

**SATÉLITES DE OBSERVAÇÃO E O IMAGEAMENTO
DA SUPERFÍCIE DA TERRA**

Ednaldo Oliveira de Carvalho
Ruberley Rodrigues de Souza





PPGECM – IFG
**Programa de Pós-Graduação em Educação
para Ciências e Matemática**

Ednaldo Oliveira de Carvalho
Ruberley Rodrigues de Souza

**SATÉLITES DE OBSERVAÇÃO E O IMAGEAMENTO
DA SUPERFÍCIE DA TERRA**

Produto educacional vinculado à dissertação: *ESTUDO DO PROCESSO DE
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE ÓRBITAS DE SATÉLITES E O
IMAGEAMENTO DA SUPERFÍCIE TERRESTRE NUM CURSO TÉCNICO EM
AGRIMENSURA*

JATAÍ
2021

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e a divulgação total ou parcial deste produto educacional, em meio convencional ou eletrônico, desde que a fonte seja citada.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

Carvalho, Ednaldo Oliveira de.

Satélites de observação e o imageamento da superfície da Terra: Produto educacional vinculado à dissertação: Estudo do processo de aprendizagem significativa sobre órbitas de satélites e o imageamento da superfície terrestre num curso técnico em Agrimensura [manuscrito] / Ednaldo Oliveira de Carvalho e Ruberley Rodrigues de Souza. -- 2021.

38f. ; il.

Produto Técnico-Tecnológico (Mestrado) – IFG – Câmpus Jataí, Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2021.

Bibliografias.

1. Aprendizagem significativa. 2. Imageamento. 3. Maquete. 4. Órbitas de satélites. I. Souza, Ruberley Rodrigues de. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Téc.: Aquisição e Tratamento da Informação.
Bibliotecária – Rosy Cristina Oliveira Barbosa – CRB 1/2380 – Câmpus Jataí. Cód. F027/2021/1.

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 – Foto da maquete que simula a órbita de um satélite em torno da Terra .	12
Figura 2 – Vista frontal da maquete com medidas para construção	13
Figura 3 – Mapa conceitual sobre levantamento altimétrico.....	15
Figura 4 – Mapa conceitual de referência sobre Georreferenciamento de Imóveis Rurais.....	16
Figura 5 – Explicando como o satélite entra em órbita	19
Figura 6– Desenho representando as faixas e os intervalos de imageamento da superfície terrestre, feito pelo satélite Landsat-8	32
Figura 7 – Imagem adquirida pelo Lansat-8 com resolução espacial de 30 m	34
Figura 8 – Imagem com resolução espacial de 3 m	34
Figura 9 – Mapa Conceitual sobre imagens de satélites e fotografias aéreas	35

QUADROS

Quadro 1- Ilustração da divisão das camadas atmosféricas no espaço	26
--	----

TABELAS

Tabela 1 – Altitude, velocidade e período orbital do satélite	25
---	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
TEORIA DA APRENDIAZAGEM SIGNIFICATIVA	9
MAPAS CONCEITUAIS	11
A MAQUETE	12
SEQUÊNCIA DIDÁTICA	14
Aula 1– Aprendendo sobre Mapas Conceituais	14
Aula 2 – Conhecendo os satélites artificiais	17
Aula 3 – Entendendo sobre as órbitas dos satélites	18
Aula 4 – Velocidade e período do movimento orbital de um satélite	23
Aula 5 – As diferentes camadas atmosféricas	25
Aula 6 – Como é feito o imageamento da superfície terrestre por satélite de observação	29
REFERÊNCIAS	37

Prezado/a professor/a,

Apresentamos este material como um produto educacional, que é parte de nossa dissertação do Mestrado Profissional em Educação para Ciências e Matemática, do Instituto Federal de Goiás - Câmpus Jataí. Trata-se de uma Sequência Didática sobre as órbitas de satélites de observação e o imageamento da superfície da Terra, e que tem uma maquete, que simula os movimentos orbital de um satélite e a rotação da Terra, de forma a contribuir com a aprendizagem significativa dos alunos.

Nesta Sequência Didática são abordados temas relacionados: às órbitas e o período orbital dos satélites; à forma como o imageamento da superfície terrestre é realizado por satélites de observação; à resolução espacial e temporal das imagens; e como um único satélite pode fornecer imagens de todo o globo terrestre. Este material é destinado a todos os usuários que, de uma forma direta ou indireta, utilizam das tecnologias de Sensoriamento Remoto em suas aulas, principalmente através das imagens de satélites ou de fotografias aéreas, sejam de cursos técnicos ou superiores. Para isso, procuramos tratar todos estes assuntos de uma forma simples e objetiva, de modo que possa ser útil e bem aproveitado.

Desejamos uma boa leitura!

Os autores

INTRODUÇÃO

Com o advento dos satélites no final da década de 1950, promovido pelos Russos (da antiga União Soviética) e os Americanos, permitiu-se que outras tecnologias fossem agregadas a esta invenção, possibilitando visualizar e obter informações do planeta Terra, através de um olhar espacial e orbital. Estamos nos referindo aos satélites de observação, responsáveis pelas imagens da superfície da Terra, tanto em pequenas, médias e grandes escalas. Antes do surgimento desta tecnologia, o registro da superfície era feito apenas por fotografias aéreas obtidas por aviões ou balões.

O uso e a aplicação das imagens de satélites são bastante variados, conforme a área profissional. Por exemplo, na Agrimensura e na Cartografia, elas podem ser usadas para: auxiliar no mapeamento cadastral urbano e rural; definir limites de reservas legal e permanente; apoiar levantamentos topográficos de áreas de difícil acesso; auxiliar nos laudos periciais de avaliação de imóveis rurais através do uso do solo; delimitar áreas de bacias hidrográficas; definir áreas de inundação de reservatório de usinas hidrelétricas; confeccionar cartas imagem; e criar modelo digital de terreno, dentre outras.

Como professor responsável por ministrar a disciplina técnica de sensoriamento remoto, que abrange o uso e aplicações de imagens de satélites e fotografias aéreas na área de Agrimensura, tenho observado que a maioria dos alunos tem a percepção de que a obtenção das imagens de satélites é feita de forma semelhante à das fotografias aéreas. Para esses alunos, o local e o momento de aquisição de uma imagem de satélite são definidos conforme a necessidade do usuário, movimentando-se o satélite de uma posição para outra, de forma semelhante a um avião que sobrevoa uma dada região de interesse. Neste modelo, não se considera uma órbita fixa do satélite em relação à Terra.

Com intuito de contribuir para uma mudança dessa percepção, fazendo com que os alunos compreendam como são as órbitas dos satélites e como se dá o processo de imageamento da superfície terrestre, elaboramos esse material didático, na forma de uma Sequência Didática.

Esta Sequência Didática, embasada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Paul Ausubel, destina-se a professores de cursos técnicos, como agrimensura, e também de cursos superiores que possuem disciplinas que abordam temas sobre: satélites artificiais; tipos de órbitas dos satélites; velocidade e período orbital; imageamento da

superfície terrestre; diferenciação entre os procedimentos de aquisição das imagens de satélites e das fotografias aéreas; resolução espacial e temporal de uma imagem; e utilização de mapas conceituais no auxílio ao planejamento e à avaliação de conteúdos disciplinares.

Incluimos, nesta Sequência Didática, uma maquete constituída de um globo terrestre de 30 cm de diâmetro e uma cabeça de alfinete de 3mm, representando um satélite, com o propósito de contribuir com o processo de compreensão do processo de imageamento da superfície terrestre durante o movimento orbital do satélite.

TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel tem seu foco principal na valorização do conhecimento prévio do aprendiz (aluno) e em sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2017), que se refere aos conceitos e à organização das ideias que um indivíduo possui numa dada área de conhecimento. A estrutura cognitiva é considerada fundamental para a Teoria da Aprendizagem Significativa, pois, segundo Ausubel, “[...] a aprendizagem significativa e a retenção de ideias e informações dependem essencialmente da existência de uma *estrutura cognitiva adequada*” (ARAGÃO, 1976, p. 18, grifo do autor).

A aprendizagem significativa é o conceito mais importante na teoria de Ausubel (MOREIRA, 2006a), pois “é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira **não arbitrária** e **substantiva** (não literal) à estrutura cognitiva do aprendiz” (MOREIRA, 2011, p.2, grifo do autor). Não arbitrária quer dizer que a relação entre o novo conhecimento e o existente (prévio) acontece de forma lógica, explícita e clara. Enquanto que substantiva (não literal) relaciona ao fato das palavras terem sentido conotativo, amplo, ou seja, dependem do contexto onde estão inseridas.

Essa aprendizagem significativa necessita de uma interação da nova informação com os conhecimentos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Esses conhecimentos são chamados também de subsunçores. Desta forma, a aprendizagem significativa só ocorrerá quando a nova informação ancora nos subsunçores existentes, o que provocará um ampliação, reorganização e ramificação desses subsunçores, fortalecendo a estrutura cognitiva do indivíduo (aprendiz) para novas aprendizagens.

