

Órbitas de satélites e imageamento da superfície da terra na perspectiva da aprendizagem significativa

Data de submissão: 15/09/2025

Data de publicação: 20/12/2025

Ruberley Rodrigues de Souza¹
Instituto Federal de Goiás
Jataí, Goiás, Brasil

Ednaldo Oliveira de Carvalho²
Instituto Federal de Goiás
Jataí, Goiás, Brasil

Resumo: Este artigo traz uma análise do desenvolvimento de uma Sequência Didática, sobre órbitas de satélites e processo de imageamento da superfície terrestre, utilizando uma maquete como material potencialmente significativo. Esta maquete simula o movimento orbital de um satélite e a rotação da Terra. Trata-se de um dos produtos educacionais da pesquisa de mestrado profissional desenvolvida numa turma do último período de um curso técnico subsequente em Agrimensura. A análise das falas dos estudantes nos permitiu identificar que eles apresentavam concepções prévias de que os satélites não possuem órbitas fixas e que seu posicionamento poderia ser alterado de acordo com a necessidade. Ao final do desenvolvimento da Sequência Didática, os estudantes passaram a compreender que os satélites possuem órbitas fixas e que o imageamento completo da superfície terrestre só é possível a partir da combinação entre o movimento orbital do satélite e a rotação da Terra.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa. Órbitas de satélites. Imageamento da superfície terrestre.

Satellite orbits and earth surface imaging from the perspective of meaningful learning

Abstract: This article presents an analysis of the development of a didactic sequence on satellite orbits and the process of imaging the Earth's surface, using a model as potentially significant material. This model simulates the orbital movement of a satellite and the Earth's rotation. It is one of the educational products of the professional master's research developed in a class in the last period of a subsequent technical course in Surveying. The analysis of the students' statements allowed us to identify that they had previous conceptions that satellites do not have fixed orbits and that their positioning could be changed according to need. At the end of the activity, students understood that satellites have fixed orbits. The students also understood that complete imaging of the Earth's surface is only possible through a combination of the satellite's orbital movement and the Earth's rotation.

Keywords: Meaningful Learning. Satellite orbits. Earth surface imaging.

¹ Doutor em Física pelo Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP). Pós-doutor em Educação para as Ciências pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Campus Bauru. Professor do Instituto Federal de Goiás – Campus Jataí. Docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do IFG (PPGECM). E-mail: ruberley.souza@ifg.edu.br.

² Mestre em Educação para Ciências e Matemática pelo Programa de pós-graduação (PPGECM) do Instituto Federal de Goiás – Campus Jataí. Professor do Instituto Federal de Goiás – Câmpus Jataí. E-mail: ednaldo.carvalho@ifg.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

Neste artigo apresentamos um pequeno recorte da pesquisa realizada durante o mestrado profissional de um dos autores (Carvalho, 2021), a qual constituiu na produção de uma maquete, que simula o movimento orbital de um satélite e a rotação da Terra (Carvalho; Souza, 2022), e o desenvolvimento de uma Sequência Didática (SD) utilizada para ensinar, de forma significativa, os procedimentos necessários para a obtenção de imagens da superfície terrestre geradas por satélite de observação.

A motivação para esta pesquisa surgiu do fato de, às vezes, as pessoas terem a falsa ideia de que um satélite permanece sobre um local específico, fornecendo imagens continuamente daquela região, ou que, a partir de um simples comando, ele possa ser direcionado para uma região de interesse. Situações essas vivenciadas diversas vezes por um dos autores, que é docente de um curso técnico em Agrimensura, em disciplinas que abrangem o uso de imagens de satélites. Nessas disciplinas, boa parte dos alunos apresenta a concepção de que a obtenção de imagens da superfície da Terra é feita de forma semelhante às fotografias aéreas, ou seja, que tanto o local quanto o momento de obtenção da imagem podem ser definidos pelo interessado. Segundo essa concepção, o satélite poderia mudar de uma posição para outra, de forma semelhante a um avião que sobrevoa uma determinada região e depois muda para outra, seguindo uma nova rota. Nessa perspectiva, o aluno desconsidera o fato de o satélite possuir uma órbita fixa, necessitando apenas de algumas pequenas correções na posição do seu movimento de atitude, para mantê-lo, por exemplo, com uma antena voltada para a Terra (Souza, 2007).

Diante dessa situação problemática, surgiu-nos a seguinte questão de pesquisa: como uma Sequência Didática, baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa e com o auxílio de uma maquete, que simula o movimento orbital do satélite e a rotação da Terra, pode ajudar os alunos de um curso técnico em Agrimensura a compreender o processo de imageamento da superfície terrestre por satélites de observação? Para buscar resposta a essa questão, elaboramos uma SD e construímos uma maquete, que mostra o processo de imageamento da superfície terrestre durante o movimento orbital de um satélite, dando ênfase nas características das órbitas dos satélites de observação e em sua relação com o movimento de rotação da Terra.

A abordagem utilizada nessa SD se diferencia totalmente daquelas disponíveis na maioria dos livros didáticos, artigos científicos, dissertações e teses, que focam no estudo dos sensores contidos nos satélites e nas técnicas e procedimentos de extração de informações das imagens. Para exemplificar, podemos citar algumas obras, tais como: “Introdução ao processamento digital de imagens” (Brasil, 2001); “Imagens de satélites para estudos ambientais” (Florenzano, 2002); “Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto” (Meneses, 2012); e “O uso de imagens de satélite como recurso didático no ensino de geografia” (Crispim; Albano, 2016), que abordam conteúdos importantes sobre satélites, mas não focam em suas órbitas ou no processo de imageamento da superfície terrestre.

