de aulas (Q1= 1,54; Q2= 1,36; Q3= 1,31), indicando uma redução na variabilidade dos dados. Esse fato não é observado para o grupo TE (Q1= 1,69; Q2= 1,86; Q3= 1,79), mostrando mais dispersão em relação à média. Porém, em ambos os grupos existe crescimento da mediana, evidenciando que a distribuição dos dados, após cada momento, foi se concentrando em valores maiores. Além disso, comparando a média de acertos do questionário final de ET (Q3 = 8,47) com o questionário de conhecimentos prévios (Q1 = 5,55), verifica-se um aumento de 52,6% no nível de conhecimentos, enquanto para TE o aumento foi de 47,5% em saberes paleontológicos.

Ademais, embora o método tradicional de ensino proporcione conhecimentos, esses podem ser pouco assimilados, já que são apresentados de maneira que não conseguem despertar a curiosidade e o interesse dos alunos, resultando em um aprendizado mecânico. Por isso, é

importante complementar as sequências de aulas com metodologias que estimulem a participação ativa dos discentes na busca pelo saber. Nesse âmbito, os aplicativos educacionais, como “PaleonApp”, podem ser ferramentas poderosas quando utilizadas de maneira planejada. Inclusive, tais instrumentos podem colaborar para o despertar do estudante e sua disposição para aprender, que consiste em uma das condições necessárias para que as novas informações sejam conectadas às suas estruturas de conhecimento e adquiram significado a partir da relação com seu conhecimento prévio (Pelizzari *et al.*, 2002). Nesse sentido, é admissível afirmar que a combinação da exposição tradicional com o uso de aplicativos educacionais pode ser grande influenciador de uma aprendizagem mais efetiva.

Tabela 5 – Comparação de dados estatísticos (média, desvio padrão, mediana e valor *p* de Friedman) do grupo ET e TE, em relação a diferentes momentos interventivos

Intervenção	Grupo ET (n = 73)			Grupo TE (n = 69)		
	Acertos (X ± DP)	Mediana	<i>p</i> (Friedman)	Acertos (X ± DP)	Mediana	<i>p</i> (Friedman)
Nenhuma (Q1)	5,55 ± 1,52	6	-----	5,52 ± 1,68	5	-----
Utilização do aplicativo “PaleonApp” (Q2)	8,07 ± 1,48	8	<0,0001	7,35 ± 1,85	8	<0,0001
Revisão de conteúdo com abordagem tradicional (Q3)	8,47 ± 1,31	9	-----	8,14 ± 1,77	8	-----

Fonte: elaborada pelos autores; Legenda: n = número de indivíduos participantes; X = média; DP = Desvio padrão.

4.4 ANÁLISE QUALITATIVA DOS DADOS: O QUE REVELAM OS MAPAS CONCEITUAIS QUANTO À APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM PALEONTOLOGIA?

A análise dos Mapas Conceituais (MCs) construídos pelos estudantes dos grupos ET e TE foi realizada com a finalidade de constatar novas evidências da aprendizagem significativa. A construção dos MCs ocorreu ao final do Q2 (após a primeira intervenção) e ao final de Q3 (após a segunda intervenção), relacionados aos assuntos que foram vistos nas aulas. Assim, foi possível comparar a qualidade dos mapas conceituais gerados após as duas intervenções (Tabela 6).

Conforme esperado, e predefinidos por Tavares (2007) e Moreira (2006), os MCs “satisfatórios” (Figura 6-A) apresentaram conceitos organizados de forma clara e precisa, seguindo o princípio da diferenciação progressiva, que implicou uma organização hierárquica do conteúdo na

estrutura cognitiva. Por outro lado, os MCs "parcialmente satisfatórios" apresentaram uma estrutura simplificada, com poucos conceitos e proposições interligados, refletindo uma assimilação limitada das informações. Esses mapas, apesar de simplificados, demonstraram sinais de aprendizagem significativa, evidenciada por uma coerência na conexão dos conceitos. Já os MCs "insatisfatórios" apresentaram poucos conceitos conectados, de maneira superficial e equivocada, indicando uma ausência de aprendizagem significativa sobre os assuntos abordados.