Imaginemos o exemplo em que o aprendiz já sabe que triângulo é um polígono que possui três vértices, três lados e três ângulos, e posteriormente aparece uma nova informação de que os triângulos podem ser classificados, conforme a dimensão dos seus lados, em equiláteros, isósceles e escaleno. Neste caso, o aprendiz já possuía um conhecimento prévio relevante sobre a definição de um triângulo, e adquiriu um novo conhecimento sobre as classificações de um triângulo quanto às dimensões de seus lados. Dessa maneira, ele aumentou seu conhecimento anterior (subsunçor), e agora sabe que existem triângulos equiláteros, isósceles e escaleno, o que poderá ser usado no futuro para novos conhecimentos sobre triângulos.

A maneira como os subsunçores se reorganizam e se interrelacionam com o novo conhecimento na estrutura cognitiva é dinâmico, pois está sempre se modificando através de dois processos principais: a diferenciação progressiva; e a reconciliação integradora. Segundo Moreira (2010), a diferenciação progressiva acontece quando um determinado subsunçor adquire novo significado a partir de sua interação com um novo conhecimento, enquanto que a reconciliação integradora consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências e integrar significados. Na prática, numa aula sobre um determinado tema, os conceitos mais gerais devem ser apresentados primeiro para, depois, apresentar os mais específicos, caracterizando-se, assim, a diferenciação progressiva. Na reconciliação integrativa, o professor deve apresentar as ligações existentes entre as ideias semelhantes, bem como suas diferenças, fazendo um sobe e desce entre os conceitos mais gerais e os mais específicos, de forma a ampliar os conhecimentos do aprendiz.

Além disso, ressaltamos que a aprendizagem significativa não depende apenas dos conhecimentos prévios do aprendiz, pois é necessário atender, também, duas condições essenciais: 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo; e 2) o aprendiz deve estar disposto a aprender de forma significativa (MOREIRA, 2006a). O termo “potencialmente significativo” é utilizado porque não existe um material que seja significativo: não existe um livro ou uma aula significativa, pois o significado não está no material, ele está nas pessoas. Moreira (2010) argumenta que um material potencialmente significativo é aquele que apresenta significado lógico, que seja relacionável de maneira não arbitrária e não literal aos conhecimentos prévios do aprendiz. A disposição em aprender quer dizer que o aprendiz precisa possuir, em sua estrutura cognitiva, ideias-âncoras de relevância e querer relacioná-las com os novos conhecimentos, caso contrário, mesmo o material sendo potencialmente significativo, a aprendizagem será apenas de memorização instantânea, e depois de um período, praticamente tudo se apagará da memória como se não tivesse estudado.

Para mais informações sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa recomendamos a leitura do livro: Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel (MOREIRA, 2006a).

MAPAS CONCEITUAIS

Os mapas conceituais foram inicialmente desenvolvidos por Novak (NOVAK; MUSONDA, 1991 *apud* NOVAK; CAÑAS, 2010), com o objetivo de tentar compreender a maneira com que as crianças aprendiam ciência. Os mapas conceituais são recursos gráficos, do tipo diagramas, que indicam relações entre conceitos, através de palavras de ligações ou conectores. Os conceitos são, geralmente, dispostos dentro de figuras geométricas, como retângulo, elipse e círculos, e organizados hierarquicamente dos mais gerais e inclusivos para os mais específicos. Esses conceitos devem ser conectados por linhas ou setas, formando proposições com o uso de palavras de ligação. As setas, mesmo não sendo obrigatórias, podem ser utilizadas para indicar o sentido da leitura de uma proposição, formada pelos conceitos e as palavras de ligação. Conectar um conceito ao outro é importante para mostrar a relação existente entre eles, formando uma proposição consistente e plausível de ser explicada (MOREIRA, 2012).

A elaboração de mapas conceituais pode ser feita tanto numa folha de papel quanto através da utilização de softwares específicos. Embora o mapa elaborado de forma manual, numa folha de papel, facilite sua aplicação, a utilização de recursos digitais facilita a exclusão ou a alteração do posicionamento de um conceito, movendo-o para um lado ou outro. O problema é que isso requer, do usuário, um domínio na utilização das ferramentas do software.

Moreira (2012) argumenta que os mapas conceituais podem ser utilizados tanto por alunos quanto por professores. Os professores podem utilizá-los para organizar e apresentar os conteúdos de uma disciplina, assim como instrumento de avaliação; já para os alunos são muito úteis no estudo de um dado conteúdo ou tema. Para Moreira (2013, p.35), os mapas conceituais podem ser usados como forma de avaliação, pois se constituem em “[...] um bom recurso para uma avaliação qualitativa, subjetiva, que busque evidências de aprendizagem significativa”. No entanto, não existe um padrão metodológico estabelecido para essa avaliação, e este é, exatamente, o seu diferencial, pois possibilita identificar como o aluno estruturou um conjunto de conceitos sobre um tema em sua mente, em vez de medir seu conhecimento através de testes e classificá-lo por uma nota (MOREIRA, 2006b).

A MAQUETE

Esta seção será dedicada à descrição da construção da maquete representativa do movimento orbital de um satélite de observação e de rotação da Terra (Figura 1). A maquete deve ser construída de forma a representar uma órbita quase polar, de altitude baixa. Para isso, utilizamos: um globo terrestre de 30 cm de diâmetro; um alfinete, com cabeça de 3 mm de diâmetro; uma chapa de madeirite de 2cm de espessura com as dimensões de 80 x 38 cm; duas barras de parafuso roscada de 1/4 de polegada, com um metro de comprimento cada; seis porcas e seis arruelas para rosca de 1/4 de polegada; um tronco de pirâmide de madeira maciça, com base maior de 15 cm, base menor de 8 cm e altura de 10 cm; duas hastes retangular de madeira de 1,5 x 4 cm e 31,5 cm.

Figura 1 – Foto da maquete que simula a órbita de um satélite em torno da Terra

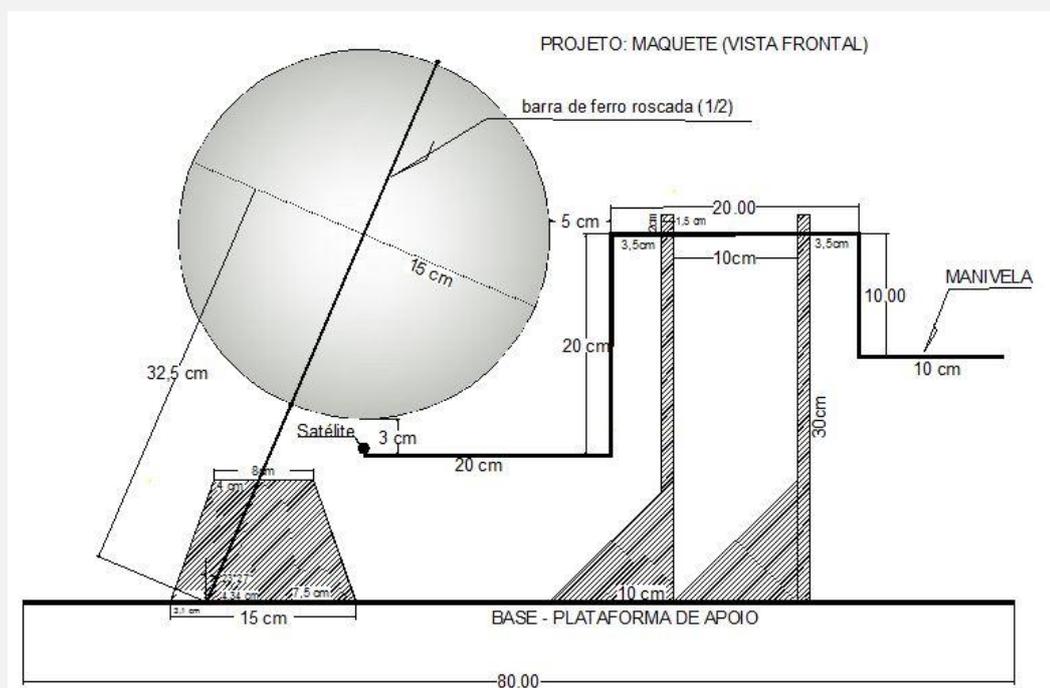


Fonte: Elaboração do autor, 2019.

Primeiramente, deve-se fazer um furo no tronco de pirâmide, com inclinação de $23,5^\circ$, partindo do centro da base superior para a base inferior, e fixá-lo com rebite ou prego na base de madeirite. Após fixar o tronco de pirâmide, faça o prolongamento do furo na base de madeirite. Em seguida, introduza uma das barras de parafuso roscada no centro do globo, fixando-a na base de madeirite, através do tronco de pirâmide. Pegue a outra barra de parafuso roscado e marque, a partir de uma de suas extremidades, as posições: 20 cm, 40 cm, 60 cm e

70 cm, curvando-a em 90° (graus) nessas posições, alternadamente, de tal modo a formar uma manivela. Esta manivela deve ser colocada na parte superior das duas hastes de madeira, através de um furo circular e fixada com porcas e arruelas. As duas hastes de madeira devem ser fixadas verticalmente na chapa de madeirite (base da maquete), distantes 10 cm uma da outra. O alfinete, que representa o satélite, deve ser colocado na extremidade dos 20 cm iniciais da manivela (barra de parafuso curvada em 90 graus) como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Vista frontal da Maquete com as medidas para construção



Fonte: Elaboração do autor, 2019

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Zabala (1998, p.18, grifo do autor) define uma Sequência Didática como sendo “*um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos pelos professores e pelos alunos*”. Nesta perspectiva, elaboramos uma Sequência Didática que possibilitasse mostrar aos alunos como são as órbitas dos satélites de observação e o processo de imageamento da superfície da Terra.