Embora tenhamos ciência de que são as imagens geradas pelos satélites que interessam para os diversos estudos e aplicações, neste trabalho nós priorizamos o processo de obtenção das imagens e, principalmente, o fato de os satélites possuírem órbitas fixas e da necessidade de combinação de seu movimento com o de rotação da Terra para que seja possível obter imagens de toda a superfície terrestre. Para isso, adotamos uma estratégia de ensino em que se partisse dos conhecimentos prévios dos estudantes, expondo suas ideias iniciais, e propiciando que os novos conceitos estabelecessem conexões com os anteriores em sua estrutura cognitiva, de forma que a aprendizagem fosse significativa.

2. APORTE TEÓRICO

Nesta sessão apresentamos um breve histórico sobre o advento dos satélites artificiais, contendo uma descrição dos tipos de satélites, sua finalidade e aplicação, bem como os diversos tipos de órbitas em torno da Terra. Discorreremos também sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, que fundamenta a SD desenvolvida nesta pesquisa.

2.1 Satélites de observação

Os satélites são objetos construídos pelo homem e colocados em órbita, girando “[...] ao redor da Terra, (mas) também podendo ser colocados em órbita da Lua, do Sol ou de outros planetas” (Souza, 2007, p.5). O advento da tecnologia que possibilitou a utilização de satélites é ainda muito recente na história da humanidade, sendo o Sputnik 1 o primeiro satélite colocado em órbita da Terra, em 4 de outubro de 1957, pela antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), seguido pelo Explore 1, lançado em janeiro do ano seguinte pelos norte americanos. Embora tenham se constituído como feitos marcantes para a época, Souza (2007) argumenta que o objetivo desses primeiros satélites era apenas para demonstrar o potencial tecnológico dessas duas nações, e que seu sinal e controle eram perdidos em poucas semanas.

A partir desses eventos, vários outros satélites foram lançados por esses dois países e também por: China; Coreia do Norte; França; Índia; Israel; e Japão. Esses satélites tinham diversas finalidades e aplicações, como, por exemplo: meteorológicos, para previsões climáticas; de posicionamento geodésico, usados para localização geográfica, na definição de rotas terrestres, aéreas, marítimas e nos mapeamentos cartográficos; de comunicação, para transmissão de dados para telefonia, televisão e internet; científicos, para estudos do espaço interplanetário; e de observação, para captação de imagens da superfície terrestre.

A definição do tipo de órbita para o satélite, bem como sua altitude, é determinada pela destinação a qual ele terá. Por exemplo, no caso de um satélite de comunicação é necessário que ele se mantenha numa posição fixa em relação à superfície terrestre, de forma a possibilitar o recebimento/transmissão de sinais entre ele e as torres situadas na superfície da Terra.

Neste tipo de órbita, denominada geossíncrona ou geoestacionária, o satélite se movimenta ao longo do plano do Equador, acerca de 36.000 km de altitude, com um período orbital de 24 horas, coincidindo com o da rotação da Terra (Florenzano, 2008). Segundo Souza (2007, p.6) “estas órbitas são apropriadas para satélites de comunicação, pois, podemos manter uma antena sempre apontada para uma mesma região da Terra”.

Por outro lado, um satélite de observação, responsável por fornecer imagens da superfície terrestre, precisa estar numa órbita de menor altitude (entre 400 e 800 km) e com uma posição não fixa em relação à Terra, possibilitando a ele sobrevoar faixas da superfície da Terra. A órbita que atende a esses critérios são as polares, ou quase polares, que são ortogonais ao movimento de rotação da Terra (Meneses, 2012). Para que o satélite possa recobrir toda a superfície do planeta, depois de transcorrido um dado período, é necessária a combinação sincronizada de sua velocidade orbital com a rotação da Terra (Rudorff, 2008). Nesse processo, enquanto a Terra gira em torno de seu eixo, no sentido de oeste para leste, o satélite gira em sua órbita quase polar, captando imagens de diferentes faixas da superfície, cuja largura depende do sensor utilizado, até concluir o imageamento de todo o globo terrestre.

O primeiro satélite construído com a finalidade de gerar imagens da superfície da Terra foi colocado em órbita pelos EUA em 1972. Este satélite foi inicialmente denominado de Earth-1 e, posteriormente, renomeado para Landsat-1 (Moreira, 2005). O Landsat-1 faz parte de uma sequência em série de satélites, cujo último deles, o Landsat-9, foi lançado em setembro 2021. Além da série Landsat, há outros satélites de observação, lançados pela França, Canadá, Coreia do Sul, Índia, Israel, dentre outros. O Brasil também possui seu próprio satélite de observação, desde 1999, graças a uma parceria binacional entre Brasil e China (INPE, 2014), por meio do Programa CBERS (China Brazil Earth Resources Satellite) ou, em português: Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres.

Os satélites da série Landsat possuem grande importância por serem os mais antigos e também por terem produzido o maior acervo de imagens históricas do Planeta. Além disso, Di Maio e Sausen (2008) afirmam que os satélites de observação contribuem substancialmente com os estudos ambientais, tanto em qualidade quanto na agilidade e no número de informações fornecidas. Afirmam ainda que o Brasil é um dos grandes beneficiados dessa tecnologia, que possibilita: monitorar desastres ambientais, como deslizamento de encostas, erosões, enchentes e poluição de rios e reservatórios; localizar áreas de desmatamento e queimadas; realizar estudos para pré-projetos de implantação de rodovias, ferrovias e reservatórios de usinas hidrelétricas; identificar e estimar as áreas plantadas nas propriedades agrícolas, para fiscalização do crédito agrícola; e auxiliar no Cadastro Ambiental Rural (CAR) e na fiscalização de áreas de reserva legal e permanente.

