

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS**  
**CÂMPUS JATAÍ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**EDNALDO OLIVEIRA DE CARVALHO**

**ESTUDO DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE**  
**ÓRBITAS DE SATÉLITES E O IMAGEAMENTO DA SUPERFÍCIE TERRESTRE**  
**NUM CURSO TÉCNICO EM AGRIMENSURA**

JATAÍ  
2021

**EDNALDO OLIVEIRA DE CARVALHO**

**ESTUDO DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE  
ÓRBITAS DE SATÉLITES E O IMAGEAMENTO DA SUPERFÍCIE TERRESTRE  
NUM CURSO TÉCNICO EM AGRIMENSURA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para Ciências e Matemática.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Linha de pesquisa: Fundamentos, metodológicos e recursos para a Educação para Ciências e Matemática

Sublinha de pesquisa: Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Ruberley Rodrigues de Souza.

JATAÍ

2021

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

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)**

Carvalho, Ednaldo Oliveira de.

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. -- 2021.  
125f. ; il.

Orientador: Prof. Dr. Ruberley Rodrigues de Souza.

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

Bibliografias. Apêndices.

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



**INSTITUTO FEDERAL**  
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
CÂMPUS JATAÍ

**EDNALDO OLIVEIRA DE CARVALHO**

**ESTUDO DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE ÓRBITAS  
DE SATÉLITES E O IMAGEAMENTO DA SUPERFÍCIE DA TERRA NUM CURSO TÉCNICO  
DE AGRIMENSURA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre(a) em Educação para Ciências e Matemática, defendida e aprovada, em 23 de fevereiro de 2021, pela banca examinadora constituída por: **Prof. Dr. Ruberley Rodrigues de Souza** - Presidente da banca / Orientador - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás; **Prof. Dr. Celso de Carvalho Braga** - Membro interno - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás e **Prof. Dr. Wellington Pereira de Queirós** - Membro externo - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul . A sessão de defesa foi devidamente registrada em ata que depois de assinada foi arquivada no dossiê do aluno.

*(assinado eletronicamente)*

Prof. Dr. Ruberley Rodrigues de Souza  
Presidente da banca / Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Documento assinado eletronicamente por:

■ **Ruberley Rodrigues de Souza, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 08/03/2021 14:39:22.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 18/02/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 131769

Código de Autenticação: 61537ce60c



**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás**

Rua Maria Vieira Cunha, nº 775, Residencial Flamboyant, JATAÍ / GO, CEP 75804-714

## AGRADECIMENTOS

Primeiro agradeço a Deus por me dar força, serenidade e mansidão todos os dias da minha vida, principalmente nos momentos adversos.

Agradeço a minha família e em especial minha esposa Alyne Lopes Assis, que sempre esteve ao meu lado, me incentivando nesta trajetória de estudos.

Agradeço a todos os professores do Programa de Pós-graduação em Educação para Ciências e Matemática – PPGECM, do Instituto Federal de Goiás que contribuíram diretamente para realização dessa pesquisa. Neste ato agradeço ao coordenador, professor Dr. Paulo Henrique de Souza pela sua dedicação e compromisso para com os discentes do programa.

Agradeço ao meu orientador durante essa caminhada de estudos e aprendizado, professor Dr. Ruberley Rodrigues de Souza, o qual teve muita paciência, dedicação, dando-me sugestões de leituras e fazendo as correções para um texto acadêmico e científico, sempre focado na clareza e objetividade. Obrigado! Aprendi muito com suas dicas.

Agradeço aos professores da Banca Examinadora: professor Dr. Celso de Carvalho Braga e o professor Dr. Wellington Pereira de Queirós, pelas sugestões gerais e pontuais que foram fundamentais para melhoria desta pesquisa.

Agradeço aos alunos e bolsistas de Iniciação Científica: Lídia Rodrigues e ao Iago pelo auxílio na elaboração da maquete e na transcrição das filmagens das aulas.

E por último, e não menos importante, agradeço a todos os alunos do quarto período, em 2019/2, do Curso Técnico em Agrimensura do Instituto Federal de Goiás – Câmpus Jataí, por participarem de forma voluntária da aplicação da Sequência Didática.

Se o seu dom é servir, sirva; se é ensinar, ensine;

(Romanos: 12:7)

## RESUMO

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa, do tipo estudo de caso, em que se buscava compreender o processo de aprendizagem significativa sobre órbitas dos satélites e o imageamento da superfície terrestre, por alunos de um curso técnico em Agrimensura. A motivação desta pesquisa partiu das dificuldades dos alunos em diferenciar a forma de obtenção das imagens geradas por satélites e as fotografias aéreas, obtidas por aviões e drones. Para resolver esse problema, elaboramos uma sequência didática fundamentada na Aprendizagem Significativa de David Ausubel e contendo uma maquete representativa dos movimentos orbital de um satélite de observação e de rotação da Terra, que foi aplicada em uma turma do último período do curso técnico subsequente em Agrimensura do Instituto Federal de Goiás, câmpus Jataí. Apresentaremos, nesta dissertação, os resultados das análises das transcrições das filmagens das aulas de aplicação da sequência didática e dos mapas conceituais elaborados pelos alunos. A partir desses resultados, pudemos inferir que a maquete se constituiu como um recurso didático potencialmente significativo, permitindo aos alunos visualizarem a combinação do movimento orbital de um satélite e a rotação da Terra, o que propicia o imageamento da superfície terrestre. Nos mapas conceituais, elaborados pelos alunos, nós pudemos identificar tanto indícios de diferenciação progressiva quanto de reconciliação integrativa, o que é um indicativo de aprendizagem significativa dos conceitos abordados. Isso nos permitiu concluir que a sequência didática contribuiu para a aprendizagem significativa sobre o movimento orbital dos satélites e o processo de imageamento da superfície terrestre.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Significativa. Imageamento. Maquete. Órbitas de Satélites.

## ABSTRACT

This article is about a qualitative case study research, in which it was sought to understand the process of Meaningful Learning about satellite orbits and the imaging of the Earth's surface, by students of a Technical course in Surveying. The motivation for this research came from the students' difficulties in differentiating the way of obtaining the images generated by satellites and the aerial photographs, obtained by airplanes and drones. To solve this problem, we developed a didactic sequence based on David Ausubel's Meaningful Learning Theory, that contained a representative model of orbital movements of an observation and Earth rotation satellite, which was applied to a class from the last period of the subsequent Technical course in Surveying of the Federal Institute of Goiás, IFG - campus Jataí. In this dissertation, we will present the results of the analyses of transcriptions of class recordings, of the application of the didactic sequence and of the conceptual maps prepared by the students. From these results, we were able to infer that the model was set up as a potentially significant didactic resource, allowing students to visualize the combination of the orbital movement of a satellite and the rotation of the Earth, which allows the imaging of the Earth's surface. In the concept maps that were developed by the students, we could identify both signs of progressive differentiation and integrative reconciliation, which is an indication of meaningful learning of the concepts treated here. This allowed us to conclude that the didactic sequence contributed to the meaningful learning about the orbital movement of satellites and the process of imaging of the Earth's surface.

**Keywords:** Meaningful Learning. Imaging. Model. Satellite Orbits.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Plano das órbitas em relação a Terra .....	20
Figura 2 – Mapa conceitual sobre a teoria de mapa conceitual.....	30
Figura 3 – Disposição dos alunos na mesa com o microfone no centro .....	36
Figura 4 – Foto da maquete que simula a órbita de um satélite em torno da Terra.....	40
Figura 5 – Vista frontal da Maquete com as medidas para construção .....	41
Figura 6 – Mapa conceitual sobre Levantamento Altimétrico .....	42
Figura 7 – Mapa conceitual elaborado por A4, sobre Georreferenciamento de Imóveis Rurais .....	44
Figura 8 – Mapa conceitual de referência sobre Georreferenciamento de Imóveis Rurais .....	45
Figura 9 – Representação da camada ionosfera e a propagação das ondas de rádio .....	48
Figura 10 – Lançamento de um projétil com base na teoria de Isaac Newton sobre órbitas ...	50
Figura 11 – Globo de isopor utilizado para representar a Terra.....	50
Figura 12 – Desenho representativo das faixas e dos intervalos de imageamento do satélite Landsat 8 .....	60
Figura 13 – Imagem gerada pelo satélite Landsat 8, com resolução espacial de 30 metros ....	61
Figura 14 – Imagem com resolução espacial de 3 metros .....	62
Figura 15 – Mapa conceitual sobre imagens de satélites, elaborado por A1 .....	63
Figura 16 – Mapa conceitual sobre imagens de satélites, elaborado por A2 .....	65
Figura 17 – Mapa conceitual adotado como referência para órbitas dos satélites .....	66
Figura 18 – Mapa conceitual sobre órbitas dos satélites, elaborado por A14 .....	67
Figura 19 – Mapa conceitual sobre órbitas dos satélites, elaborado por A7 .....	68
Figura 20 – Mapa conceitual sobre órbitas dos satélites, elaborado por A10 .....	68
Figura 21 – Mapa conceitual adotado como referência para imagens de satélite .....	69
Figura 22 – Mapa conceitual sobre imagens de satélites, elaborado por A8 .....	70
Figura 23 – Mapa conceitual sobre imagens de satélites, elaborado por A9 .....	71
Figura 24 – Mapa conceitual sobre imagens de satélites, elaborado por A5 .....	72

## **LISTA DE QUADROS E TABELAS**

Quadro 1 – Cronograma da aplicação da sequência .....	37
Quadro 2 – Ilustração da divisão das camadas atmosféricas no espaço .....	54
Tabela 1 – Velocidade e tempo gasto para o satélite dar uma volta ao redor da Terra .....	19

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAR	Cadastro Ambiental Rural
CBERS	China Brazil Earth Resources Satellite (Satélite Sino Brasileiro de Recursos Terrestre)
EUA	Estados Unidos da América
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)
IFG	Instituto Federal de Goiás
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite (Satélite de Observação da Terra)
ISS	International Space Station (Estação Espacial Internacional)
SD	Sequência Didática
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>APORTE TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Os Satélites</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1.1</b>	<i>Satélites de Observação</i> .....	<b>21</b>
<b>2.2</b>	<b>Imagens de Satélites</b> .....	<b>23</b>
<b>2.3</b>	<b>Teoria da Aprendizagem Significativa</b> .....	<b>25</b>
<b>2.4</b>	<b>Mapas Conceituais</b> .....	<b>29</b>
<b>2.5</b>	<b>Sequência Didática</b> .....	<b>32</b>
<b>3</b>	<b>A PESQUISA</b> .....	<b>34</b>
<b>3.1</b>	<b>Sujeitos de Pesquisa/Instrumentos de Coleta de Dados</b> .....	<b>35</b>
<b>3.2</b>	<b>A Sequência Didática</b> .....	<b>37</b>
<b>3.2.1</b>	<i>A maquete</i> .....	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	<b>42</b>
<b>4.1</b>	<b>Primeiro encontro</b> .....	<b>42</b>
<b>4.2</b>	<b>Segundo e terceiro encontros</b> .....	<b>46</b>
<b>4.3</b>	<b>Quarto e quinto encontros</b> .....	<b>52</b>
<b>4.4</b>	<b>Sexto encontro</b> .....	<b>58</b>
<b>4.5</b>	<b>Mapas conceituais elaborados pelos alunos</b> .....	<b>65</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>74</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>78</b>
	<b>APÊNDICES</b> .....	<b>81</b>
	<b>APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL: SATÉLITES DE OBSERVAÇÃO E O IMAGEAMENTO DA SUPERFÍCIE DA TERRA</b> .....	<b>82</b>
	<b>APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> .....	<b>121</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Enquanto professor de disciplinas técnicas, em especial do curso técnico em Agrimensura do Instituto Federal de Goiás - Câmpus Jataí, tenho observado que os métodos e procedimentos para a atuação do profissional de Agrimensura tem mudado constantemente. Essas mudanças ocorreram em função do advento de novas tecnologias, que proporcionaram a obtenção de novos equipamentos e produtos, que são disponibilizados à sociedade, como é o caso dos satélites de observação, que geram imagens da superfície terrestre.

Antes do advento da tecnologia espacial, que possibilitou a construção e o lançamento de satélites ao espaço, as imagens da superfície terrestre eram restritas às fotografias aéreas obtidas por câmeras colocadas em aviões e/ou em balões. A partir da década de 1970, com a corrida espacial e o avanço tecnológico, essa realidade mudou, fazendo com que a qualidade das imagens de satélite fosse comparada à das fotos aéreas (RUDORFF, 2008), o que possibilitou uma gama de estudos e aplicações em diversas áreas do conhecimento.

Na área de Agrimensura e Cartografia, essas imagens podem ser usadas para auxiliar no mapeamento cadastral urbano e rural, realizar levantamentos topográficos de áreas de difícil acesso, confeccionar cartas imagem, criar modelo digital de terreno, auxiliar nos laudos periciais de avaliação de imóveis rurais através do uso do solo. Além de definir limites de reservas legal e permanente, áreas de bacias hidrográficas, áreas de inundação de reservatório de usinas hidrelétricas, entre outras aplicações.

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, nos últimos anos, que a maioria dos alunos tem a percepção de que a obtenção de imagens de satélites é semelhante à de fotografias aéreas. Para esses alunos, o local e o momento de aquisição de uma imagem de satélite são definidos conforme a necessidade do adquirente da imagem. Neste caso, o satélite poderia se deslocar de uma posição para outra, semelhante a um avião que sobrevoa uma dada região de interesse e depois se desloca para outra, definindo apenas uma nova rota. Neste modelo, o aluno desconsidera a existência e a necessidade de uma órbita fixa para que um satélite possa orbitar a Terra.

Com o intuito de contribuir para a mudança dessa percepção dos alunos, veio-nos a motivação de elaborar um material didático que pudesse explicitar como seria a órbita de um satélite e o processo de imageamento da superfície da Terra durante o procedimento de obtenção das imagens. Diferente dos livros didáticos e artigos científicos sobre esta temática, que, muitas vezes, trazem explicações de como fazer o processamento e a extração de informações das

imagens de satélite, nossa proposta é priorizar os conhecimentos sobre o movimento orbital de um satélite e o movimento de rotação da Terra, que são fundamentais para entender o processo de imageamento da superfície terrestre.

Embora o foco principalmente da disciplina de Sensoriamento Remoto seja o uso e as aplicações das imagens de satélites, acreditamos ser de suma importância para os alunos, futuros profissionais, terem uma visão profícua sobre essas órbitas, e entenderem que o imageamento é realizado por faixas não sucessivas da superfície terrestre. Compreender que essas faixas são distantes umas das outras e que o imageamento completo da superfície terrestre só é possível devido ao movimento de rotação da Terra. Isso propiciará uma ampliação de seus conhecimentos, fazendo com que eles deixem de ser meros usuários de produtos tecnológicos, e despertem seus interesses pela busca de novas aprendizagens.

Diante dessa problemática, surgiu-nos a seguinte questão de pesquisa: Como uma sequência didática, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa e contendo uma maquete que simula o movimento orbital de um satélite de observação e a rotação da Terra, pode contribuir para que alunos de um curso técnico em Agrimensura compreendam o processo de imageamento da superfície terrestre?

Buscando responder a esta questão de pesquisa, nos propomos a realizar um estudo do processo de aprendizagem significativa sobre órbitas dos satélites e o imageamento da superfície terrestre num curso técnico em Agrimensura. Nosso objetivo era fazer com que os alunos pudessem compreender a relação entre o movimento orbital de um satélite e o movimento de rotação da Terra, no processo de imageamento da superfície terrestre durante a obtenção das imagens. Para isso, nos orientamos nos seguintes objetivos específicos: sistematizar as concepções prévias dos alunos de Agrimensura sobre satélites artificiais e o processo de geração de imagens de satélite; selecionar conteúdos sobre satélites artificiais e imageamento da superfície terrestre, que serão abordados em uma sequência didática; construir uma maquete representativa do movimento orbital de um satélite de observação e a rotação da Terra; elaborar uma sequência didática que possibilite aos alunos compreender significativamente o processo de imageamento da superfície terrestre; aplicar essa sequência didática em uma turma de um curso técnico em Agrimensura e verificar se ela propicia a aprendizagem significativa por parte dos alunos; e finalizar o produto educacional, levando-se em conta os resultados obtidos na aplicação da sequência didática.

Optamos pela utilização da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de David Paul Ausubel, por acreditar na importância de se levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos na construção de novos conhecimentos. Assim, de acordo com Moreira

(2006b), a nova informação a ser adquirida necessita de conceitos, ideias, proposições relevantes e inclusivas preexistentes, ancorados na estrutura cognitiva do aprendiz para interagir e favorecer a aquisição e aprendizagem de novos significados.

Para avaliação e validação desta sequência didática, ela foi aplicada em uma turma de alunos do último período do curso Técnico em Agrimensura do Instituto Federal de Goiás, Câmpus Jataí. Todas as aulas, num total de seis encontros de uma hora e meia, foram gravadas em áudio e vídeo, o que possibilitou um melhor acompanhamento da participação dos alunos e de seu processo de construção de conhecimento. Processo esse que também foi acompanhado por meio da elaboração de mapas conceituais pelos alunos.

Para melhor compreensão da dinâmica do trabalho realizado, estruturamos esta dissertação da seguinte forma: apresentamos no segundo capítulo o referencial teórico que dá embasamento à temática da pesquisa, em especial, os conhecimentos relativos aos satélites artificiais, seus tipos de órbitas e as imagens geradas pelos satélites de observação. Fizemos também uma breve discussão sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), abordando informações sobre estrutura cognitiva, formas e condições para a aprendizagem significativa e sobre elaboração e utilização de mapa conceituais no ensino.

