

DE ONDE VEM O DIA E A NOITE? UTILIZANDO O SOFTWARE STELLARIUM NO ENSINO DE ASTRONOMIA PARA OS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

WHERE DO DAY AND NIGHT COME FROM? USING STELLARIUM SOFTWARE IN ASTRONOMY TEACHING FOR THE EARLY YEARS OF ELEMENTARY SCHOOL

Samara Garratini [pesquisas.samaragarratini@gmail.com]

Giulio Domenico Bordin [giuliodordin@alunos.utfpr.edu.br]

Arandi Ginane Bezerra Jr. [arandi@utfpr.edu.br]

Marcos Antonio Florczak [florczak@utfpr.edu.br]

*Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica / Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)*

RESUMO

Este trabalho apresenta resultados de um projeto de pesquisa, relacionado a um mestrado profissional, que tem por objetivo o ensino de astronomia nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Para isso, foram elaboradas sequências didáticas, baseadas no software Stellarium, para abordagem de conteúdos sugeridos pelos documentos oficiais, com ênfase na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Os dados da pesquisa consistem na coleta e análise de desenhos apresentados pelos alunos, referentes aos conteúdos estudados. Os resultados indicam a possibilidade de trabalhar conceitos de astronomia utilizando o *Stellarium*, a partir de uma metodologia baseada nos três momentos pedagógicos, de modo a que os alunos apresentem uma compreensão dos fenômenos básicos referentes à observação do céu e ao movimento dos astros.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Astronomia; TIC; Stellarium.

ABSTRACT

This work presents the results of a research project related to teaching astronomy in the initial grades of elementary school. Didactic sequences were elaborated, based on the software Stellarium, to approach contents suggested by the Brazilian official documents regarding science teaching, with focus on astronomy concepts. Our research data comprises a collection and analysis of drawings produced by the students referring to the studied subjects. Our results indicate the possibility of working with astronomy concepts mediated by Stellarium and based on a methodology referred as "three pedagogical moments" which relates to critical pedagogy. We conclude that, with this approach based on Stellarium, students can develop

an understanding of basic phenomena related to sky observation and the movement of the stars.

KEYWORDS: *Astronomy Teaching; ICT; Stellarium.*

INTRODUÇÃO

Este trabalho visa a analisar uma sequência didática produzida pelos autores e aplicada em uma turma mista do segundo e terceiro anos do ensino fundamental I da rede municipal de ensino de São José dos Pinhais, região metropolitana de Curitiba, cidade com mais de 200 mil habitantes.

A sequência didática tem como tema principal os movimentos do planeta Terra e busca desenvolver com os alunos conteúdos recomendados em documentos oficiais do estado do Paraná e na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que é referência para o currículo da disciplina de Ciências da referida rede municipal.

A abordagem didático-metodológica escolhida para trabalhar o ensino de astronomia baseia-se no uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), nos moldes do que apresentam Saavedra, Lenz e Bezerra Jr (2016). Estes autores destacam a importância da utilização das TIC enquanto elemento integrador de aspectos experimentais e teóricos, como forma de proporcionar uma aprendizagem significativa para os estudantes.

No caso do ensino de astronomia, o uso de tecnologias não pode ser confundido com procedimentos simplificadoros que consistem em simplesmente colocar os alunos defronte aos computadores – ainda que utilizando belas imagens e sítios interessantes – e achar que, dessa forma, serão obtidos resultados de aprendizagem surpreendentes. De fato, é necessário haver intencionalidade no trabalho docente, ou seja, precisamos realizar um trabalho planejado, guiado, investigativo e consistente, com apoio nas TIC; para isso, a organização de sequências didáticas constitui parte importante da metodologia de planejamento de aulas. Neste sentido, o presente trabalho propõe a elaboração e utilização de sequências didáticas com o software *Stellarium* (stellarium.org). Este programa tem como principal função a visualização do céu nos moldes de um planetário. Além disso, importa mencionar que o *Stellarium* é um Software Livre, o que possibilita e facilita sua ampla disseminação e utilização por docentes da Rede Pública de Ensino.

O objetivo do trabalho é investigar as potencialidades do referido software para fomentar o interesse dos estudantes pela ciência espacial, estimulando a curiosidade com respeito aos astros e sua influência no planeta Terra.

A metodologia utilizada para desenvolver a investigação baseia-se na pesquisa interventiva, segundo Megid Neto (2017) e Dionne (2007). Esta abordagem estimula práticas alternativas e processos colaborativos, além de ajudar a testar propostas curriculares, estratégias e recursos didáticos de maneira qualitativa. O foco da pesquisa interventiva consiste em intervir na sala de aula, aplicando uma sequência desenvolvida previamente e analisando os resultados dessa aplicação; as análises desenvolvidas levam em consideração as colocações orais e as produções realizadas pelos próprios alunos, atentando também para os conhecimentos prévios apresentados sobre a temática.

Alguns educadores não conseguem se libertar dos limites constrangedores do paradigma escolar, ainda utilizando listas de exercícios, aplicando provas e priorizando assuntos escolares sem estabelecer conexão com as realidades dos estudantes. Isto é uma contradição, pois produz fragmentação dos conteúdos e vai de encontro a uma abordagem crítica (ANGOTTI, 1991, p. 198). Neste contexto, uma alternativa possível consiste na utilização dos Três

Momentos Pedagógicos, conforme Delizoicov (2014), tendo em vista a construção de sequências didáticas e aplicação em sala de aula.