Embora haja uma diversidade de satélites de observação, nesta pesquisa utilizamos os dados oficiais do satélite Landsat-8 (NASA, [2013?]), que está numa órbita circular a 705 km de altitude na Linha do Equador. O período de órbita deste satélite é de 99 minutos, o que o faz

completar 14,5 voltas em torno da Terra por dia. Outra informação relevante sobre este satélite é o tempo de revisita de uma mesma área, que é chamado de resolução temporal, ou seja, o intervalo de tempo que o satélite leva para retornar o sobrevoo de uma dada área. No caso do Landsat-8, esta resolução temporal é de 16 dias, que corresponde ao tempo necessário para ele coletar imagens de toda a superfície da Terra.

2.2 Teoria da Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), desenvolvida por David Ausubel, tem como essência a interação do conhecimento prévio que o aprendiz já possui com o novo conhecimento: “o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos” (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980). Segundo esse princípio, quando o estudante recebe uma nova informação, que esteja relacionada a algum conhecimento que ele já possui, acontece um processo de interação entre eles, no qual os novos conceitos e significados são adquiridos, expandindo sua estrutura cognitiva. Essa interação entre os conhecimentos prévios, também chamados de subsunções, e as novas informações, que caracteriza a aprendizagem significativa, não deve ser arbitrária, mas realizada de forma lógica, fazendo com que os novos conceitos tenham sentido conotativo e amplo, a depender do contexto de sua utilização (Moreira, 2010).

Moreira (2011) argumenta que existem dois fatores importantes na teoria ausubeliana, que devem ser observados na elaboração dos materiais instrucionais e também em seu desenvolvimento em sala de aula, que são: a diferenciação progressiva; e a reconciliação integrativa. A diferenciação progressiva ocorre quando novos conhecimentos interagem com os conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, modificando-os e fazendo com que adquiram novos significados. Por exemplo, ao se trabalhar com os tipos de órbitas de satélites (geoestacionária, quase polar...) com um estudante que já conhece o conceito de órbita, este novo conhecimento fará com que ele amplie seu conceito inicial sobre órbita, dando-lhe mais significado.

Por outro lado, a reconciliação integrativa acontece quando o aprendiz consegue reconhecer as similaridades e as diferenças nas relações entre os conceitos e as ideias (Moreira, 2011). Isso acontece, por exemplo, quando o estudante consegue internalizar que uma órbita geoestacionária é semelhante a uma quase polar, pois em ambas o satélite gira em torno da Terra, mas também são diferentes, pois na geoestacionária ele acompanha a linha equatorial terrestre, demorando 24 horas para concluir uma volta, enquanto na quase polar ele passa pelos polos, levando menos de duas horas para concluir uma volta.

Além da necessidade dos conhecimentos prévios dos estudantes, há duas outras condições fundamentais para que se ocorra a aprendizagem significativa: a primeira é que o material a ser aprendido deve ser potencialmente significativo, ou seja, possua significados, seja relacionável; e a segunda é que o estudante tenha pré-disposição em aprender, afinal, se ele se interessar apenas em memorizar, sua aprendizagem se tornará mecânica e temporária (Moreira, 2006).

Para que o material seja potencialmente significativo, ele não pode se limitar às definições do conteúdo, sem relacioná-lo com o contexto vivenciado pelo estudante. Tomemos como exemplo o caso de um estudante que já saiba que o satélite é um objeto construído pelo homem e que fica no espaço, e deseja-se que ele aprenda sobre a órbita do satélite, sua altitude e aplicações. Neste caso, o material explicativo deve discorrer sobre o porquê da necessidade desta órbita, e sobre o que aconteceria se fosse outro tipo de órbita.

Dessa maneira, a SD deve ser desenvolvida de modo que os assuntos abordados não fiquem limitados apenas aos conceitos dos temas, mas que haja uma relação contextualizada no processo da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa. Para isso, os conceitos mais simples e gerais devem ser apresentados primeiro e, em seguida, serem introduzidos, progressivamente, os mais específicos, buscando sempre a interação do conhecimento prévio dos alunos com o novo conhecimento. Fazendo assim, espera-se potencializar o interesse do aluno em aprender de forma relevante e significativa.

3. ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Adotamos nesta pesquisa uma abordagem qualitativa, do tipo estudo de caso (Trivinões, 1987). A SD foi desenvolvida em uma turma noturna do último período de um curso Técnico em Agrimensura, do Instituto Federal de Goiás (IFG), Câmpus Jataí, na disciplina de Sensoriamento Remoto. Esta turma era constituída por 14 estudantes, com idade entre 21 e 59 anos, sendo dois deles com curso superior completo: um em Engenharia Elétrica; e outro em Gestão Ambiental. Todos esses estudantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes do início das atividades. Para identificar os participantes, mantendo seu anonimato, adotamos a seguinte nomenclatura: A1 para o aluno 1, A2 para o aluno 2 e assim sucessivamente; o professor é identificado por P.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram: uma filmadora digital, colocada sobre um tripé posicionado do lado oposto à lousa, proporcionando uma visão focal dos participantes, da lousa e do professor/pesquisador; um gravador de áudio, colocado sobre uma mesa na qual estavam posicionados os alunos, de forma a melhorar a captação de áudio; e os mapas conceituais elaborados pelos estudantes em três momentos diferentes. Limitaremos neste artigo à análise das transcrições das falas captadas pela filmadora e gravador de áudio.