No terceiro capítulo descrevemos o percurso da pesquisa, classificando o tipo de pesquisa, o ambiente onde foi realizada e os sujeitos da pesquisa. Além disso, apresentamos uma descrição da sequência didática e dos instrumentos de coleta e análise de dados. Finalizamos esse capítulo com uma descrição sucinta da maquete representativa do movimento orbital de um satélite de observação e da rotação da Terra, bem como a listagem de materiais utilizados nessa construção.

No quarto capítulo relatamos como se procedeu a aplicação da sequência didática, fazendo uma análise desta aplicação e do envolvimento dos alunos, com vistas a avaliar a sua construção de conhecimento, o que propicia a validação da sequência didática. Apresentamos também uma análise dos mapas conceituais elaborados pelos estudantes, de forma a corroborar com as inferências obtidas a partir das observações discutidas anteriormente.

Nas considerações finais apresentamos uma síntese das inferências proporcionadas pelos resultados dessa pesquisa. Bem como as reflexões que ela nos proporcionou como pesquisador, e principalmente como docente, em ampliar os horizontes no processo de ensino e aprendizagem.

Nos apêndices, além do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, consta também o Produto Educacional, constituído na forma de uma cartilha digital. Este Produto Educacional estará disponibilizado também no portal do Programa de Pós-Graduação em Educação para

Ciências e Matemática do IFG, o qual poderá ser utilizado na disciplina de Sensoriamento Remoto em cursos técnicos e superiores, assim como em outras disciplinas de cursos de áreas afins.



## 2 APORTE TEÓRICO

Neste capítulo descrevemos os referenciais teóricos adotados nesta pesquisa, iniciando com uma discussão sobre satélites artificiais, classificando-os quanto à sua utilidade e os tipos de órbitas, e dando ênfase aos satélites de observação, que são responsáveis pelas imagens da superfície da Terra. Além disso, discorreremos também sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa e a utilização de mapas conceituais como instrumento de planejamento e avaliação de ensino-aprendizagem.

### 2.1 Os Satélites

Os satélites podem ser naturais ou artificiais, sendo que o satélite natural mais conhecido é a Lua, que gira em torno da Terra. Os satélites artificiais são construídos e colocados em órbita pelo homem, podendo ser de diversos tipos, dependendo de sua finalidade: observação; meteorológicos; militares; posicionamento geodésico; comunicações; científicos, dentre outros. Esses satélites “normalmente giram ao redor da Terra, também podendo ser colocados em órbita da Lua, do Sol ou de outros planetas” (SOUZA, 2003, p. 1).

Pode-se afirmar que a tecnologia dos satélites é relativamente recente, sendo o Sputnik 1 o primeiro a ser lançado ao espaço pela antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), atual Rússia, em 4 de outubro de 1957. O Sputnik 1 era um satélite esférico, com massa de 84 kg, contendo apenas instrumentos rudimentares e um transmissor de rádio, com uma órbita elíptica situada entre 230 a 942 km de altitude. Os Estados Unidos (EUA) só tiveram êxito em lançamento de satélites em janeiro de 1958: o Explorer 1, com massa de 8 kg. Segundo Souza (2003, p.7), esses primeiros satélites tinham poucas semanas de vida útil, e sua principal finalidade era a disputa do potencial econômico e tecnológico entre essas duas grandes nações: EUA e URSS.

O advento dos satélites trouxe mudanças e melhorias significativas para a vida das pessoas, como, por exemplo, os aparelhos e aplicativos de localização por satélite (Global Positioning System – GPS), que funcionam graças aos satélites de posicionamento geodésicos. Esses satélites são construídos especificamente para garantir a localização de qualquer ponto sobre a superfície da Terra, facilitando a vida das pessoas, ao indicar o percurso do destino nas cidades e rodovias. Além disso, esses satélites deixaram as rotas marítimas dos navios mais confiáveis, e a aviação passou a ter, em tempo real, a posição e a direção das rotas das aeronaves no espaço aéreo.

Na área de telecomunicações, uma partida de futebol em um estádio no Japão passou a ser transmitida ao vivo, em tempo real (com alguns segundos de atraso), para o Brasil e/ou qualquer outro país. Sem o advento dos satélites não seria possível, por exemplo, o acesso à internet em locais desprovido de cabos, como no caso das áreas rurais. Os satélites de telecomunicações são usados para a transmissão mundial de dados e informações telefônicas, internet e televisão. Eles foram os primeiros a serem colocados em órbita e são a maioria disponíveis no espaço, gerando receitas na casa dos bilhões de dólares. São satélites de acesso múltiplo, servindo a várias estações de recepção terrestre do mesmo local ou em outros países (MOREIRA, 2005).

O advento dos satélites possibilitou também um grande avanço na área de meteorologia, com o fornecimento de informações sobre temperatura, pressão, velocidade dos ventos e formação de nuvens, que hoje possibilita saber, com grande precisão, a probabilidade de chuvas e mudanças climáticas para uma determinada região. Isso só é possível através de dados e modelos matemáticos que se utiliza de informações transmitidas pelos satélites meteorológicos, que contribuem para as atividades agropecuárias, industriais, turismo, comerciais, logística entre outras.

Na classificação dos satélites, encontramos também os militares e científicos. No entanto, não se trata de um tipo específico de satélite, ao contrário, esta classificação está relacionada apenas à sua destinação bélica ou científica. Podemos encontrar satélites militares de uso em telecomunicações, observação da Terra, posicionamento geodésico, assim como, os científicos que auxiliam nas pesquisas científicas. Alguns satélites são voltados para a coleta de dados da Terra, da parte sólida, dos oceanos e da atmosfera, outros são destinados a exploração do universo (satélites interplanetários), como é o caso do satélite astronômico que transporta o telescópio espacial Hubble, responsável por obter imagens de estrelas e galáxias (MOREIRA, 2005).

Para um satélite ter a sua aplicabilidade, para a qual foi construído, ele precisa estar em sua órbita, fazendo sua trajetória, seu percurso espacial em volta da Terra ou de um outro astro. Colocar um equipamento deste no espaço é sempre um desafio, mesmo para os precursores desta tecnologia, o que nos leva à seguinte questão: como um satélite entra em órbita? Se a velocidade for baixa ele percorre uma distância e cai no solo, devido a força de gravidade que a Terra exerce sobre ele. Se a velocidade for muito alta ele irá se afastar paulatinamente da Terra até se perder na imensidão do espaço. Assim, para que um satélite permaneça em órbita é necessário que haja um equilíbrio entre a força gravitacional da Terra e a sua velocidade tangencial: “O satélite mantém-se em órbita devido a aceleração da gravidade

e a sua velocidade. Dessa maneira, ele permanece em constante queda livre em torno da Terra, comportando como se estivesse **preso** em sua órbita” (SOUZA, 2009, p.398, grifo do autor).

Além disso, a atmosfera terrestre também interfere nesse processo, impossibilitando que se coloque satélites numa órbita abaixo de 300 km de altitude, pois “o efeito de arraste atmosférico torna-se bastante significativo” (ROSA, 2009 p. 94). Diante disso, as altitudes das órbitas dos satélites em torno da Terra variam entre 400 e 36.000 km. Ainda segundo este autor, os satélites possuem uma velocidade variável em órbitas elípticas, sendo maior quando está mais próximo da Terra (perigeu) e menor quando se afasta (apogeu). Para órbitas circulares, cujo raio da trajetória é constante, a velocidade pode ser determinada pela seguinte equação:

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

onde  $G$  é a constante gravitacional universal ( $6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ );  $M$  é a massa da Terra ( $5,98 \times 10^{24} \text{ Kg}$ ); e  $r$  é o raio da órbita do satélite, que, neste caso, é dado pela soma do raio médio da Terra ( $r_T = 6.371 \text{ km} = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$ ) e a altura ( $h$ ) do satélite em relação à superfície da Terra ( $r = r_T + h$ ).

Esta equação é resultante do fato de que a única força atuante no satélite ser a força de gravidade que a Terra exerce sobre ele:

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

onde  $m$  é a massa do satélite.

No caso de um movimento circular, a força resultante que atua sobre o corpo se comporta como uma força do tipo centrípeta ( $F_{cp} = m a_{cp}$ ), cuja aceleração é dada por:  $a_{cp} = \frac{v^2}{r}$ . Portanto:

$$F_{cp} = \frac{mv^2}{r}$$

No caso do movimento de um satélite, que possui órbita circular, a força gravitacional, por ser a única força atuante, é a própria força resultante, que se comporta como uma força centrípeta:

$$F_G = F_{cp}$$

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

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

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

Ao aplicarmos a raiz quadrada em ambos os lados da igualdade, obtemos a expressão da velocidade do satélite, dada pela Equação 1.

Portanto, a altitude da órbita influencia na velocidade do satélite, ou seja, quanto menor a altitude maior deve ser a velocidade. Por exemplo, um satélite a 800 km da superfície da Terra (altitude) possui uma velocidade de 26.000 km/h, o que equivale a um deslocamento de 7,2 km a cada segundo (FLORENZANO, 2008), enquanto um satélite a 36.000 km de altitude tem uma velocidade de aproximadamente 11.000 km/h – cerca de 3 km de deslocamento a cada segundo. Na Tabela 1 apresentamos alguns exemplos de satélites com suas altitudes, velocidades e o tempo gasto por eles para dar uma volta em torno da Terra (período do movimento).

**Tabela 1 – Velocidade e tempo gasto para o satélite dar uma volta ao redor da Terra**

Altura do satélite em relação a Terra $h$ (km)	Velocidade do satélite $v$ (km/h)	Tempo gasto para dar uma volta em torno da Terra.	Tipo de satélite
350	27.733	1h 31min 22s	ISS
800	26.848	1h 40min 41s	Observação
20.200	13.946	12h	GPS, GLONNAS
36.000	11.045	≈24h	Geoestacionário
380.000	3.650	≈654h	Lua

Fonte: adaptado de Zurmely (2020).

O tempo que o satélite gasta para dar uma volta em torno da Terra, chamado de período, é dado pela razão entre a distância percorrida e a velocidade do percurso:

$$T = \frac{\Delta s}{v}$$

onde  $\Delta s = 2\pi r$  é a distância percorrida em uma volta, e  $v$  é a velocidade do satélite, dada pela Equação 1.

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

Portanto:

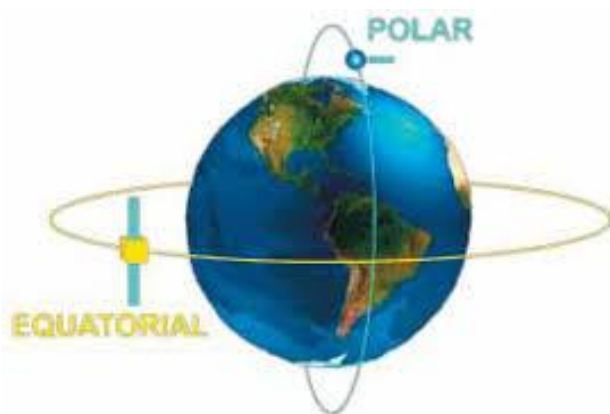
$$T = \left( \frac{2\pi}{\sqrt{GM}} \right) \cdot r^{3/2} \quad (2)$$

Uma classificação atribuída às órbitas dos satélites relaciona-se diretamente à sua altitude, sendo denominadas de: baixas; médias; e altas. As órbitas baixas, na faixa de 300 a 2.000 km de altitude, compreendem os satélites de observação e também a Estação Espacial Internacional (EEI) – em inglês International Space Station (ISS), que está localizada entre 300 e 400 km de altitude. As missões tripuladas de ônibus espacial também estão nesta faixa de altitude (SOUZA, 2009). Estes são os satélites que possuem maior velocidade e conseguem dar uma maior quantidade de voltas em torno da Terra num mesmo dia.

Os satélites de órbitas médias ocupam a faixa entre 2.000 e 20.000 km de altitude, como é caso dos satélites de posicionamento geodésico, cuja altitude é de aproximadamente 20.000 km. Enquanto os satélites acima dessa altitude são considerados de órbitas alta, característica predominante dos satélites de telecomunicações e de alguns meteorológicos, que estão há uma altura de aproximadamente 36.000 km da superfície da Terra.

Outra classificação atribuída às órbitas dos satélites refere-se ao plano da órbita em relação ao eixo de Rotação da Terra. As órbitas podem ser: polares, quando são paralelas ao eixo de rotação da Terra; equatoriais, quando são paralelas a linha do equador; ou quase polares, quando estão inclinadas entre os polos e a linha equatorial.

**Figura 1 - Plano das órbitas em relação a Terra**



(a)  
Fonte: Florenzano (2008)



(b)  
Fonte: Fapema (2009)

As órbitas do tipo polar ou quase polar (Figura 1) são predominantemente dos satélites de órbitas baixa e média, como no caso dos satélites de observação (Figura 1b). No caso da órbita equatorial, também chamada de geossíncrona ou geoestacionária, os satélites, que ficam

à uma altitude de aproximadamente 36.000 km, completam uma volta ao redor da Terra em 24 horas, aproximando-se do movimento de rotação da Terra (FLORENZADO, 2008). Neste caso, como seu período de movimento equivale ao período de rotação da Terra, ele fica sempre voltado para a mesma posição relativa à Terra, ou seja, para um observador posicionado na Terra seria como se o satélite não mudasse de posição, permanecesse “parado”.

### ***2.1.1 Satélites de Observação***

Os satélites de observação são os responsáveis pela geração de imagens da superfície da Terra. O primeiro satélite construído para essa finalidade foi colocado em órbita pelos americanos em 1972, denominado inicialmente 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-8, foi lançado em 2013. Esses satélites, da série Landsat, possui sua importância por ser os mais antigos e por ter produzido o maior acervo de imagens históricas do Planeta.

Outros países, como a França, Canadá, Coreia do Sul, Índia, Israel entre outros, também lançaram satélite de observação. O Brasil também entrou nesse grupo tecnológico através de uma parceria binacional com a China. Esta parceria iniciou-se em 1998 com o programa CBERS (China Brazil Earth Resources Satellite ou Satélite Sino Brasileiro de Recursos Terrestres), através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Academia Chinesa de Tecnologia Espacial (CAST), sendo que o primeiro satélite deste programa, o CBERS-1, foi lançado em 1999 (INPE, 2017).

Como os satélites de observação objetivam extrair informações da superfície da Terra, quanto mais próximos estiverem da superfície melhor será para realizar esta atividade. Neste sentido, as órbitas são baixas, variando, em sua maioria, entre 400 a 900 km de altitude. Eles possuem órbitas circulares, polar ou quase polar, para imagear toda a superfície do globo terrestre. As órbitas quase polares, também denominadas de heliossíncrona, cruzam a linha do equador sempre no mesmo horário local, numa trajetória feita sempre do polo Norte ao polo Sul, considerando-se a face da Terra voltada para o Sol. A maioria dos satélites, ao passar pela face oposta (de Sul para Norte), sem iluminação solar, não adquirem imagens da superfície, pois depende da luz solar para a geração das imagens.

A cobertura total do globo é feita por faixas de imageamento<sup>1</sup>, que variam conforme o satélite. Os satélites de faixas mais largas, acima de 200 km, levam menos tempo para cobrir toda a superfície do globo, porém fornecem imagens com poucos detalhes. Já os satélites de faixas mais estreitas, de 10 a 30 km aproximadamente, fornecem imagens com mais detalhes, mas levam mais tempo para cobrir toda a superfície do globo terrestre. Neste sentido, existem diferentes satélites de observação, aqueles que são construídos para fornecer imagens com mais detalhes da superfície e os que cobrem grandes áreas em um menor intervalo de tempo, mas sem tantos detalhes.

Os satélites de observação, a partir da série Landsat, viabilizou um grande salto para os estudos ambientais, tanto em qualidade quanto na agilidade e no número de informações (DI MAIO; SAUZEN, 2008). O Brasil foi um dos grandes beneficiados dessa tecnologia, que possibilitou: monitorar desastres ambientais, como deslizamento de encostas, erosões, enchentes, poluição de rios e reservatórios; localizar área 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.

Di Maio e Sauzen (2008) ressaltam ainda os custos por km<sup>2</sup> como uma das vantagens do uso das imagens por satélites, pois são menores que os levantamentos feitos por fotografias aéreas, obtidas com o uso de aviões. Outra vantagem é que os dados fornecidos pelos satélites de observação, dependendo do nível de coleta, apresentam diferentes resoluções espaciais e temporais, que são importantes para estudos em nível continental, regional, local e de detalhes. O estudo em nível continental está relacionado às grandes extensões territoriais, como países; o regional às áreas de estados e municípios; e o local relativos às áreas de propriedades rurais, como lavouras, pastagens e reservas. Já o estudo em nível de detalhes é utilizado, especificamente, para as áreas urbanas, na obtenção de informações de bairros, quadras e lotes (SAUSEN, 2006). Desta maneira, as resoluções espacial e temporal das imagens, que serão utilizadas em um dado estudo ou aplicação, definirão qual satélite de observação é mais apropriado para fornecer os dados.

---

<sup>1</sup> Faixa de imageamento é uma região da superfície terrestre que o satélite “enxerga” durante sua órbita, e faz uma espécie de varredura. A largura dessa faixa varia conforme o satélite.

