

**ASTRONOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PRÁTICA
UTILIZANDO TDIC COMO FERRAMENTA ILUSTRATIVA E INTEGRADORA***ASTRONOMY IN PRIMARY EDUCATION: A PRACTICAL DIDACTIC SEQUENCE
USING TDIC AS AN ILLUSTRATIVE AND INTEGRATING TOOL**ASTRONOMÍA EN EDUCACIÓN PRIMARIA: UNA SECUENCIA DIDÁCTICA PRÁCTICA
UTILIZANDO LA TDIC COMO HERRAMIENTA ILUSTRATIVA E INTEGRADORA***BRUNO DE ALENCASTRO LOUZADA¹
KETELIN MONIQUE CAVALHEIRO KIELING²
ELIADE FERREIRA LIMA³****RESUMO**

O ensino de Astronomia na Educação Básica é desafiador devido à sua abstração conceitual e dos fenômenos que a envolvem. Com isso, a integração de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) no planejamento docente facilita o processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, as Sequências Didáticas são valiosas para o planejamento das aulas de Ciências e a contemplação das habilidades e competências propostas. Este estudo visou elaborar, aplicar e validar uma Sequência Didática (SD) utilizando uma TDIC, o aplicativo móvel *Stars and Planets* para o 9º ano do Ensino Fundamental. Utilizando a metodologia da Engenharia Didática, a sequência foi desenvolvida considerando conhecimentos prévios, aplicação, análise de dados e validação. Os resultados obtidos foram significativos, validando a eficácia da SD no ensino de Astronomia, evidenciada pela comparação entre análises prévias e posteriores.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; Tecnologias Digitais; Engenharia Didática.

ABSTRACT

Teaching Astronomy in Basic Education is challenging due to its conceptual abstraction and the phenomena it involves. Therefore, integrating Digital Information and Communication Technologies (DICTs) into teaching planning facilitates the teaching-learning process. In this sense, didactic sequences are valuable for planning Science classes and addressing proposed skills and competencies. This study aimed to develop, apply, and validate a didactic sequence using a DICT, the mobile application Stars and Planets, for the 9th grade of Elementary School. Using the Didactic Engineering methodology, the sequence was developed considering prior knowledge, application, data analysis, and validation. The results were significant, validating the effectiveness of the didactic sequence in Astronomy teaching, evidenced by the comparison between pre- and post-analyses.

Keywords: Astronomy Teaching; Digital Technologies; Didactic Engineering.

1 Mestrando em Educação em Ciências pelo PPGE/Unipampa. E-mail: brunoalencastrolouzada@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4946-246X>

2 Mestra em Educação em Ciências. Professora de Ciências na rede municipal de Uruguaiana-RS. E-mail: cavaleiro.ketelin@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7572-8958>

3 Doutora em Ciências. Professora do curso de Ciências da Natureza- Licenciatura/Unipampa. E-mail: eliadelima@unipampa.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4727-1823>

RESUMEN

La enseñanza de Astronomía en la Educación Básica es desafiante debido a su abstracción conceptual y los fenómenos que la involucran. Por lo tanto, la integración de Tecnologías Digitales de la Información y la Comunicación (TDIC) en la planificación docente facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, las secuencias didácticas son valiosas para la planificación de las clases de Ciencias y la contemplación de las habilidades y competencias propuestas. Este estudio tuvo como objetivo desarrollar, aplicar y validar una secuencia didáctica utilizando una TDIC, la aplicación móvil Stars and Planets, para el 9º año de la Educación Primaria. Utilizando la metodología de Ingeniería Didáctica, la secuencia se desarrolló considerando conocimientos previos, aplicación, análisis de datos y validación. Los resultados obtenidos fueron significativos, validando la eficacia de la secuencia didáctica en la enseñanza de Astronomía, evidenciada por la comparación entre análisis previos y posteriores.

Palabras-clave: Enseñanza de Astronomía; Tecnologías Digitales; Ingeniería Didáctica.

INTRODUÇÃO

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) são definidas como qualquer tipo de tecnologia existente que possibilite a interação da sociedade com a informação e a comunicação. Presentes em diversas áreas como a informática, as telecomunicações e as mídias eletrônicas, as TDICs provocaram mudanças significativas quanto ao acesso à informação no século XX mudando o cotidiano das pessoas (Belloni, 2005).

No ambiente educacional, a discussão sobre o uso de TDICs tem ganhado força, visto que a tecnologia está cada vez mais presente no cotidiano das escolas, o que enseja a inserção de novas metodologias de ensino. Souza, (2021, p. 75), corrobora com esse entendimento ao dizer que “o desenvolvimento das TDICs na educação passou a ganhar espaço na escola e, paulatinamente, tornou-se recurso imprescindível para a contextualização do conteúdo curricular”. Nesse sentido, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento norteador dos currículos da Educação Básica, aponta que é preciso fazer a inclusão digital durante a alfabetização, e o letramento digital, tornando as tecnologias e a informação acessíveis (Brasil, 2018).

De acordo com o documento, os estudantes devem desenvolver competências e habilidades relacionadas ao uso crítico e responsável das tecnologias digitais, como destacado na competência geral número 5:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (Brasil, 2018, p.p. 9)

A BNCC também recomenda as TDICs como instrumentos de mediação da aprendizagem que contribuam para que o estudante aprenda a obter, transmitir, analisar e selecionar informações. Para isso, as TDICs devem ser incorporadas às práticas docentes, no sentido de auxiliar a implementação de novas metodologias de ensino, alinhando o processo de ensino-aprendizagem à realidade dos estudantes e despertando maior interesse e engajamento dos alunos em todas as etapas da Educação Básica (Brasil, 2018).