Tabela 6 – Comparativo da qualidade dos mapas conceituais elaborados por estudantes dos grupos ET e TE após as duas intervenções pedagógicas

Intervenção	Qualidade dos Mapas					
	Satisfatório		Parcialmente satisfatório		Insatisfatório	
	ET	TE	ET	TE	ET	TE
1ª Intervenção						
ET = utilização do “PaleonApp” /						
TE = exposição oral tradicional	50,7%	27,5%	27,4%	49,3%	21,9%	23,2%
2ª Intervenção						
ET = revisão com exposição oral						
tradicional /						
TE = utilização do “PaleonApp”	67,1%	55,1%	26%	37,7%	6,9%	7,2%

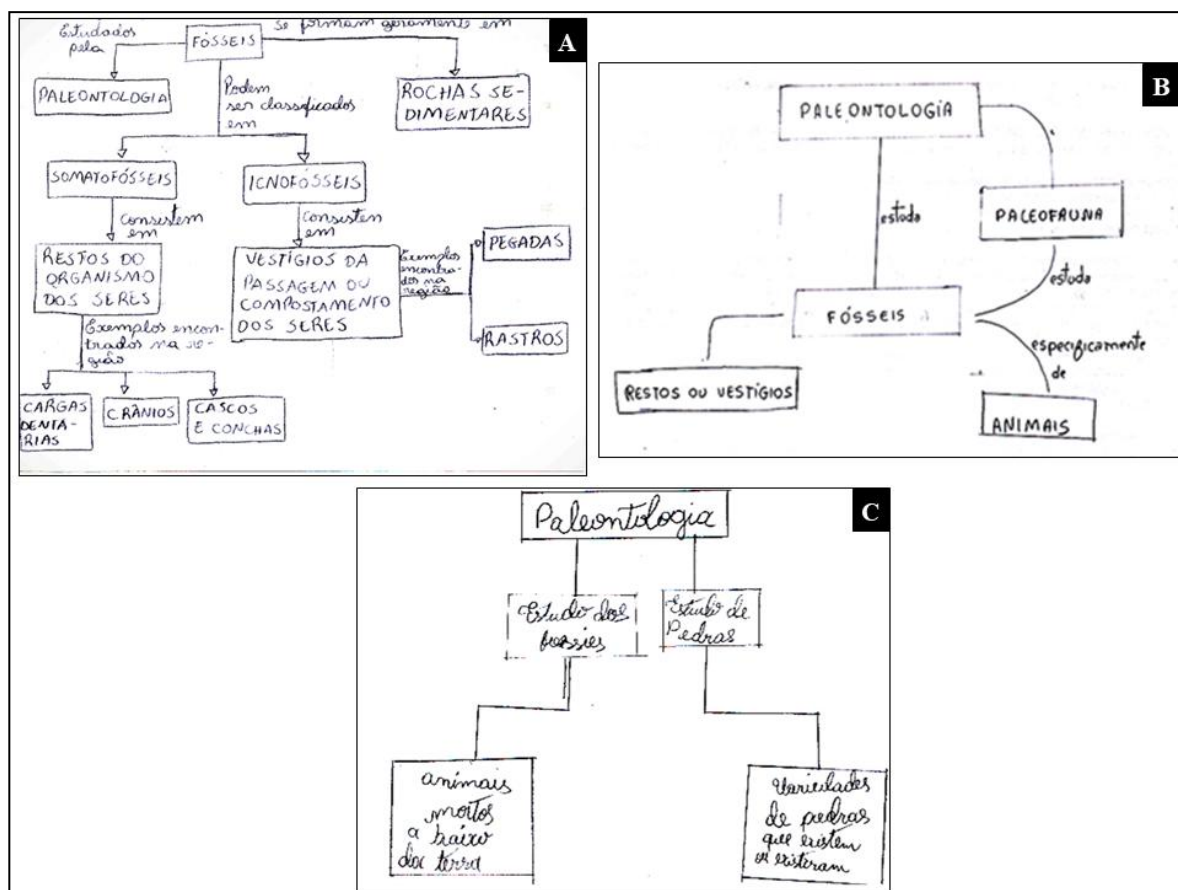
Fonte: elaborada pelos autores.

Essa fragilidade conceitual é comprovada, por exemplo, na conexão indevida entre os termos "estudo das pedras" e "Paleontologia" (Figura 6 – C). Ainda que a Paleontologia exija, em determinados momentos, conhecimentos de Petrologia — subárea da Geologia que estuda as rochas onde os fósseis podem se preservar, predominantemente em matrizes sedimentares de natureza clástica, química ou biogênica —, as rochas em si não constituem o seu objeto principal de estudo. Além disso, observa-se no mesmo exemplo que o aluno, apesar de relacionar corretamente o termo “estudo dos fósseis” à Paleontologia, associa-o erroneamente apenas a “animais mortos abaixo da terra”.

Porém, ao analisar a qualidade dos MCs de forma geral nos dois grupos, fica evidente uma evolução nas construções após a segunda intervenção pedagógica (Tabela 6). Isso indica quanto uma sequência de aulas, que combina diferentes metodologias, pode ser produtiva na promoção de uma aprendizagem sólida e significativa. É importante destacar que a abordagem inicial, utilizando o “PaleonApp”, seguida por uma revisão do conteúdo através da exposição tradicional, apresentou uma maior efetividade em comparação com a ordem inversa dessa sequência, visto que o grupo ET

teve maior porcentagem de MCs classificados como "satisfatórios" após a segunda intervenção pedagógica.