3.1 Sequência Didática

A Sequência Didática, denominada: Satélites de Observação e o Imageamento da Superfície da Terra (Carvalho; Souza, 2021), foi elaborada a partir das observações das dificuldades apresentadas por alunos do curso técnico em Agrimensura, utilizando estratégias que potencializassem a aprendizagem sobre as órbitas de satélites e o processo de imageamento da

superfície terrestre. Para isso, a SD foi pensada numa perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), levando-se em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes e utilizando uma maquete como um material de apoio potencialmente significativo (Moreira, 2006). O desenvolvimento dessa SD aconteceu em seis aulas, de 1,5h cada, conforme descrição contida no Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição da Sequência Didática

Aula	Assuntos trabalhados
1	<ul style="list-style-type: none"> • Introdução aos mapas conceituais; • Exemplo de mapas conceituais; • Elaboração de uma lista de conceitos relacionados a uma temática já trabalhada; • Elaboração de um mapa conceitual coletivo relacionado à temática trabalhada.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Definições sobre satélites artificiais, sua importância e aplicações para a sociedade; • Problematização: O que são, qual a importância e como seriam nossas vidas sem os satélites.
3	<ul style="list-style-type: none"> • As órbitas dos satélites: Como os satélites estão no espaço - parados ou em movimento? • Tipos de órbitas e aplicações dos satélites; • Elaboração de mapa conceitual sobre órbitas de satélite.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Conceitos de Física: movimento circular; força centrípeta; força gravitacional e período; • Cálculo da velocidade e período da órbita de um satélite.
5	<ul style="list-style-type: none"> • Divisão das camadas atmosféricas; • Fotografia aéreas x imagens de satélites.
6	<ul style="list-style-type: none"> • O imageamento da superfície terrestre e a relação entre a órbita do satélite e o movimento de rotação da Terra (uso de uma maquete); • Resolução espacial das imagens (baixa, média e alta); • Resolução temporal das imagens e a faixa de imageamento; • Elaboração de mapa conceitual sobre imagens de satélites e fotografias aéreas.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Nessa SD, a primeira aula foi destinada à apresentação e às discussões sobre mapas conceituais, proporcionando aos alunos aprender a técnica de elaboração e utilização deste instrumento. Neste primeiro momento, os mapas conceituais serviram como organizadores prévios importantes para conectar o que aluno já sabe com o que ele deve saber (Moreira, 2011), auxiliando-os na organização conceitual de temas já estudados. Para isso, foi elaborado um mapa conceitual coletivo sobre *levantamento altimétrico*, que era um conteúdo que tinha sido trabalhado anteriormente com a turma.

A segunda aula foi destinada ao aprofundamento de conceitos sobre satélites artificiais, tais como: descrição de um satélite; sua importância para a sociedade; e suas aplicações. Esses conceitos são trabalhados a partir dos conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes, com alguns aprofundamentos propostos pelo professor, mas com o cuidado para interrelacioná-los, de forma que eles façam sentido para os discentes.

Os estudos sobre os satélites foram continuados na terceira aula, com o aprofundamento dos conhecimentos dos alunos sobre: órbitas; condições para que um satélite se mantenha em órbita; tipos de órbitas de satélites e suas aplicações. Para facilitar o entendimento sobre os tipos de órbitas, foi apresentado de um vídeo (ENVEST, 2013) que mostra a simulação de uma órbita

geoestacionária (equatorial) e outra quase polar (heliossíncrona). Ao final dessa aula, os alunos elaboraram um mapa conceitual sobre órbitas dos satélites.

A quarta aula foi destinada à abordagem de alguns conceitos físicos, fundamentais para a compreensão sobre o movimento de um satélite e as condições necessárias para sua permanência em órbita, tais como: movimento circular; força centrípeta; força da gravidade; velocidade e período de uma órbita. Ressalta-se a importância de se calcular a velocidade e o período orbital de satélites em diferentes altitudes, observando e analisando o que acontece com sua velocidade e período à medida que se aumenta a altitude. A realização desses cálculos permite aos alunos compreenderem as diferenciações entre esses conceitos, bem como a assimilação de que os satélites de maior altitude devem possuir velocidades mais baixas do que os de menor altitude.

Na quinta aula foram mostradas as diferentes camadas atmosféricas, observando suas características básicas, como: diferença de temperatura e pressão, que são importantes para a compreensão do motivo pelo qual os satélites não orbitam a Terra em altitudes onde são realizados os voos de aviões. Além disso, foram abordados também conceitos sobre fotografias aéreas e imagens de satélites, com o propósito de diferenciar e compreender ambos os métodos de aquisição.

A sexta aula foi destinada ao estudo do processo de imageamento da superfície terrestre, propiciando aos estudantes compreenderem que a captação de imagens acontece em faixas e que a cobertura total da superfície terrestre somente é possível devido à rotação da Terra. O diferencial dessa aula foi o uso de uma maquete (Carvalho; Souza, 2022), que simula, de forma síncrona, o movimento orbital do satélite e o de rotação da Terra, proporcionando aos alunos a compreensão da existência de órbitas fixas para cada satélite e da impossibilidade de se obter uma imagem de uma dada região em qualquer momento. Esta aula foi finalizada com a elaboração de um mapa conceitual sobre imagens de satélite e fotografias aéreas por cada um dos alunos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora a SD traga algumas etapas de elaboração de mapas conceituais, focamos este trabalho apenas na descrição e análise dos diálogos realizados no decorrer do desenvolvimento da SD, tentando identificar a construção de novos conhecimentos pelos alunos. Na terceira aula, antes de iniciarmos o estudo sobre os tipos de órbitas dos satélites, buscamos identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre como os satélites se sustentam no espaço, questionando-os se eles estariam parados ou em movimento, e o que os mantém no espaço:

A1: Eles estão parados em órbita, né! Mas eles movimentam conforme a necessidade.