Alinhado à BNCC, o Referencial Curricular Gaúcho (RCG), documento norteador do currículo escolar na Educação Básica no estado do Rio Grande do Sul, aponta que a escola deve promover “uma aprendizagem voltada para o estudante protagonista e para o uso pedagógico apropriado das ferramentas digitais, o que requer um professor qualificado inserido didaticamente a essa nova perspectiva, para que possa mediar a educação digital” (Rio Grande do Sul, 2018, p. 31).

No sentido de auxiliar o planejamento docente, as Sequências Didáticas (SD) constituem-se como um conjunto de atividades conectadas entre si e planejadas com o propósito de ensinar um determinado conteúdo etapa por etapa (Rojo, 2014). Diante do exposto, o presente trabalho visa apresentar os resultados da aplicação de uma SD utilizando o aplicativo móvel ‘*Stars and Planets*’ elaborada com o intuito de auxiliar a prática dos professores de Ciências da Natureza no ensino de Astronomia no 9º ano do Ensino Fundamental.

Sequência didática: planejamento docente e a construção do conhecimento

Uma SD é estabelecida por um número de aulas organizadas, analisadas previamente com intuito de compreender os pontos de aprendizagem que envolvem todos os conceitos que fazem parte de uma pesquisa didática (Pais, 2002). Segundo Zabala (1998, p. 18), uma SD é “um conjunto de atividades preparadas para alcançar certos objetivos no âmbito educacional, articuladas para que professor e alunos compartilhem do mesmo conhecimento que agora se torna convergente”.

Ainda de acordo com Barbosa (2002), uma SD deve ser organizada de acordo com os objetivos que o professor quer alcançar para a aprendizagem de seus alunos e não se deve fazer distinção entre SD e sequência de atividades, mas apontando critérios, considerando três fases da intervenção reflexiva, como: planejamento, aplicação e avaliação.

Com relação à aquisição do conhecimento Vygotsky (2001), afirma que é necessário estabelecer processos de ensino onde o professor elabore situações em que o aluno consiga estabelecer conexões entre seu cotidiano e o conhecimento científico que está sendo apresentado.

Nesse sentido, a SD é vista como uma importante metodologia pedagógica que auxilia o processo de ensino e para buscar uma melhor organização do que será trabalhado, na perspectiva de estabelecer a relação entre o que o aluno entende e o novo saber, pode-se utilizar a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos proposta por Angotti e Delizoicov (1990) é descrita em três etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, pode fomentar a construção de novas aprendizagens relacionadas ao contexto do aluno.

Sobre isso, é importante compreender o saber prévio dos alunos para que se inicie a construção de uma SD visto que, esse processo facilita a realização de discussões e atividades favorecendo a estrutura cognitiva e dando significado a construção de conhecimentos cientificamente aceitos (Taxini *et al.*, 2012).

O aplicativo móvel *Stars And Planets*: uma estratégia para ensinar Astronomia

Segundo Ronan (2001), a Astronomia é uma das ciências mais antigas, o que motivou a busca por respostas e o surgimento de muitos avanços, incluindo as primeiras aplicações matemáticas. Neste sentido, o ser humano se interessou pelos segredos do Universo buscando relacioná-los ao cotidiano tornando assim, a Astronomia uma das ciências que mais contribuiu para o desenvolvimento da humanidade.

Ao considerar esse histórico e relacioná-lo aos processos educativos, Rodrigues (2017) salienta que é necessário incluir os recursos digitais (TDICs) na prática docente a fim de melhorar a promoção do ensino e da aprendizagem de Astronomia e assim superar as dificuldades práticas, a falta de interesse de muitos alunos, e a utilização de livros didáticos com conteúdos limitados. A inclusão de recursos digitais torna o ambiente educacional mais interativo proporcionando a aprendizagem. Haja vista que os temas de Astronomia são muito abstratos para muitos alunos, o que requer grande reflexão e interpretação para serem compreendidos (Batista, 2004).

O ensino de Astronomia, nesse sentido, torna-se um desafio tanto pela variedade de temas e por haver grande necessidade de representação e explicação para os fenômenos estudados, entendendo que, parte do conhecimento deve ser visível, no sentido de reduzir a necessidade de abstração, para uma melhor compreensão.

Neste cenário, o aplicativo móvel *Stars and Planets* Figura 1 torna-se uma alternativa eficiente para minimizar as dificuldades que podem ocorrer nestes aspectos, ilustrando e demonstrando objetos de conhecimentos desenvolvidos na área da Astronomia.

Figura 1 - Imagens do aplicativo móvel Stars And Planets.



Fonte: autores, 2023. Retirado do aplicativo.

No que tange ao ensino de Astronomia no Ensino Fundamental, a seguir são mostradas as habilidades que devem ser desenvolvidas pelos estudantes do 9º ano deste nível de ensino de acordo com a BNCC e o Referencial Curricular Gaúcho do estado do Rio Grande do Sul.

- (EF09CI14) Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).
- (EF09CI14RS-2) Representar, com o auxílio da tecnologia, elementos que auxiliam na compreensão da localização do nosso Sistema Solar na Via Láctea e no Universo.
- (EF09CI15RS-2) Identificar as constelações e corpos celestes presentes no céu, através de observação e/ou simulação computacional.

Dentre as possibilidades de aplicação das TDICs nos processos de ensino- aprendizagem de Astronomia o aplicativo *Stars and Planets*, encontrado no repositório de aplicativos do IOS e Android, não possui custo, seu *download* pode ser feito gratuitamente. Com o aplicativo é possível observar planetas e estrelas distantes, realizar um passeio realista pelo espaço e visitar estranhos novos sistemas estelares, como vários sistemas planetários, planetas e discos circumbinários, buracos negros, pulsares, magnetares e as “luas” do nosso Sistema Solar e informações complementares com o guia avançado de Astronomia (Nistorescu, 2017).