Na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, segundo Delizoicov (2014), o primeiro momento é caracterizado pelo mergulho na problematização inicial (uma apresentação ampla e genérica do tema); o segundo é marcado pela tentativa de apreender o conhecimento já construído (os estudantes têm contato com um conhecimento cientificamente sistematizado), que é a organização do conhecimento; e, por fim, a aplicação do conhecimento caracteriza o terceiro momento, que se dá na utilização dos novos conhecimentos adquiridos, configurando-se como uma etapa em que se busca a autonomia dos estudantes, entendida como processo segundo o qual estes são capazes de se valer do conhecimento científico para resolver problemas e compreender outros aspectos complexos da realidade.

TIC E ASTRONOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL

A história da utilização de computadores na educação costuma ser dividida em dois períodos: antes e depois do aparecimento dos computadores pessoais. Os computadores pessoais, que surgiram no final da década de 1970, representaram um marco significativo na democratização do uso da informática. Nesse contexto, desponta um estudioso chamado Seymour Papert, que se destacou por associar computadores à educação, mas de forma construtiva e ativa. Pela concepção de Papert, os computadores deveriam ser utilizados criticamente e intencionalmente como instrumentos para trabalhar e pensar, como meios de realizar projetos, como fontes para pensar novas ideias (PAPERT, 1994).

De acordo com a UNESCO, a inserção de TIC na escola é fundamental porque:

os alunos e professores devem usar a tecnologia de forma efetiva, pois em um ambiente educacional qualificado, a tecnologia pode permitir que os alunos se tornem: usuários qualificados das tecnologias da informação; pessoas que buscam, analisam e avaliam a informação; solucionadores de problemas e tomadores de decisões; usuários criativos e efetivos de ferramentas de produtividade; comunicadores, colaboradores, editores e produtores; cidadãos informados, responsáveis e que oferecem contribuições. (UNESCO, 2008, p. 1).

No caso do ensino de astronomia, há diversos exemplos de TIC que podem ser empregadas para a realização de aulas e atividades com potencial para uma aprendizagem crítica. Dentre estes, destacam-se:

- a) Software *Celestia*, criado em 2001 por Chris Laurel, de código fonte aberto, baseado no catálogo *Hipparcos*, que é um catálogo estelar resultante da missão espacial astrométrica *Hipparcos*, da Agência Espacial Européia, e permite ao usuário ver desde satélites artificiais até Galáxias em 3D (CELESTIA, 2020),
- b) Software *Stellarium*, um planetário de código fonte aberto, que mostra o céu em condições muito próximas ao que se vê a olho nu, com binóculo ou telescópio, sendo também utilizado em projetos de planetários. Este *software* permite ainda simular o céu em data e hora futuras, dias e noites, além de eclipses, bem como observar constelações a olho nu (MENEZES, 2011).

Assim, as tecnologias aplicadas ao ensino de astronomia são essenciais, pois podem contribuir de forma significativa como ferramenta de visualização e auxílio ao professor na demonstração de conceitos espaciais e tridimensionais, uma vez que esta visualização de fenômenos em escala astronômica envolve complexidade e elementos muitas vezes contraintuitivos.

Existem trabalhos associados à utilização de *softwares* para o ensino de astronomia, como Longhini (2010), autor que analisa o emprego de artefatos tecnológicos na informática educativa e estuda softwares de simulação com a finalidade de abordar temas introdutórios de astronomia.

Para Neve (2014), o contexto do desenvolvimento das habilidades de observação, classificação, registro e análise, dentre outras, referentes ao Universo, planetas e estrelas, torna o uso das tecnologias digitais imprescindíveis. Porque este uso nos transporta a lugares que de outras formas não poderíamos ir, criando uma ampla rede de comunicação e de oportunidades de aprendizagem, considerando a sala de aula e todo o espaço fora desta como possíveis para ensinar e aprender.

Portanto, uma estratégia que pode ser adotada para auxiliar na explicação do tema astronomia é o uso dos simuladores computacionais, visto que o aluno tem contato mais próximo com o objeto de estudo, além disso, ele mesmo realizará as suas observações, neste caso de modo virtual. Assim, tem a possibilidade de testar suas hipóteses, elaborando explicações com o auxílio do professor Becker (2011).

Portanto, acredita-se que a utilização de simuladores, exemplo de uso de TIC na astronomia, colabora para desmistificar situações que observamos de forma limitada e compreendemos de forma vaga, ou acreditamos de forma axiomática em sua existência, porém, sem uma compreensão mais elaborada.

Outro fator a ser observado é que o conteúdo de astronomia é uma competência descrita pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) desde os anos iniciais do ensino no Fundamental I, mais especificamente da disciplina de Ciências, no eixo Terra e Universo. Assim, apresentamos no Quadro 1 o recorte desses objetivos de conhecimento descritos na BNCC, nos três primeiros anos do ensino, pois, é neste recorte temporal e curricular que desenvolvemos a sequência didática:

Quadro 1 – Conteúdos de Ciências (e seus códigos) descrito pela BNCC

Unidade temática	Conteúdo de ciências: eixo Terra e Universo Objetos de conhecimento, por ano.
1º ano Escala de tempo.	(EF01CI05) identificar e nomear diferentes escalas de tempo: os períodos diários (manhã, tarde, noite) e a sucessão de dias, semanas, meses e anos. (EF01CI06) selecionar exemplos de como a sucessão de dias e noites orienta o ritmo de atividades diárias de seres humanos e de outros seres vivos.
2º ano Movimento aparente do sol no céu o sol como fonte de luz e calor	(EF02CI07) descrever as posições do sol em diversos horários do dia e associá-las ao tamanho da sombra projetada. (EF02CI08) comparar o efeito da radiação solar (aquecimento e reflexão) em diferentes tipos de superfície (água, areia, solo, superfícies escura, clara e metálica etc.).
3º ano Características da terra observação do céu usos do solo	(EF03CI07) identificar características da terra (como seu formato esférico, a presença de água, solo etc.), com base na observação, manipulação e comparação de diferentes formas de representação do planeta (mapas, globos, fotografias etc.). (EF03CI08) observar, identificar e registrar os períodos diários (dia e/ou noite) em que o sol, demais estrelas, lua e planetas estão visíveis no céu.