## 2.2 Imagens de Satélites

As imagens de satélites se tornaram populares, principalmente com o uso do programa *Google Earth*, que dispõem de um globo, representando a Terra, coberto com mosaicos de imagens de um banco de dados em que o usuário visualiza o local de seu interesse. Esse sistema de visualização global por imagens revolucionou a espacialização da superfície da Terra, fazendo com que os continentes, países, capitais, cidades, vilarejos e locais de difícil acesso se tornassem visíveis para qualquer cidadão, através de um passeio panorâmico virtual geográfico. É importante ressaltar que, o que se visualiza no *Google Earth* não corresponde a um mesmo período de obtenção das imagens, que são de datas variadas, podendo ser antigas ou recentes.

O *Google Earth* também dispõe de uma ferramenta (Street View) com recursos para visualizar as ruas, os muros das casas, as fachadas dos imóveis, permitindo ao usuário uma visualização real, como se estivesse no local. No entanto, este recurso, em específico, não faz uso de imagens de satélites, mas de filmagens de câmeras de vídeos de 360°, que foram, posteriormente, recortadas em quadros individuais como fotos (GAGLIONI, 2019).

Quando o *Google Earth* foi disponibilizado, as imagens de alta resolução eram recentes e apenas as grandes cidades possuíam imagens com qualidade suficiente para se visualizar detalhes das quadras e lotes, o que não ocorria com as áreas rurais e cidades pequenas. Hoje o programa disponibiliza imagens de alta qualidade de detalhes na maioria das regiões do planeta, possibilitando a visualização de objetos na superfície, menor que um que um carro, por exemplo.

Essa capacidade de observar detalhes da superfície, por meio de uma imagem de satélite, está relacionada à resolução espacial da imagem, que é “a capacidade que o sensor possui de discriminar objetos em função do seu tamanho” (RUDORFF, 2008, p.35). Esta resolução é compatível ao tamanho do pixel<sup>2</sup> que forma a imagem, de tal forma que quanto menor o tamanho do pixel maior será a resolução espacial da imagem. Teoricamente, um objeto somente seria identificado quando o seu tamanho fosse igual ou maior que a resolução da imagem. Nesta situação, uma casa de 20 por 20 metros seria identificada a partir de uma imagem de 20 m de resolução espacial. Porém, a experiência mostra que, de fato, para um objeto ser identificado na imagem, a resolução espacial deve ser a metade da dimensão do objeto (MENESES, 2012), o que nos leva a concluir que, no exemplo da casa, a resolução ideal seria de 10 metros.

---

<sup>2</sup> Pixel é definido como sendo a menor unidade que compõe uma imagem, cuja dimensão é inversamente proporcional à resolução espacial da imagem.



Portanto, a resolução espacial interfere diretamente no uso e aplicação da imagem, ou seja, para grandes áreas, onde os detalhes são menosprezados, basta imagens de baixa resolução. No entanto, para aplicações em áreas urbanas, onde os detalhes, como identificação de meio fio das ruas, calçadas, entre outros, são importantes, é necessária uma resolução espacial submétrica. Atualmente, existem satélites de observação de uso comercial que obtém imagens de 30 cm de resolução espacial (ENGESAT, 2020). Existem também, imagens de média resolução, como as do Landsat (de 30 m) e do CBERS (de 20 m), que são disponibilizadas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), permitindo o uso em pesquisas em geral.

Além da resolução espacial das imagens, outro fator importante no uso e aplicação de imagens é a resolução temporal, pois diferentemente das fotografias aéreas, em que o avião se desloca para o local de interesse em data e horário pré-definido, esta definição prévia não é possível ocorrer com os satélites. No caso dos satélites é necessário aguardar o momento em que o satélite passará sobre aquela área de interesse. Este intervalo mínimo necessário para que o satélite revise um mesmo local é denominado de resolução temporal (MENESES, 2012), ou seja, o tempo entre duas passagens consecutivas do satélite sobre a mesma área da superfície terrestre.

Além disso, há também a possibilidade de existência de alguma intempere no momento que o satélite está passando sobre o local que se quer imagear. Por exemplo, a existência de uma nuvem de chuva sobre a área que se deseja imagear, no momento em que o satélite está sobre ela, inviabilizará a geração de imagens, fazendo com que seja necessário aguardar outro momento em que aquele satélite passará novamente sobre essa área, ou então a passagem de outro satélite.

A resolução temporal é fundamental para as aplicações em que o tempo é uma variável primordial, como no caso da detecção de desmatamento florestal e queimadas e nos estudos fenológicos de culturas de curto período, como soja, milho, arroz, feijão, algodão e outras. Nessas culturas, quanto menor for o tempo de revisita do satélite melhor e mais preciso será o acompanhamento do desenvolvimento ou constatação de doenças nas plantas.

A resolução temporal está relacionada com a órbita do satélite e com a faixa de imageamento da superfície terrestre. Por exemplo, os satélites de observação levam em média 99 a 100 minutos para completar uma volta ao redor da Terra, fazendo mais ou menos 14 voltas por dia. Como a órbita do satélite está num plano fixo em relação a Terra, o imageamento de toda a superfície só é possível devido ao movimento de rotação da Terra. Nesse processo, o satélite imagea uma faixa no sentido norte-sul da Terra, enquanto a Terra gira em torno de seu

eixo no sentido leste oeste. Assim, quando o satélite iniciar a volta seguinte a Terra rotacionou e a faixa imageada será em outra região da superfície. Considerando que a faixa de imageamento seja algumas dezenas ou centenas de quilômetros de largura, ao completar as 14 voltas vários intervalos entre as faixas ficam sem imageamento, devido à velocidade orbital e o movimento de rotação da Terra. Então, serão necessários vários dias para que se possa cobrir toda a superfície do globo, com imagens geradas pelo mesmo satélite. Por exemplo, o satélite Landsat-8, cuja faixa de imageamento da superfície possui uma largura de 185 km, necessita de aproximadamente 16 dias para cobrir toda a superfície terrestre (MENESES, 2012). No caso deste satélite, as 14 voltas em torno da Terra, realizadas por dia, conseguem cobrir uma faixa de apenas 2.590 km (185 km x 14 voltas) da circunferência terrestre, ficando cerca de 37.410 km sem imagear. Portanto, segundo Meneses (2012), para um total de aproximadamente 40.000 km de circunferência do globo terrestre, as faixas de imageamento distanciam-se 2.752 km umas das outras<sup>3</sup> (37.410 km/14).

### 2.3 Teoria da Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), desenvolvida por David Paul Ausubel (1918-2008), pertence ao grupo de teorias construtivistas, como a Piagetiana, com ênfase na linha cognitiva. O cognitivismo é uma corrente psicológica fundamentada na construção do conhecimento pelo indivíduo (aprendiz) e não simplesmente no armazenamento de informações (MOREIRA, 2017). Seu foco principal é a valorização do conhecimento prévio do aprendiz (aluno) e sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2017), que se refere aos conceitos, conteúdos e organização das ideias de um indivíduo numa dada área de conhecimento. A estrutura cognitiva é considerada fundamental para a Teoria da Aprendizagem Significativa, pois no “[...] contexto apresentado por 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).

Segundo Ausubel “**aprendizagem significativa** 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

---

<sup>3</sup> O resultado da operação 37.410km/14 resulta em 2.672,14 km. Os cálculos são aproximados, pois a quantidade de órbitas por dia não são exatamente 14, e o comprimento da circunferência da Terra também não são exatamente 40.000 km. Assim o valor de 2.752 km, apresentado por Meneses (2012), valores é resultado de cálculos ainda menos aproximados.

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 de as palavras terem sentido conotativo, amplo, dependem do contexto onde estão inseridas. Esta “substantividade” quer dizer que é a substância do novo conhecimento que permanece na estrutura cognitiva do aprendiz, não apenas as palavras que foram expressadas de forma precisa durante a aprendizagem. Quando isso ocorre, um mesmo conceito ou proposição pode ser expressado ou explicado de diferentes maneiras, com as próprias palavras do aprendiz, do seu jeito, mas mantendo a ideia principal (MOREIRA 2011).

Percebe-se que a base para o novo aprendizado, na perspectiva da TAS, são os conhecimentos prévios que o aprendiz possui em sua estrutura cognitiva, que também são chamados de subsunçores, e são fundamentais para a aprendizagem significativa. Quando um novo conhecimento se interage com os subsunçores, ancorados na estrutura cognitiva, de forma substancial e não arbitrária, o conhecimento prévio se modifica, se reestrutura, adquire novos significados, tornando-o mais rico, mais robusto e mais elaborado (MOREIRA, 2010). Em casos em que o aprendiz não dispõe do conhecimento prévio, de um determinado tema ou assunto, para entender e dar significado ao novo conhecimento, Ausubel propõem o uso de organizadores prévios, que “são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si” (MOREIRA, 2008, p.2). Os organizadores prévios têm a função de pontes cognitivas em estabelecer o elo entre o que o aprendiz já sabe com o que ele deve saber, fazendo com que o novo conhecimento seja aprendido de forma significativa. Há uma proposição clássica de Ausubel (1978, p.iv apud MOREIRA, 2006b, p.14), que expressa essa situação: “se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo”.

No contexto da TAS, a aprendizagem pode ser do tipo receptiva ou por descoberta. Segundo Moreira (2010), na aprendizagem receptiva, a informação, o conhecimento, está em sua forma definida, pronta, e o aprendiz não precisa descobrir para aprender. No entanto, mesmo sendo receptiva, isso não indica passividade e nem deve ser associada ao ensino tradicional, pois a aprendizagem receptiva pode ser explorada por várias maneiras como um filme, uma aula de laboratório e o uso de tecnologias como computadores entre outros. Já no caso da aprendizagem por descoberta, o aprendiz não recebe a informação pronta, finalizada, é necessário primeiro a sua descoberta para aprender. Moreira (2010) afirma que tanto a aprendizagem receptiva como a por descoberta possuem as mesmas condições fundamentais para a aprendizagem significativa: o conhecimento prévio e o interesse em aprender. Afirma

ainda que o ato de aprender por descoberta, por si só não garante uma aprendizagem significativa, pois seria humanamente impossível descobrir todas as informações e conhecimentos já disponíveis atualmente.

Quanto à forma de aprendizagem significativa, ela se divide em: subordinada, superordenada e a combinatória, dependendo da dinâmica da estrutura cognitiva do aprendiz. Na realidade, a forma dessa aprendizagem pode alternar de uma para a outra, passando de subordinada em um momento para superordenada noutro, depende de como a estrutura cognitiva está desenvolvida. A aprendizagem significativa subordinada é a mais comum dentre elas, e acontece quando o aprendiz compreende os novos conhecimentos pelo processo de ancoragem e interação dos conhecimentos prévios. Ou seja, quando o aprendiz já possui entendimento sobre determinado tema, agregando mais conhecimento com o novo conhecimento, ampliando e fortalecendo o que já existia, tornando-o mais completo (MOREIRA, 2010). Por exemplo, imaginemos que o aprendiz já sabe o conceito de triângulos, que são polígonos que possuem três vértices, três lados e três ângulos e, posteriormente, ele aprende que os triângulos são classificados, conforme a dimensão dos seus lados, em equiláteros, isósceles e escaleno. Neste exemplo, o aprendiz já possuía um conhecimento prévio relevante, sobre as características de um triângulo, e adquiriu um novo conhecimento, sobre as classificações de um triângulo, que está subordinado ao existente, aumentando seu conhecimento anterior, e que poderá ser usado no futuro para novos conhecimentos sobre triângulos.

A aprendizagem significativa superordenada é menos comum de acontecer que a subordinada, e acontece quando o processo exige uma síntese, uma abstração, uma indução, partindo de uma análise dos conhecimentos específicos para chegar no geral. Segundo Moreira (2010), neste tipo de aprendizagem o novo conhecimento adquirido é maior e mais geral que o existente. Um exemplo disso acontece quando o aprendiz não sabe o conceito geral de esporte, mas sabe que futebol é um esporte e depois aprende que vôlei, basquete, tênis, natação, hipismo, corrida, tiro ao alvo também são esportes. Desta forma, seu raciocínio poderá levá-lo, de forma indutiva, à conclusão de que o esporte é constituído por diferentes modalidades praticadas e realizadas por grupos de pessoas ou individualmente.

Por fim, a aprendizagem significativa combinatória difere das anteriores quando o novo conhecimento não estiver subordinado e nem superordenado ao conhecimento existente. Nesta forma de aprendizagem, o novo conhecimento não se utiliza de conhecimentos prévios (subsunçores) já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, ao contrário, é necessário um conhecimento mais amplo que abrange mais conceitos e informações sobre o tema. Retomando

o exemplo do triângulo, suponhamos que o novo conhecimento a ser adquirido fosse o cálculo do volume de um prisma hexagonal. Neste caso, não basta saber os conceitos sobre triângulo e as classificações quanto as dimensões de seus lados, é necessário também ter conhecimento sobre: cálculo da área de um triângulo equilátero; volume de um prisma triangular; e entender que o hexágono é formado por vários triângulos equiláteros. Em outras palavras, é necessária uma ampla interação abrangendo outros conhecimentos prévios, como se fosse uma base subsunçora e não apenas um determinado subsunçor (MOREIRA, 2010).

Segundo Moreira (2006b), para que a aprendizagem significativa ocorra é necessário o atendimento de duas condições essenciais: 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo; e 2) o aprendiz tem que estar disposto a aprender. O autor utiliza o termo “potencialmente significativo”, porque, segundo ele, não há a possibilidade de se ter um material significativo, um livro significativo ou uma aula significativa, pois o significado não está no objeto, mas nas pessoas. Portanto, material potencialmente significativo é aquele que apresenta significado lógico, que seja relacionável de forma não arbitrária e não literal aos conhecimentos prévios do aprendiz, que seja relacionável de forma apropriada e relevante (MOREIRA, 2010).

Sobre a disposição do aprendiz em aprender, Moreira (2010) quer dizer que o estudante precisa querer relacionar os novos conhecimentos com seus conhecimentos prévios de forma não arbitrária e não literal. Caso contrário, mesmo tendo um material potencialmente significativo, se o aprendiz não tiver interesse, a aprendizagem será apenas mecânica de memorização instantânea, e depois de um certo tempo praticamente tudo se apagará da memória, como se não tivesse estudado.

Outro fator relevante a ser considerado na ocorrência da aprendizagem significativa é a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Moreira (2011, p.41) define diferenciação progressiva como sendo “[...] o princípio segundo o qual as ideias e conceitos mais gerais e inclusivos do conteúdo da matéria de ensino devem ser apresentado no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhes e especificidade”. Retomando o exemplo do triângulo, em que o estudante já possui um conceito geral sobre essa figura geométrica, ou seja, sabe que se trata de um polígono de três lados, e de forma progressiva descobre que existe o triângulo equilátero, em que todos os lados são iguais, o triângulo isóscele, em que apenas dois lados são iguais, e o triângulo escaleno, em que os lados são diferentes. Neste caso, houve a diferenciação progressiva que é comum ocorrer na aprendizagem de forma subordinada. Já a reconciliação integrativa é definida como “o princípio programático segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar

similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes” (MOREIRA, 2011, p.41). Retomando mais uma vez o exemplo do triângulo, em que o aprendiz já sabe que uma das características do triângulo é que “cada lado é menor que a soma dos outros dois” (DOLCE; POMPEO, 1993, p.56), aí ele constata que quando os lados são diferentes, os ângulos também são diferentes e que, neste caso, o triângulo é definido como escaleno. A partir deste conceito ele relaciona que lados com medidas diferentes formam ângulos diferentes no triângulo, observa as similaridades e diferenças e reorganiza sua estrutura cognitiva.

Resumindo, enquanto na diferenciação progressiva há o estabelecimento de uma hierarquia, indo dos conceitos mais gerais e inclusivos para os específicos, na reconciliação integradora acontece uma alternância entre eles, provocando uma recombinação e reorganização entre as ideias e conceitos na estrutura cognitiva, buscando reconciliar inconsistências tanto reais quanto aparentes.