É possível também identificar a distância da Terra com relação às estrelas que vemos no céu noturno, identificando o quão longe ou perto eles estão um do outro. Essa visualização é exposta em um mapa estelar dividido em 10 setores parsec (cubos) ou 32,62 anos-luz⁴, para uma observação mais fácil e unidade astronômica (UA). Pode ser alterado o Sistema de unidades em imperial e métrica, assim como a visualização da temperatura em Kelvin, Celsius e Fahrenheit (Nistorescu, 2017).

Compreendendo o aplicativo Star and Planets e suas funcionalidades, é possível definir eixos de estudo dentro do mesmo e relacionar esses eixos a atividades práticas planejadas em uma SD voltada ao desenvolvimento das habilidades previstas na BNCC e RCG para o 9º ano do Ensino Fundamental na temática Terra e Universo (Astronomia).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo situa-se nos domínios da abordagem qualitativa, e caracteriza-se conforme objetivo, como exploratório e descritivo. O percurso metodológico utilizado segue o pressuposto da Engenharia Didática, que permite a unificação da pesquisa com a prática docente, possibilitando a construção e aplicação de Sequências Didáticas. Para isso, a metodologia é aplicada em quatro etapas: Análise Preliminar, Concepção e Análise a Priori, Experimentação, Análise a Posteriori e Validação (Artigue, 1996).

Desse modo, o estudo foi realizado em uma escola da rede municipal de ensino no município de Uruguaiana, fronteira oeste do Rio Grande do Sul. Inicialmente, foi realizada a identificação dos conhecimentos prévios de 12 estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental sobre a composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo, ordem de grandezas astronômica e evolução estelar através da aplicação de um questionário contendo oito questões. Considerando que a turma já teve alguns temas da área abordados no ano anterior, seguindo a orientação da BNCC e RCG. Com isso, a coleta de conhecimentos prévios a partir do questionário possibilitou conciliar saberes existente com os novos.

A partir disso, a SD foi elaborada com base nos conhecimentos prévios e aplicada. Durante o processo de aplicação foram coletados materiais produzidos pelos estudantes, a fim de compreender

se a aprendizagem foi significativa ou uma variante no conhecimento dos sujeitos da coleta. A seguir serão apresentados os resultados de acordo com as etapas da metodologia utilizada, a Engenharia Didática.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Análise Preliminar

Segundo Michaelis (2008, p.p. 86), “a Astronomia é a ciência que estuda a constituição e o movimento dos astros, suas posições e as leis que regem seu movimento”. Sobre o ensino dessa ciência, pesquisa realizada por Leite *et al.* (2021, p. 155) constatou que aspectos relacionados ao despertar de sentimentos, à relevância sócio-histórico cultural, à ampliação de visão de mundo e à interdisciplinaridade são as justificativas atribuídas ao ensino de Astronomia na Educação Básica.

Entretanto, de acordo com Santos e Borges (2022, p.p. 04) “o ensino de Astronomia enfrenta várias dificuldades no Brasil, desde a carência de qualificação profissional, a falta de materiais didáticos e a ausência de uma estrutura física adequada”, como consequência disso observa-se que os conteúdos da área deixam de ser abordados nas salas de aula. Melo *et al.* (2020, p. 02) corroboram com esse entendimento ao dizer que “no Brasil, apesar de prevista nos documentos oficiais que regulam a educação básica, a Astronomia não é devidamente abordada, sendo vista de forma fragmentada e episódica em disciplinas como Ciências no Ensino Fundamental e Física no ensino médio”. Segundo Artigue (1996), a Análise Preliminar permite ao professor estabelecer os passos para a construção da SD, a partir do conhecimento que os alunos já possuem, e aqueles que mais apresentam dificuldades.

Essas dificuldades relacionadas ao ensino de Astronomia podem resultar em lacunas de aprendizagem. Evidenciou-se os efeitos dessas lacunas no desenvolvimento deste trabalho, pois, foram notáveis as dificuldades que estudantes apresentaram ao responder os questionamentos do pré-teste, entendendo que parte do conhecimento é uma construção entre vários saberes sendo eles sociais, culturais e educacionais. A categorização das respostas dos 12 estudantes participantes da pesquisa está sendo apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 - Respostas dos estudantes ao pré-teste.

PERGUNTA	RESPOSTAS	n (%)
O que é o Sistema Solar?	Planetas; Sol; grupo de planetas que orbitam uma estrela. Aquece a Terra; é uma estrela. Não responderam.	58% 25% 17%
Cite os objetos do Sistema Solar que você conhece:	Identificam a maioria dos planetas, outros corpos celestes, Sol, Lua. Conhecem apenas Sol, Terra e Satélites. Não responderam.	42% 33% 25%
Descreva a sua localização no Universo.	Não responderam ou não souberam descrever. Planeta Terra como localização. Detalharam com: endereço residencial, estado, País, continente, planeta Terra, Sistema Solar.	42% 41% 17%
Em que constitui o Universo?	Não responderam. Identificaram que possui radiação, matéria escura, energia escura e moléculas gravitacionais. Tudo que existe ou aquilo que conhecemos (planetas, corpos celestes)	58% 25% 17%

O que é uma constelação?	Não responderam ou não souberam descrever corretamente. Um conjunto de estrelas ou corpos celestes.	70% 30%
O que é uma estrela?	Não responderam ou não souberam descrever corretamente. Uma esfera em constante aquecimento ou fusão nuclear. É um satélite ou conjunto de satélites.	50% 33% 17%
O Sol pode ser considerado a principal estrela do Sistema Solar?	Sim. Sem justificativa	42%
() Sim. Justifique:	Sim. Fornece luz ao planeta Terra e aquece o Sistema Solar.	41%
() Não. Justifique:	Não. Sem Justificativa.	17%
Você sabe explicar o que é uma ordem de grandeza astronômica?	Não Responderam. Não souberam descrever corretamente.	75% 25%

Fonte: autores, 2023.