Fonte: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf;
Acesso dia 10/02/2021

A partir do Quadro 1, identificamos que os conteúdos de astronomia aparecem de forma gradativa, inserindo os conceitos relativos aos astros, os planetas, começando com o calendário solar e chegando ao terceiro ano com algumas características do céu observáveis pelos alunos.

Importa destacar que o documento oficial também apresenta preocupação com o processo de aprendizado, ao propor:

vivenciar momentos de investigação que lhes possibilitem exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de observação, de raciocínio lógico e de criação, desenvolver posturas mais colaborativas e sistematizar suas primeiras explicações (...)” (BNCC, 2018, p. 331).

Ora, as TIC podem ampliar estes processos de aprendizado defendidos no documento oficial da BNCC, no sentido que permitem transformar em imagens concretas as abstrações dos conceitos astronômicos, possibilitando a visualização e compreensão de movimentos, fenômenos e fatos, quebrando algumas barreiras à compreensão e servindo como catalizador para a transformação de informações em conhecimento organizado.

No caso do ensino fundamental, não é verdade que crianças pequenas de até dez anos não se questionam sobre os astros, ou que não sejam capazes de aprender conteúdos abstratos, pois

As perguntas das crianças revelam, por exemplo, que seu interesse vincula-se com problemas relativos aos astros, e a maneira como as crianças formulam essas interrogações indica qual a solução que elas são levadas a dar a si mesmas (PIAGET, 2005, p. 209).

A curiosidade das crianças sobre temas de astronomia pode se dar para além da observação do céu, mas também estimulada pela vinculação deste tema nos meios de comunicação, em filmes, desenhos e músicas, por exemplo. O fato é que as crianças têm acesso a questões referentes à astronomia e, com isso, formulam diversas hipóteses – muitas vezes fantasiosas – sobre o tema.

Então, a elaboração e utilização de sequências didáticas busca inserir e explicitar conceitos astronômicos na vida cotidiana dos alunos, realizando atividades e observações a partir da própria escola. Com isso, é possível desmistificar situações fictícias e compreensões equivocadas e estimular a curiosidade pela ciência e pela investigação por meio do questionamento e da reflexão. É notável que o uso de TIC potencializa este tipo de abordagem.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Este trabalho foi construído a partir do planejamento e desenvolvimento de uma sequência didática voltada para a sala de aula utilizando o Software *Stellarium*. A respeito deste programa:

O *Stellarium* diferencia-se de outros objetos virtuais de aprendizagem por não trazer situações-problema pré-determinadas. Ao se constituir como uma ferramenta aberta e de múltiplas possibilidades, propicia ao professor criar desafios ou questões para explorar temáticas relativas à Astronomia (LONGHINI, 2010).

Para complementar e validar o uso do *Stellarium*, a pesquisa também foi estruturada a partir de uma metodologia que consistiu em realizar gravações das aulas, na constituição de um diário de campo e no registro de desenhos feitos pelos estudantes. Os dados da pesquisa,

portanto, foram extraídos das transcrições literais dos áudios das aulas e dos desenhos feitos pelos alunos a cada atividade solicitada nas aulas. A análise do material produzido pelos estudantes, por sua vez, foi baseada na análise de conteúdo (Bardin, 1977).

A sequência didática foi aplicada em uma turma mista de segundo e terceiro ano do ensino fundamental I, no período matutino, da prefeitura municipal de São José dos Pinhais. Ao todo participaram 20 alunos, que estavam matriculados, porém, a média de alunos presentes em sala girou em torno de 16 indivíduos. Os estudantes que participaram do projeto são, em sua maioria, moradores de bairros próximos da escola e utilizam o transporte público escolar disponibilizado pela prefeitura para sua locomoção. Todos os estudantes também têm acesso ao uniforme e os materiais cedidos pela prefeitura, inclusive acesso aos computadores da escola.

Os primeiros contatos com a escola onde a pesquisa foi realizada ocorreu pelo diálogo estabelecido por um dos autores que leciona nesta unidade com a direção escolar. O processo desembocou em acordo com a professora regente, que cedeu espaço em sala de aula para o desenvolvimento da sequência didática.

Devido às condições escolares e de disponibilidade de tempo dos atores, o planejamento da sequência didática não foi realizado em parceria com a regente da turma, entretanto, houve um alinhamento de conteúdo, de modo que as atividades de outras disciplinas bem como provas e atividades avaliativas formais ocorressem sem ser necessário interromper o desenvolvimento da sequência.

Segue, no Quadro 2, a síntese das aulas planejadas. No Quadro 2 também são descritos e analisados mais detalhadamente os conteúdos e apontadas as articulações das atividades com os Três Momentos Pedagógicos. Esta metodologia representa uma prática didática que foi desenvolvida a partir de três projetos "(DELIZOICOV, 1982; PERNAMBUCO et al., 1988; PONTUSCHKA, 1993; BRASIL, 1994, TORRES; O'CADIZ; WON, 2002) que articularam formação continuada de professores e a proposição de currículos e programas escolares." (DELIZOICOV, 2014, p. 619). Segundo Delizoicov (2014), foi uma dinâmica de promover a transposição da concepção de educação Freireana, uma pedagogia crítica, para o espaço de educação formal. Fundamentalmente, isto consiste em:

Problematização Inicial: apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém.