## **2.4 Mapas Conceituais**

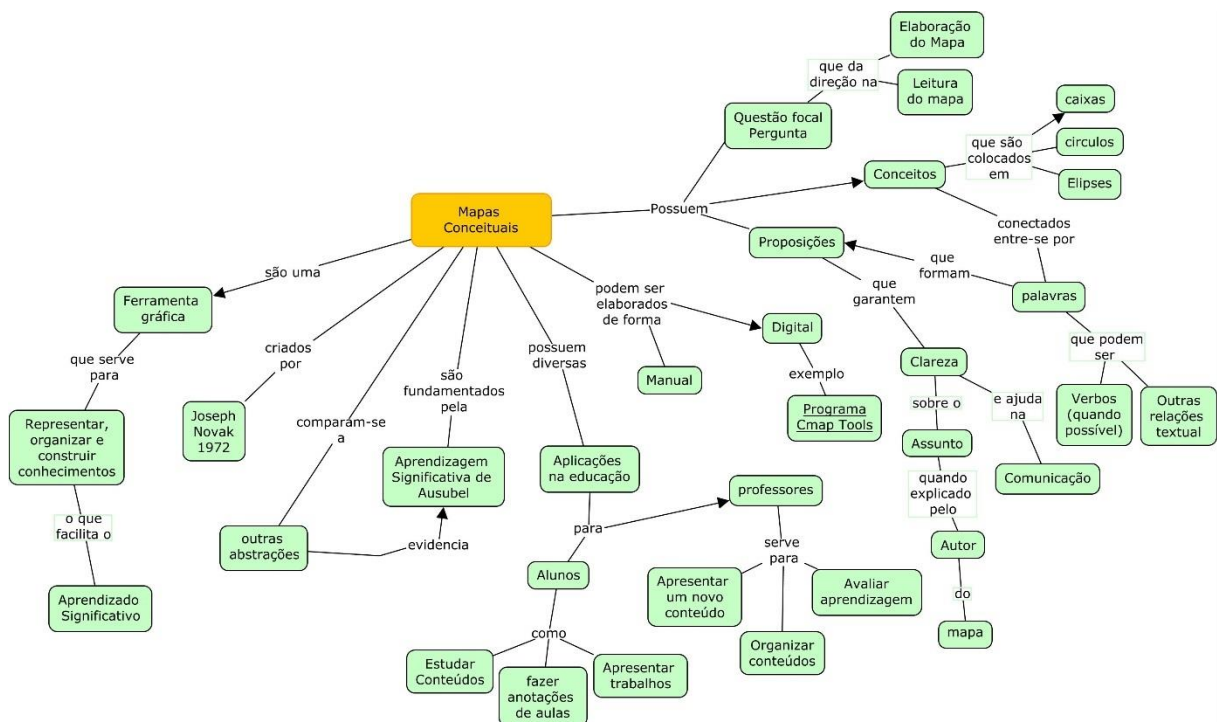
Os mapas conceituais foram propostos por Joseph Novak, no início da década de 1970, por meio de um projeto de pesquisa baseado na psicologia da aprendizagem de David Ausubel, no qual ele buscava “acompanhar e entender as mudanças na maneira como as crianças compreendiam a ciência” (NOVAK; MUSONDA, 1991 apud NOVAK; CAÑAS, 2010, p.10). No desenvolvimento dessa pesquisa, foram entrevistadas diversas crianças, o que dificultou suas análises e a identificação de mudanças específicas na compreensão de conceitos científicos apresentadas pelas crianças. Buscando uma forma de analisar a compressão conceitual das crianças, surgiu a ideia de representar esse conhecimento infantil na forma de mapa conceitual, dando origem, assim, a uma nova ferramenta para uso em pesquisa e também noutras áreas (NOVAK; CAÑAS, 2010).

Os mapas conceituais são recursos gráficos do tipo diagramas, que indicam relações entre conceitos através de palavras de ligações ou conectores. Geralmente os conceitos são organizados e dispostos dentro de figuras geométricas, como retângulo, elipse e círculos, de forma a organizá-los e hierarquizá-los, conectando-os com linhas e setas. Embora o uso de setas não seja obrigatório, elas podem ser utilizadas para indicar o sentido das relações conceituais. Segundo Moreira (2012), o ato de conectar um conceito ao outro é importante para mostrar a relação entre eles e formar uma proposição consistente e plausível de ser explicada. Além das linhas, usadas para ligar um conceito ao outro, é importante também o uso de palavras de ligação acompanhando as linhas, sendo mais indicado, sempre que possível, a utilização de

verbos para essas conexões. Desta forma, dois ou mais conceitos em conjunto com as palavras de ligação formam uma proposição, que permite o entendimento da relação conceitual. No entanto, isso não dispensa a explicação de quem construiu o mapa. A explicação faz dos mapas conceituais uma importante ferramenta para o aprendiz expor e externalizar seu conhecimento.

Para melhorar a compressão sobre como se estrutura um mapa conceitual, a Figura 2 apresenta um mapa conceitual sobre a teoria de mapas conceituais, adaptado do vídeo de uma aula do professor Henrique Cristovão (CRISTOVÃO, 2013). Neste vídeo, o autor faz uma explanação completa sobre mapas conceituais, a partir de um mapa sobre a própria teoria de mapas conceituais. Através dessa figura ele explica o que é um mapa conceitual, sua origem, quem o desenvolveu e a estrutura que ele deve ter, tais como: os conceitos em caixas (retângulos); a hierarquia dos conceitos, indo dos mais gerais e inclusivos aos específicos; as setas, que indicam as ligações entre os conceitos; e as palavras de ligação, que são fundamentais para a formação das proposições. Além disso, acrescentamos na Figura 2 mais alguns conceitos que acreditamos serem importantes para a compreensão da teoria dos mapas conceituais. Segundo Moreira (2012), os mapas conceituais podem ser utilizados para diversas finalidades, tanto por professores, na organização e apresentação dos conteúdos de disciplinas e também como forma de avaliação, quanto pelos alunos, como um recurso para estudar um dado conteúdo.

**Figura 2 – Mapa conceitual sobre a teoria de mapa conceitual**



Fonte: adaptado de Cristovão (2013)

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” (MOREIRA, 2013, p.35). As potencialidades dos mapas conceituais como instrumento de avaliação da aprendizagem é uma realidade no ensino. No entanto, essa avaliação não se caracteriza em medir o conhecimento do aluno através de um teste e classificá-lo por uma nota, mas como forma de identificar o que o aluno sabe em termos conceituais, ou seja, como ele relaciona e diferencia um dado conjunto de conceitos sobre um tema de estudo (MOREIRA, 2006b). Embora haja exemplos de avaliações quantitativas de mapas conceituais, em que são definidos critérios e atribuído valores a eles, Moreira (2013) defende que o mais importante é verificar se o aluno atingiu um nível de conhecimento sobre determinado conteúdo, do que converter essas avaliações numa pontuação. Para isso, a apresentação do mapa conceitual por seu autor corrobora, de forma significativa, para o processo avaliativo, além de estimular a aprendizagem do aluno durante sua explanação oral.

Novak e Cañas (2010, p.16) sugerem que os iniciantes, ao elaborarem um mapa conceitual, comecem com temas que sejam bastante familiar e, em seguida, definam uma questão focal, uma pergunta, que possibilite definir claramente o problema a ser resolvido com o auxílio do mapa conceitual. Um exemplo de questão focal, pode ser: o que são mapas conceituais? Assim, partindo do tema mapa conceitual, os conceitos podem ser organizados para responder à questão focal. Depois de definido a questão focal, inicia-se a identificação dos conceitos chaves, elaborando-se uma lista de conceitos. Essa lista é definida como sendo um estacionamento, onde os conceitos ficam dispostos para serem ordenados, partindo-se dos mais gerais, e inclusivos, para os específicos, e menos inclusivos. Esta ordenação ajuda na construção do mapa, em que os conceitos mais gerais ocupam a parte superior do mapa e os específicos, e menos inclusivos, mantem-se na base. No entanto, isso não é uma regra rígida de construção, ao contrário, o que deve ficar claro é a diferenciação entre os conceitos considerados mais importantes e os secundários e específicos, ou seja, deve existir uma hierarquia entre os conceitos, mas a sua disposição pode ser feita de outra forma, não necessariamente de cima para baixo (MOREIRA, 2012). Por exemplo, o tema pode ser centralizado e os conceitos ramificados para os lados, promovendo uma hierarquização radial, do centro para fora, em que os conceitos gerais ficam dispostos mais ao centro e os específicos nas bordas.

A elaboração de um mapa conceitual pode ser manual, numa folha de papel, ou digital, utilizando algum software. A forma digital é a mais prática, pois possibilita apagar, alterar textos e mudar posição das caixas, enfim uma série de vantagens comparado ao papel. Por outro lado, sua desvantagem é a necessidade de se compreender o funcionamento das ferramentas do



software para a construção do mapa. Uma das ferramentas digitais mais utilizadas para a elaboração de mapas conceituais é o software Cmap Tools (IHMC, 2020)<sup>4</sup>.

## 2.5 Sequência Didática

Uma sequência didática não se limita apenas a uma preparação dos conteúdos que serão apresentados e explicados aos alunos, de forma a possibilitar a compreensão por parte dos estudantes, ela exige um planejamento mais abrangente da estrutura didática. Neste contexto Zabala 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*” (ZABALA, 1998, p.18, grifo do autor).

Do mesmo modo, Oliveira (2013, p.39) define Sequência Didática como:

Um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino aprendizagem.

Observamos que em ambas as definições de sequência didática aparece a expressão “um conjunto de atividades”, que deve ser estruturalmente organizado em etapas sequenciais. Essas etapas devem ser ordenadas e conectadas entre si, de tal maneira que cada uma delas proporcione as condições essenciais de ensino para a etapa seguinte, com o objetivo principal de propiciar a aprendizagem. De acordo com Oliveira (2013), para a elaboração da sequência didática são necessários os seguintes passos básicos: definir o tema; estabelecer os objetivos a serem atingidos; problematizar os assuntos a serem trabalhados; planejar os conteúdos, considerando o material didático, o cronograma e o desenvolvimento, com o cuidado de integrar cada uma das etapas com o tempo estimado e a respectiva avaliação.

Uma sequência didática, como foi definida por Zabala (1998) e Oliveira (2013), diferencia de um plano de aula do dia a dia, da rotina de sala de aula, pela dinâmica de sua preparação e pelo contexto que está inserida no processo de aprendizagem. A própria escolha do tema já prevalece ao simples nome do conteúdo da disciplina. Em seguida, os objetivos devem ser bem definidos, pois são eles que norteiam quais conteúdos serão necessários, e de

---

<sup>4</sup> O Cmap Tools é um software gratuito, desenvolvido pelo Instituto de Cognição Humana e de Máquina, da Universidade do Oeste da Flórida (Institute for Human and Machine Cognition – University of West Florida), que possui uma interface enxuta, contendo os recursos principais para a construção de um mapa conceitual

que forma deverão ser trabalhados para que os objetivos sejam atingidos. Outro ponto importante da sequência didática são os questionamentos, a problematização, que promove a curiosidade do aluno e o instiga a aprender sobre aquele tema, promovendo uma maior interação dos estudantes, questionando e apresentando soluções para as situações propostas.

Ainda segundo Oliveira (2013), uma sequência didática deve ser pensada e elaborada de forma que haja harmonia entre suas etapas, sendo coesa e articuladas entre si. Além disso, as avaliações devem ter seus objetivos claros e um cronograma bem definido, de forma a não deixar dúvidas nos alunos e propiciando a eles uma compreensão de todo o percurso da sequência didática, desde seu início até sua finalização. Por fim, é importante ressaltar que o êxito da aprendizagem do aluno não está na quantidade de material planejado, ou na extensão do período de aplicação da sequência didática, mas no conhecimento da realidade e das necessidades do público assistido.

### 3 A PESQUISA

Esta pesquisa, de cunho educacional, buscou responder a seguinte questão: Como uma sequência didática, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa e contendo uma maquete que simula o movimento orbital de um satélite de observação e a rotação da Terra, pode contribuir para que alunos de um curso técnico em Agrimensura compreendam o processo de imageamento da superfície terrestre?

Nesta pesquisa, adotamos uma abordagem qualitativa, em que o pesquisador é um instrumento chave e o ambiente natural é declarado como uma fonte direta dos dados (TRIVINÕS, 1987). Nessa perspectiva, a busca pela interpretação das investigações se faz por meio de observações dos dados coletados, em que os resultados são apresentados por transcrições das observações a partir de gravações de áudios e vídeos, de entrevistas, diários pessoais, documentos, dentre outras formas de coletas de dados e informações. De acordo com Trivínos (1987), na pesquisa qualitativa o processo realizado é mais importante que o resultado e o produto.

Quanto aos procedimentos técnicos, trata-se de pesquisa do tipo estudo de caso, em que tanto as ações realizadas quanto as informações foram obtidas de apenas um local específico, a sala de aula, e com um mesmo grupo de participantes. De acordo com Yin (2001), o estudo de caso é um estudo empírico, utilizado principalmente em pesquisas que possuem perguntas do tipo “como” e “porque”, e que abordam fenômenos contemporâneos que estejam inseridos em algum contexto de vida real, preferencialmente quando não está claramente definido os limites entre o fenômeno e o contexto. André (2005) afirma que existem muitas vantagens no uso do estudo de caso, dentre elas: a possibilidade de fornecer uma visão profunda, ampla e integrada de uma unidade social complexa com muitas variáveis; e a capacidade de retratar situações da vida real. Além disso, o estudo de caso é um importante instrumento quando se pretende investigar fenômenos educacionais em seu contexto natural.

Voltando a questão desta pesquisa, observa-se que a investigação ocorreu em um ambiente natural, onde os participantes permaneceram no mesmo período e local de convívio escolar, que já estavam acostumados. A permanência neste espaço se tornou importante para que os alunos se sentissem à vontade durante as aulas e não alterasse suas posturas e atitudes, possibilitando, assim, que os dados coletados, por meio das observações, refletissem um alto grau de originalidade e confiabilidade.

### 3.1 Sujeitos de Pesquisa/Instrumentos de Coleta de Dados

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Goiás, que é uma autarquia federal de ensino público, situada na cidade de Jataí, no sudoeste do Estado de Goiás, e que oferta cursos técnicos de nível médio, graduação e pós-graduação. Os cursos técnicos são integrados ao ensino médio e ofertados em período integral, com exceção do curso técnico em secretariado, que é na modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA), e do curso técnico em Agrimensura, ambos no período noturno. O curso de Agrimensura foi o primeiro curso técnico ofertado pelo câmpus Jataí, há mais de trinta anos. Inicialmente era um curso com oferta na forma integrada, mas a partir de 2001 passou a ser ofertado na modalidade subsequente, ou seja, para cursá-lo o aluno precisa ter concluído o ensino médio, pois são disponibilizadas apenas disciplinas técnicas. O curso é totalmente presencial, com duração de dois anos, divididos em quatro períodos/semestres, onde são ofertadas 30 vagas para ingresso no primeiro período do curso.

O perfil do público que busca fazer o curso técnico em Agrimensura é variado, contemplando inclusive alunos já graduados, com o objetivo de agregar conhecimento técnico e ampliar sua área de atuação profissional, como é o caso de agrônomos, geógrafos, engenheiros, civis, eletricitas, florestais, tecnólogos em gestão ambiental. No entanto, a maioria dos ingressantes são aqueles que concluíram o ensino médio e ainda não iniciaram um curso superior. Inclusive esse é um dos fatores da alta taxa de evasão do curso, pois parte dos alunos se evadem quando conseguem ingressar no ensino superior e outra parte desiste por não se identificar com o curso, o que resulta em uma baixa taxa de eficiência - em média, apenas um terço dos alunos concluem o curso, com propósito de atuar profissionalmente.

A pesquisa foi realizada com alunos do último período do curso Técnico em Agrimensura do ano de 2019, pois é neste período que é ministrado a disciplina de sensoriamento remoto, onde é trabalhado os conteúdos sobre: satélites; imagens de satélites; órbitas; e imageamento. Esta turma era composta por 14 alunos, sendo sete mulheres e sete homens, com idade entre 21 a 59 anos, sendo que dois deles já possuíam cursos superiores: um em Engenharia Elétrica; e outro em Gestão Ambiental. A sequência didática foi aplicada no próprio espaço destinado às aulas da turma, que era uma sala de reuniões, com lousa e uma mesa no centro, capaz de agrupar todos os participantes sentados.

Quanto aos instrumentos de coleta de dados, utilizamos uma filmadora digital, colocada sobre um tripé posicionado do lado oposto à lousa, tendo como visão focal os participantes, a lousa e o professor/pesquisador. Utilizamos também um microfone, colocado sobre a mesa na qual estavam posicionados os alunos, de forma a melhorar captação do som. A

Figura 3 mostra o microfone e a disposição dos alunos ao redor da mesa, durante a aplicação da sequência didática.

**Figura 3 – Disposição dos alunos na mesa com o microfone no centro**



Fonte: foto do autor, 2019

A filmagem das aulas de aplicação da sequência didática permitiu observar a participação dos alunos e suas interações durante a realização das atividades. Para isso, essas filmagens foram transcritas, de forma a colocar em destaque não só as falas dos participantes, mas também suas posturas e gestos, possibilitando a obtenção de inferências sobre o processo de construção do conhecimento.

Os mapas conceituais também foram utilizados como instrumentos de coletas de dados. Durante a aplicação da Sequência Didática, os alunos fizeram três mapas conceituais de diferentes temas: o primeiro sobre georreferenciamento de imóveis rurais, que é um conteúdo que já havia sido trabalhado anteriormente que serviu para os alunos se apropriarem da técnica de elaboração de mapas conceituais; o segundo e terceiro foram de conteúdos relacionados aos temas explorados na Sequência Didática. Esses dois últimos mapas conceituais serviram de instrumentos de análise da aprendizagem dos novos conhecimentos assimilados pelos alunos. A análise desses mapas conceituais, em conjunto com as transcrições das filmagens, nos possibilitou avaliar o processo de construção de conhecimentos pelos alunos, proporcionado pelo desenvolvimento da Sequência Didática.

### 3.2 A Sequência Didática

Para a elaboração da Sequência Didática (SD), embasamo-nos em nossas observações das dificuldades apresentadas por alunos de turmas anteriores do curso técnico em Agrimensura, e na busca por soluções e estratégias que pudessem melhorar a aprendizagem dos alunos do curso. A sequência foi pensada numa perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), que leva em consideração os conhecimentos prévios, a estrutura cognitiva do aprendiz e se o material de apoio textual e manipuláveis são potencialmente significativos, além, é claro, da predisposição dos alunos em querer aprender (MOREIRA, 2006b).

A aplicação da SD aconteceu nos dias regulares de aula, da disciplina de sensoriamento remoto. Foram utilizados seis encontros de 1,5h, totalizando 9 horas, entre os dias 31 de outubro a 14 de novembro de 2019, distribuídas conforme o Quadro 1.