A partir da análise dos conhecimentos prévios, é possível identificar aqueles temas que os estudantes mais tiveram dificuldades em responder. Embora muitos apresentem saberes significativos sobre parte das temáticas nas respostas não fica claro se existe uma relação entre as abordagens, visto que, um mesmo aluno pode ter respondido de maneira correta sobre um determinado assunto, e incorreta em outro, embora o tema principal seja o mesmo.

Concepção e análise a priori

Seguindo neste panorama, após a coleta e análise dos dados houve a construção da SD baseada no conhecimento dos alunos, não deixando de considerar o contexto histórico em que a escola e os alunos estão inserido sendo um importante aspecto. Nesse sentido, visando sua replicação, é importante apresentar opções práticas e que esteja dentro dos limites sociais. Para a construção de atividades práticas dentro da SD foi utilizado materiais didáticos simples, que fosse possível fazer demonstrações e ilustrações ao final de cada objeto de conhecimento proposto, facilitando que possa ser reproduzido de maneira fácil e perceptível.

Os objetos de conhecimento desenvolvidos na SD e que conduziram ao desenvolvimento das habilidades propostas na BNCC e RCG foram: composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo, ordem de grandezas astronômica e evolução estelar. Cada aula foi elaborada a fim de apresentar o novo conhecimento sem a utilização de recursos tecnológicos inicialmente. A utilização da TDIC, o aplicativo móvel *Stars And Planets* foi apresentada na última aula servindo como um recurso integrativo e de visualização de todos os temas abordados na SD.

A SD elaborada e desenvolvida em nove aulas está descrita no Quadro 2.

Quadro 2 - Apresentação da Sequência Didática.

AULA	TEMÁTICA	DESCRIÇÃO
1	Sistema Solar	<p>1º MOMENTO PEDAGÓGICO: Questionamento inicial sobre o que é o Sistema Solar? O que pode fazer parte dele. Quais objetos se tem conhecimento que estão presentes nele?</p> <p>2º MOMENTO PEDAGÓGICO: Organização de forma esquematizada na lousa, trazendo as principais informações a respeito do Sistema Solar, planetas, ordem, outros corpos celestes ou astros presentes no nosso Sistema Solar.</p> <p>3º MOMENTO PEDAGÓGICO: Preenchimento de uma tabela resumo, organizada a partir da esquematização e dados fornecidos durante a aula.</p>
2 e 3	Localização do Micro ao Macro	<p>1º MOMENTO PEDAGÓGICO: Discussão em grupo a partir da questão norteadora: Qual é o meu endereço no Universo?</p> <p>2º MOMENTO PEDAGÓGICO: É possível a partir da problematização inicial, identificar uma ordem crescente da nossa localização. Partindo do endereço residencial, bairro, cidade, estado, país, continente, planeta, sistema, galáxia e Universo. Seguindo este princípio de ordem, será construída uma ordem de localização com o conceito de cada uma, possibilitando a compreensão de espaço.</p> <p>3º MOMENTO PEDAGÓGICO: A partir da criação de uma história em quadrinho os estudantes devem achar a (solução/resposta correta/expressão correta). Assim podendo organizar o pensamento com relação a localização no Universo.</p>
4	Universo	<p>1º MOMENTO PEDAGÓGICO: Conversa aberta com a turma sobre como eles entendem que o Universo possa ter se formado, baseado nos conhecimentos prévios até o momento espera-se que eles possam citar os principais objetos que compõe. Como: planetas, galáxias, sistemas estelares, meteoros, cometas, asteroides, corpos celestes. Após esta revisão de aspectos, a pergunta a ser discutida e respondida durante a aula será. Como o Universo surgiu? O Universo está em expansão e nós também?</p> <p>2º MOMENTO PEDAGÓGICO: Sistematização dos conceitos na lousa. Em forma de mapa de conceitos. Demonstração: utilizando uma bexiga cheia, alguns alunos irão desenhar galáxias nela, posteriormente será retirado o ar para que possamos entender como é a expansão do universo. O desenho terá uma forma com a bexiga murcha e na medida em que vamos enchendo a bexiga ela vai expandindo, logo tudo que está nela vai expandido junto, mas o espaço entre os objetos é muito maior, cheio de energia, matéria.</p> <p>3º MOMENTO PEDAGÓGICO: Os alunos devem construir uma linha do tempo do Universo, contendo aquilo que eles entendem que faz parte do mesmo, até o momento, a linha pode ser escrita ou em forma de desenho. Após, será entregue uma linha do tempo para que seja fixado no caderno.</p>
5 e 6	Constelações e Estrelas	<p>1º MOMENTO PEDAGÓGICO: Discussão sobre relação/diferenciação entre constelações e galáxias, retomada aos conceitos físicos relacionados ao processo de formação e constituição do Universo estudado na aula anterior. A partir disso, buscou-se compreender o surgimento das estrelas.</p> <p>2º MOMENTO PEDAGÓGICO: A partir das discussões e com a ajuda dos estudantes os conceitos físicos referentes à evolução estelar foram transcritos na lousa.</p> <p>3º MOMENTO PEDAGÓGICO: Para organizar os conhecimentos desenvolvidos foi realizada uma atividade prática em grupos de observação de constelações, utilizando materiais como rolo de papel higiênico, papel alumínio e uma lanterna. Criando um pequeno modelo que ilustra uma constelação.</p>
7	Grandeza Astronômica	<p>1º MOMENTO PEDAGÓGICO: Será que há outra forma de medirmos a distância entre os planetas? Ou será que é só em Km?</p> <p>2º MOMENTO PEDAGÓGICO: Sistematização (conceito das unidades de medida + ensinar como realizar as conversões de unidades)</p> <p>3º MOMENTO PEDAGÓGICO: Conversão de unidades com base na tabela da 1ª aula. Os estudantes irão utilizar os valores da distância dos planetas ao Sol para realizar as conversões de unidades de medida que estão em KM para UA (unidade astronômica), utilizando uma regra de três.</p>
8 e 9	Prática com o app móvel <i>Star and Planets</i> (estrelas e planetas)	<p>1º MOMENTO PEDAGÓGICO: Inicialmente partiu-se de questionamentos acerca dos objetos de conhecimento discutidos nas últimas aulas, a fim de relembrar o que agora será ilustrado visualmente.</p> <p>2º MOMENTO PEDAGÓGICO: Na sala de informática, usando o espelhamento entre celular e computador, foi possível conectar e fazer a projeção de imagem, ampliando e reproduzindo o aplicativo. Através desse processo, foi possível mostrar aos alunos todos os objetos de conhecimento que foram apresentados durante a aplicação da SD. Visualização do Sistema Solar, identificação dos planetas e suas características, unidades de distância, apresentação de estrelas em diferentes fases e tamanhos.</p> <p>3º MOMENTO PEDAGÓGICO: Para concluir foi solicitado que os alunos fizessem um desenho de como é o Sistema Solar agora que eles o identificaram e também suas características.</p>