Organização do Conhecimento: momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados.

Aplicação do Conhecimento: momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV, 2014, p. 620).

Estas são etapas que podem ser desenvolvidas em outros contextos que não somente na disciplina de Física ou de Ciências, perpassando as fronteiras das metodologias tradicionais,

sobretudo as baseadas exclusivamente no uso dos livros didáticos, permitindo a inclusão de metodologias ativas, as quais possibilitam colocar o aluno como centro e como protagonista de sua aprendizagem. Neste sentido, foi planejada uma sequência didática de duas aulas, que foram realizadas com as crianças nos dias 06/12 e 12/12. Cada aula foi estruturada em “etapas” e “atividades”. No Quadro 2 é apresentada a estrutura da primeira aula (realizada em 06/12), que teve como tema a pergunta “De onde vem o dia e a noite?”.

Quadro 2 – AULA 1 - DE ONDE VEM O DIA E A NOITE?

Etapas	Atividades
Introdução	Na aula serão abordados alguns conceitos de movimento aparente do sol no céu, bem como dos astros em torno do eixo de rotação do planeta.
Duração	1 hora e 50 minutos
Objetivos	Relacionar o movimento do céu com o movimento do planeta Terra
Competências (BNCC)	EF03CI08 – Observar, identificar e registrar os períodos diários (dia e/ou noite) em que o Sol e demais estrelas, Lua e planetas estão visíveis no céu.
Conteúdo específico	Movimento de rotação e translação
Recursos	Vídeos, computadores, lápis, folhas de papel.
Problematização Inicial	Aula começa com a pergunta: “De onde vem o dia e a noite?” Pedir para que os alunos desenhem as hipóteses levantadas por eles. Logo após, apresentar o Vídeo: “De onde Vem o Dia e a Noite? – Kika quer saber de onde vem o dia e a noite.” Disponível em: (https://www.youtube.com/watch?v=Nux_3PVdo9U) Problematizar: - o desenho (das crianças) dialoga com o vídeo? As hipóteses levantadas têm a ver com as demonstradas no vídeo? Quais são os elementos observáveis durante o dia e durante a noite?
Organização do Conhecimento	Com base nos argumentos e nas imagens produzidas pelos alunos, problematizar essas hipóteses com os conceitos de rotação e translação apresentados no vídeo. Utilizando o <i>Software Stellarium</i> , realizar atividades onde aceleramos o tempo, para que os alunos possam ver o movimento aparente do sol no céu, bem como dos astros visíveis no céu noturno: 1º) posicionar em Curitiba / 2º) Ajustar CDV próximo a 102º ou até aparecer o SOL; 2º) avançar o tempo 3x, até 07:30 do dia 06/12 (o dia em que efetivamente foi realizada a aula); 3º) ir na barra de localização, incluir o planeta <i>Mars</i> (Marte) observador, depois, ir na janela de pesquisa e incluir a <i>Terra</i> ,

	<p>acelerar o tempo e observar o que acontece. (movimento de translação).</p> <p>Problematizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - quem se movimenta é o céu ou o planeta Terra?
Aplicação do Conhecimento	<p>Ao final da aula, a pergunta inicial será retomada: “De onde vem o dia e a noite?”</p> <p>Depois, pedir para os alunos aplicarem o conceito através de um teatro, onde cada aluno adotará o papel de um dos astros, simulando os seus movimentos (rotação e translação).</p> <p>Estimular os alunos para que respondam:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Por que o aluno que fez a Terra se movimenta assim? (rotação) - Qual a implicação desse movimento na vida dos seres humanos aqui no planeta?
Avaliação	<p>A avaliação é baseada na análise dos argumentos apresentados pelos alunos durante o teatro, registrados no diário de bordo da pesquisa.</p>

Fonte: Quadro elaborado pelos autores

Nesta aula o tema principal “De onde vem o dia e a noite?” teve como objetivo introduzir a temática: movimento do planeta Terra. Esse planejamento teve como pressuposto dar espaço para a prática da reflexão desenvolvendo a capacidade de argumentar e dialogar.

A aula também objetivou confrontar a dicotomia entre o saber de senso comum e os conceitos científicos sobre o tema, buscando identificar as lacunas e equívocos relacionados aos conceitos de astronomia existentes na compreensão dos alunos porque a problematização:

pode ocorrer, pelo menos, em dois sentidos. De um lado, estão as concepções alternativas dos alunos, aquilo de que o aluno já tem noções, fruto de aprendizagem anteriores. De outro, um problema a ser resolvido, quando o aluno deve sentir a necessidade de conhecimento que ainda não possui. (DELIZOICOV, 2014, p. 623).

Então, as perguntas do Quadro 2 foram levantadas, por exemplo, para evidenciar as concepções dos estudantes acerca do movimento aparente do Sol no céu. Obtivemos respostas tais como: “**O sol fica no lugar dele e a lua vem e fica no lugar do Sol, e aí a Lua sai e o Sol fica no lugar dele de volta**” (Estudante 7)¹. Note-se que o Estudante 7 demonstra uma concepção equivocada e também muito presente em outras falas, ou seja, de que o Sol e a Lua “trocam de lugar”, se movimentando no entorno do planeta Terra, o que evidencia uma falta de compreensão de como ocorre o fenômeno do movimento – e daí a visualização a partir da Terra – desses astros. A figura 1 mostra um desenho que ilustra este ponto.