P: Como é esse parado em órbita?

A2: Se um sair da rota pode chocar com outro... A posição que ele está, a gravidade não tem influência sobre ele para fazer empuxo (representa com as mãos um movimento de queda ou aproximação do satélite à Terra), assim como também não tem para repelir.

A7: É importante também falar que ele está numa órbita onde praticamente o poder de atração da Terra e do Sol é praticamente zero, né... Ele está numa órbita onde não é atraído e nem expelido, ou seja, ele está numa órbita geoestacionária... Então ele está parado... parado, assim, girando junto com a Terra... Por isso ele chama geoestacionário.

Uma das concepções identificadas nessas falas, apresentada por A1, é de que os satélites estariam parados no espaço e que poderiam se movimentar de um ponto para outro, dependendo da necessidade, ou seja, esse aluno acredita que os satélites não necessitam de uma órbita fixa para se sustentar em torno da Terra. Na mesma linha, constatamos também que há aqueles, como A2, que acreditam que a necessidade de uma órbita fixa é para que os satélites não se choquem um com outro, em vez de ser para lhes dar sustentação. Chama-nos a atenção também a concepção, apresentada por A2 e A7, de que os satélites então numa região em que não há a atuação de forças gravitacionais, o que se assemelha àquela identificada por Watts (1982), Sanmartini e Casadella (1987) e Bar et al. (1994), em seus estudos sobre concepções espontâneas relacionadas à força gravitacional.

Por outro lado, embora acredite que os satélites não sofram a ação da força gravitacional, A7 apresenta uma definição coerente sobre a órbita dos satélites geoestacionários, afirmando que eles estão parados em relação à Terra, mas girando junto com ela. Este tipo de conhecimento poderá se constituir num subsunçor para a assimilação de conceitos relacionados à transmissão via satélite e às órbitas não estacionárias que possibilitam a captação de imagens de uma faixa da superfície terrestre.

Dando continuidade ao diálogo, solicitamos aos estudantes que simulassem, com um pincel, a órbita de um satélite em torno da Terra, representada por uma esfera de isopor, de 30 cm de diâmetro, fixa em uma haste de madeira. Atendendo à solicitação, A6 fez movimentos circulares em torno do globo, indicando que a órbita seria circular em todas as direções, mas sem definir uma específica, e afirmando que os satélites poderiam movimentar em qualquer direção, de forma a não se colidirem. Concepção esta coincidindo com aquela apresentada anteriormente por A2 e A7, de que o satélite não possui uma órbita fixa. Nesta mesma perspectiva, embora A4 tenha apresentado a compreensão de que os satélites possuem órbitas distintas, ele também apresenta a concepção de que a posição do satélite pode ser alterada de forma a cobrir certa área de interesse: “[...] pegar alguns satélites e colocar em posicionamento em cima do território brasileiro [...]”, o que reforça, mais uma vez, a concepção de que a órbita do satélite não é fixa, como se pode constatar na transcrição de sua fala a seguir:

A4: Nós temos muitos satélites em órbita, então tem satélite, praticamente todos os tipos de movimento. Tanto assim (movimento circular no sentido da Linha do Equador), quanto assim (movimento no sentido dos polos norte e sul). Porque é assim... olha... (puxa o suporte com a bola de isopor para perto de si). Temos um satélite que está em órbita... um não, né... vários que estão em movimento assim... (com uma caneta, faz o movimento circular em volta da bola de isopor no sentido dos polos) e outros que estão em movimento assim também (sentido da Linha do Equador), ou na... (representa a volta no sentido inclinado) horizontal, na... várias destinações.

A4: E ainda tem outra coisa... por exemplo, se uma empresa quer fazer um trabalho... vamos supor, no Brasil... mas aí tem como ele pegar alguns satélites e colocar em posicionamento em cima do território brasileiro para poder fazer...

A7: Mudar a órbita é impossível.

P: Assim, se a órbita dele é essa... (pergunta mostrando no globo)

A10: Vai continuar sendo.

A2: Mesmo porque, é muito perigoso mudar... porque é... é... assim, são milhares de satélites que tem hoje em volta da Terra.

Por outro lado, constatamos que A2, A7 e A10 não apresentam a mesma concepção de A4 e A6, ao afirmarem que é impossível alterar a órbita de um satélite. No entanto, A2 acredita que esta impossibilidade esteja relacionada ao perigo de haver colisões entre os satélites, o que nos fornece indícios de que ele não possui conhecimento sobre o real motivo da necessidade de os satélites possuírem órbitas fixas.

Depois desse diálogo inicial, e aproveitando o interesse dos alunos e seus conhecimentos prévios, o professor explicou que a força gravitacional da Terra atua em regiões muito além daquela onde os satélites estão situados, atraindo-os para seu centro, e que eles só permanecem em órbita devido a sua velocidade tangencial, de forma semelhante a uma laranja amarrada a um barbante girando em torno da mão de uma pessoa. Explicou ainda que, no caso das órbitas geoestacionárias, o satélite sempre se mantém voltado para uma mesma posição da Terra, acompanhando a Linha do Equador, e movimentando-se com a mesma velocidade angular de rotação da Terra, ou seja, com um período de 24h. Explicou também que as órbitas quase polares, denominadas heliosíncronas, são utilizadas predominantemente pelos satélites de observação, e que elas são inclinadas em relação ao plano equatorial e o eixo de rotação da Terra. Durante essas explicações, o professor, auxiliado pelos alunos, efetuou cálculos das velocidades de alguns satélites posicionados em diversas altitudes, de forma que os alunos pudessem perceber que há uma relação inversa entre a velocidade orbital do satélite e sua altitude.