Fonte: autores, 2023.

Segundo Artigue (1996), a etapa de concepção e análise a priori é crucial para o desenvolvimento da pesquisa. Com base nas análises anteriores, o pesquisador decide intervir nas variáveis que considera relevantes para o problema em questão, bem como nas variáveis que podem apontar caminhos ou soluções para a questão em análise. De acordo com a autora, a análise prévia deve ser vista como uma análise do controle de significado. É importante considerar esse aspecto, pois a teoria construtivista enfatiza o comprometimento do aluno na construção de seus conhecimentos por meio de interações com um ambiente específico. A teoria das situações didáticas, que embasa a metodologia da engenharia, tem como aspiração fundamental, desde sua origem, estabelecer-se como uma teoria que controla as relações entre significado e contexto. Esta pesquisadora descreve que “o objetivo da análise a priori é determinar de que forma permitem as escolhas efetuadas controlar os comportamentos dos alunos e o sentido desses comportamentos” (p. 205).

Experimentação

É nesta fase que a SD se caracteriza por esquema experimental no contexto da pesquisa, para com isso utilizar outros recursos.

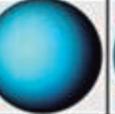
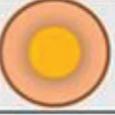
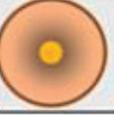
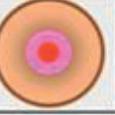
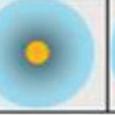
Pais (2001) define uma SD como um conjunto de aulas planejadas e analisadas previamente para observar situações de aprendizagem. Ele destaca a importância da execução dessa sequência para garantir a coerência entre os resultados práticos e a análise teórica. Machado (1999) descreve essa fase como clássica na engenharia educacional, iniciando-se com o contato do pesquisador/professor/observador com os alunos-objetos do estudo.

- a explicitação dos objetos e condições de realização da pesquisa à população de alunos que participará da experimentação;
- o estabelecimento do contrato didático;
- a aplicação dos instrumentos de pesquisa;
- o registro das observações feitas durante a experimentação (observação cuidadosa descrita em relatório, transcrição dos registros audiovisuais, desenhos etc.). (p. 206)

Quanto ao registro das observações, Pais (2001) ressalta a importância de capturar o maior número possível de informações relevantes para o desenvolvimento do fenômeno estudado. Além disso, destaca a necessidade de garantir que as situações reais vivenciadas durante a experiência sejam claramente descritas nos resultados finais da pesquisa.

Descrição das aulas: iniciou-se a partir dos questionamentos acerca do que se entende por sistema, organização, movimento, para instigar a relação e relembrar alguns conceitos de movimento que foram estudados no ano anterior. Tais como: rotação e translação, relação entre corpos celestes, fases da Lua. Com essa revisão foi possível introduzir a temática com durabilidade de uma aula (50 min). O Sistema Solar, planetas que o compõem e organização foram os objetos de conhecimento desenvolvidos. A aula foi expositiva e dialogada, sistematizando os conhecimentos no quadro através de um mapa de conceitos e o preenchimento da tabela disposta na Figura 2. O preenchimento da Figura 2 foi em conjunto, e a cada preenchimento discutido a relação entre os corpos celestes que compõem o Sistema Solar.

Figura 2 - Tabela de preenchimento de dados do Sistema Solar.

	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Neptuno
								
Distância média ao Sol (milhões km)								
Período de translação								
Período de rotação								
Temperatura superfície °C								
Nº de satélites naturais								
Estrutura interna								
	 Crusta	 Manto	 Núcleo	 Núcleo externo	 Núcleo interno	 Manto	 Manto	

Fonte: Pinterest, 2023.