Esta Sequência Didática foi planejada para ser ministrada em seis aulas, de 1,5 h cada, em que são abordados os temas: mapa conceitual; satélites artificiais; tipos de órbitas dos satélites; velocidade e período orbital de um satélite; imageamento da superfície terrestre; procedimentos de aquisição de imagens de satélites x fotografias aéreas; resolução espacial e temporal das imagens.

Aula 1 – Aprendendo sobre Mapas Conceituais

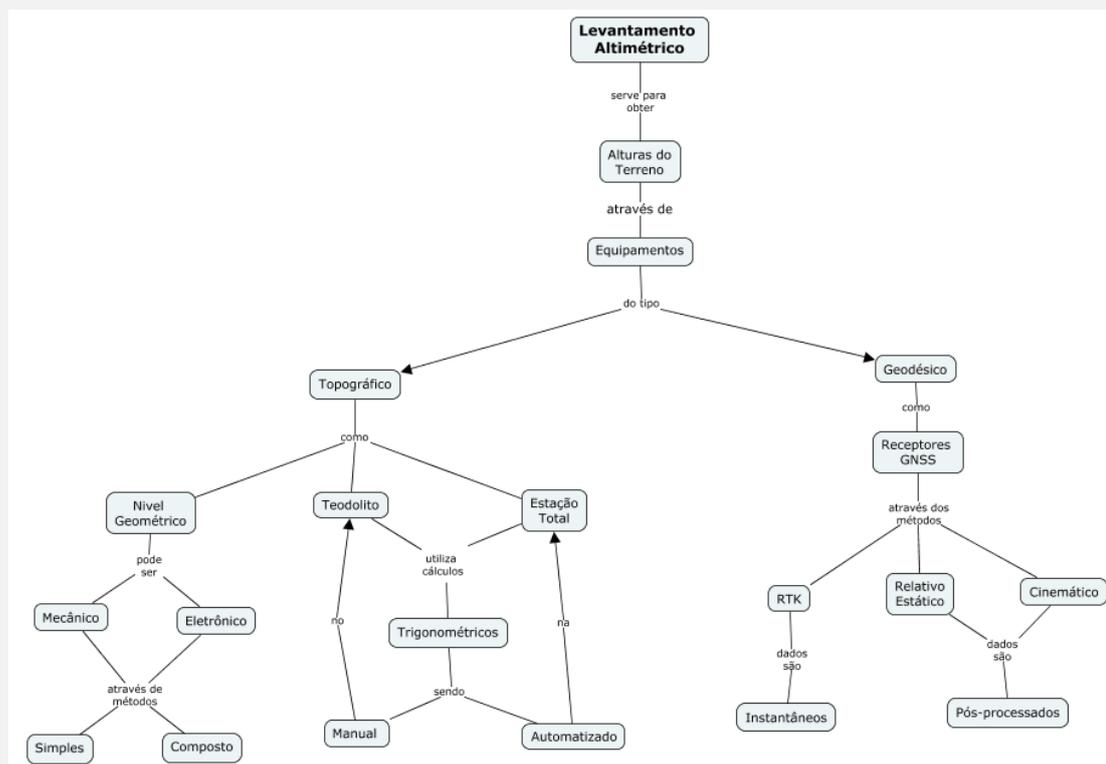
Considerando que a turma não tenha conhecimento sobre mapas conceituais.

A primeira aula é reservada para apresentar os mapas conceituais aos alunos, ensinando-os a elaborá-los. O objetivo desta apresentação é preparar os alunos para utilizarem os mapas conceituais como uma forma de estudo e aprendizagem.

A aula deve ser iniciada com uma explicação sobre o que é um mapa conceitual e para que serve. Em seguida é interessante fazer uso de um mapa sobre um tema já conhecido pelos alunos, de forma que eles possam compreender como os conceitos e palavras de ligação devem ser utilizados. Como exemplo, descrevemos aqui o uso de um mapa conceitual sobre “levantamento altimétrico” (Figura 3). Primeiro, deve-se elaborar, em conjunto com os alunos, uma lista de conceitos relacionados a esse tema - caso algum conceito importante não seja apresentado pelos alunos, o professor pode sugerir sua inclusão, de forma a completar a lista. A etapa seguinte consiste em identificar os conceitos mais gerais, que devem vir primeiro, e iniciar a confecção do mapa conceitual na lousa. A medida em que os conceitos forem sendo colocados e organizados no mapa, o professor deve discutir e definir com os alunos quais palavras de ligação deveriam ser utilizadas para formar proposições coerentes.

Depois do mapa pronto, o professor deve reforçar a informação de que, neste exemplo específico, os conceitos: “altura do terreno”; “equipamentos”; geodésicos”; e “topográficos” são os mais gerais e inclusivos (são os principais), e que a partir deles há a ramificação para os mais específicos (que apresentam os detalhes). Neste momento, é de suma importância que o professor faça a explicação desse mapa conceitual, chamando a atenção dos alunos para as palavras de ligação, que faz as conexões entre os conceitos. Estas palavras de ligação devem ser curtas e objetivas, mas que proporcione um entendimento conceitual do tema de estudo. Também é importante deixar claro que as setas são utilizadas quando se pretende definir um sentido para a leitura da proposição formada pelos conceitos e palavras de ligação. As conexões em que não são utilizadas seta podem ser lidas tanto num sentido quanto noutro.

Figura 3 – Mapa conceitual sobre Levantamento Altimétrico

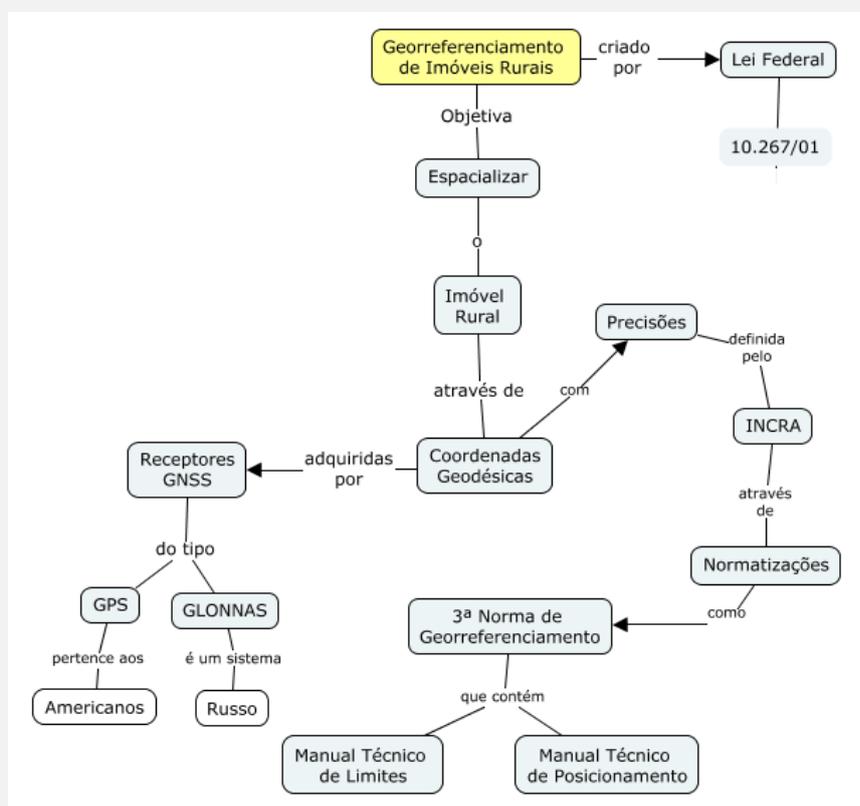


Fonte: Elaboração do autor, 2019.

Finalizado esse primeiro mapa, é interessante fazer um segundo mapa conceitual para que os alunos possam treinar. Para isso, o professor deve escolher um outro tema de estudo, que seja bastante familiar para os alunos. Para esta Sequência Didática, sugerimos o tema “georreferenciamento de imóveis rurais”, que havia sido trabalhado recentemente com os

alunos. O primeiro passo é fazer, junto com os alunos, uma listagem dos conceitos relacionados ao tema, anotando-os na lousa, o que possibilitará que os mapas conceituais elaborados pelos alunos contenham os mesmos conceitos, ou, pelo menos, a maioria deles. Em nossa opinião, os principais conceitos sobre georreferenciamento de imóveis rurais, apresentados no mapa conceitual de referência da Figura 4, são: espacialização, coordenadas geodésicas, Normatizações, INCRA, 3ª norma de georreferenciamento, manual técnicos de limites, manual de posicionamento, receptores GNSS, GPS, Glonnas, americano, russo, Lei Federal 10267/01.