Na sexta aula, utilizamos uma maquete (Figura 1), que simula de forma síncrona o movimento de rotação da Terra e o orbital de um satélite (representado pela cabeça de um alfinete posicionada na ponta da manivela próximo ao globo), para demonstrar como seria essa órbita fixa do satélite e sua relação com a rotação da Terra.

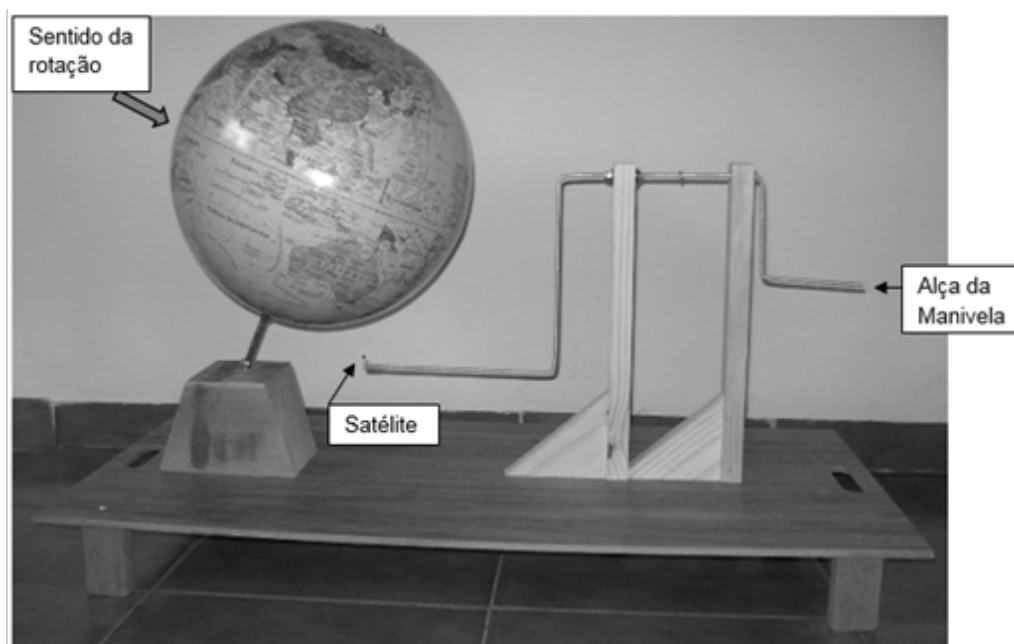


Figura 1 – Foto da maquete que representa a Terra e a órbita de um satélite de observação.

Fonte: Carvalho e Souza (2022).

A atividade foi iniciada com a apresentação da maquete, explicando que o globo representava a Terra e a cabeça de alfinete representava o satélite de observação, e que ao girar, manualmente, a manivela, estaríamos simulando uma órbita quase polar. Nesse momento, A2 comenta sobre uma reportagem que ele teria assistido em um telejornal, sobre o derramamento de óleo em alto mar, que estaria poluindo diversas praias do litoral brasileiro:

A2: Agora uma coisa que eu vi semana passada no fantástico, eu não sei se o senhor acompanhou também, o pessoal que fez a descoberta de onde que saiu o óleo que veio para as praias brasileiras. Você viu que aquele tipo de sensoriamento. Aí mostrou... mostraram como é que o satélite trabalhou na aquisição dessas imagens. Eu não sabia que era desse jeito (balançando o braço para lá e para cá), ele faz primeira varredura de uma imagem depois faz outra no mesmo local e uma terceira, aí depois ele vai para outro quadrante. Eu não sabia que era três vezes que ia fazendo (balança o braço)... Eu vi que o satélite que tinha feito essa varredura, mas eu não vi a forma. Eu já imaginei o jeito que era mesmo porque assim... pois tem que ser é um escalonamento de imagem de dias para poder conseguir chegar no dia que foi feito. Inclusive a área de cobertura é bem ampla eu não sabia também que era tão ampla assim.

P: Falaram quanto lá?

A2: Não falou metragem, mas quando estava mostrando a maquete a faixa de três... de três varredura, eu vou falar quadrante de varredura, paralelo um ao outro (movimenta os braços esticados na horizontal um ao lado do outro).

A1: Eu vi que o satélite tinha feito essa varredura, mas eu não vi a forma. Eu já imaginei o jeito que era mesmo, porque assim... pois tem que ser... é um escalonamento de imagens... dias... para poder conseguir chegar no dia que foi feito.

A fala de A2 nos fornece indícios de que ele imagina que as faixas de imageamento são paralelas e consecutivas, ao afirmar que o satélite fez três varreduras paralelas, uma ao lado da outra, para cobrir totalmente o local. Acreditamos que o telejornal tenha utilizado um simulador para exemplificar o processo do imageamento feito pelos satélites, mas passando uma impressão ao telespectador de que isso seria semelhante àquele feito para a obtenção de uma foto aérea, onde o avião sobrevoa uma área fazendo uma faixa e volta fazendo outra faixa, até completar toda a área desejada. Por outro lado, A1 apresenta uma concepção de que o imageamento de uma área é feito a cada dia, o que permitiria descobrir o dia do derramamento do óleo, a partir da análise de uma série diária de imagens geradas pelo satélite.