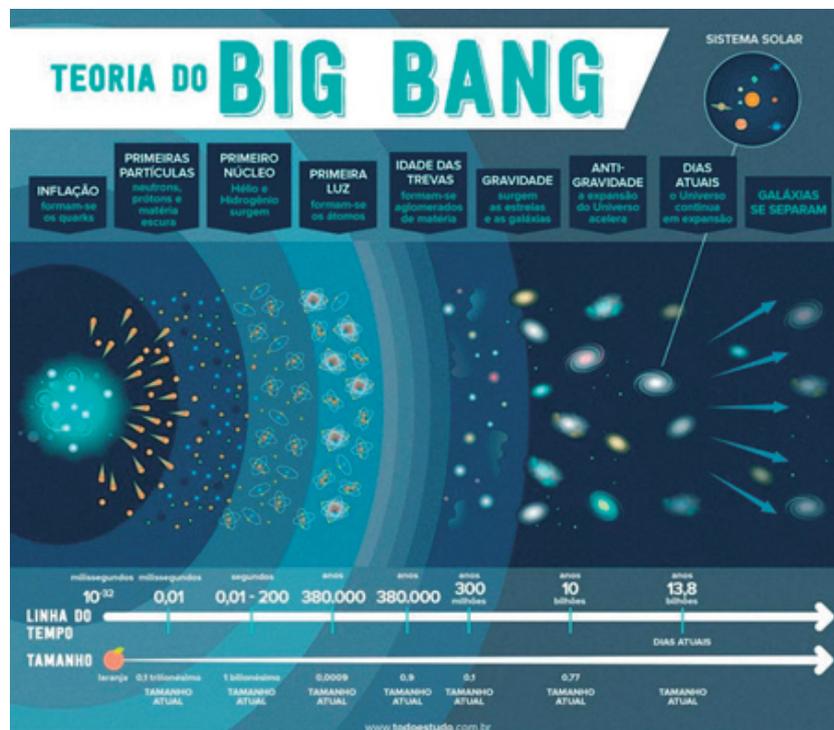
Nas aulas seguintes (três aulas - 3h30min), cuja temática proposta foi “a identificação da sua localização no Universo”, alinhada com a compreensão de Universo, foi possível observar o despertar da curiosidade dos alunos quanto à geografia, onde muitos deles imaginavam ser limitada ao planeta Terra. E não imaginavam a infinidade de elementos que compõe o Universo. Solicitou-se então, após conceituar as temáticas, que os estudantes encontrassem uma solução para uma história em quadrinhos disposta na Figura 3, e a construção de uma linha do tempo, baseando-se na Figura 4. As atividades foram descritivas, cada aluno escreveu em seu caderno um ou dois parágrafos identificando uma nova resposta para a história em quadrinho e também como ele entende a linha do tempo do Universo até os dias atuais. Sempre deixando claro que era a sua visão sobre aqueles temas que foi discutido e apresentado e que agora precisava da sua explicação.

Figura 3 - História em quadrinho.



Fonte: Canva, 2023.

Figura 4 - Linha do tempo do Universo.



Fonte: todo estudo, 2023.

Considerando o saber prévio dos alunos em relação ao Universo e sua organização, o questionamento: “As galáxias e constelações são a mesma coisa?” norteou os momentos seguintes. Embora seja semelhante a ideia, na verdade constelações estão presentes no conjunto que formam as galáxias. Baseado nisso, a turma entrou numa imersão de questionamentos sobre o céu noturno, signos, estrelas. E, assim, pode ser feita uma diferenciação clara a respeito de galáxias, constelações e estrelas. Para ilustrar o tema foi proposta uma atividade em grupo (formaram-se 5 grupos), em que cada grupo pode escolher uma constelação exemplo, para visualizar através da construção de um modelo simples de visualização de constelações.

Para a realização da atividade foram usados os seguintes materiais: rolo de papel, uma lanterna e papel alumínio, como mostra a Figura 5. Este processo foi realizado em duas aulas (2h30min).

A partir da perspectiva dessas temáticas que envolvem corpos celestes em diferentes localizações e características dentro do Universo conhecido, é fundamental saber reconhecer como são descritas as unidades de medidas interestelares, além de km e metros conhecidos do cotidiano. Para isso foi proposta em uma aula (50min) uma atividade utilizando os dados de distância dos planetas ao Sol em km, dispostos na tabela da Figura 2, para convertê-los em Unidade Astronômica (UA). Assim, calculando através de uma regra de três e considerando a distância da Terra ao Sol como 1 unidade astronômica, cada aluno, individualmente, realizou as conversões e preencheu a tabela da Figura 6. Ainda com relação às grandes distâncias, o Ano-Luz foi discutido no sentido de entender quando utilizá-lo, tratando-se de distâncias entre galáxias e astros muito distantes que vão além do Sistema Solar onde a unidade usada é UA.

Figura 5 - Material utilizado e ilustração de uma constelação.



Fonte: autores, 2023.

Para dinamizar a compreensão do ano-luz (distância que a luz percorre em um ano terrestre), foi utilizada a ideia de identificar através da multiplicação por segundos. Em 1 segundo a luz percorre aproximadamente 300.000 km. Quantos dias tem 1 ano?; Quantas horas tem um dia?; Quantos minutos tem 1h?; Quantos segundos tem 1 minuto? Fazendo esse processo até chegar ao valor correspondente a 1 ano-luz.

Figura 6 - Tabela de conversão de unidades.

PLANETAS	KM DO SOL	UA
MERCURIO		
VÊNUS		
TERRA		
MARTE		
JÚPITER		
SATURNO		
URANO		
NETUNO		

Fonte: autores, 2023.

A conclusão da SD foi no laboratório de informática da escola com a apresentação do aplicativo móvel *Stars And Planets* através do espelhamento entre o celular e o computador para que fosse possível fazer a projeção da imagem com uma ampliação que facilitasse a visualização. Todas as temáticas desenvolvidas durante as aulas puderam ser contempladas e observadas através da experiência que o aplicativo proporciona, sendo ele dinâmico e de fácil compreensão, ilustrando a identificação dos planetas de maneira realista. Além da visualização de todos os corpos celestes envolvidos na SD, foi possível visualizar as distancias compreender algumas propriedades, bem como, o Universo em geral, observando constelações e discutindo hipóteses em planetas semelhantes a Terra. Optou-se por apresentar o aplicativo no final da SD com a intenção de apresentar de maneira prática e lúdica todas temáticas, conforme apresentado anteriormente. E utilizar da TDIC como ferramenta unificadora, fazendo o fechamento da unidade temática. A Figura 7 mostra a interação/visualização do aplicativo pelos estudantes.