Figura 4 – Mapa conceitual de referência sobre Georreferenciamento de Imóveis Rurais



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Findada a etapa de listagem dos conceitos, o professor deve fazer uma discussão, com os alunos, sobre quais deles são os mais gerais (principais) e quais são os mais específicos (detalhe). Neste exemplo, consideramos os seguintes conceitos sendo mais gerais: Imóvel rural; espacializar; receptores GNSS; coordenadas geodésicas.

Deixe claro, que não existe um mapa conceitual padrão, nem um mapa certo ou errado.

Cada um tem sua particularidade e individualmente.

Transcorrido cerca de 30 minutos para que cada aluno elabore seu mapa conceitual, solicite a um ou dois alunos que apresente oralmente o seu mapa – disponibilize uns 5 min para cada uma dessas apresentações.

Depois disso, faça uma análise desses mapas com a turma, comentando sobre a disposição dos conceitos e a proposições formadas com o auxílio das palavras de ligação. O mapa conceitual da Figura 4 pode ser apresentado aos alunos como uma opção a mais de mapa, o qual deve ser analisado também sobre a disposição e hierarquia dos conceitos. No entanto, é importante frisar que este mapa não deve ser considerado como um modelo, pois não existe um modelo padrão a se seguir na elaboração de um mapa conceitual.

Aula 2 – Conhecendo os satélites artificiais

Na segunda aula, o conteúdo a ser trabalhado é sobre os satélites artificiais. Antes de apresentar os conteúdos, o professor deve tentar aguçar a curiosidade dos alunos, identificando seus conhecimentos prévios, o quais poderão se constituir em subsunçores para os novos conhecimentos assimilados pelos alunos. Para isso, o professor pode utilizar perguntas semelhantes àquelas apresentadas no balão a seguir.

É importante que todos os alunos participem dessa discussão, inclusive o professor deve fazer perguntas direcionadas àqueles alunos que estejam inibidos ou calados.

Caso seja identificada alguma resposta incoerente, o professor deve fazer outra pergunta ao aluno, fazendo com que ele repense sua resposta, mas evitando-se dizer que a resposta dele está errada. Por

- ✓ O que são satélites?
- ✓ Para que servem os satélites?
- ✓ Qual a importância dos satélites em nossas vidas?
- ✓ Os satélites são recentes: dos últimos 50 a 60 anos ou são anteriores ao século 20?
- ✓ Você sabe o nome de algum satélite?
- ✓ Os satélites possuem uso específico ou podem ser diversos?

exemplo: caso o aluno responda que o satélite possui uso diverso, o professor pode questionar se um mesmo satélite pode ser usado na comunicação de televisão e internet, no posicionamento e localização geográfica e na obtenção de imagens da superfície terrestre. Depois de destinar um tempo para a discussão com os alunos, o professor deve explicar que cada satélite possui um uso específico.

Essas perguntas, listadas no balão anterior, são importantes para promover a interação entre os alunos e também com o professor. Para isso, é interessante destinar tempo suficiente para fazer as perguntas e também para ouvir as respostas dos alunos. A questão sobre a importância dos satélites em nossas vidas, abrange um leque de respostas, tanto na área de telecomunicações via satélite (televisão e internet) quanto de localização e definição de rotas marítimas, aéreas e terrestre, que é muito comum nos aplicativos de mobilidade urbana. Outra importância dos satélites, relevante em nossas vidas e que deve ser considerada, é sua utilização na meteorologia, fornecendo dados de previsão do tempo.

Aula 3 – Entendendo sobre as órbitas dos satélites

Esta aula tem como objetivo realizar uma abordagem geral sobre órbitas dos satélites, focando, principalmente, as órbitas dos satélites de observação. A aula deve ser iniciada promovendo um diálogo com os alunos, de forma a permite que eles exponham seus conhecimentos prévios. Para isso, faça perguntas semelhante àquelas contidas no balão a seguir.

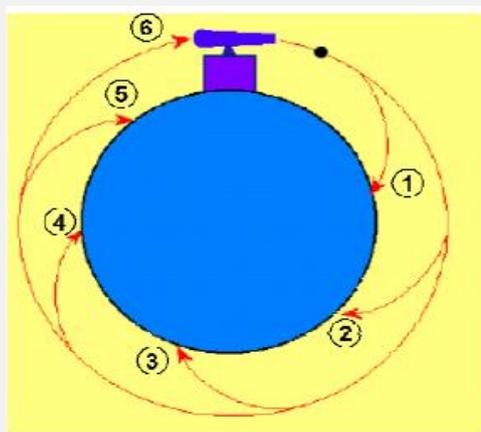
Se os satélites estão no espaço parados ou em movimento?
O que os mantém no espaço?
A que distância um satélite está da Terra?

Se alguém apresentar alguma resposta incoerente, evite corrigi-la de imediato, dando preferência a novos questionamentos. Por exemplo: se algum aluno responder que o satélite fica parado, questione como seria esta posição em relação à Terra, que está girando em torno de seu eixo? Este tipo de pergunta, faz com que o aluno reflita sobre sua resposta.

Após o levantamento e discussão dos conhecimentos prévios dos alunos, o professor deve explicar o processo pelo qual um satélite entra em órbita e permanece nela. Para isso, sugerimos utilizar uma representação gráfica proposta por Souza (2007), em que um canhão

de grande potência, colocado no topo de uma alta montanha, lança um projétil à velocidades cada vez maiores, até que ele entra em órbita. No lançamento 1, o projétil, lançado com uma velocidade pequena, faz um trajeto em forma de arco e cai no solo, próximo do lançamento, devido à força da gravidade. No lançamento 2, com maior velocidade que o primeiro, o projétil faz também um trajeto curvo e cai mais distante que o primeiro. Isso acontecerá sucessivamente até que, no sexto lançamento, o projétil tenha uma velocidade suficientemente grande para que ele complete uma volta em torno da Terra e passe pelo ponto de lançamento – neste caso ele estaria em órbita da Terra.

Figura 5 – Explicando como o satélite entra em órbita



Fonte: Souza, 2007, p. 5

Neste exemplo do canhão, observamos que o projétil perde velocidade e cai, principalmente, devido força da gravidade. Assim, a órbita só foi possível com uma velocidade de lançamento alta o suficiente, de tal modo que o arco da trajetória seja paralelo a curvatura da Terra e ele não toque o solo, e mantenha o trajeto orbitando a Terra (SOUZA, 2007).



“O satélite mantém-se em órbita devido à aceleração da gravidade e à sua velocidade. Dessa maneira, ele permanece em constante queda livre em torno da Terra, comportando como se estivesse preso em sua órbita”

(SOUZA, 2007, p. 5)

Tipos de órbitas dos satélites

As órbitas dos satélites são fixas, ou mudam de posição em relação à Terra?

Representação do movimento de um satélite em volta da Terra



Antes de explicar os possíveis tipos de órbitas dos satélites, é importante, primeiro, questionar os alunos sobre como seria o movimento orbital de um satélite em volta da Terra, e quais tipos de órbitas existem.

Essa discussão pode ser melhor conduzida com o uso de uma esfera de isopor de 20 ou 30 cm de diâmetro (ou mesmo um globo) e um espeto de churrasco (ou outro tipo de haste), representando seu eixo de rotação, e também para que possa servir de suporte para manusear a esfera.

Com a esfera de isopor fixa numa haste, peça a um aluno para representar com uma caneta a órbita de um satélite ao redor da Terra. Deixe-o representar a órbita do satélite através do movimento, e, em seguida, pergunte a ele se aquele movimento é único, se é fixo numa posição ou se pode mudar para outra? Pergunte também o que acontece com a Terra, enquanto o satélite realiza seu movimento orbital?

Possíveis respostas dos alunos:

A órbita pode ser em todas as direções; Existem vários satélites e várias órbitas; A Terra também gira.

De acordo com as respostas dos alunos, o professor pode fazer outra perguntado do tipo: como o satélite consegue mudar sua órbita? Existe um mecanismo para isso? Caso a resposta seja que existem vários satélites e várias órbitas, o professor pode questionar: essas órbitas são fixas ou mudam de posição? É importante identificar se o aluno considera que as órbitas variam de posição, pois assim deve esclarecer que são fixas

Independente da órbita do satélite, a Terra continua em seu movimento de rotação.

Sobre o movimento orbital, deixe claro que os satélites possuem órbitas fixas, definidas antes mesmo de seu lançamento. Quanto a altitude das órbitas, questione aos alunos se os satélites estão na mesma altura ou se varia, com umas mais altas e outras mais baixas?

Pode haver respostas de que estão a mesma altura ou que possuem diferentes alturas. Então, questione sobre quanto seria estas alturas? Após receber respostas sobre as possíveis alturas, esclareça que existe uma classificação das órbitas quanto à altitude e ao plano orbital. Os conceitos sobre as classificações das órbitas podem ser trabalhados de forma independente ou simultaneamente.

Classificação quanto à altitude:

Órbita Baixa (de 300 a 2.000 km)

Órbita Média (acima de 2.000 km até ± 20.000 km)

Órbita Alta (acima de ± 36.000 km)

Classificação quanto ao plano orbital:

Polar;

Quase polar (heliossíncrona);

Equatorial (geoestacionária).