As crianças, nessa etapa, faziam falas explicando seus desenhos de hipótese inicial sobre o assunto, levantando problemáticas sobre o dia e a noite. Outro exemplo: “**Aqui é o Sol e aqui é a Lua, o sol desce e a Lua sobe, e aí aqui é dia e aqui é noite.**” Esta fala do Estudante 5 é também simplista e sem muitos detalhes de como exatamente esta “troca” dos astros no céu ocorre, revelando uma compreensão equivocada por parte da criança.

¹ Para preservar a identidade dos alunos, foi adotada a nomenclatura “Estudante ‘número’ ”.

No entanto, quando comparada sua fala em conjunto com seu desenho (figura 2), nota-se uma concepção muito forte de Geocentrismo, que também fica evidente em outras falas, tais como: "**Aqui quando é dia e aqui é noite, aí no outro planeta aqui fica noite e aqui fica dia**" (Estudante 3), argumento semelhante ao da fala do Estudante 5, no qual comenta que os astros Sol e Lua "circulam em volta dos planetas".



Figura 1: desenho de problematização inicial: Sol e Lua "trocando de lugar".

Fonte: Desenho Estudante 7



Figura 2: desenho de problematização inicial: Sol e Lua "trocando de lugar".

Fonte: Desenho do Estudante 5

Ao serem questionados sobre esta concepção pela professora, os alunos tendem a mudar de posição, entrando em contradição e encontrando outras explicações para suas respostas, tais como, por exemplo, o explicitado na fala do Estudante 2: "**Num lado é o sol e do outro lado é a noite, a terra vai girando bem devagarzinho e do outro lado vai ser a noite e do outro lado vai ser o dia.**" O que revela que a criança passa a ter uma compreensão mais elaborada a respeito do fenômeno, neste caso, incluindo a noção de rotação da Terra em sua explicação.

Esta etapa, por conta da intervenção e das provocações da professora, teve um grande nível de participação e envolvimento por parte dos alunos, que queriam demonstrar o conhecimento já existente sobre o assunto. É significativo destacar outro elemento observável: a presença de um professor externo à escola (no caso o pesquisador aplicando a sequência didática) também levou os alunos a questionamentos que demonstravam certa curiosidade sobre ele, talvez estimulando ainda mais a participação discente.

Na etapa da organização do conhecimento, foi proposto o desenvolvimento de diversas atividades, como formulações de questões acerca do "vídeo da Kika" (vide Quadro 2), e a realização de atividades utilizando o *Stellarium*. Neste ponto, o uso da ferramenta computacional evidencia a importância de uso da TIC como forma de facilitar a visualização dos fenômenos na busca da construção de explicações coerentes e cientificamente embasadas, o que também ressoa com a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos.

A discussão foi mantida nesta etapa, conforme os procedimentos descritos, e as crianças conseguiram observar alguns conceitos como "**A terra fica girando ao redor do sol um**

ano”, dito pelo Estudante 11; ou, na fala do Estudante 5, em que o mesmo explica como isso acontece: **“parece que é o sol que está se mexendo junto com nós, mas não é, é a Terra que está se mexendo.”** (sobre o movimento de translação). O que revela ampliação da capacidade de abstração: as crianças passam a ter uma visão mais clara a respeito do fenômeno, com auxílio da TIC.

Na etapa da aplicação do conhecimento, foi proposta uma atividade que tem como objetivo levar o aluno a acessá-lo e aplicá-lo. A realização da mesma deu-se no final da aula, onde retomamos o questionamento inicial: “De onde vem o dia e a noite”. Os alunos foram então instigados a realizar um teatro, de modo que cada um foi elencado como um astro (Terra, Sol e Lua) e solicitado a simular os seus devidos movimentos. Com isso, objetiva-se responder à problemática inicial, mas também estimular outros questionamentos associados e que porventura sugiram, como, por exemplo, as “Fases da Lua”, as “Estações do Ano” e as “Constelações”.

Portanto, para finalizar essa aula, as crianças não só precisavam expressar seus conhecimentos sobre os conceitos de rotação e translação, como também cada uma delas recebeu um personagem, que eram os astros: Sol, Lua ou planeta Terra e, teatralmente, eram convidadas a representar o movimento do planeta, uma maneira que permitiu à professora verificar como as crianças haviam evoluído na compreensão do problema inicialmente proposto.

Neste processo de teatro, as equipes recebiam orientações dos demais alunos da turma, que diziam como fazer e o que estava certo ou errado em seus movimentos. No entanto, mesmo com bastante participação dos alunos na dinâmica, percebemos que as crianças ainda tiveram muita dificuldade em conseguir representar os movimentos dos astros, sendo necessária a intervenção da professora em vários momentos. Mesmo que cada aluno tenha escolhido um astro para representar (Lua, Sol ou Terra), observou-se dificuldade em fazê-lo, pois, por mais que eles soubessem como seu movimento ocorria, transpor o conhecimento para um movimento físico, no formato teatral, exigiu uma noção de espaço que foi um desafio aos estudantes.

Na sequência, foi proposta a pergunta “Por que as sombras se movimentam?”, que serviu de inspiração para a segunda aula planejada (realizada no dia 12/12), na qual foi utilizada a sequência didática conforme plano descrito no Quadro 3.

Quadro 3 – AULA 2 – POR QUE AS SOMBRAS SE MOVIMENTAM?