**Quadro 1 – Cronograma da aplicação da sequência**

<b>Encontros</b>	<b>Data</b>	<b>Assuntos explorados</b>	<b>Tempo</b>
1°	31/10/2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introdução aos mapas conceituais;</li> <li>• Exemplo de mapas conceituais;</li> <li>• Lista dos conceitos do tema para a elaboração de mapas conceituais;</li> <li>• Elaboração de mapa conceitual pelos alunos.</li> </ul>	1,5h
2°	01/11/2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os satélites artificiais:</li> <li>• Problematização: O que são; qual a importância; como seria nossas vidas sem o advento dos satélites.</li> </ul>	1,5h
3°	01/11/2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As órbitas dos satélites: Como os satélites estão no espaço? Estão parados ou em movimento?</li> <li>• Tipos de órbitas e aplicações dos satélites;</li> <li>• Elaboração do mapa conceitual pelos alunos.</li> </ul>	1,5h
4°	7/11/2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidade e período da órbita do satélite.</li> </ul>	1,5h
5°	7/11/2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Divisão das camadas atmosféricas;</li> <li>• Fotografia aéreas x imagens de satélites.</li> </ul>	1,5h
6°	14/11/2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O imageamento da superfície e a relação da órbita do satélite e o movimento de rotação da Terra (através do uso da maquete);</li> <li>• Resolução espacial das imagens (baixa, média e alta);</li> <li>• Resolução temporal das imagens e a faixa de imageamento;</li> <li>• Elaboração do mapa conceitual pelos alunos sobre imagens de satélites e fotografias aéreas.</li> </ul>	1,5h

Fonte: Elaboração do autor, 2019

Nesta SD, o primeiro encontro é destinado à apresentação e às discussões sobre mapas conceituais, de forma que os alunos possam aprender a técnica de elaboração e utilização deste instrumento com o objetivo de organizar, estudar e aprender determinados conteúdos. Neste primeiro momento, os mapas conceituais servem como organizadores prévios importantes para conectar o que o aluno já sabe com o que ele deve saber (MOREIRA, 2011). Assim, auxiliará na organização conceitual dos temas estudados para uma aprendizagem significativa.

O segundo encontro é destinado ao aprofundamento de conceitos sobre satélites artificiais, com o objetivo de mostrar aos alunos o que é um satélite, o que levou a sua construção, qual a sua importância para a sociedade e quais suas aplicações. Esses conceitos devem ser trabalhados buscando, sempre, fazer com que os alunos externalizem seus conhecimentos prévios, que são fundamentais para a construção de novos conhecimentos, conforme a TAS. A partir deste encontro é importante que o professor se oriente no princípio da diferenciação progressiva, para garantir que os conceitos sejam organizados e apresentados aos alunos a partir dos mais gerais para os específicos.

O terceiro encontro é uma continuação dos estudos sobre os satélites, objetivando fazer com que o aluno construa seu conhecimento sobre: órbitas; como um satélite se mantém em órbita; tipos de órbitas e suas aplicações. Durante essa atividade, é fundamental que se priorize o diálogo com os alunos, permitindo que eles exporem seus conhecimentos prévios. Para facilitar o entendimento sobre os tipos de órbitas dos satélites, recomendamos a apresentação de 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). Os trinta minutos finais deste encontro deve ser reservado para que os alunos elaborarem um mapa conceitual sobre as órbitas dos satélites.

No quarto encontro, ainda sobre o movimento orbital dos satélites, deve ser abordado conceitos de física como: força da gravidade; massa da Terra; constante gravitacional; força centrípeta; e raio de uma trajetória circular. Estes conceitos são importantes para o desenvolvimento e utilização das equações de velocidade e período do movimento orbital de satélite de observação. Para isso, recomendamos que se faça os cálculos da velocidade e do período orbital de satélites de diferentes altitudes, observando e analisando o que acontece com sua velocidade e período orbital. A realização desses cálculos pelos alunos é importante para a organização dos novos conhecimentos em suas estruturas cognitivas. Isso permitirá que os alunos, aos poucos, vão diferenciando progressivamente os conceitos, bem como reconciliando as ideias e proposições que, num primeiro momento, apresentem confrontos de compreensão,

como é o caso dos satélites de maior altitude possuir velocidades mais baixas enquanto os menor altitude possuir maior velocidade.

O quinto encontro tem como objetivo mostrar as diferentes camadas atmosféricas, conforme a altitude no espaço, observando suas características, tais como: diferença de temperatura; sua importância para o estudo dos satélites; e o motivo pelo qual os satélites não orbitam em altitudes próximas à superfície terrestre. Além das camadas atmosféricas, deve-se abordar também conceitos sobre fotografias aéreas e imagens de satélites, com propósito de diferenciar e compreender ambos os métodos de aquisição e suas aplicações. Neste encontro, assim como nos anteriores, o professor deve programar os conteúdos que serão trabalhados, sempre considerando o princípio da diferenciação progressiva, em que as ideias e os conceitos mais gerais e inclusivos sejam apresentados primeiro, para ir progressivamente diferenciando-os dos mais específicos, conforme os detalhes (MOREIRA, 2006a).

O sexto, e último, encontro é destinado ao estudo do processo de imageamento da superfície terrestre, de forma que os alunos possam compreender que ele acontece em faixas, no sentido do eixo da Terra, e que a cobertura total da superfície terrestre somente é possível devido à rotação da Terra. É neste encontro que a utilização da maquete se torna fundamental para simular a composição do movimento orbital do satélite e de rotação da Terra, o que possibilita 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. Neste encontro dedica-se também ao estudo sobre a resolução espacial das imagens, o que permite a compreensão da diferenciação entre imagens de alta, média e baixa resolução e a influência em suas aplicações. Este encontro é finalizado com a elaboração de um mapa conceitual sobre imagens de satélite e fotografias aéreas por cada um dos estudantes, e sua apresentação para os colegas. Esta atividade tem como objetivo verificar como os novos conhecimentos, construídos pelos alunos, estão estruturados em sua estrutura cognitiva.

### **3.2.1 A maquete**

A maquete (Figura 4) foi construída para representar uma órbita quase polar, de altitude baixa, que é predominante dos satélites de observação. Para sua construção, utilizamos um globo terrestre de 30 cm de diâmetro; um alfinete, com cabeça de 3 mm de diâmetro (para representar o satélite); uma chapa de madeirite de 2 cm de espessura, com dimensões de 80 cm x 38 cm; duas barras de parafuso roscada de 1/4 de polegada, com um metro de comprimento; seis porcas e seis arruelas para rosca de 1/4 de polegada; um tronco de pirâmide de madeira



maciça, sendo a base maior de 15 cm, base menor de 8 cm e altura de 10 cm; duas hastes retangular de madeira de 1,5 x 4,0 cm e 31,5 cm de altura.

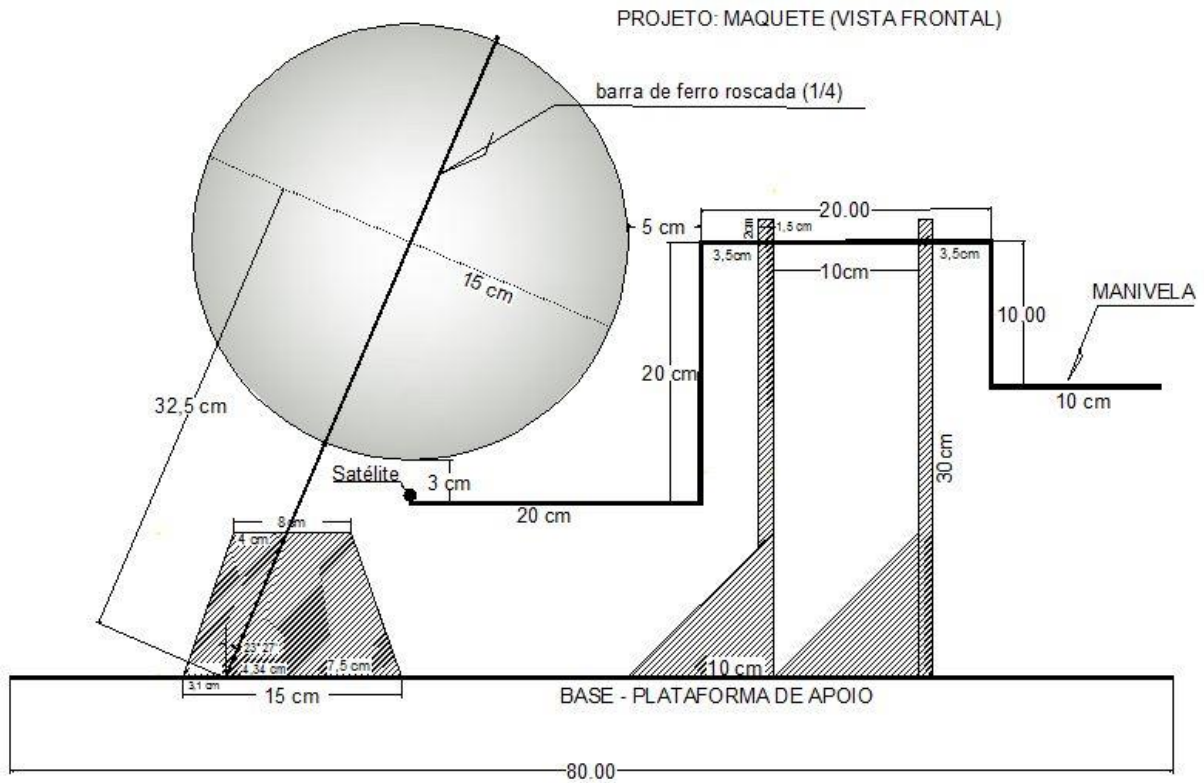
**Figura 4 – Foto da maquete que simula a órbita de um satélite em torno da Terra**



Fonte: foto do autor, 2019

Nesta construção, utilizamos uma das barras de parafuso roscada para apoiar o globo na base, com a mesma inclinação do eixo da Terra, introduzindo-a no globo, na direção Sul-Norte. A outra barra de parafuso foi curvada em 90° (graus) em três partes sequenciais de 20 cm e mais duas partes de 10 cm formando uma manivela, que foi colocada sobre as duas hastes de madeira, fixada verticalmente na chapa de madeirite (base da maquete) e distante 10 cm uma da outra. O alfinete, que representa o satélite, foi colocado na extremidade dessa manivela, conforme mostra a Figura 5, que apresenta a vista frontal do projeto da maquete. Embora tivéssemos a intenção de representar a Terra, o satélite e a órbita em escala proporcional às suas dimensões reais, adotamos essa relação de proporcionalidade apenas entre o diâmetro da Terra e a altitude da órbita do satélite, pois, se utilizássemos essa proporcionalidade do tamanho do satélite, ele ficaria invisível em relação ao tamanho da Terra.

**Figura 5 – Vista frontal da Maquete com as medidas para construção**



Fonte: Elaboração do autor, 2019

O uso desta maquete possibilita mostrar o processo pelo qual o satélite faz o imageamento da superfície terrestre, deixando claro, para isso, a necessidade de haver uma combinação entre o movimento orbital do satélite e o de rotação da Terra. Além disso, possibilita também a eles compreender que o imageamento é feito por faixas não sucessivas da superfície, e que leva um certo tempo para se repetir a mesma faixa imageada. A partir desta compreensão, é possível definir o conceito de resolução temporal do satélite e entender que não é possível se obter uma imagem de um local em qualquer dia e hora.

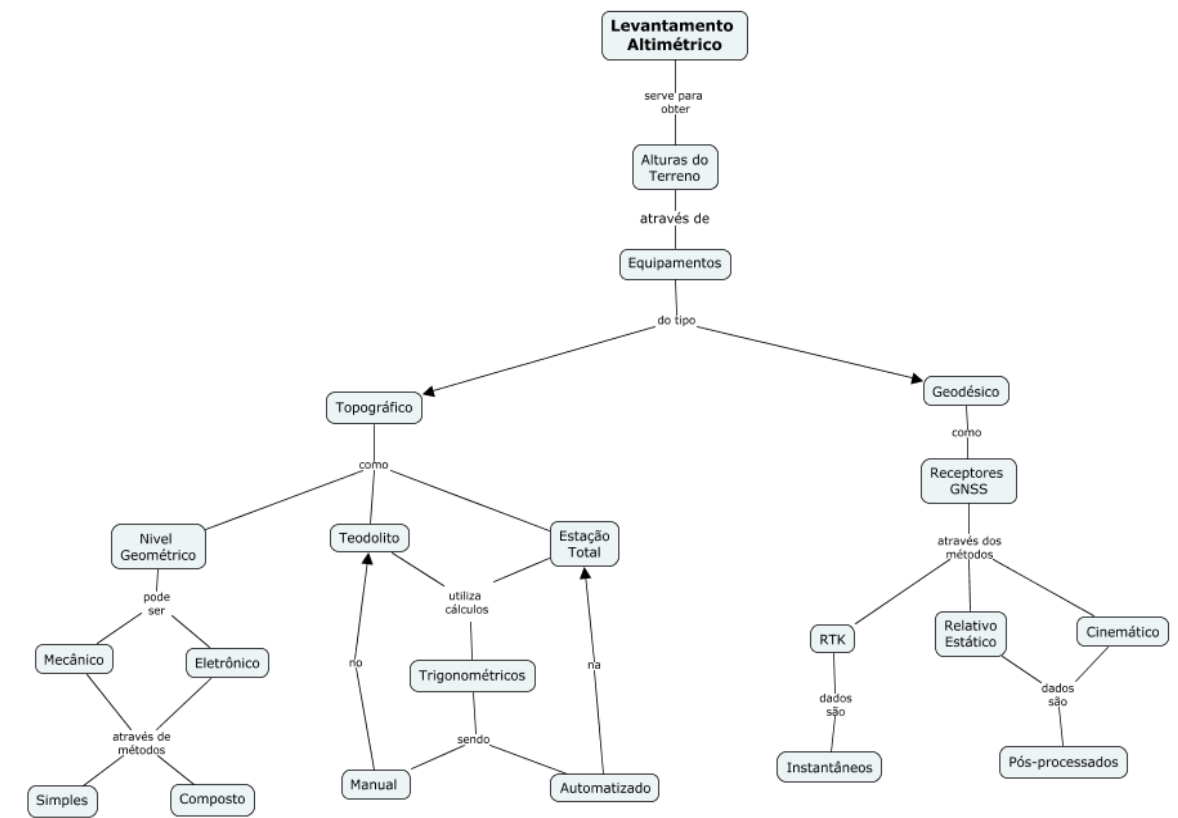
## 4 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Neste capítulo apresentamos a descrição da aplicação da SD, apresentando falas dos alunos, nas quais eles expõem seus conhecimentos prévios, suas ideias e dúvidas sobre os temas abordados. Para identificar as falas dos participantes, adotamos a seguinte nomenclatura: A1 para o aluno 1, A2 para o aluno 2 e assim sucessivamente; o professor é identificado por P.

### 4.1 Primeiro encontro

Iniciamos o primeiro encontro da Sequência Didática com uma breve explanação sobre o que é um mapa conceitual, sua utilidade e como proceder para sua elaboração. Para exemplificar esta técnica, pedimos aos alunos que elaborassem uma lista de conceitos sobre o tema “levantamento altimétrico”, que haviam estudado no período anterior. Solicitamos que indicassem os equipamentos necessários e os procedimentos para se realizar um levantamento altimétrico. O objetivo deste levantamento é fazer com que os alunos exponham seus conhecimentos relativos ao tema.

**Figura 6 – Mapa conceitual sobre Levantamento Altimétrico**



Fonte: Elaboração do autor, 2019.

Os conceitos elencados pelos alunos foram anotados na lousa pelo professor: altimetria, nível, teodolito, nível geométrico, estação total, GPS, geodesia, trena, mangueira de nível, GNSS, régua e baliza. Em seguida, projetamos na lousa um mapa conceitual sobre levantamento altimétrico (Figura 6), que havíamos elaborado, anteriormente, utilizando o software Cmap Tools, e afirmando que este era apenas um dos possíveis mapas, pois não existe um mapa padrão. Embora os conceitos listados pelos alunos não tenham sido idênticos àqueles utilizados no mapa projetado (a maioria foi semelhante), esta atividade permitiu que os alunos observassem o mapa, fazendo uma leitura para tentar entender as informações contidas nele. Em seguida, fizemos uma apresentação do mapa conceitual projetado para os alunos, dando enfoque nos conceitos e na forma com que eles estavam dispostos, a hierarquia e as palavras de ligação que formavam as proposições, para o melhor entendimento dos conceitos. Além disso, explicamos que a utilização de setas serve para direcionar o sentido da leitura dos conceitos contidos no mapa.

Depois de explicar o significado de cada um dos componentes de um mapa conceitual e da relação estabelecida entre os conceitos, questionamos aos alunos se eles, ao lerem os conceitos da forma que estavam organizados e com as palavras de ligação, conseguiam compreender o que é levantamento altimétrico. Respondendo a este questionamento, A4 afirmou que o mapa ajuda, mas que a pessoa tem que ter algum conhecimento sobre o assunto para compreendê-lo:

*A4: Professor, para ser bem sincero, quem não tem conhecimento, não entende nada, porque...O esquema ajuda, mas tem que saber o que é um teodolito, tem que saber o que é uma estação total, um nível, mas pra quem não sabe o que é, o assunto, não vai saber através do esquema.*

*P: Mesmo com o esquema (mapa conceitual) não adiantaria?*

*A4: não adiantaria! É que nem colocar um esquema desse aí, na área de medicina e colocar nome de órgãos, não vai adiantar nada, não tem conhecimento na área*

Concordando com A4, afirmamos que, de fato, é necessário conhecer sobre o assunto que está organizado no mapa, caso contrário sua leitura não terá nenhum sentido. Afirmamos ainda que uma das principais condições para que se entenda um mapa conceitual é sua explicação por parte de quem o construiu, conforme afirma Moreira (2012, p. 2): “mapas conceituais devem ser explicados por quem os faz, ao explicá-lo a pessoa externaliza significados”.