Para explicar a classificação em relação ao plano orbital, utilize a esfera de isopor para mostrar a posição de cada órbita:

- Órbita polar, são aquelas que passam pelos polos;
- Órbita quase polar ou heliossíncrona, possui uma inclinação diferentes de 90° em relação ao plano equatorial.
- Órbita equatorial ou geoestacionária, são aquelas que acompanham a linha do equador e o movimento de rotação da Terra.

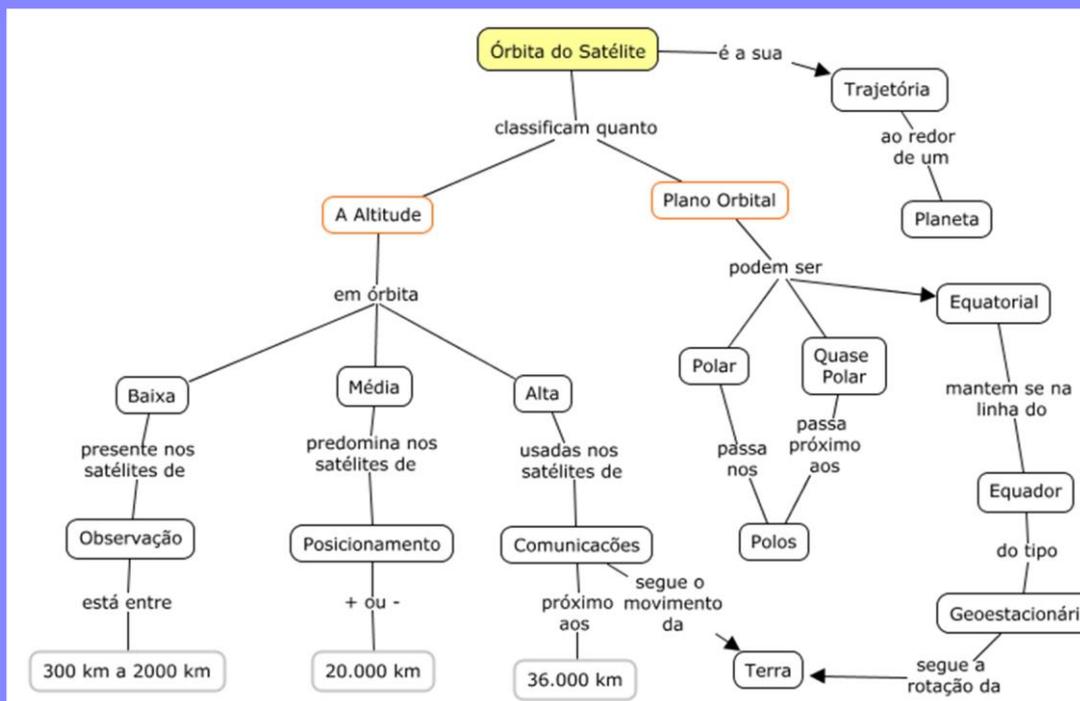
Nesse momento, o professor deverá apresentar um vídeo, disponível no youtube (ENVEST, 2019), com duração de 3 minutos e 36 segundos, que mostra a simulação de uma órbita geoestacionária (equatorial) e outra quase polar (heliossíncrona). O objetivo deste vídeo é ajudar na compreensão espacial dos tipos de órbitas.

Os novos conhecimentos, referentes aos conceitos de tipos de órbitas: *altitudes; plano orbital*, devem interagir com os conhecimentos prévios (subsunoçores) dos alunos, tais como a *distância da terra ao satélite*, com o cuidado para que os principais conceitos sejam ensinados primeiro e depois os mais específicos (a classificação do plano orbital e das altitudes, conforme os intervalos das distância da superfície ao satélite). Dessa maneira, os subsunoçores se ampliam, se reorganizam na estrutura cognitiva do aluno, e ficam mais completos, mais ricos e fortalecido, para serem utilizados na assimilação de novos conhecimentos, caracterizando, assim, a diferenciação progressiva no aprendiz.

Os 30 minutos finais desta aula devem ser reservados para que os alunos elaborem um mapa conceitual sobre órbitas dos satélites. Para isso, primeiro, o professor deve solicitar aos alunos que enuncie conceitos relacionados às órbitas dos satélites, anotando-os na lousa. Espera-se que os alunos apresentem os seguintes conceitos: satélites; órbitas; trajetória; altitude; baixa; média; alta; plano orbital; polar; quase polar; equatorial; geoestacionária; equador; posicionamento; comunicação; observação. Desta lista, os conceitos mais gerais são: altitude; e plano orbital - a partir deste dois conceitos serão ramificados para os conceitos mais específicos (de detalhes).

A seguir, apresentamos uma opção de mapa conceitual sobre o tema órbitas dos satélites. Este mapa serve apenas como uma referência, **não** devendo ser usado como um mapa padrão, ou como o mapa correto.

Mapa conceitual: órbitas dos satélites



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Aula 4 - Velocidade e Período do Movimento Orbital de um Satélite

Esta aula objetiva realizar cálculos sobre a velocidade e de um satélite e o período de sua órbita (tempo que o satélite gasta para completar uma volta em torno da Terra). A aula deve ser iniciada questionando os alunos sobre qual seria a velocidade de um satélite? Se existem satélites mais rápidos ou se todos possuem a mesma velocidade? Qual seria o tempo gasto para o satélite fazer uma volta em torno da Terra? Deixe um tempo para que todos os alunos comentem sobre as perguntas.

Em seguida, para realizar os cálculos, deve ser apresentado a equação da velocidade e do período do satélite. O professor deve trabalhar esses cálculos com objetivo de mostrar aos alunos que a altitude é um fator relevante na velocidade de um satélite, pois está relacionada tanto com a força da gravidade quanto à pressão atmosférica, que influencia na resistência do ar, que interferem na órbita do satélite.

O professor deve explicar também que, para órbitas circulares, o raio da órbita do satélite é constante, e que, em todo movimento circular, a força resultante é chamada de força centrípeta. No caso dos satélites, a força gravitacional é a única força que atua sobre ele, e que por ser um movimento circular, esta força é do tipo centrípeta. Logo, a força gravitacional é a própria força centrípeta ($F_G = F_{CP}$). Sabendo que a força da gravidade (F_G) é dada por:

$$F_G = \frac{GMm}{r^2}$$

e que a força resultante de um movimento circular é do tipo centrípeta:

$$F_{CP} = m a_{CP} = m \frac{v^2}{r}$$

Portanto, para um satélite de órbita circular, teremos:

$$F_G = F_{CP} \Rightarrow \frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

Dividindo os dois lados da igualdade por **m**, e multiplicando por **r**, temos:

$$\frac{GM}{r} = v^2$$

Para finalizar, podemos aplicar a raiz quadrada em ambos os lados da igualdade, obtemos a expressão da velocidade do satélite:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \quad (1)$$

onde: **G** é a constante gravitacional ($6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$); **M** é a massa da Terra ($5,98 \times 10^{24} \text{ Kg}$); **r** é o raio da órbita do satélite, que, neste caso, é dado pela soma do raio médio da Terra ($r_m = 6.371 \text{ km} = 6,371 \times 10^6 \text{ m}$) e a altura (**h**) do satélite em relação a superfície da Terra ($r = r_m + h$).

O que é o período de um satélite



Período de um satélite é o tempo que ele gasta em sua órbita. completar sua órbita.

O período do movimento orbital do satélite é obtido pela razão entre a distância percorrida em uma volta em torno da Terra ($\Delta S = 2\pi r$) e a sua velocidade (**v**), que é dada pela equação 1:

$$T = \frac{\Delta s}{v} = \frac{2\pi r}{\sqrt{\frac{GM}{r}}} = \frac{2\pi r}{\frac{\sqrt{GM}}{\sqrt{r}}} = \frac{2\pi r}{\sqrt{GM}} \cdot \sqrt{r}$$

Como $\sqrt{r} = r^{\frac{1}{2}}$, logo: $r \cdot r^{\frac{1}{2}} = r^{\frac{3}{2}}$. Portanto, a expressão do período do satélite pode ser reescrita da seguinte forma:

$$T = \left(\frac{2\pi}{\sqrt{GM}} \right) \cdot r^{\frac{3}{2}} \quad (2)$$

Depois de apresentar as equações 1 e 2, o professor deve solicitar aos alunos que façam os cálculos da velocidade do satélite (em amarelo) e do período de sua órbita (em verde) para as três altitudes constantes na Tabela 1. Neste caso, deve-se considerar o raio médio da Terra de 6.371 km.

Tabela 1 – Altitude, velocidade e período orbital do satélite

Altura do satélite em relação à superfície da Terra h (km)	Velocidade do satélite v (km/h)	Período da órbita T (h).	Exemplo de satélite
705	27.028,5	1h 38m 41s	Satélite de Observação
20.200	13.948	≈12h	Satélite de Posicionamento (GPS)
36.000	11.045,4	≈24h	Satélite de Comunicação

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020

Após preencher a tabela com os respectivos valores da velocidade e do período orbital, o professor deve retomar algumas das respostas dos alunos referentes aos questionamentos do início da aula, de modo a promover a reconciliação integrativa, dirimindo inconsistências entre conceitos e ideias. Por exemplo, caso algum aluno tenha respondido que “quanto mais distante da Terra, maior será a velocidade do satélite”, o professor poderá utilizar dos dados da tabela, que mostram exatamente o contrário, promovendo uma mudança de sua concepção inicial.