Figura 6 – Exemplos de mapas conceituais produzidos pelos estudantes classificados como A: “satisfatório”; B: “parcialmente satisfatório”; C: “insatisfatório”



Fonte: dados da pesquisa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos a partir desse estudo evidenciaram a contribuição positiva do aplicativo “PaleonApp” para a aprendizagem significativa dos alunos, uma vez que eles puderam estabelecer conexões entre os conhecimentos prévios e as informações apresentadas no *app*, ampliando sua compreensão sobre a paleofauna regional. Os dados qualitativos e quantitativos foram enfáticos em corroborar a vantagem da utilização pedagógica do *software* móvel em comparação ao enfoque do conteúdo através da metodologia tradicional expositiva, embora o uso estratégico da ferramenta digital (PaleonApp) aliado à esta metodologia em uma SD, tenha possibilitado um ganho ainda maior na aprendizagem dos aspectos paleontológicos.

Entretanto, destaca-se que a ordem de uso do aplicativo influenciou na aquisição de conhecimento nos dois grupos, sendo mais eficaz utilizá-lo no início da SD. Fica claro que o uso pedagógico desta tecnologia digital, como uma ferramenta de ensino, confirmou a hipótese de que ajudaria a avançar o processo educativo, visto que melhorou o ensino e a aprendizagem, despertou a curiosidade e a participação dos discentes. Ademais, em momento algum, o aplicativo mostrou-se como um fator que colaborasse negativamente, distraindo ou distanciando o aluno do objetivo da aula. Portanto, foi evidenciado que os aplicativos educacionais, quando utilizados adequadamente, podem promover uma aprendizagem mais significativa e envolvente.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. F.; LIPPI, M. S. S. P. Análise do uso de elementos da paleontologia em livros didáticos de biologia no ensino médio. **Actio: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 1-24, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3895/actio.v6n2.14360>. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/14360>. Acesso em: 22 nov. 2025.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educativa**: un punto de vista cognoscitivo. México: Editorial Trillas, 1983.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. Disponível em: <https://astro.if.ufrgs.br/fis2008/Bachelard1996.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2026.
- BOSS, S. L. B. **Ensino de eletrostática**: a história da Ciência contribuindo para a aquisição de subsunçores. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/90852>. Acesso em: 05 jul. 2025.
- BRANCO, P. M. **O que são e como se formam os fósseis?** 2014. Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/SGB-Divulga/CanalEscola/O-que-sao-e-como-se-formam-os-fosseis%3F-1048.html>. Acesso em: 14 abr. 2023.
- BRASIL. [Ministério da Educação]. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf. Acesso em: 12 mar. 2025.
- BRASIL, G. D.; MÜNCHEN, S. V.; SCHWANKE, C. Tecnologias digitais para o ensino de paleontologia: análise de dispositivos móveis. **EDUCA – Revista Multidisciplinar em Educação**, Porto Velho, v. 7, n. 17, p. 1561-1584, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26568/2359-2087.2020.4590>. Disponível em: <https://periodicos.unir.br/index.php/EDUCA/article/view/4590>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- CAVELLUCI, L. C. B. **Mapas conceituais**: uma breve revisão. [S. l.: s. n.], 2009. Disponível em:

http://www.virtual.ufc.br/cursouca/modulo_4_projetos/conteudo/unidade_3/MEC_eixo3-texto-MapasConceituais-UmaBreveRevis_o.pdf. Acesso em: 02 ago. 2025.

DUARTE, S. G. *et al.* Paleontologia no ensino básico das escolas da rede estadual do Rio de Janeiro: uma avaliação crítica. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 124-132, 2016. DOI: 10.11137/2016_2_124_132. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/7005>. Acesso em: 19 jan. 2026.

ELIAS, A. P. A. J.; MOTTA, M. S.; KALINKE, M. A. Possibilidades de promover a aprendizagem significativa por meio do uso de aplicativos educacionais móveis nas aulas de matemática. **Revasf**, Petrolina, v. 10, n. 22, p. 319-353, 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.univasf.edu.br/index.php/revasf/article/view/1214>. Acesso em: 13 dez. 2025.

FIALHO, W. C. As dificuldades de aprendizagem encontradas por alunos no ensino de biologia. **Praxia - Revista on-line de Educação Física da UEG**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 53-70, 2013. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/praxia/article/view/943>. Acesso em: 07 out. 2025.

FREITAS, S. M. de; CASTRO, M. B.; MAIA, A. M. L. R. Utilização de aplicativos de dispositivos móveis na sala de aula para o ensino de Biologia. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 6., 2019, Fortaleza. **Anais [...]**. [S. l.]: Realize, 2019. p. 1–5.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Em 2023, 87,2% das pessoas com 10 anos ou mais utilizaram internet**. Agência de Notícias do IBGE, 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41026-em-2023-87-2-das-pessoas-com-10-anos-ou-mais-utilizaram-internet>. Acesso em: 29 ago. 2024.