Figura 7 - Aula prática no laboratório de informática.



Fonte: autores, 2023.

Análise a posteriori e validação

Nesta fase, examina-se a produção dos alunos, as observações feitas sobre o comportamento deles durante a implementação da SD e todos os dados coletados ao longo da experimentação. Conforme Artigue (1996), essa etapa se baseia nos dados reunidos durante a experimentação. Para Pais (2001), a análise retrospectiva geralmente ganha importância ao complementar os dados obtidos por meio de outras técnicas, como questionários, entrevistas, gravações e diálogos. Esses métodos muitas vezes são úteis para uma compreensão mais profunda do fenômeno.

Durante a aplicação da SD, percebeu-se que os estudantes tinham conhecimento prévio sobre parte dos objetos que compõem o Sistema Solar visto que, existem temáticas dentro da área de Astronomia indicadas para o 8º ano do Fundamental. Embora não conseguissem explicar, inicialmente, a organização do Sistema Solar, demonstraram ter compreensão acerca dos movimentos, o Sol como fonte de luz, bem como, planetas que orbitam ele. Esse fator foi essencial para associar com o novo conhecimento apresentado através da SD.

Para verificar se a aplicação da SD foi eficiente no processo de ensino- aprendizagem e no desenvolvimento das habilidades, o questionário (pré-teste) aplicado na análise preliminar foi aplicado novamente, para que fosse feito um comparativo e constatar se houve aprendizagens significativas após a aplicação da SD. Assim, foram selecionadas quatro questões para serem analisadas das oito aplicadas no questionário.

Ao discutirmos a respeito do Universo, ficou claro como mostra o comparativo de nuvem de palavras da Figura 8 o aumento de respostas mistas e a diminuição de respostas “não sei”. Tendo os estudantes uma maior compreensão do quão grande é o Universo e o que o compõe além daqueles objetos do saber prévio.

Figura 8 - Comparação entre análise preliminar (a) e análise a posteriori (b) a respeito do Universo. Respostas à pergunta: Em que constitui o Universo?



(a)

(b)

Fonte: autores, 2023.

Na aplicação dos objetos de conhecimento envolvendo constelações (estrelas), percebeu-se que os estudantes associaram muitos objetos a ela, como mostra a Figura 9. Embora suas com-

preensões não fossem erradas, elas não estavam de acordo com as definições científicas para o objeto em questão. Conhecimentos este, que seguiu um padrão de definição cientificamente aceito após a aplicação da SD.

Figura 9- Comparação entre análise preliminar (a) e análise a posteriori (b) a respeito de Constelações. Respostas à pergunta: O que é uma Constelação?



Fonte: autores, 2023.

Dentre os objetos de conhecimentos apresentados na SD, percebeu-se que os alunos tinham mais dificuldade em associar e compreender as grandezas astronômicas. Contudo, após fazer a relação entre as distâncias e tempo no cotidiano, utilizar regra de três e analisar por uma perspectiva muito mais longa e que para isso, a Astronomia apresenta meios de reduzir grandes valores de distâncias em outros tipos de unidades, foi possível identificar uma grande mudança na percepção do conhecimento dos estudantes como mostra a Figura 10.

Figura 10 - Comparação entre análise preliminar e análise a posteriori a respeito de ordem de grandeza astronômica. Respostas à pergunta: Você sabe explicar o que é uma ordem de grandeza astronômica?



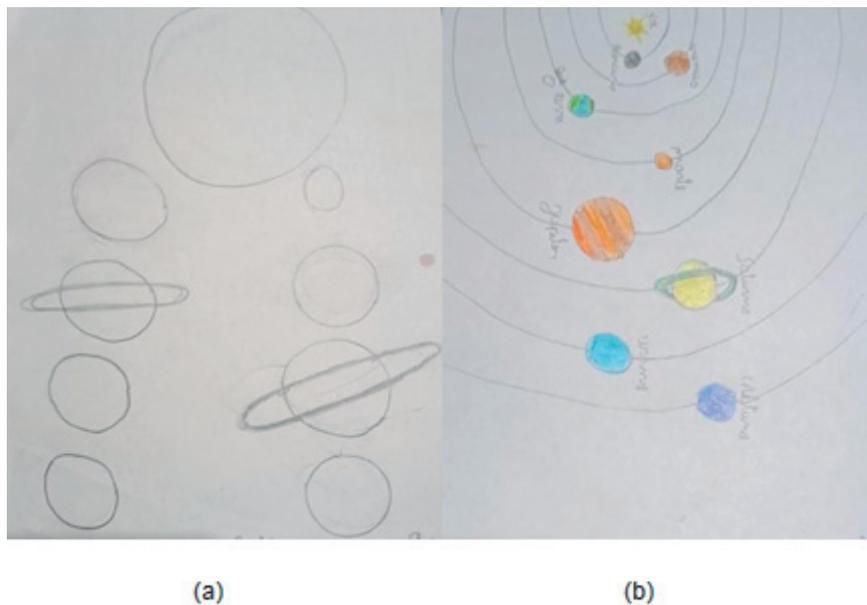
Fonte: autores, 2023.

Antes de iniciar a aplicação da SD foi solicitado aos estudantes que produzissem um desenho acerca de como imaginavam ser a organização do Sistema Solar e quais corpos celestes poderiam fazer parte dele, na intenção de compará-los com os solicitados ao final. Através dos desenhos os alunos expressam sua compreensão prévia e do novo conhecimento. Alguns desenhos são mostrados a seguir. Para manter a privacidade e segurança dos estudantes durante esta análise não houve a identificação nominal dos estudantes, estes foram denominados por letra e número.