Aula 5 – As diferentes camadas atmosféricas

Esta aula é destinada para trabalhar as diferentes camadas atmosféricas, conforme a altitude no espaço, observando suas características básicas como: diferença de temperatura e pressão atmosférica, para entender o motivo pelo qual os satélites não orbitam a Terra em altitudes onde são realizados os voos dos aviões.

Inicie a aula procurando identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as camadas atmosféricas, questionando sobre a existência dessas camadas; e sobre o que acontece com a temperatura a medida que se aumenta a altitude. Também é interessante questionar sobre em qual altitude os aviões comerciais voam, e se eles saberiam dizer que seria essa camada. A importância dessas perguntas é fazer com que os alunos reflitam sobre o espaço, e apresente suas concepções.

Para esta aula, sugerimos a utilização do Quadro 1 para mostrar a divisão das camadas atmosféricas no espaço, comentando sobre as características de cada uma delas, bem como seu intervalo de altitude. No entanto, é importante ressaltar que os valores contidos no quadro são estimados, ou seja, uma camada não inicia e termina exatamente nessas altitudes.

Quadro 1 – Ilustração da divisão das camadas atmosféricas no espaço

Camadas	Altitudes
Exosfera	600 a 1000 km
Ionosfera/ Termosfera	80 a 600 km
Mesosfera	30 a 80 km
Estratosfera	15 a 30 km
Troposfera	Até 15 Km

Fonte: Adaptado de Andrietta (2019)

Para explicar o Quadro 1, o professor pode conceituar cada uma das camadas de forma superficial, dando mais ênfase na camada troposfera, que é a mais próxima da superfície, e onde acontece os fenômenos meteorológicos que conseguimos observar. A exosfera é a camada mais distante da superfície, onde se encontra a maioria dos satélites de observação.

No balão, a seguir, apresentamos uma síntese sobre as camadas atmosféricas, feita com base nos estudos de Cruz (1997 *apud* MOREIRA, 2005), cujas informações complementam o Quadro 1.

- ✓ **Troposfera:** É a mais próxima da superfície, onde acontece todos os fenômenos meteorológicos;
- ✓ **Estratosfera:** Quantidade de oxigênio é pequena e pode chegar até a temperatura de -40°C , nela encontra a camada de ozônio;
- ✓ **Mesosfera:** É a camada mais fria, existe maior existência do ar, onde a maioria dos meteoros são queimados, evitando de chegar a troposfera;
- ✓ **Termosfera/Ionosfera:** Apresenta grande quantidade de partículas de eletricidade (ions) responsável pela transmissão de ondas de rádio de baixa frequência;
- ✓ **Exosfera:** É a última camada, a partir dela já é considerado o espaço sideral, estima-se que nessa região as temperaturas variam de 1000°C durante o dia e pode chegar a -300°C durante a noite. A maioria dos satélites de observação orbitam nessa camada (CRUZ, 1997 apud MOREIRA, 2005).



Ainda nesta aula, o professor deve trabalhar os procedimentos de aquisição das imagens de satélites e das fotografias aéreas, com o objetivo de fazer com que os alunos entendam o procedimento de cada uma. Para isso, sugerimos questionar se os alunos conheceram algum tipo câmera fotográfica analógica, se esse câmera ainda são utilizadas e se eles possuem fotos tiradas por este tipo de equipamento. Em seguida, deve questionar sobre as câmeras digitais, pergunto quando elas se popularizaram, e quais suas vantagens e desvantagens em relação às analógicas.

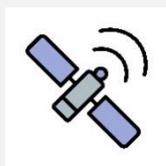
Continuando com os questionamentos, pergunte se uma fotografia aérea, para fins de mapeamento, pode ser feita com uma câmera simples, de uso pessoal, ou precisa ser uma câmera profissional, com recursos tecnológicos específicos, feita exclusivamente para ser acoplada em uma aeronave? Pergunte também como se deve proceder para obter detalhes de um local em uma fotografia aérea. Esses questionamentos fazem com que os alunos exponham seus conhecimentos prévios e favorece a aprendizagem dos novos conhecimentos, o que é fundamental para a aprendizagem significativa.

Possíveis respostas dos alunos:

Conhecem câmeras analógicas;
As câmeras analógicas não são mais usadas;
As câmeras digitais popularizaram nos últimos anos;
Uma foto aérea pode ser feita com uma câmera simples;
Para obter detalhe, a foto não pode ser tirada de longe.

Após os alunos exporem seu conhecimentos prévios, o professor deve explicar sobre as fotografias aéreas, buscando relacionar o que foi dito pelos alunos, de forma que eles percebam alguma incoerência em suas respostas, mas também aproveitando suas ideias como subsunsores para os novos conhecimentos. Por exemplo, caso algum aluno afirme que as câmaras de uso pessoal podem ser utilizadas para a aquisição de uma foto aérea, o professor deve questioná-lo se devido à velocidade do avião seria possível obter uma foto de qualidade. Já na situação em que algum aluno afirmar que para se ter detalhes a foto não pode ser tirada de longe, o professor pode questionar sobre o que acontece com a área fotografada quando diminuimos a altitude do voo (diminui a área fotografada). A partir desses questionamentos, e dos debates provocados por eles, os alunos vão assimilando os novos conhecimentos de forma progressiva.

As imagens de satélites



Que tipo de instrumento é utilizado nos satélites para a obtenção das imagens?

Como obter detalhes de um local utilizando uma imagem de satélite?

Sobre as imagens de satélites, o professor deve questionar os alunos sobre o o procedimento de aquisição de imagens por satélites, fazendo perguntas do tipo: que tipo de instrumento é utilizado nos satélites para a obtenção das imagens? É possível ter uma imagem de satélite com um mesmo nível de detalhamento que uma foto aérea? Como resposta, os alunos podem afirmar que o “satélite tira uma foto” e que ela “possui muitos detalhes”. Para esse tipo de resposta, o professor pode explicar sobre o assunto, afirmando que o satélite não faz imagens por recortes, como no caso das fotografias aéreas analógicas eram feitas, que os satélites fazem imageamentos contínuos por faixas e que os recortes são feitos após o

processamento dos dados. Cabe ressaltar que atualmente, com as câmeras digitais de aerofotogrametria, o processo de obtenção das fotografias aéreas se assemelha ao das imagens de satélite. Hoje, as fotografias aéreas são obtidas também por contínuas faixas fotografadas (imageadas), com a diferença que essas faixas cobrem poucos quilômetros de extensão, ou seja uma área pequena, enquanto que no caso dos satélites a extensão é de um Polo ao outro. Outra informação importante de se esclarecer é que os níveis de detalhamento das imagens dependem do tipo de sensor utilizado no satélite. Dependendo da finalidade com que o satélite foi construído, ele pode ter sensores que possibilitam visualizar objetos menores ou somente os objetos maiores, mas obtendo imagens de grandes áreas, enquanto que no caso das fotografias aéreas o detalhe está também relacionado ao tipo de sensor da câmera fotogramétrica, mas principalmente à altura do voo.

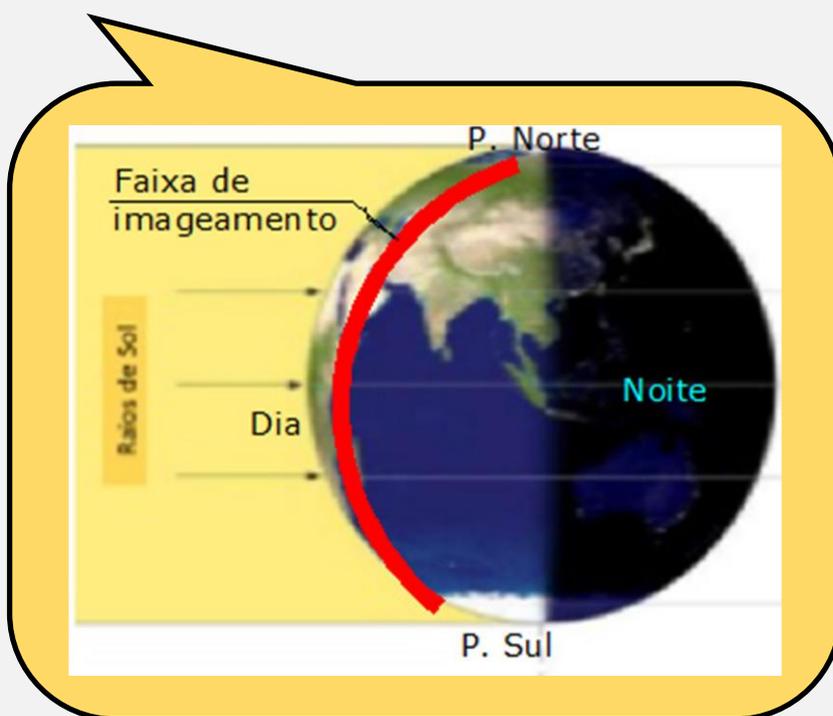
Aula 6 – Como é feito o imageamento da superfície terrestre por satélites de observação

Nesta aula, o professor deve utilizar a maquete representativa do movimento orbital de um satélite de observação e do movimento de rotação da Terra. Essa maquete é importante para que os alunos visualizem a composição dos movimento do satélite e de rotação da Terra, e compreendam que o processo de imageamento da superfície da Terra só é possível devido à combinação desses dois movimentos.