HEIRICH, C. M. *et al.* O aprendizado da paleontologia no ensino básico da cidade de Tibagi – PR. In: ENCONTRO REGIONAL DE PALEONTOLOGIA DOS ESTADOS DO PARANÁ E SANTA CATARINA, 16., 2015. **Anais [...]**. [S. l.]: SBP, 2015. p. 1-5. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/paleoprsc/data/uploads/o-aprendizado-da-paleontologia-no-ensino-basico-da-cidade-de-tibagi-n-pr.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2024.

IPECE - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Textos para discussão**: as regiões de planejamento do Estado do Ceará. Fortaleza: SEPLAG, 2015. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2014/02/TD_111.pdf. Acesso em: 03 out. 2024.

IPECE - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Ceará em mapas**: caracterização territorial. Fortaleza: SEPLAG, 2021. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/11/156x.htm>. Acesso em: 21 jun. 2024.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2004.

MARQUES, R. A. D. F. R. **Rabiomas**: aplicativo androide destinado ao estudo dos biomas brasileiros. 2019. 85 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/53551>. Acesso em: 27 mar. 2024.

MINAYO, M. C. S.; DESLANDES, S. F.; GOMES, R. **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 26. ed. Petrópolis: Vozes, 2007.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e diagramas em V**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Livro_Mapas_conceituais_e_Diagramas_V_COMPLETO.pdf. Acesso em: 04 nov. 2025.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf. Acesso em: 19 abr. 2025.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas e unidades de ensino potencialmente significativas. *In*: ENCONTRO REGIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 1., 2013. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2013.

OLIVEIRA, J. P. **O ensino das Leis de Newton por meio da utilização de aplicativos educacionais móveis criados no App Inventor 2**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4976>. Acesso em: 05 mai. 2025.

OLIVEIRA, R. C. S. **Levantamento de aplicativos em tecnologia móvel no ensino de Ciências Biológicas**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/26182>. Acesso em: 14 dez. 2025.

OLIVEIRA, L. F.; ANGELO, E. A.; BARBOSA, D. S. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, com elementos lúdicos, como estratégia de ensino de Genética. **Revista Ciências & Ideias**, ISSN 2176-1477, p. 159–175, 2021.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. **Teorias de aprendizagem**. Porto Alegre: Evangraf/UFRGS, 2011.

PELIZZARI, A. *et al.* Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2025.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RODRIGUES, J. M.; GONÇALVES, F. T.; COUTINHO, C. Aplicativos educacionais como proposta para abordagem da temática ambiental. **REBECM**, Cascavel, v. 4, n. 2, p. 189-201, 2020. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/8ec1/7b925e012e314c25193919f6e8402960c69b.pdf>. Acesso em: 04 out. 2025.

RUIZ-MORENO, L. *et al.* Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 3, p. 453-463, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132007000300012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/8vFd9y7SnKgNpJ4mMDkS3rg/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 jan. 2024.

SADAVA, D. *et al.* **Vida: a ciência da biologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SANTOS, F. M. V.; FREITAS, S. F. Avaliação da usabilidade de ícones de aplicativo de dispositivo móvel utilizado como apoio educacional para crianças na idade pré-escolar. **Ação Ergonômica**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 62-71, 2016. Disponível em: <https://revistaacaoergonomica.org/article/62798462a9539553802eb8a4>. Acesso em: 28 out. 2025.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 72-85, 2007. Disponível em: <https://pepsic.bvsalud.org/pdf/cc/v12/v12a08.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2025.

TUBS. **Ceara in Brazil** [imagem SVG]. Wikimedia Commons. Data da imagem: 18 out. 2011. Licença Creative Commons Atribuição-Compartilhagual 3.0 Não Adaptada (CC BY-SA 3.0). Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ceara_in_Brazil.svg?uselang=pt. Acesso em: 20 dez. 2023.

VIANA, M. S. S. Introdução e conceitos básicos. *In*: VIANA, M. S. S. (org.). **Atlas de Paleontologia: fósseis da região norte do Ceará**. Sobral: Edições UVA, 2018. p. 104.

ZANETTA, D. M. T. Conceitos básicos de inferência estatística. *In*: **Métodos estatísticos: coleta, tratamento e análise de dados; aplicação nas pesquisas de saúde pública, controle de doenças e epidemias**. São Paulo: E-Aulas da USP, 2023. p. 16-26. Disponível em: https://midia.atp.usp.br/plc/plc0503/impressos/plc0503_02.pdf. Acesso em: 12 nov. 2024.