Etapas	Atividades
Introdução	Nesta aula serão abordados alguns conceitos geográficos, bem como elementos observáveis durante o dia e durante a noite.
Duração	1 hora e 50 minutos
Objetivos	Relacionar as sombras com a forma geográfica do planeta, bem como com o tempo.
Competências (BNCC)	EF02CI07 – Descrever as posições do Sol em diversos horários do dia e associá-las ao tamanho da sombra projetada,
Conteúdo específico	Tempo e calendário

Recursos	Vídeo, computador, Sol, giz, barbante, lanterna, globo, lápis e folhas de papel.
Problematização Inicial	<p>Aula começa com as perguntas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Por que existem sombras? 2) Por que as sombras se movimentam? <p>Ouvir as hipóteses dos alunos sobre o assunto.</p> <p>Sair no pátio e pedir para os alunos marcarem no chão, utilizando um giz branco, a sombra de uma haste.</p> <p>Depois, voltar à sala e pedir para desenharem em uma folha o que eles acham que irá acontecer com a sombra que foi desenhada no chão do pátio da escola.</p>
Organização do Conhecimento	<p>Com base nos argumentos e nas imagens produzidas pelos alunos, assistir ao vídeo "Cosmos Harmonia dos Mundos", por Carl Sagan (https://www.youtube.com/watch?v=Wd9mlJaju5E-)</p> <p>Depois, problematizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Há relação do movimento das sombras com o movimento do planeta Terra? <p>Apresentar os conceitos relacionados ao tema, realizando atividades com o <i>Software Stellarium</i>.</p> <p>Operação realizada:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1º) caminho do sol de dia: posicionar em 01/01/2019 - 08:00; deixar a janela de data e hora visível e incrementar em 1 mês a data. CDV - 193º de noite; repetir os passos acima às 06:00 da manhã. CDV - 193º. 2º) caminho do sol em Londres (buscar localização – London, UK). Repetir dinâmica do 1º caso. <p>Problematizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O que acham que aconteceria com a sombra desenhada ao longo de um ano? - Se uma escola na Europa (Londres) realizar a mesma atividade, o efeito dessa sombra seria o mesmo? - Quando, no vídeo, Carl Sagan faz o exemplo com a folha de papel, o que ele quer explicar com aquele exemplo?
Aplicação do Conhecimento	<p>Ao final da aula, a pergunta inicial será retomada: Por que as sombras se movimentam?</p> <p>Depois, pedir para os alunos aplicarem o conceito através da realização da atividade prática para estudo da luz x sombra, indo no pátio observar a sombra, fazendo as marcações com giz no Gnomon.</p> <p>Depois, utilizando a mesma folha da problematização inicial, desenhar ao lado as observações realizadas.</p> <p>Problematizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Por que isso aconteceu?

	- Qual a relação com os astros?
Avaliação	Desenhos dos alunos e as falas de suas hipóteses.

Fonte: Quadro elaborado pelos autores

Na problematização inicial desta aula, percebemos que os alunos continuavam trazendo concepções alternativas, portanto, o objetivo central foi desenvolver a oralidade e a imaginação nos alunos, buscando através dos desenhos e das discussões, identificar o que foi possível relacionar com referência ao movimento do planeta Terra, conceitos trabalhados na semana anterior, com a existência das sombras.

Os alunos apresentaram respostas diferentes sobre o que aconteceria com a sombra. Uma delas é que **"O sol vai pro outro lado, e a sombra vai desaparecer"** (Estudante 9); outra concepção é de que **"Vai ficar igual, não vai mudar em nada"** (Estudante 13); outra, mais comum, é de que **"O sol vai tá Lá, e a sombra vai para o outro lado"** (Estudante 5), no entanto, não foi possível, nesta etapa, entender nas falas dos alunos o que exatamente acontece no céu para que a sombra se movimente. Isto é indicativo de que, além de concepções alternativas, em alguns casos, existe uma incapacidade de elaborar um discurso minimamente coerente. É provável que isto esteja relacionado à complexidade do fenômeno, que exige uma grande capacidade de abstração por parte dos alunos.

Já na etapa da organização do conhecimento, com a participação da professora, os alunos apresentam diversas hipóteses para a problemática levantada. Por exemplo: **"O sol tá aqui aí ele vem e vem e aí a sombra vem pra cá, e aí a sombra se mexe"** (Estudante 5). Outra fala semelhante à do Estudante 5 é a de que **"O sol tá se mexendo, aí o sol bate nesse objeto e a sombra se mexe junto com o sol"** (Estudante 3). Ambos apresentam uma concepção de que quem se mexe no céu é o Sol, muito presente na aula anterior. Na figura 3 é apresentado um desenho em que o estudante relaciona o movimento do Sol ao da sombra.

No desenho do Estudante 4 (Figura 3), é possível identificar sua hipótese sobre o movimento das sombras, relacionado ao movimento do Sol. No entanto, ainda se percebe uma dificuldade em explicar para onde vai esta sombra. Isto se relaciona ao fato de, muitas vezes, o pensamento infantil formular respostas isoladas e imediatas para responder à problemática lançada.

Surgem, então, outras concepções como, por exemplo, a relacionada à sombra da Lua, apresentada pelo diálogo entre o Estudante 9 e a professora, que solicita uma explicação quanto a o que está sendo observado:

- **"Quando o sol tá perto da sombra, a sombra aparece aonde essa coisa tá, e quando o sol desaparece essa sombra se movimenta"**, afirma o aluno.

A professora então questiona:

- **"E porque essa sombra se movimenta?"**

O aluno apresenta a seguinte resposta:

- **"Pela lua, ela vai fazer a sombra na frente do sol, só que em outro lugar e aí vai fazer a sombra se movimentar"**.

Percebe-se que o aluno não respondeu o que foi questionado, no entanto, apresentou duas concepções, não estabelecendo uma correlação coerente, sendo uma delas a que foi abordada durante a primeira aula sobre o movimento dos astros e a segunda concepção, a de eclipse lunar.