A aula deve ser iniciada questionando os alunos sobre como o satélite realiza o imageamento da superfície terrestre. Uma possível resposta dos alunos é que o “satélite captura as imagens durante sua órbita”; outra resposta seria “quando ele passa sobre área”. Partindo dessas respostas, o professor deve explicar que, de fato, o satélite imageia a superfície seguindo a sua órbita, e que as imagens são obtidas, continuamente, por faixas de imageamento.

Faixa de imageamento é uma região da superfície terrestre que o satélite cobre (visualiza) durante sua órbita, ele realiza uma espécie de varredura. A largura dessa faixa varia conforme as características do sensor contido no satélite.

O imageamento feito pelo satélite de observação é realizado por faixas, no sentido do polo norte para o polo sul, considerando a face da Terra voltada para o Sol (face iluminada pelo Sol), e que para cobrir toda a superfície terrestre deve-se levar em conta o movimento de rotação da Terra.



Neste momento, o professor deve solicitar a um dos alunos que acione a manivela da maquete, de forma a simular o movimento orbital de um satélite de observação, ao mesmo tempo que o globo deve ser rotacionado. Durante essa interação, o professor deve solicitar aos alunos que observem o movimento orbital do satélite e a rotação da Terra, para perceberem que as faixas vão acontecendo à medida que a Terra gira em torno de seu eixo, semelhante ao processo de se descascar uma laranja.

A maquete também deve ser usada para questionar os alunos se as faixas de imageamento são consecutivas ou se possuem intervalos entre elas.

Depois que os alunos visualizarem que o processo de imageamento da superfície terrestre é feito por faixas, o professor pode questionar se essas faixas são contínuas, uma ao lado da outra, ou se possuem intervalos entre elas.

Sabendo que o satélite Landsat-8 gasta 99 minutos para realizar sua órbita, no sentido dos polos da Terra, imageando uma faixa de 185km de largura, determine a quantidade de faixas imageada por dia e a largura total das faixas.

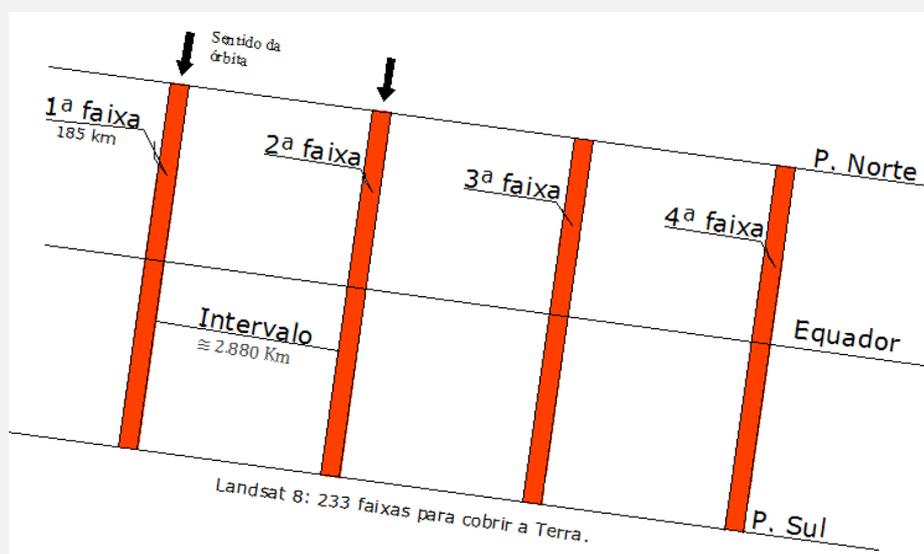
Para esclarecer possíveis dúvidas, o professor pode apresentar algumas características técnicas de algum satélite, como, por exemplo, o Landsat-8, que gasta 99 minutos para completar uma volta ao redor da

Terra, fazendo uma faixa de imageamento de 185 km de largura. Com essas informações, pode-se pedir as alunos que calcule quantas faixas são imageadas (quantas voltas em torno da Terra) por dia, e quanto do comprimento da linha do Equador representa a soma das larguras dessas faixas.

Considerando que a Terra gasta 24 horas para completar uma volta em torno de seu eixo, o que corresponde a 1440 min por dia (24×60 min). Dividindo esse tempo pelo período da órbita do Landsat-8 ($1440\text{min}/99\text{min}$), obtemos que ele completa 14,54 voltas por dia. Com esse resultado, 14 faixas completas por dia, e sabendo que cada faixa tem uma largura de 185 km, chegamos à conclusão de que o Landsat-8 imagea um total de 2.590 km ($14 \times 185\text{km}$) da linha do Equador por dia. Com este resultado, o professor pode, novamente, questionar se as faixas imageadas da superfície terrestre são contínuas ou intercaladas, acrescentando um novo questionamento: se esses 2.590 km de largura de faixas são suficientes para cobrir todo o comprimento da circunferência da Terra.

Para que os alunos consigam responder a esse questionamento, o professor pode pedir a eles que calculem o comprimento da circunferência da Terra, na linha do equador, fornecendo-lhes a informação de que o raio médio da Terra é de, aproximadamente, 6.371 km. Com esta informação, os alunos calcularão a circunferência da Terra, chegando no valor de 40.000 km, aproximadamente ($2\pi r = 2\pi \cdot 6.371 \text{ km} = 40.030 \text{ km}$). Disso, poderão concluir que o satélite Landsat não imageará, por dia, nem 10% da superfície terrestre, ficando mais de 37.000 km ($40.030 \text{ km} - 2.590 \text{ km} = 37.440 \text{ km}$) de superfície sem ser imageada. Portanto, para as 14 voltas realizadas por dia, teremos um total de 13 intervalos entre as faixas da superfície terrestre, o que resultará num intervalo de 2.880 km entre essas faixas imageada ($37.440 \text{ km}/13 = 2.880\text{km}$), como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Desenho representando as faixas e os intervalos de imageamento da superfície terrestre, feito pelo satélite Landsat-8



Fonte: Elaboração do autor, 2019

Concluída a discussão sobre as faixas de imageamento da superfície terrestre, o professor deve, em seguida, trabalhar com os conceitos de resolução temporal e espacial das imagens de satélites. Para iniciar, o professor deve questionar os alunos sobre o que eles entendem de resolução temporal e espacial de imagens, permitindo a todos apresentarem seus conhecimentos prévios.

Respostas esperadas:

Resolução temporal é sobre como estava o tempo no dia da aquisição da imagem;

Resolução espacial é sobre o espaço entre o satélite e a superfície da Terra.

Mesmo que algum aluno apresente uma resposta coerente sobre os conceitos, o professor deve fazer a explicação científica, exemplificando-a. A resolução temporal é definida como sendo o tempo que o satélite leva para repetir o imageamento de uma mesma região, ou seja, é o intervalo de tempo necessário para se obter uma nova imagem de um mesmo local - no caso do satélite Landsat-8, utilizado no exemplo anterior, a resolução temporal é de 16 dias. Esta resolução é utilizada em estudos de monitoramento, em que se acompanha, por meio de imagens de satélites, mudanças ou evolução em alvos mais

dinâmicos, como é o caso de culturas fenológicas (ex: soja e milho) ou do desmatamento de uma área. Para isso, compara-se as imagens obtidas entre uma passagem e outra do satélite.

Além da resolução temporal, outro parâmetro importante em uma imagem é sua resolução espacial, que é a capacidade de se diferenciar detalhes numa imagem. Segundo Meneses (2012, p.25), a resolução espacial “determina o tamanho do menor objeto que pode ser identificado em uma imagem”, ou seja, ela está associada ao tamanho do pixel (menor elemento da imagem) - a área que o pixel representa na superfície. Assim, quanto menor o tamanho do pixel, menor é a área da superfície que cada um deles representará, sendo possível ter os detalhes e, conseqüentemente, uma melhor resolução espacial da imagem. Por exemplo, vamos considerar uma imagem em que um pixel representa uma área de 30 x 30 metros da superfície e uma outra que representa 5 x 5 metros desta mesma superfície, qual delas possuirá maior resolução espacial? Considerando que na primeira imagem será possível identificar somente os objetos com dimensões a partir de 30 m e que na segunda conseguimos identificar objetos de até 5 m, podemos concluir que a imagem com pixel de 5 x 5 m é a de maior resolução.

Em seguida, o professor deve apresentar que a resolução espacial é também utilizada com forma de classificação para as imagens, que podem ser classificadas em: baixa, quando um pixel representa áreas da superfície acima de 30 m²; média, com pixel correspondente à áreas entre 5 m² e 30 m²; e alta, com pixel representando áreas menores que 5 m². Para exemplificar isso, o professor pode apresentar as imagem da Figura 7, de média resolução espacial, e da Figura 8, de alta resolução.