Finalizando o primeiro encontro, solicitamos aos alunos que elaborassem, individualmente, um mapa conceitual sobre o tema georreferenciamento de imóveis rurais. Para isso, os alunos foram apresentando os conceitos relevantes, enquanto o professor foi anotando-os na lousa. Transcorrido, aproximadamente, 20 minutos, e tendo todos finalizados os mapas conceituais, solicitamos que um dos alunos apresentasse seu mapa, o que foi prontamente atendido por A4:

A4: É um mapa conceitual... eu não pus o título né, mas aqui eu acho que ficou bem fácil a compreensão do mapa porque que fala sobre georreferenciamento de imóveis, partindo desse tema a gente pode ter um entendimento ao decorrer... ao longo do mapa, né.

A4: Georreferenciamento de imóveis rural tem como finalidade de... eu coloquei aqui... estão conseguindo ler daí?

Alunos: sim, humrum

A4: De posicionar o imóvel rural, né. O georreferenciamento tem finalidade de posicionar um imóvel rural, através de receptores e coletor, coletor de dados GNSS, e os tipos, tem os dados brutos que nós coletamos com os coletores e os dados rinex e o PPP que nós pegamos no IBGE... eu tinha que ter colocado também, né professor? IBGE aí.

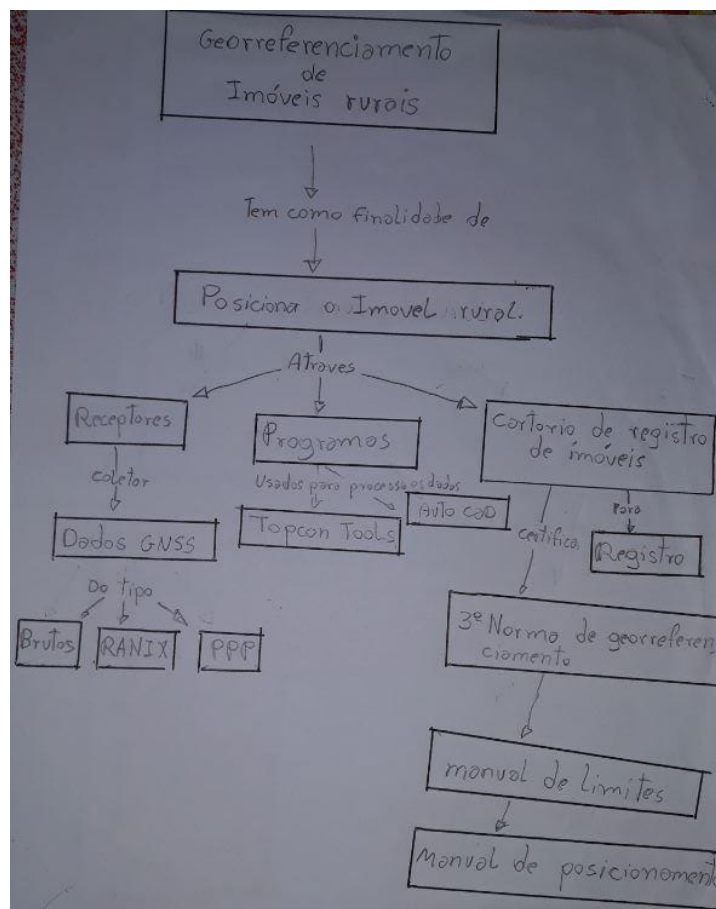
P: O PPP pertence ao IBGE

A4: IBGE, os rinex também, só que assim... nós precisamos de coletar os dados

A4: Isso, então aí, também através, o processamento... ele ocorre também através de programas que são Topcon tools e Auto Cad e depois dos processados, nós temos que ir a onde? No cartório de registro de imóveis, né...

A4: Vamos ter que registrar e também certificar que vai ser cumprido as normas, que são a norma de georreferenciamento, a terceira norma de georreferenciamento, o manual de limites e o manual de posicionamento. Com isso feito nós temos um imóvel georreferenciado.

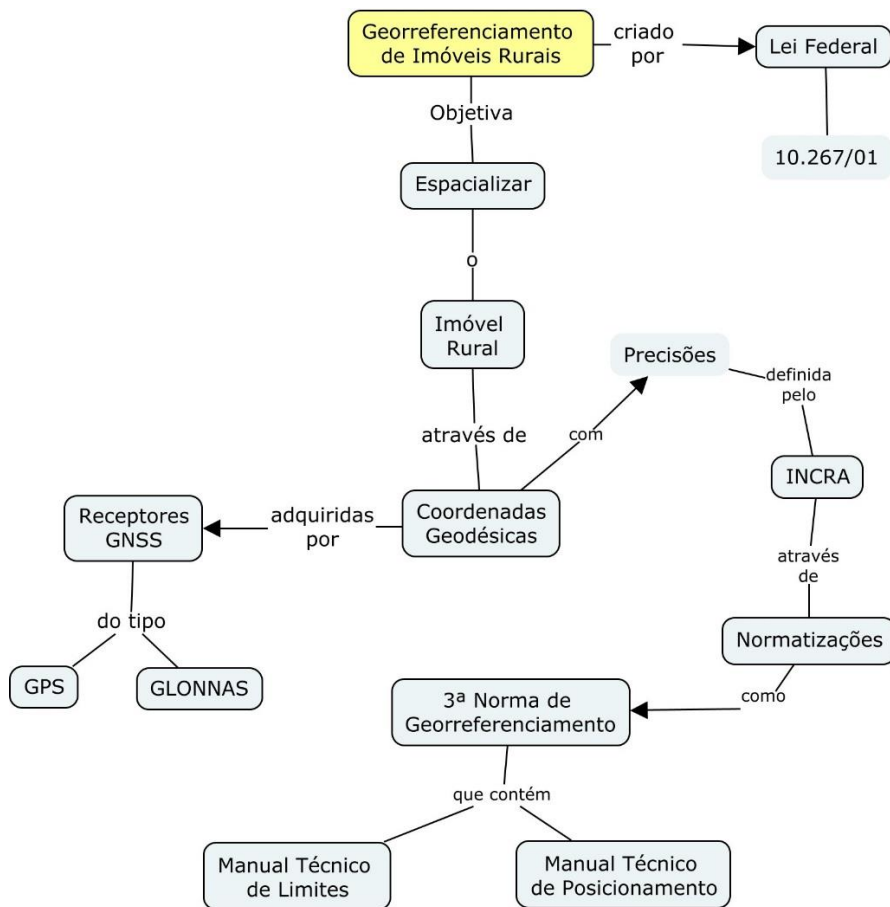
Figura 7 – Mapa conceitual elaborado por A4, sobre Georreferenciamento de Imóveis Rurais



Fonte: Elaborado pelo aluno A4, 2019

A4 conduziu a explicação de seu mapa conceitual (Figura 7), seguindo a hierarquia dos conceitos, inclusive acrescentando alguns que considerava importante, mas que não havia colocado no mapa. Analisando este mapa e comparando-o com um mapa de referência (Figura 8) elaborado pelo pesquisador, constatamos que ele apresenta a maioria dos conceitos anotados previamente na lousa. No entanto, A4 considerou “posicionar o imóvel rural” como um conceito, mas o melhor seria ter usado apenas “imóvel rural”. Além disso, ele ligou “manual de posicionamento” à “manual de limites”, que são dois documentos da terceira Norma de Georreferenciamento, em vez ligar ambos diretamente ao conceito “3ª Norma de Georreferenciamento”, fazendo uso de palavras de ligação como: contém, aborda ou abrange. Para esses dois conceitos, A4 não utilizou palavras de ligação para formar a proposição, limitando-se a colocar um conceito abaixo do outro. No entanto, considerando que este foi seu primeiro mapa conceitual, consideramos que estas observações não comprometem a organização, a clareza das ideias e a disposição hierárquica dos conceitos.

**Figura 8 – Mapa conceitual de referência sobre Georreferenciamento de Imóveis Rurais**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

## 4.2 Segundo e terceiro encontros

No segundo e terceiro encontro, que ocorreram no mesmo dia, os assuntos explorados foram: satélites artificiais e tipos de órbita. Esta aula foi iniciada com a pergunta: *o que são satélites?* Isso propiciou algumas interações por parte dos alunos, que nos possibilita identificar alguns conhecimentos prévios, que serão úteis para o desenvolvimento da aula:

*A1: Para mim satélite é uma... é um... equipamento que fica a uma certa altitude, a uma certa altura do... do... no sistema solar (acena com o braço para cima), não sei falar a palavra certa... Numa órbita... fica na órbita e ele serve para colher... é... colher dados e informações de vários... de várias características, né! Dependendo de quem lança esse satélite tem uma certa finalidade de colher certos tipos de dados. Para nós... para nós é colher ajustamento de pontos.*

*A3: Não é colher... na verdade, eles liberam... Dados, coordenadas... Ele está em um lugar, numa órbita, em que praticamente ele não é atraído e nem expelido. Ou seja, está em uma órbita geoestacionária. Portanto, ele está parado né... parado assim... a terra... está... (acenou com as mãos o movimento circular da terra) girando, e ele está girando junto com a terra, por isso chama geoestacionário.*

Podemos inferir da fala de A1 que ele, aparentemente, tem alguns conhecimentos prévios sobre satélites, pois fala de altitude, altura do satélite no espaço, da órbita e que há uma finalidade para quem lança. Quando A1 utiliza o termo “para nós”, acreditamos que ele esteja se referindo aos profissionais da área de Agrimensura, que utiliza dados (coordenadas de latitude, longitude e altitude), fornecidos por satélites de posicionamento, para fazer mapeamentos de áreas. Por outro lado, A3 fala sobre a força de gravidade, afirmando que o satélite praticamente não sente seu efeito, pois “ele não é nem atraído e nem expelido”, querendo dizer que se mantém com o mesmo afastamento em relação a Terra. Percebe-se, neste caso, que A3 não reconhece a existência de uma força resultante em movimentos circulares - concepção esta também apresentada por A7:

*A7: É importante também falar que ele está em uma órbita de praticamente... aonde que é... a poder de atração da Terra e do Sol praticamente é zero né?*

*A4: Não, é isso aí mesmo! O satélite na verdade ... A pergunta não é o que o satélite faz, mas o que é um satélite... é? É um equipamento que eles botam em órbita, né, muitos países já colocaram em órbita e ele tem várias funções, né... Função de rastrear, fornecer dados, coordenadas e... de... fazer fotogrametria, tem alguns que tem essa função também, né, alguns satélites que fornecem imagem é .... localização e muitas outras coisas, né, agora no momento não estou conseguindo lembrar.*

Na fala de A4, constatamos que ele apresenta alguns conhecimentos prévios sobre satélites. Além de afirmar que se trata de um equipamento que foi colocado em órbita,

demonstrando saber o que é uma órbita, ele apresenta algumas funções de um satélite, como: geração de imagens; e posicionamento.

No questionamento seguinte, sobre a importância dos satélites para nossas vidas, embora tenha havido uma menor interação, os alunos relataram que o advento dos satélites foi uma grande realização da ciência para a humanidade:

*A1: O mundo seria complicado né. Porque assim, o que a gente vê como era a vida antes dos satélites, como que essas informações corriam é... essas comunicações eram feitas era muito complicado né, porque antigamente, antes dos satélites, o que tinha era os rádios, que não usa essa tecnologia, essa frequência de propagação era totalmente diferente. E com o satélite hoje não, você consegue ver um jogo que está sendo transmitido do outro lado do mundo em tempo real você consegue ver esse jogo que está sendo transmitido graças a criação dos satélites. Internet que a gente usa.*

*A3: Bom professor, no meu ponto de vista a importância para a humanidade tem várias importâncias né. Porque o satélite mesmo foi criado pelo homem para uso militar, para saber localidade, onde o inimigo estava e depois que foi criando outras funções para o satélite. Eles viram que tinha inúmeras funções para fazer com os satélites como busca de sinais, dados, filmagens, fotografias, tudo. Aí eles começaram a usar os satélites para variadas funções.*

*A4: O satélite tem importância também na área da agrimensura, na área da engenharia é que através de algumas coordenadas que são oferecidas por esse equipamento, nós podemos definir exatamente os pontos, as coordenadas, as altitudes, fazer trabalhos do tipo, como foi citado na aula anterior com o professor X, sobre a importância dos satélites em alguns programas para se construir obras, rodovias e pontes, que só através desses equipamentos que a gente consegue essas coordenadas e se não tivessem criado os satélites não teria como fazer mais obras como essas.*

Observamos nas transcrições anteriores, que as respostas dadas por A1, A3 e A4 são coerentes. A1 cita a importância dos satélites na área de comunicação ao receber na televisão uma imagem quase instantânea de um jogo que acontece do outro lado do mundo, ou seja, de outro continente, oposto geograficamente ao nosso. A3 argumenta sobre a importância no uso militar, através do qual o satélite foi inicialmente construído e posteriormente usado em várias outras finalidades. Para A4, os satélites possuem sua importância na área de agrimensura e nas obras de engenharia, como rodovias e pontes. Podemos observar que essas falas se complementam, ficando claro que, sobre essa temática, os conhecimentos prévios desses alunos eram relevantes e bem organizados.

Em seguida, perguntamos se os satélites são recentes ou se já existem a muito tempo. Antes de A4 ter a iniciativa de pesquisar no Google e dizer que o primeiro satélite foi lançado no espaço, em 1957, pela União Soviética, houve a citação de diversas datas, como: 1800, século XVII, 1950, o que denota uma falta de contextualização em relação aos fatos históricos



e o desenvolvimento tecnológico da época. Após identificado a data de lançamento do satélite, questionamos se o rádio já existia antes do satélite e como seria o processo de transmissão. Respondendo à questão, A1 afirmou não saber exatamente como era o processo de transmissão, mas que era por ondas e que podiam ser transmitidas por longas distâncias:

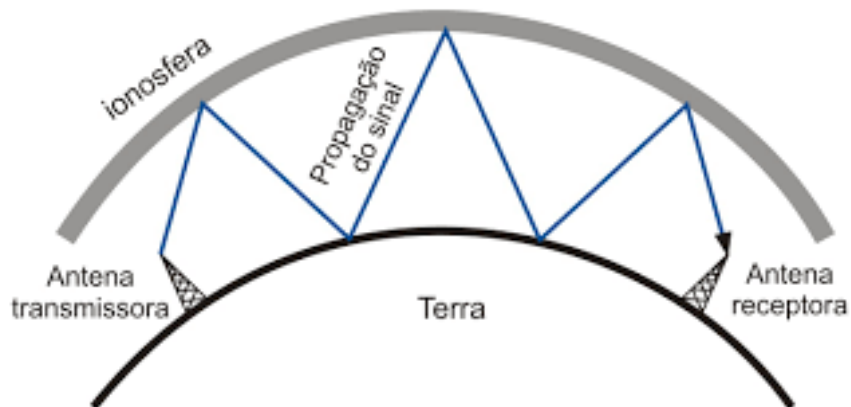
*A1: Era por frequência de ondas, né.*

*P: Frequência de ondas! Certo! Mas, assim... essa onda... ela poderia estar só uma transmissão a nível do Brasil, nível assim nacional, assim poderia sair? Como é que é isso?*

*A1: Eu não sei explicar muito bem qual a distância que ela se propaga, mas eu sei que não é nível do Brasil não. Eu lembro quando nós morávamos no Diacuy, próximo aqui, já pegava rádio do Paraguai, então... (Diacuy refere-se a uma região da cidade de Jataí).*

Apresentamos então o esquema da Figura 9 para explicar que as ondas de rádio são transmitidas devido a existência de uma camada atmosférica, denominada ionosférica. Essa camada, que se estende até 600 km de altura em relação a superfície da Terra, serve como um anteparo que reflete as ondas de rádio de baixa frequência. Por meio de múltiplas reflexões entre a Terra e a ionosfera, esses sinais podem ser levados a grandes distâncias, até intercontinentais – um processo de vai e volta, percorrendo grandes distâncias.