É natural que, no processo de aprendizagem, as crianças apresentem concepções alternativas para explicar fenômenos e, mesmo que a explicação não seja assertiva e coerente em sua totalidade, as crianças articulam essas concepções para explicar o que ainda não conhecem. A este respeito, Piaget (2005) afirma que as respostas artificialistas não se limitam a um certo intervalo de idades, havendo uma progressão da evolução das crenças, o que mostra efetivamente seu caráter sistemático e exclui a hipótese de fabulação pura. De fato, o tema das sombras envolve grande complexidade, o que fica evidenciado pelo desenho apresentado na figura 4.

Na figura 4, o desenho do Estudante 11 representa o Sol com um lado claro e outro de sombra. Esta dificuldade em compreender o fenômeno também aparece em outros desenhos e diálogos em que os estudantes relacionam a sombra dos objetos na Terra com o movimento da Lua, fazendo uma confusão em relação ao movimento de rotação e as sombras.

Na etapa de aplicação do conhecimento, a professora passa a utilizar a TIC proposta, como forma de tornar esses movimentos complexos mais claros e evidentes. Assim, os alunos explicam o que observaram no gnomo (que é a parte do relógio solar que possibilita a projeção da sombra), utilizando conceitos apresentados no *Stellarium*. Por exemplo: **“a Terra se movimenta e o sol vai mudando de lugar, aí o sol vai batendo onde a Terra está girando”** (Estudante 2). Outra explicação, agora mais coerente, é dada pelo Estudante 4: **“Quando o sol vai pra baixo, ele fica aparecendo, ele passa pela linha do horizonte e ele vai bem devagarzinho pra baixo, essa é a noite, e o dia é quando a lua vai indo pra baixo e o sol já está lá em cima”**. No desenho ilustrado na figura 5, esta percepção fica bem evidente:

De fato, na figura 5 percebe-se que o estudante passou a relacionar a sombra à posição aparente do Sol em relação ao objeto, ainda que neste desenho a perspectiva da sombra esteja um pouco confusa. A rigor, a análise dos desenhos dos alunos também permite observar que, com a ajuda do *Stellarium*, as crianças são capazes de argumentar utilizando conceitos mais elaborados, tais como como a linha do horizonte. Eles também explicam que o movimento que o Sol faz no céu é apenas aparente. Além disso, compreendem que o planeta Terra é quem está em movimento – e que “não o percebemos”, já que estamos posicionados em sua superfície. Este movimento também está implícito no desenho da figura 5.

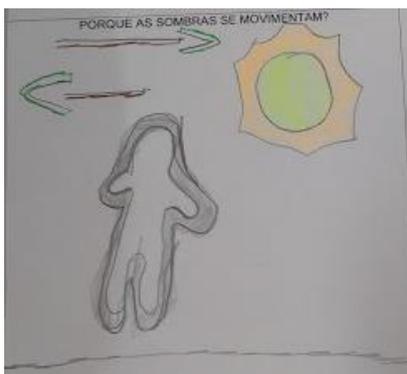


Figura 3: desenho de organização do conhecimento: a sombra se move porque o Sol se move.
Fonte: Desenho do Estudante 4



Figura 4: desenho organização do conhecimento: sombras.
Fonte: Desenho do Estudante 11



Figura 5: desenho aplicação do conhecimento: sombras.
Fonte: Desenho do Estudante 12

Nota-se, com a aplicação desta sequência didática, que, partindo do questionamento daquilo que as crianças tinham enquanto conhecimento prévio sobre os assuntos – e por meio do desenvolvimento de atividades experimentais com sistematizações simples em cada aula, apoiadas pelo uso da tecnologia –, foi possível promover uma reelaboração de conceitos, no sentido da construção de uma compreensão mais elaborada e embasada cientificamente. É interessante destacar que, no processo, as crianças foram estimuladas a pensar cientificamente para resolver problemas e assim compreender aspectos complexos da realidade. É também importante destacar que esta metodologia permitiu desmistificar pré-conceitos sem, contudo, diminuir o interesse e o encantamento das crianças com relação ao tema.

CONCLUSÃO

A sequência didática aqui apresentada foi pensada com base nos conteúdos estipulados pela Base Nacional Comum Curricular, buscando apresentar os conceitos de rotação e translação, fomentando o ensino de astronomia nos anos iniciais. Busca-se assim auxiliar os estudantes a construir o conhecimento, desenvolvendo nas crianças habilidades e ampliando a capacidade de abstração. Desta forma os alunos podem desenvolver argumentos cientificamente embasados sobre as problemáticas lançadas em sala e que se relacionam com aspectos da vida cotidiana.

Os Três Momentos Pedagógicos serviram de norte para sistematizar o planejamento da sequência didática. Desta forma, fez-se possível acompanhar o desenvolvimento das hipóteses apresentadas pelos alunos, o que viabilizou uma dinâmica que estimulou o refinamento de conceitos astronômicos e das explicações de fenômenos observáveis por eles no céu. O uso de TIC constituiu ferramenta importante neste processo.

A aplicação da sequência didática foi bem aceita pelos alunos da unidade escolar e a utilização da ferramenta *Stellarium*, por sua vez, apresentou grande potencial para o envolvimento das crianças nas discussões acerca do tema proposto, referente ao ensino de astronomia.