Baixa: o pixel da imagem cobre uma área acima de 30 x 30 metros na superfície;

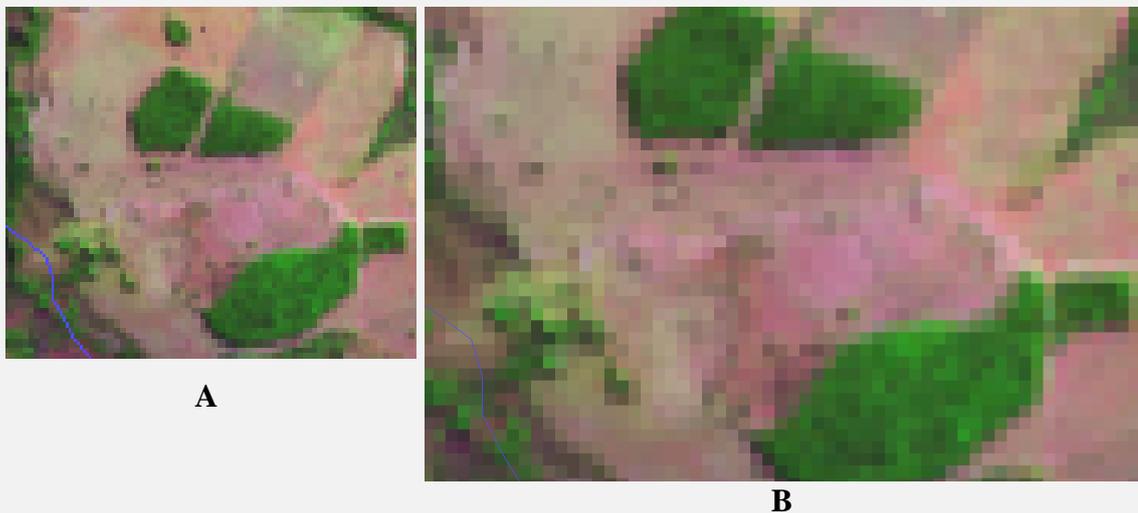
Média: cobre entre 5 e 30 metros;

Alta: cobre uma área menor que 5 x 5 metros.

Ao apresentar a Figura 7, que é um exemplo de uma imagem de media resolução, o professor deve explicar que a a imagem B é uma ampliação de uma pequena região da imagem A (foi feito um zoom da imagem), reforçando que, em vez de se ver mais detalhes da imagem

A, o que se observar é uma distorção, provocando uma perda de sua nitidez – na Figura 7B é possível visualizar alguns quadradinhos, que são os pixels.

Figura 7 – Imagem adquirida pelo Landsat-8, com resolução espacial de 30 m



Fonte: Elaboração do Autor, 2019

Por outro lado, se tivermos uma imagem de alta resolução (Figura 8) poderemos ampliar uma área específica, sem distorcê-la, conseguindo identificar os detalhes que estavam ocultos na Figura 8A), como a casa e a cerca do curral (figura 8B)

Figura 8 – Imagem com resolução espacial de 3 m

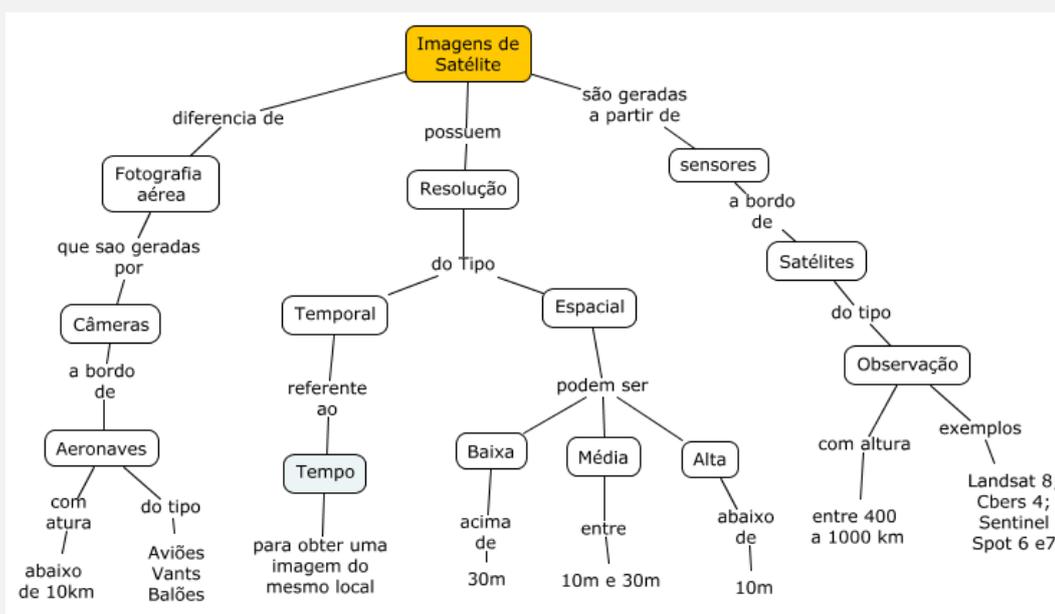


Fonte: Google Earth, 2019

Depois das explicações e discussões sobre as resoluções espacial e temporal, o professor deve solicitar aos alunos para que cada um elabore um mapa conceitual sobre imagens de satélites e fotografias aéreas – deve-se destinar de 20 a 30 minutos para esta atividade. Inicialmente, o professor pode solicitar aos alunos que enunciem os conceitos relacionados a esta temática e anotá-los na lousa, para que todos possam utilizar os mesmos conceitos em seus mapas.

Para que os mapas conceituais dos alunos sejam utilizados como um método avaliativo, o professor deve estabelecer alguns critérios qualitativos, como: se aluno utilizou todos os conceitos sobre o tema, ou parte deles; se os conceitos foram apresentados de forma hierárquica, iniciando nos mais gerais e ramificando para os mais específicos, de detalhes (isso nos fornecem indícios da diferenciação progressiva); e se as proposições, formadas pelas palavras de ligação e os conceitos, são coerentes e objetivas, possibilitando seu entendimento. Também é importante verificar a existência das interações entre os conceitos, através de relações cruzadas no mapa, em que os conceitos são ligados não apenas sequencialmente, mas que apresentam algumas ramificações – o que é uma característica da reconciliação integrativa. Para facilitar esta avaliação dos mapas conceituais elaborados pelos alunos, apresentamos na Figura 9 um mapa conceitual que pode servir de referência.

Figura 9 – Mapa conceitual sobre imagens de satélites e fotografias aéreas



Fonte: Elaboração do autor, 2019

Outro detalhe importante a ser observado pelo professor, é oportunizar aos alunos a apresentação oral de seu mapa conceitual, de forma a deixá-lo mais claro e, inclusive, corrigir alguma inconsistência – o ideal seria que todos apresentassem, mas sabemos que, devido ao tempo, nem sempre isso é possível. Durante a apresentação do mapa pelo aluno, o professor deve observar sua desenvoltura e domínio do tema exposto, o que fornece indícios de que os conceitos foram, ou não, assimilados.

Para finalizar, recomendamos que esta sequência didática seja ajustada de acordo com cada realidade, repensando o tempo destinado a cada uma das atividades e planejando-as conforme cada situação. Nossa intenção é que tenhamos proporcionado um material útil, e que possa ser utilizado, de forma total ou parcial, por professores e professoras, que estejam preocupados com aprendizagem significativa de seus alunos.

REFERÊNCIAS

ANDRIETTA, M. **Estudando as camadas da atmosfera terrestre**. 2019. Disponível em: <https://infoenem.com.br/estudando-as-camadas-da-atmosfera-terrestre/>. Acesso em: 10 out. 2019.

ARAGÃO, R. M. R. de. **Teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel: Sistematização dos aspectos teóricos fundamentais**. Orientador: Joel Martins. 1976. 109f. Tese (Doutorado em Educação). Unicamp, Campinas, 1976. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/253230/1/Aragao_RosaliaMariaRibeirode_D.pdf. Acesso em: 15 jan. 2021.

ENVEST. **Física – Satélites (Lei da Gravitação Universal)**. Conheça os tipos de satélites geostacionários e heliossíncronos. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=H50BjddxaWU>. Acesso em: 10 set. 2019.

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 dez. 2019.

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

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2.ed. São Paulo: Centauro, 2006a.

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

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. Aceito para publicação na *Qurriculum La Laguna*. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2020.

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: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID16/v1_n3_a2011.pdf. Acesso em: 20 jan. 2020.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. 2012. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2020.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais**. Porto Alegre: UFRGS, 2013. Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4198621/mod_resource/content/4/Moreira-MC-2013.pdf. Acesso em: 25 fev. 2020.

MOREIRA, M. A. **Ensino e aprendizagem significativa**. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

NOVAK, J. D; CANÃS, A.J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los. **Práxis Educativa**, v.5, n.1, p.9-29, 2010. Disponível em: <https://www.revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/1298/944>. Acesso em: 15 jan. 2021.

SOUZA, P. N. **Satélites e plataformas espaciais**: programa AEB escola – formação continuada de professores. 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: 20 abr. 2019.

ZABALA. A. **A prática educativa**: Como ensinar. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998.