A partir desse diálogo, e aproveitando o interesse dos alunos pelo tema, o professor comentou que durante sua órbita, o satélite sobrevoa uma faixa da superfície terrestre, imageando-a, e que a largura dessa faixa pode variar entre dezenas e centenas de metros, a depender do sensor utilizado. Em seguida, questionou os alunos sobre como seriam essas faixas, se elas seriam consecutivas ou se haveria intervalos entre elas, ou seja, quando um satélite sobrevoa uma determinada faixa da superfície, imageando-a, contorna a Terra e sobrevoa uma segunda faixa, essa segunda é exatamente do lado da anterior? Para facilitar a reflexão dos alunos, promovemos a rotação do globo e o movimento do satélite, proporcionando aos alunos observarem esses dois movimentos de forma simultânea.

A7: Do lado.

A4: Isso (do lado).

A1: Porque tudo vai depender da velocidade que ele está e da Terra pra isso que vai acontecer. Porque se a velocidade da Terra for superior o que que acontece, pode ser que ele não pegue uma faixa que ele pegou antes, pode ser que fique uma faixa sem cobertura por ele. (A2 faz gestos com a cabeça indicando que não passa ao lado).

A10: eu acho que ele é rápido o suficiente pra passar e fazer do lado.

Enquanto A4 e A7 afirmam, sem nenhuma explicação, que não há intervalo entre uma faixa e outra, A1 e A10 argumentam que isso dependeria da relação entre a velocidade do satélite e de rotação da Terra, demonstrando uma compreensão sobre o sincronismo entre esses dois movimentos. Essas respostas, principalmente a de A1, que é mais completa e coerente, nos fornecem indícios de que ambos conseguiram assimilar que o imageamento total da superfície terrestre depende da combinação entre seu movimento orbital e a rotação da Terra, e que a velocidade do satélite definirá a distância entre as faixas de imageamento.

Com o objetivo de se aprofundar um pouco mais nessa temática, o professor solicitou aos estudantes que calculassem a porção da circunferência da Terra, na Linha do Equador, que seria imageada por dia pelo satélite Landsat-8. Para isso, ele informou que esse satélite completa, aproximadamente, 14 voltas por dia em torno da Terra e que ele possui um sensor que imagea

uma faixa de 185 km da superfície, e que o raio da Terra é de 6.370 km. Após os cálculos, A1 chega ao valor de aproximadamente 40.000 km para o comprimento da circunferência da Terra, e de 2.590 km para a faixa da Linha do Equador imageada em um dia:

A1: Pra começo de história não cobre nem o raio (referindo a uma conta que fez na calculadora do celular), dá 2.590 metros... de quilômetros (14 x 185km).

[...]

A1: Dá 5.180 km se ele pegasse os dois lados (referindo a duas passagens sobre o Equador em cada órbita), agora é 40.000 km (de circunferência da Terra)... não tem como (as faixas serem consecutivas).

Aproveitando esta última fala de A1, o professor explicou que somente o lado da Terra voltado para o Sol teria imagens captadas pelo satélite, pois esta captação só é possível para a superfície iluminada, ou seja, eles não poderiam considerar aquela parte do sobrevoo do lado oposto à luz do Sol. Neste caso, a faixa imageada da superfície, na linha equatorial do globo terrestre, teria uma largura total de 2.590 km, dividida em 14 faixas, não contínuas, de 185 km cada.

Ao constatar, que o satélite Landsat-8 só conseguiria imagear 2.590 km por dia, dos 40.000 km de circunferência do globo terrestre, A1 conseguiu compreender que as faixas de imageamento não seriam consecutivas: “dá 5.180 km [...] é 40.000 km (de circunferência) então não tem como”. Neste contexto, A1 já possuía conhecimento prévio sobre a necessidade da combinação entre o movimento de rotação da Terra e o orbital do satélite para o imageamento da superfície terrestre. Esse conhecimento prévio e as novas informações, embora técnicas, foram fundamentais para que ele construísse o novo conhecimento, de que não é possível imagear toda a superfície da Terra em um único dia, e que as faixas de imageamentos não são consecutivas, ou seja, que existe um intervalo entre elas.

A análise das falas de A1 nos permite inferir que este estudante adquiriu novas informações, referentes ao período da órbita do satélite e à largura da faixa imageada (novos conceitos), a partir do uso de seus conhecimentos prévios, em conjunto com o material de apoio (a maquete), permitindo a ele uma visualização espacial de todo o contexto sobre satélite, órbita e movimento de rotação da Terra. Isso nos fornece evidências da presença de uma diferenciação progressiva em suas estruturas cognitivas, uma vez que há uma interação entre os seus conhecimentos prévios e os novos conhecimentos de forma progressiva.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho apresentamos parte dos resultados de uma análise do desenvolvimento de uma Sequência Didática, realizado durante uma pesquisa de mestrado profissional de um

dos autores, a qual teve como objetivo principal mostrar aos alunos, de um curso técnico subsequente em Agrimensura, o tipo de órbita dos satélites de observação e o procedimento do imageamento da superfície terrestre realizado por esses satélites.

A motivação para esta pesquisa foi o fato de a maioria dos estudantes, ao serem questionados sobre a aquisição de imagens, supõe que o satélite permanece sobre uma região de interesse até concluir seu imageamento, e depois se desloca para outro local, desprezando totalmente a necessidade de uma órbita fixa. A alteração dessa concepção foi possível a partir da utilização de uma SD, que faz uso de uma maquete que simula o movimento orbital de um satélite e a rotação da Terra.

O desenvolvimento dessa SD propiciou aos alunos apresentarem seus conhecimentos prévios, e a interação desses com o material didático possibilitou a eles reconstruir seus conhecimentos. As observações das aulas e a análise das transcrições das falas dos alunos nos permitiram concluir que esta SD pode contribuir para a compreensão do processo de imageamento da superfície terrestre por satélites de observação.

6. REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Tradução de: Eva Nick et al. 2.ed., Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BAR, V.; ZINN, B.; GOLDMUNTZ, R.; SNEIDER, C. Children's concepts about weight and free fall. *Science Education*, v.78, n.2, p.149-169, 1994. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/sce.3730780204>. Acesso em: 15 abr. 2025.

BRASIL. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manuais técnicos em geociências*, n.9. Introdução ao processamento digital de imagens. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv780.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2025.

CARVALHO, E. O. *Estudo do processo de aprendizagem significativa sobre órbitas de satélites e o imageamento da superfície terrestre num curso técnico em agrimensura*. 2021, 125f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ifg.edu.br:8080/handle/prefix/934>. Acesso em: 15 abr. 2025.

CARVALHO, E. O.; SOUZA, R. R. *Satélites de observação e o imageamento da superfície da Terra*. Produto educacional. Mestrado em Educação para Ciências e Matemática. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ifg.edu.br:8080/handle/prefix/935>. Acesso em: 15 abr. 2025.

CARVALHO, E. O.; SOUZA, R. R. Maquete para o ensino do imageamento da superfície da Terra por satélites de observação. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.44, p.e20220136, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2022-0136>. Acesso em: 15 abr. 2025.

CRISPIM, C. L.; ALBANO, A. O uso de imagens de satélite como recurso didático no ensino de geografia. *Pesquisar – Revista de Estudos e Pesquisas em Ensino de Geografia*. v.3, n.4, p.46-57, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/pesquisar/article/view/66634>. Acesso em: 15 abr. 2025.

DI MAIO, A. C.; SAUSEN, T. M. Aplicações de sensoriamento remoto. In: DI MAIO, A.; RUDORFF, B. F. T.; MORAES, E. C.; PEREIRA, G.; MOREIRA, M. A.; SAUSEN, T. M.; FLORENZANO, T. G. *Sensoriamento Remoto: formação continuada de professores – Curso Astronáutica e Ciências do Espaço*. Agência Espacial Brasileira. 47-57. 2008. Disponível em: https://www.gov.br/aeb/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/material_educacional/apostilas-pdf/1sensoriamento_manual.pdf. Acesso em: 15 abr. 2025.

ENVEST. *Física – Satélites*. Lei da Gravitação Universal. 28 jan. 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=H50BjddxaWU>. Acesso em: 15 abr. 2025.

FLORENZANO, T. G. *Imagens de satélites para estudos ambientais*. São Paulo: Oficina de Texto, 2002.

FLORENZANO, T. G. *Os Satélites e Suas Aplicações*. São José dos Campos: SindCT, 2008. Disponível em: https://ead.ict.unesp.br/pluginfile.php/36129/mod_page/content/4/Sat%C3%A9lites%20e%20Aplica%C3%A7%C3%B5es.pdf. Acesso em: 15 abr. 2025.

INPE. CBERS - 26 anos de parceria. 26 anos de história. *Folder do Programa CBERS*, 2014. Disponível em: http://www.cbbers.inpe.br/hotsite/arquivos/Folder_CBERS.pdf. Acesso em: 15 abr. 2025.

MENESES, P. R. Princípios de Sensoriamento Remoto. In: MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (Org.). *Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto*. Brasília: UNB, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Tati-Almeida/publication/332292728_INTRODUCAO_AO_PROCESSAMENTO_DE_IMAGENS_DE_SENSORIAMENTO_REMOTO/links/5cac81d34585158cc21a53a8/INTRODUCAO-AO-PROCESSAMENTO-DE-IMAGENS-DE-SENSORIAMENTO-REMOTO.pdf. Acesso em: 15 abr. 2025.

MOREIRA, M. A. *Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação*. 3.ed. Viçosa: UFV, 2005.

MOREIRA, M. A. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: UnB, 2006.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? In: *Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais*, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, 2010. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2025.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, v.1, n.3, p.25-46, 2011. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID16/v1_n3_a2011.pdf. Acesso em: 15 abr. 2025.

NASA. *Landsat Science*. Landsat 8. [2013?]. Disponível em: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-8/>. Acesso em: 15 abr. 2025.

RUDORFF, B. F. T. Características das imagens de sensores remotos. In: DI MAIO, A. et al. *Sensoriamento Remoto: formação continuada de professores – Curso Astronáutica e Ciências do Espaço*. Agência Espacial Brasileira, 33-40, 2008. Disponível em: https://www.gov.br/aeb/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/material_educacional/apostilas-pdf/1sensoriamento_manual.pdf. Acesso em: 15 abr. 2025.

SANMARTI, N.; CASADELLA, J. Semejanzas y diferencias entre las concepciones infantiles y la evolución histórica de las ciencias: el ejemplo del concepto de fuerza y especialmente del de fuerza de gravedad. *Enseñanza de las Ciencias*, v.5, n.1, p.53-58. 1987. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/50931/92819>. Acesso em: 15 abr. 2025.

SOUZA, P. N. *Satélites e plataformas espaciais: Formação continuada de professores – Curso de Astronáutica e Ciências do Espaço*. São José dos Campos: INPE, 2007. Disponível em: https://www.gov.br/aeb/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/educacional/apostilas-pdf/0-satelites_baixa_resolucao_31jul07.pdf. Acesso em: 15 abr. 2025.

TRIVIÑOS, A.N.S. *Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: A Pesquisa Qualitativa em Educação*. São Paulo: Atlas. 1987.

WATTS, D. M. Gravity - don't Take it for Granted! *Physics Education*, v.17, n.3, p.116-121, 1982. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9120/17/3/306>. Acesso em: 15 abr. 2025.