Foi possível observar que a utilização de TIC, mais especificamente do *Stellarium*, permitiu que as crianças observassem fenômenos como dia e noite e as sombras, a partir de um ponto de vista orientado pelos recursos presentes no *Stellarium*. Ficou evidente, por meio das respostas dos alunos na etapa da aplicação do conhecimento, que as crianças são capazes de reelaborar seu pensamento e apresentar explicações sobre os fenômenos com argumentos e conceitos astronômicos, estes representados em desenhos, brincadeiras e falas que expressam um conhecimento cientificamente embasado. Desta forma, demonstramos uma maneira de integrar TIC ao planejamento de aulas de astronomia orientado pelos documentos oficiais (BNCC), por meio da elaboração de uma sequência didática que têm potencial efetivo de aplicação em sala de aula. Esta sequência didática, bem como sua validação em sala de aula, constituem parte do produto associado ao mestrado profissional de um dos autores do presente estudo. O produto está disponível para a comunidade no RIUT da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

REFERÊNCIAS

ANGOTTI, J. A. P. **Solução alternativa para a formação de professores de ciências: um projeto educacional desenvolvido na Guiné-Bissau.** 1982. 189 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1977.

BECKER, Willyan Ronaldo; STRIEDER, Dulce Maria. O uso de simuladores no ensino de astronomia. **Encontro nacional de informática e educação**, v. 2, p. 398, 2011.

BOCHECO, Otávio et al. **Parâmetros para a abordagem de evento no enfoque CTS**. 2011.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais** – Terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental - Ciências Naturais. Brasília-DF, 1998. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf> > Acesso em: novembro. 2019.

Brasil. Ministério da Educação. (2018). **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF: MEC

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental – ciências naturais**. Brasília. MEC/SEMTEC. 1998.

CELESTIA. Celestia Guides: **Celestia Users Guide**. Página inicial. Disponível em: < <https://celestia.space/guides.html> >. Acesso em: 19 de Abril de 2020.

DELIZOICOV, Demétrio. **Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal**. FEUSP/IFUSP, São Paulo, dissertação de mestrado, 1982.

DIONNE, Hugues. **A pesquisa: ação para o desenvolvimento local**. In: A pesquisa: ação para o desenvolvimento local. 2007.

LONGHINI, Marcos Daniel; DE DEUS MENEZES, Leonardo Donizette. Objeto virtual de aprendizagem no ensino de Astronomia: Algumas situações problemas propostas a partir do software Stellarium. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 3, p. 433-448, 2010.

LORENZETTI, L. (2000). **Alfabetização Científica no contexto das séries iniciais. Dissertação (Mestrado em Educação)** - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MENEZES, Leonardo Donizette de Deus. **Tecnologia no ensino de astronomia na educação básica: análise do uso de recursos computacionais na ação docente**. 2011. 188 f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)-Curso de Programa de Pós-graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011. Cap. 1.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro " Física". **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

NEVE, Breno Gonçalves Bragatti; DA SILVA MELO, Rafaela. O Universo no bolso: tecnologias móveis de apoio didático-pedagógico para o ensino da Astronomia. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 12, n. 1, 2014.

PAPERT, Seymour. **Máquina das Crianças**, tradução Sandra Costa. Artmed 1994.

PERNAMBUCO, M. M. C. A.; DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André P. Projeto ensino de Ciências a partir de problemas da comunidade. **SEMINÁRIO CIÊNCIA INTEGRADA E/OU INTEGRAÇÃO ENTRE AS CIÊNCIAS: TEORIA E PRÁTICA**, 1988.

PIAGET, Jean. **A representação do mundo na criança**. Rio de Janeiro, LTC, 2010.

PIAGET, Jean. **A Epistemologia Genética**. São Paulo: Abril Cultura: 2ª Edição, 1983.

PIAGET, Jean. **A Representação do Mundo na Criança.(1926)**. São Paulo: Ideias & Letras, 2005.

PIAGET, Jean. **Problemas de Psicologia Genética**. São Paulo: Abril Cultura: 2ª Edição, 1983.

PIERSON, Alice Helena Campos; HOSOUME, Yassuko. **O cotidiano e a busca de sentido para o ensino de física**. 1997.

PONTUSCHKA, Nídia Nacib. **Ousadia no diálogo: interdisciplinaridade na escola pública**. Edições Loyola, 1993.

SAAVEDRA FILHO, Nestor Cortez; LENZ, Jorge Alberto; BEZERRA JR, Arandi Ginane. Utilização da Videoanálise para o estudo do movimento circular e a construção do conceito de aceleração centrípeta. **Acta Scientiae**, v. 18, n. 3, 2016.

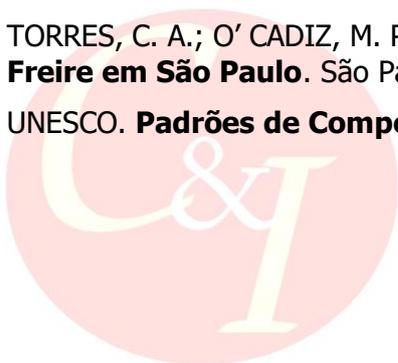
SIEMSEN, G. H. (2019). **O ensino de Astronomia em uma abordagem interdisciplinar no Ensino Médio: potencialidades para a promoção da alfabetização científica e Tecnológica. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática)** – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

STELLARIUM. **Página inicial**. Disponível em: < <https://stellarium.org/pt/>>. Acesso em: 19 de Abril de 2020.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini; MEGID NETO, Jorge. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 23, n. 4, p. 1055-1076, 2017.

TORRES, C. A.; O' CADIZ, M. P.; WONG, P. L. **Educação e democracia: a práxis de Paulo Freire em São Paulo**. São Paulo: Cortez: Instituto Paulo Freire, 2002.

UNESCO. **Padrões de Competência em TIC para professores**, número 1, 2008.



Revista
Ciências & Ideias