**Figura 9 – Representação da camada ionosférica e a propagação das ondas de rádio**



Fonte: Bernardes (2021)

Retomando a discussão sobre satélite, especificamente sobre suas órbitas, questionamos os alunos sobre como os satélites estão no espaço, se estão em movimento ou estão parados, e como eles se mantêm no espaço. Como resposta, tivemos alguns gestos, representando que nunca tinham pensado sobre aquilo. Obtivemos também afirmações do tipo: onde os satélites estão não existe gravidade, por isso eles ficam no espaço; os satélites estão

numa altitude muito alta, por isso a força da gravidade não consegue trazê-lo de volta à Terra. Novamente, constatamos o não reconhecimento de uma força resultante em um movimento circular. Além desse tipo de concepção, observamos também a concepção, apresentada por A1, de que o satélite se movimenta semelhante a um drone, sendo posicionando em determinada posição, de acordo com o interesse de quem o estivesse controlando:

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

*P: Como é esse parado em órbita?*

*A3: Eles estão na órbita terrestre, né! Não tem como eles atravessarem e descer e cair, porque tanto é que eles estão ao redor da Terra, né (fez movimento circular com a mão), mandando sinal, e é vários satélites, tanto é que se um satélite daquele lá cair.*

*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.*

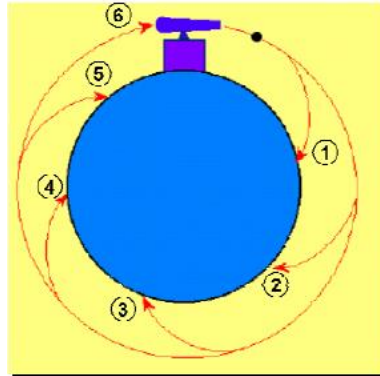
*A7: O problema é que eles estão em movimento em relação ao movimento da Terra, por isso ele chama geoestacionário (faz o movimento de rotação da Terra)... E aí são órbitas que não é estacionária, eles giram igualzinho a Lua gira em volta da Terra, eles giram em volta da Terra.*

*A8: É por isso que o professor, aquele dia, estava falando que um satélite pega um sinal, outro pega outro e manda uma foto em tempo real, de minuto em minuto lá.*

Por outro lado, constatamos que A7 parece compreender como se dá o movimento dos satélites, tanto aqueles de órbita equatorial (geoestacionária) quanto os polares, afirmando que os geoestacionários acompanham o movimento de rotação da Terra, e comparando os polares com o movimento orbital da Lua. Na interpretação de A7, o satélite não estacionário (órbita polar) muda de posição em relação à Terra como acontece com a Lua, que um dia está numa posição e noutro dia está em outra posição.

Para explicar como o satélite entra em órbita no espaço foi apresentado o desenho da Figura 10, que representa um canhão de grande potência colocado no topo de uma alta montanha e este lança seu projétil a uma certa velocidade. 1) O projétil é lançado pela primeira vez numa velocidade baixa, faz um percurso em forma de arco e cai. 2) Novamente é lançado com a velocidade um pouco maior, faz seu percurso e cai mais longe, arco 2. Sucessivamente é lançado cada vez mais rápido, mas ainda cai na superfície depois de um percurso. 6) No sexto lançamento a velocidade é suficiente para que ele complete a volta e entre em órbita ao redor da Terra (SOUZA, 2007).

**Figura 10 – Lançamento de um projétil com base na teoria de Isaac Newton sobre órbitas**



Fonte: Souza (2007, p.5)

Depois de entrar em órbita “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). Portanto, se não tivesse a força gravitacional, puxando o satélite em sua órbita, ele sairia pela tangente e se perderia no espaço.

**Figura 11 – Globo de isopor utilizado para representar a Terra**



Fonte: Elaboração do autor, 2019

Utilizando um globo de isopor de 30 cm de diâmetro, fixo a uma haste de madeira (Figura 11), perguntamos se a órbita de um satélite é sempre fixa ou pode variar de posição, e qual o percurso que ele faz? Questionamos também o que acontece com a Terra enquanto o satélite se movimenta? Para responder a esses questionamentos, A6 pega um pincel e simula o movimento orbital de um satélite ao redor da esfera de isopor, afirmando que ela é circular e que pode ser tanto vertical, passando pelos polos, quanto inclinado em relação ao eixo da Terra. Afirma ainda que ela pode ser também horizontal, acompanhando a linha equatorial. Neste

momento, A3 afirma que para que os satélites não se colidam, é necessário que cada um deles tenha uma órbita numa altitude diferente para cobrir toda a Terra. Constatamos, dessas falas, que enquanto A3 compreende a necessidade de uma órbita fixa para os satélites, o mesmo não ocorre com A6.

Continuando a discussão, A4 se aproxima do globo e explica que cada satélite tem sua órbita, exemplificando tanto as órbitas polares quanto as equatoriais. Embora, inicialmente, A4 apresente uma explicação que está em acordo com o conhecimento científico, no final de sua fala ele afirma que, dependendo do interesse, o satélite pode ser posicionado sobre um território específico para captar as imagens. Podemos inferir, desta fala, que A4 acredita que a posição do satélite pode ser alterada de forma semelhante ao posicionamento de um drone. No entanto, esse argumento não convenceu aos alunos, gerando uma discussão sobre o tema:

*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*

*A3: Na horizontal e na vertical*

*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...*

*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.*

Essa discussão possibilitou aos alunos construírem um conhecimento científico sobre a órbita dos satélites, fazendo com que eles tomassem uma postura mais ativa, questionando seus próprios conhecimentos e de seus colegas. Evidenciamos aqui princípios da aprendizagem significativa através da interação entre os alunos e dos argumentos que buscam justificar seus conceitos e ideias apresentadas. Esta ação propicia que os novos conhecimentos adquiram significados para o aprendiz e os conhecimentos prévios sejam reestruturados, obtendo maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2010).

### 4.3 Quarto e quinto encontros

No quarto e quinto encontro, que também aconteceram no mesmo dia, foram explorados conceitos relacionados à Física do Ensino Médio, desenvolvendo as equações da velocidade linear do satélite e de seu período de movimento. Além disso, utilizando as equações contidas no referencial teórico desta dissertação, fizemos os cálculos das velocidades e dos períodos de satélites de diferentes altitudes. Também foi apresentada a divisão das camadas atmosféricas, conforme a altitude no espaço, identificando as características de cada uma, bem como sua importância para o estudo dos satélites. Outro assunto abordado foi a diferenciação entre os métodos de aquisição de imagens por satélite e de fotografias aéreas, e suas aplicações.

Com o objetivo de fomentar uma maior interação dos alunos, iniciamos a aula perguntando sobre a relação entre a velocidade do satélite e sua altitude. Analisando as transcrições das falas de A2 e A4, a seguir, constatamos que ambos apresentam uma concepção de que quanto mais alto o satélite estiver maior será a sua velocidade. Para eles, pelo que parece, todos os satélites teriam um mesmo período para o movimento em volta da Terra, e que quanto maior a altitude maior seria a distância percorrida ( $\Delta s = 2\pi R$ ), e, portanto, maior deveria ser sua velocidade ( $v = \Delta s/T$ ):

*A4: Em relação à altura, quanto mais alto, mais a velocidade dele é maior... ele tem uma velocidade diferente um do outro, a não ser que estejam na mesma altura... em relação à altura... quanto mais alto, mais veloz ele está.*

*A1: E você imagina por que, que essa velocidade quando está mais alto é maior?*

*A4: Sim, porque a circunferência em volta da Terra quanto mais distante mais ele tem que andar veloz para poder acompanhar.*

*A2: tem que ir mais rápido para acompanhar.*

O problema da concepção de A2 e A4 é que nem todo satélite é estacionário, e eles não levaram em consideração a relação entre a velocidade e a força gravitacional, que é uma condição necessária para que um satélite fique em órbita. Ou seja: quanto menor a força gravitacional (maior a altitude) menor deverá ser a velocidade do satélite. Para confrontar essa concepção, de que quanto maior a altitude maior será a sua velocidade, realizamos o cálculo da velocidade e do período de um satélite em órbita circular a 20.000 km e de outro a 1.000 km de altitude. Para esses cálculos, utilizamos as equações 1 e 2, desenvolvidas no capítulo 2 desta dissertação:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \qquad T = \frac{2\pi}{\sqrt{GM}} \cdot r^{\frac{3}{2}}$$

Os cálculos foram realizados pelos alunos com o auxílio do professor, e utilizando o raio médio da Terra de 6.371 km. No decorrer desta atividade percebemos que alguns alunos apresentavam dificuldades em trabalhar com calculadora científica, principalmente relacionado ao cálculo de raiz quadrada e ao uso de potência de dez. Aproveitamos o momento de interesse dos alunos para tratar também deste tema, explicando como utilizar as diversas funções de uma calculadora científica:

*P: Mais fácil calcular desse jeito olha, pega 6,67, né, vezes 10... chapeuzinho.*

*A9: Espera aí, eu esqueci como é que faz chapeuzinho.*

*P: Chapeuzinho aí olha... tem a...*

*A10: Tem ele aí olha, aqui olha (mostra na calculadora).*

*P: Tem a celulazinha aí, chapeuzinho.*

*A9: Ah sim, achei.*

*A3: Tem que por entre parêntese?*

Neste exemplo, para uma altitude de 20.000 km, obtivemos uma velocidade de 3,89 km/s = 14.000 km/h, e um período de 42.604,57 segundos, que equivalente a 11,83 horas (11h, 49min e 48s). Para a altitude de 1.000 km, os resultados foram os seguintes:  $v = 7,3$  km/s = 26.482 km/h; e  $T = 6.295$  segundos, que equivale a 1h, 44min e 56s. Estes resultados possibilitaram aos alunos perceber que cada satélite possui um período e que a velocidade depende de sua altitude, mas que a relação é: quanto maior a altitude menor a velocidade do satélite.

De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa, podemos identificar neste episódio, sobre órbita, altitude e cálculo da velocidade e do período orbital dos satélites, a presença da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa. Constatamos aqui que os principais conceitos foram apresentados partindo dos mais gerais para os mais específicos, e que as interações entre os novos conhecimentos e os anteriores promove a eliminação de inconsistência, ao perceberem que a velocidade orbital do satélite é inversamente proporcional à sua altitude.

Em seguida, passamos a discorrer sobre as camadas atmosféricas, que são estratificadas conforme a altitude no espaço e de acordo com suas características individuais, tais como: temperatura; existências de gases; e pressão atmosférica. Esse tema é importante

também para a compreensão do motivo da impossibilidade de os satélites orbitarem próximo à superfície da Terra, onde (abaixo dos 300 km) a resistência do ar é muito alta, o que faz com que “o efeito de arraste atmosférico torna-se bastante significativo” (ROSA, 2009, p. 94)

**Quadro 2 – 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 Andrieta (2019)

Explicamos que, das cinco camadas representadas no Quadro 2, a que mais se destaca é a Troposfera, que está em contato com a superfície e atinge uma altura de até 15 km, e que é onde acontece todos os fenômenos meteorológicos. Em seguida vem a Estratosfera, que pode chegar a 30 km, onde a quantidade de oxigênio é pequena e a temperatura pode chegar até -40°C. Depois vem a Mesosfera, que pode chegar até 80 km de altitude, e é onde ocorre a absorção dos raios ultravioletas. A quarta camada é a Termosfera, também denominada de Ionosfera, que se estende até os 600 km de altura, sendo muito importância na transmissão de ondas de rádio de baixa frequência, possibilitando a transmissão de ondas de rádio a distâncias intercontinentais. Por último, a Exosfera, que pode chegar até 1000 km de altura em relação a superfície da Terra. Nessa região as temperaturas variam de 1000°C, durante o dia, podendo chegar a -300°C, durante a noite (CRUZ, 1997 apud MOREIRA, 2005). Por fim, explicamos que a maioria dos satélites de observação possui suas órbitas situadas na exosfera, entre 600 e 900 km acima da superfície da Terra, e que mesmo nessas temperaturas altíssimas e

baixíssimas, uma nave ou satélite não sofre aquecimento, pois nesta altitude a atmosfera é extremamente rarefeita, minimizando a troca de calor.

Ao perceber a representação de meteoros no Quadro 2, A3 questionou sobre o que acontece quando um meteoro vem em direção à Terra para cair. Para ele, o meteoro sai da sua órbita, perde velocidade para cair na Terra. Em resposta a esse questionamento, A2 argumenta que quando o meteoro entra na atmosfera da Terra ele se desintegra. Esta resposta tem um certo fundamento astronômico, o que demonstra seu interesse por esse assunto.

*A3: Isso! Aí eu falo assim, os meteoros para ele caírem, porque eles ficam no espaço, né. Para eles caírem (simula o movimento de queda com as mãos)... para atingir a Terra, o que que acontece? Eles perdem a velocidade deles, eles perdem o ponto zero lá da... da gravidade para cair na Terra?*

*A2: Não, eles estão em movimento. Estão em movimento no espaço, ele entra em rota de colisão com a Terra (representa com as mãos uma colisão), aquele pedaço de rocha ou de metal, seja lá o que for, que está vindo ali... a hora que ele entra na órbita terrestre e recebe o empuxo da... atmosfera, da... da gravidade aí ele vem. O que acontece é que a maioria deles desfaz*

Como o foco da aula não era a discussão sobre meteoros, mas sobre as camadas atmosféricas, suas características e a localização das órbitas dos satélites, encerramos esse tema e passamos a abordar a temática sobre fotografias aéreas e imagens de satélites, com o objetivo de fazer com que os alunos compreendessem os procedimentos de aquisição de ambas. Iniciamos falando sobre as fotografias, obtidas com as câmeras analógica, em que se usavam, principalmente, filmes de 12, 24 e 36 poses. Para uma maior interação entre os alunos, com o uso de um projeto multimídia, projetamos a imagem de uma câmera digital, que é muito comum para maioria dos alunos, e questionamos se eles tinham ideia de quando as fotos digitais se popularizaram. Tanto A1 quanto A4 respondeu dadas relativas à meados dos anos 2000, o que está de acordo com a realidade, pois, as câmeras digitais se popularizaram a partir do ano 2000.

Em seguida, questionamos sobre as vantagens de uma câmera digital, e sobre sua utilização para obtenção de fotografias aéreas. Constatamos das falas dos alunos, que, mesmo desconhecendo a existência de câmeras profissionais específicas para fotografias aéreas, eles têm a consciência da necessidade de câmeras especiais a bordo de aviões para realizar levantamentos por fotos aéreas:

*A1: E hoje a digital permite a correção da foto, a máquina antiga não permitia a correção.*

*P: Você fala correção do que?*

*A1: tirar uma pinta, tirar um...*



*P: isso aí você já tem que levar...(programa)*

*A1: Na máquina mesmo que tem como fazer.*

*A12: Hoje coloca botox, preenche os lábios, cola cílios... (retoca a foto)*

*P: E quanto às fotografias aéreas, existem câmeras específicas?*

*A14: Creio que sim!*

*A12: Depende do uso*

*A1: É a primeira coisa, ela tem que ter a velocidade captação de imagens, maior que as outras, né... porque se não vai conseguir captar as imagens*

*P: então tem que ter uma certa especificação?! E também tem a questão do tempo, né... De acordo com altura, senão a foto não sai na posição, e vocês estão fazendo esse cálculo? Planejamento de voo tem essa parte aí na disciplina de aerofotogrametria, né? Então aqui, no caso as fotos profissionais, têm que ter as câmeras específicas.*

Aproveitando a discussão sobre as características especiais das câmeras para a obtenção de fotografias aéreas, questionamos se as imagens de satélites seriam obtidas de forma semelhante à das câmeras acopladas nos aviões:

*P: No avião a câmera está acoplada nele, faz-se o voo e obtém as fotos, e o satélite?*

*A4: professor, o satélite deve ter uma tecnologia muito mais avançada porque fica a 700 km de distância e consegue tirar uma foto que quase dá pra ver detalhe. Qual a resolução? Nós conhecemos câmera de resolução de treze megapixels até de 37 megapixels. Se você fotografar daqui até lá o lago, se você consegue ver o lago você não tinha uma boa visão.*

*A2: mas aí é que está, depende dos sensores. Câmera vai fotografar mais capta a luz também só essa imagem que a gente vê tanto que satélite você quiser pegar uma banda que pega só a escala de cinza, você pode trabalhar só a escala de cinza.*

*A4: Eu sei, Mas como você captura mais normal e consegue ter uma resolução a 700 km de distâncias?*

*A1: Eu concordo com o A4... Tem que ser um equipamento maior com essa quantidade de zoom que, tem que ser diferente.*

A4 entende que o satélite, por estar mais distante, precisa ter uma tecnologia superior ao da câmera do avião para que possa conseguir obter detalhes do local. Concordando com A4, A1 afirma que os satélites têm que ter um equipamento maior, que possibilita uma grande capacidade de zoom para obter a imagem de longa distância. Percebemos, nas falas de A1 e A4, uma clara comparação entre os sensores dos satélites e de uma câmera fotográfica comum. Por outro lado, A2 parece apresentar um conhecimento um pouco mais próximo da realidade, quando comenta sobre os sensores e também sobre a seleção das bandas de frequência na geração das imagens.

Continuando a discussão, A2 comenta sobre uma reportagem da televisão sobre o derramamento de óleo em alto mar e 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.*

Observamos no final da fala de A2, 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. Na realidade, o telejornal deve ter utilizado um simulador para exemplificar, para o telespectador, o processo do imageamento feito pelos satélites na geração das imagens. Mas, para o aluno, e possivelmente para o telespectador de um modo geral, passou-se a concepção de que o imageamento 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 considera a necessidade do escalonamento das imagens para se encontrar o dia que aconteceu o incidente. Ou seja, ao se observar as imagens de um dia que não há incidência de derramamento de óleo, busca pelas imagens dos dias subsequentes até chegar no dia em que apresenta mudança na cor da água (presença de óleo), o que demonstra que A1 possui uma percepção de que o imageamento de uma área acontece a cada dia ou, pelo menos, em intervalos de dias. Assim, seria possível descobrir o dia do fato, ou próximo do dia, fazendo uma serie de observações contínuas anteriores ao incidente.

Ao término deste encontro, como forma de verificação da apropriação de novos conceitos pelos alunos, solicitamos que cada aluno elaborasse um mapa conceitual sobre as órbitas dos satélites, os quais são apresentados e analisados na seção 4.5.