Ao compararmos os desenhos com os anteriores, percebeu-se uma melhor interpretação sobre o Sistema Solar. O estudante B2 nesse caso, organizou a ordem dos planetas corretamente além de ilustrar com semelhança a estrutura dos planetas que fazem parte do Sistema Solar Figura 11. Já o estudante C3, se limitava ao Sol como sendo individualmente o próprio Sistema Solar e também com a presença de satélites, algo que no cotidiano se discute frequentemente. Assim, após a aplicação da SD ele conseguiu identificar de forma clara e organizada o Sistema Solar.

Nesta análise a posteriori e validação, sendo a última etapa da metodologia empregada neste estudo, foi possível analisar se o novo conhecimento dos estudantes foi significativo através de diferentes estratégias aplicadas, no sentido de melhorar o processo de ensino e aprendizagem. Desse modo a SD apresentada foi validada.

Figura 11 - Comparação de desenhos do aluno B2 a respeito do Sistema Solar. Desenho inicial (a) e desenho final (b).



Fonte: autores, 2023.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino tem se tornado cada vez mais alinhado com metodologias didáticas que contribuam significativamente com o saber prévio e também com relação a novos conhecimentos. Neste sentido o aplicativo móvel *Stars And Planets* sendo uma TDICs, dentre muitas que existem, foi essencial no

sentido visualizar os objetos de conhecimentos na área de Astronomia, que exige um alto nível de abstração. No entanto, vale considerar que sozinho ele não atinge os objetivos esperados, é necessário integrá-lo em um planejamento e definir quais temáticas ele pode contribuir no que se refere à busca por um melhor ensino-aprendizado.

Com isso, a SD apresentada tornou a utilização do aplicativo muito mais simples de compreender considerando todos os aspectos que ele pode contribuir com os objetos de conhecimento desenvolvidos. A SD foi elaborada detalhadamente com base naquilo que os alunos apresentaram nos conhecimentos prévios através do pré-teste. Assim, criando uma boa base para o encerramento da SD com o aplicativo móvel.

Os resultados apresentados demonstram diversos aspectos positivos sobre a inclusão do aplicativo móvel *Stars and Planets*, enquanto uma ferramenta no planejamento docente, podendo ele contribuir aos professores de Ciências da Natureza nos anos finais do Ensino Fundamental e proporcionar uma nova experiência aos estudantes, de forma visual e aprendizagem.

Este estudo não deixou de considerar os aspectos sociais e estruturais da escola, buscando sempre a utilização de matérias de fácil acesso e soluções possíveis de se realizar.

Diante disso pode-se concluir que o aplicativo móvel *Stars and Planets* e a SD se apresenta como uma eficaz ferramenta didática que tem a possibilidade de ser aliada do professor em sala de aula, no que se refere ao seu grande potencial didático-pedagógico.

REFERÊNCIAS

ANGOTTI, J. A.; DELIZOICOV, D. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

ARTIGUE, M. Engenharia Didática. In: Brun, J. (org.). **Didáticas das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996, Cap. p. 4, p. 193-217.

BARBOSA, R. M. **Descobrendo a geometria fractal**: para a sala de aula. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

BELLONI, M.L. **O que é mídia educação**. Campinas: Autores Associados, 2005.

BATISTA, I. L. L. O Ensino de Teorias Físicas mediante uma estrutura Histórico Filosófica. **Ciência e Educação**, 10(3), 461-476. 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc>. Acesso em 08 ago 2022.

LEITE, C; HUAMAN, R. P.p. M; SILVA, A. C; SANTOS, R. G. **Importância e justificativas para o Ensino de Astronomia na Educação Básica**: Um olhar para as pesquisas. In: Anais. Actas Electrónicas Del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias, 2021.

MACHADO, S. *et al.* Engenharia Didática. In: **Educação Matemática** - uma introdução. Machado, S. (Org.). São Paulo: Educ, 1999.

MICHAELIS: dicionário escolar de língua portuguesa. **Editores Melhoramentos**: São Paulo, 2008.

MELO, J. P.p. S; OLIVEIRA, S. W. P; GOMES, A. D. T; COELHO, F. O. **Divulgando astronomia no ensino fundamental por meio de um planetário móvel.** ACTIO: Docência em Ciências. v.5, n.3, 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/11600>. Acesso em: 14 jun. 2023.

NISTORESCU. Andrei. **Stars and Planets.** Versão 3.2.12. Romênia: 2017. Repositório de aplicativos do IOS e Android. Disponível: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.galaxy.starmap.p>. Acesso em: 20 jul. 2022.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática:** uma análise da influência francesa. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

RODRIGUES, A. **Narrativas digitais, autoria e currículo na formação de professores mediada pelas tecnologias:** uma narrativa-tese. 274f. Tese (Doutorado em Educação: Currículo). Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Currículo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo: São Paulo, 2017.

RIO GRANDE DO SUL. **Referencial Curricular Gaúcho:** Ensino Fundamental, v.1. Secretaria de Estado da Educação: Porto Alegre, 2018.

ROJO, R. **Escol@ Conectada:** Os Multiletramentos e as TICs- Volume I. São Paulo: Parábola, 2014.

RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge-** Volume I: das origens à Grécia. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed. 2001.

SANTOS, T. R; BORGES, A. R. **A Astronomia no Ensino Fundamental:** princípios para pensar a prática em sala de aula. 23f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia). Instituto Federal Goiano: Urutaí, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2948>. Acesso em jun. 2023.

SOUZA, J. C. G. Integração das TDICS na Educação: Espaços Digitais. **Revista Científica FESA.** v.2, n. 1, p. 74-88, 2021. Disponível em: <https://revistafesa.com/index.php/fesa/article/view/15/11>. Acesso em 18 mai 2023.

TAXINI, C. L. *et al.* Proposta de uma sequência didática para o ensino do tema” Estações do Ano” no Ensino Fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências,** v. 14, n. 1, p.p. 81-97, 2012.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2001.

ZABALA, A. **A Prática educativa:** como ensinar. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.