#### 4.4 Sexto encontro

O sexto encontro foi destinado ao processo de imageamento da superfície terrestre, cujo objetivo era mostrar aos alunos que o imageamento acontece por faixas, durante a órbita do satélite no sentido do eixo terrestre, do polo norte ao sul, em conjunto com o movimento de rotação da Terra. Nosso objetivo era deixar claro que a cobertura total da superfície terrestre somente é possível pela combinação desses dois movimentos. Para isso, utilizamos a maquete (Figura 4) para simular tal procedimento.

Iniciamos a aula apresentando a maquete e explicando que o globo representava a Terra e a cabeça de alfinete representava um satélite de observação, e que ao girar, manualmente, a manivela, estaríamos simulando uma órbita quase polar. Em seguida, questionamos os alunos se quando o satélite sobrevoa uma determinada superfície, imageando-a, contorna a Terra e a próxima faixa imageada é exatamente do lado da anterior. Para que os alunos pudessem refletir um pouco sobre a questão, solicitamos a um deles que girasse a manivela, simulando o movimento orbital do satélite, enquanto simulávamos o movimento de rotação da Terra. Nesse momento, os alunos podiam observar, simultaneamente, o satélite se deslocando em sua órbita e a Terra girando em torno de seu eixo.

Para melhorar a visualização da faixa imageada pelo satélite, colocamos um pincel, de cor vermelha, junto à cabeça de alfinete (satélite), para marcar no globo a trajetória do satélite com referência à superfície da Terra, representando de fato a faixa imageada da superfície. Então, perguntamos novamente se ao realizar a próxima volta em torno da Terra, a faixa imageada pelo satélite seria, exatamente, a do lado da anterior ou se existe um intervalo entre elas.

*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.*

*A4: É muito complicado, sabe porque, quando as pessoas... se você tirar uma imagem de Jataí hoje as 14 horas, você só vai obter uma imagem de Jataí amanhã de novo às 14 horas.*

*A2: mas ele demora 24 horas para passar no mesmo lugar?*

Notamos, pelas falas anteriores, que o uso da maquete não foi suficiente para que os alunos compreendessem realmente o processo de imageamento da superfície da Terra. Assim, seguindo uma linha de raciocínio que pudesse conduzi-los à construção do conhecimento sobre a combinação do movimento orbital do satélite e de rotação da Terra, apresentamos, como exemplo, a frequência e o período da órbita do satélite Landsat 8, dizendo que ele dá 14 voltas

por dia e gasta um tempo de 99 minutos para cada volta. Informamos ainda que a largura de cada faixa imageada da superfície é de 185 km. No entanto, como se pode notar nas falas seguinte, este exemplo também não foi suficiente para que os alunos concluíssem que as faixas imageadas não são consecutivas:

*A2: então ele não vai passar do lado não.*

*P: Mas, voltando aqui, vamos concluir então: é possível ou não é possível fazer a faixa do lado?*

*A4: Fazer a faixa?*

*P: É... ele passou, aí a Terra tá fazendo esse movimento (mostra no globo), na hora que ele passa novamente ele fez a parte lateral?*

*A1: Eu acredito que faz.*

*A4: Fez... fez porque a Terra continua girando moço! Ele passou aqui oh, a Terra tá girando.*

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

Esta situação começou a ser alterada quanto A1 questiona sobre o tamanho da circunferência da Terra, sugerindo que se calculasse o comprimento da circunferência do globo terrestre:

*A1: Qual é a circunferência da Terra?*

*P: O raio é em torno de 6.370 km.*

*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 185).*

*A1: É 12 mil, então dá 12.740...*

*P: Não, aí você pensa nisso aqui, que é o comprimento, ne? não é esse aqui:  $C=2\pi R$ .*

*A1:  $2\pi R$ .*

*A3: É  $2\pi R$ .*

*P: Quanto que dá é essa continha aqui colocando aqui (raio) como sendo 6370 km*

*A1: 40 mil km.*

Embora, inicialmente, A1 apresente uma certa dificuldade na realização do cálculo da circunferência da Terra, calculando o seu diâmetro, ele consegue chegar no valor de 40.000 km para o comprimento do globo terrestre. Neste momento, explicamos que somente o lado da Terra voltado para o Sol terá imagens captadas pelo satélite, pois, para isso, é necessário que a Terra esteja iluminada. Aqui é importante esclarecermos que, dos 40.000 km, aproximadamente, de extensão da linha equatorial do globo, o satélite Landsat 8 consegue

imagear, por dia, apenas uma extensão total de 2.590 km de largura não contínua, dividida em 14 faixas de 185 km.

*P: Ha outro detalhe, do outro lado, igual a hora que vai passou aqui oh, aqui o sol está aqui, desse lado (referindo ao lado oposto do globo) aqui ele não vai gerar imagem.*

*A10: Porque tá escuro.*

*P: Tá escuro!*

*A1: Então, não pega de jeito nenhum, nem se ele pegasse não dava professor.*

*A4: É por isso que tem mais de um satélite!*

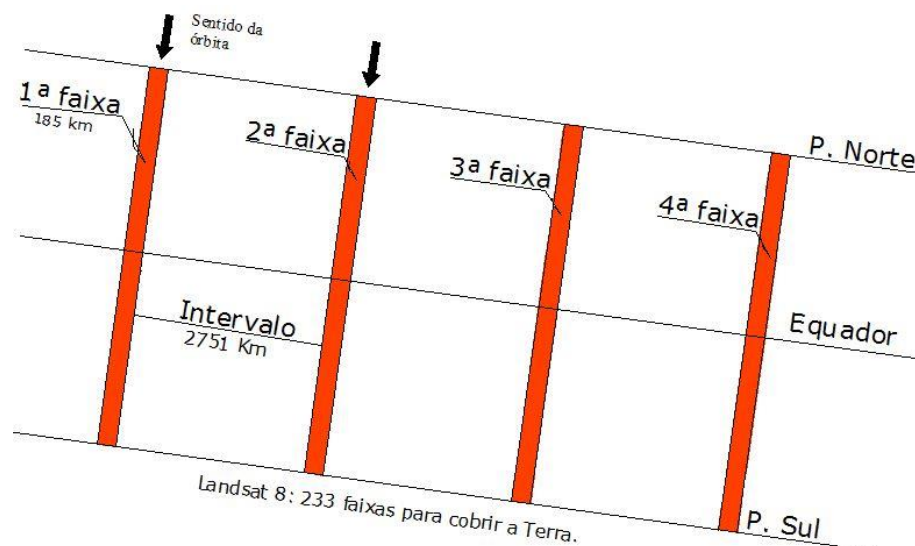
*P: mas o Landsat só tem um!*

*A1: Da 5.180 km se ele pegasse os dois lados, agora é 40 mil... não tem como ( $14 \times 185\text{km} = 2590 \text{ km}$  por dia, considerando a outra parte do globo, temos  $2590 \text{ km} \times 2 = 5180 \text{ km}$ ).*

*A2: professor, é mais fácil ele ficar indo e voltando (em tom de brincadeira).*

A partir das falas anteriores, podemos inferir que A1 e A2, ao adquirirem novas informações referentes ao período da órbita do satélite e a largura da faixa imageada (novos conceitos), fizeram uso de seus conhecimentos prévios, em conjunto com o material de apoio (a maquete), permitindo uma visualização espacial de todo o contexto sobre satélite, órbita e movimento de rotação da Terra. Após efetuarem os cálculos, eles entenderam que, de fato, não é possível que as faixas de imageamentos sejam consecutivas uma com a outra. Assim, notamos evidências da diferenciação progressiva em suas estruturas cognitivas, uma vez que houve interações entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos de forma progressiva.

**Figura 12 – Desenho representativo das faixas e dos intervalos de imageamento do satélite Landsat 8**

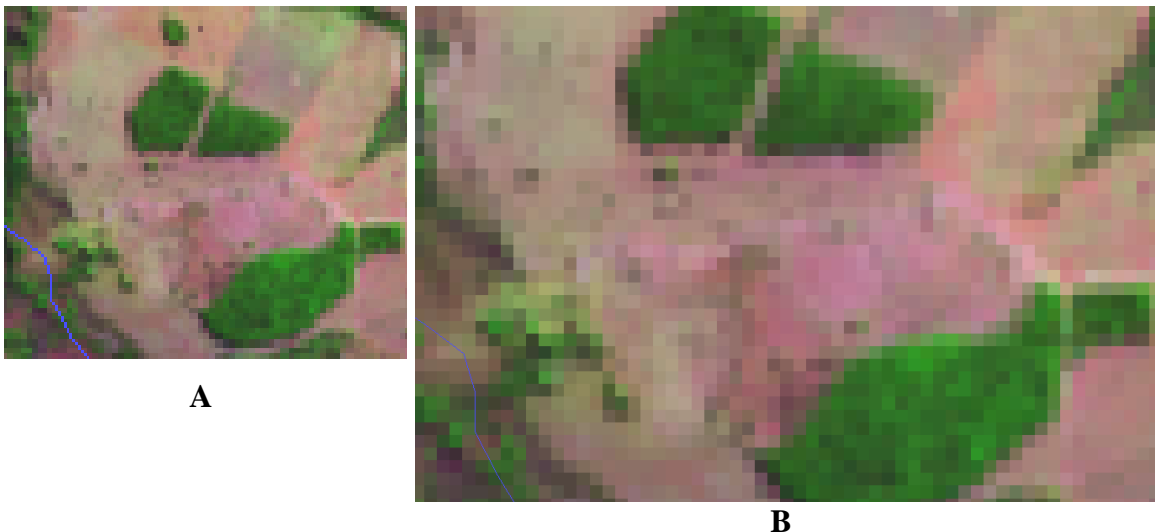


Fonte: Elaboração do autor, 2019

Para não ficar dúvidas sobre o intervalo entre uma faixa e outra de imageamento da superfície da Terra, procuramos trazer mais uma maneira para essa representação, dando uma visão plana da faixa imageada e do intervalo entre elas (Figura 12). O objetivo desta representação foi facilitar a compreensão dos alunos, de forma que eles pudessem relacionar e comparar a visualização tridimensional, feita na maquete, com este desenho bidimensional.

O próximo assunto trabalhado foi sobre a resolução espacial, em que mostramos uma imagem do satélite Landsat-8, com resolução de 30 metros (Figura 13), sendo que a imagem B é a ampliação da imagem A. Chamamos a atenção para o fato de que ao se ampliar (fazer um zoom) a imagem não houve uma melhora na visualização dos objetos; os detalhes continuam imperceptíveis, aparecendo os pixels da imagem que são formados por pequenos quadrados. Explicamos ainda que, nesta imagem, o menor objeto que pode ser identificado e visualizado deve ter suas dimensões maiores que 30 por 30 metros.

**Figura 13 – Imagem gerada pelo satélite Landsat 8, com resolução espacial de 30 metros**



Fonte: Elaboração do Autor, 2019

*P: Resolução espacial e isso aqui oh, é uma região, você consegue identificar aqui se é uma reserva, uma mata, uma área de pastagem talvez, uma área que não possui...*

*A1: ela não foi modificada.*

*P: ela não foi modificada, né. Enfim... quando você dá um zoom aqui, eu vou tentar buscar mais informações, a gente tem... vou dar um zoom aqui... porque aí, eu consigo ver.*

*A1: você distorce a imagem.*

*P: olha o que aconteceu aqui, oh... ao dar o zoom, observe que a imagem é a mesma, isso aqui é isso aqui... (referindo aos recortes de vegetação que aparece na imagem A e são ampliadas na imagem B)*

*A1: começa aparecer uns borrão.*

*P: Veja que começa aparecer uns quadrados aqui, uns quadradinhos.*

*A8: Pixels: é o famoso pixel, né?... é que ela começa a distorcer*

Constatamos na fala de A1, que ele percebeu que a imagem perde a nitidez, quando se utiliza o recurso de zoom, chamando-a de “borrão”. Ao aumentarmos novamente o zoom na tela do computador, mostrando que a imagem se divide em quadrados, A8 reconhece que são os pixels da imagem.

Continuando ainda a abordar o conceito de resolução espacial, apresentamos uma outra imagem (Figura 14), cuja resolução é de 3 metros. Esta imagem de alta resolução espacial mostra detalhes da mesma região da Figura 13, que ao ser ampliada (Figura 14B) é possível identificar os objetos na superfície, como é o caso de uma casa próxima às árvores e uma cerca de curral.

**Figura 14 – Imagem com resolução espacial de 3 metros**



Fonte: Google Earth, 2019

*P: Essa aqui é uma imagem do Google, tá... não coloquei as referências aqui, mas é... eu capturei do próprio google, que é uma imagem de resolução melhor, da mesma região, lembra lá das faixinhas aqui, oh?(referindo-se a uma abertura entre os recortes de vegetação, vistos no centro superior da imagem A)*

*A1: Fica parecendo que elas foram captadas em datas diferentes.*

*P: Uma estrada, cerrado, aqui uma principal, aí... aqui voltando lá na maior, a definição aqui, oh... você vê que é uma...*

*A10: uma estrada.*

*A1: um corredor.*

*A7: cerca.*

*A1: linha de transmissão.*

*A7: pode ser linha de energia também.*

*P: uma picada, pode ser uma cerca, divisa de cerca, para não cair árvore na cerca, é a estrada, né?... voltando aqui, visto a estrada, ela tá branquinha aqui, né?*

*A4: no outro não vê nada.*

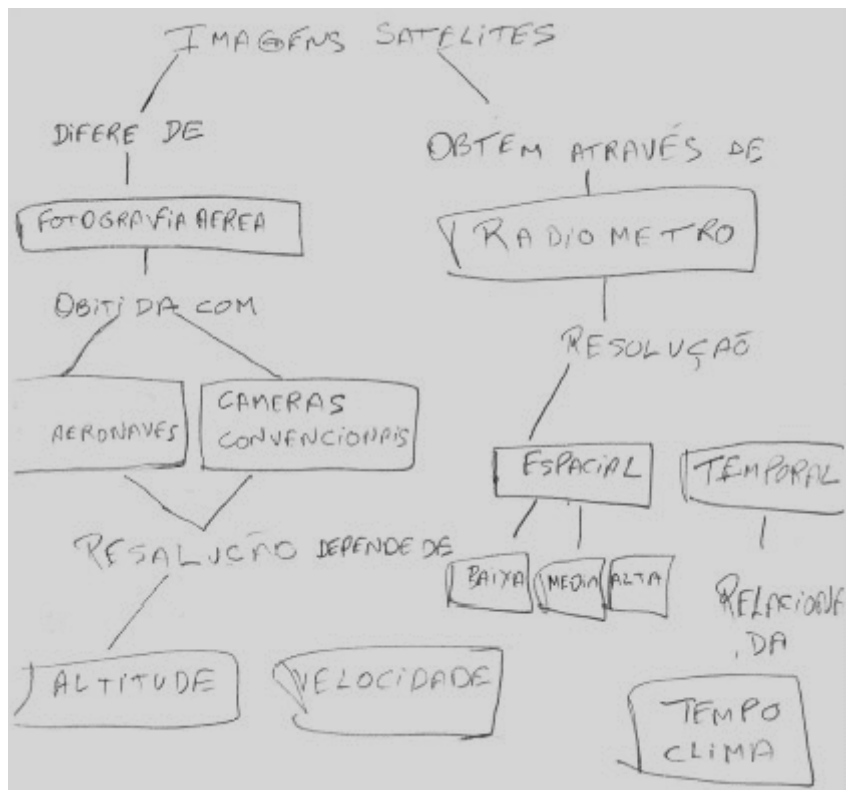
*P: se você começar a observar detalhe, você vê que existe uma diferença de pixel nessa imagem de intensidade... visto aqui? Dando um zoom nesse recorte aqui, o que que aconteceu aqui... você consegue ver os detalhes, mas hora que dá o zoom...*

*A4: consegue ver mais detalhe.*

Observamos nas falas anteriores, que A1, A7 e A10 afirmam ser possível identificar feições como estrada, cerca e corredor. A4 reconhece que na imagem da Figura 14 era possível visualizar muito mais detalhes do que na imagem da Figura 13. Portanto, com esta abordagem, conseguimos fazer com que os alunos distinguíssem uma imagem de baixa, média e alta resolução espacial.

Finalizando a temática sobre resolução espacial, solicitamos aos alunos que elaborassem um mapa conceitual sobre imagens de satélites e fotografias aéreas, dando-lhes um prazo de 20 minutos para a realização desta tarefa. Os principais conceitos listados pelos alunos, e anotados na lousa, foram: Imagens de satélites; fotografias aéreas; sensores; satélites de observação; câmeras fotográficas; aeronaves; resolução; temporal; espacial; baixa; média; alta; aviões; vants. Findado esse prazo, solicitamos a dois alunos que apresentassem seus mapas conceituais, de forma que, além de possibilitar que o aluno apresente mais informações de seu mapa, possibilite também que ele externalize seus conhecimentos e favorece a internalização em sua estrutura cognitiva.

**Figura 15 – Mapa conceitual sobre imagens de satélites, elaborado por A1**



Fonte: Elaborado pelo aluno A1, 2019



*A1: É em relação a imagem de satélite... eu fiz um comparativo, né... com as imagens de satélite em relação as imagens de fotografia aérea, né, que as fotografias aéreas são obtidas através de uma câmera comum, né... é com o auxílio de aeronave, né... elas são acopladas a uma aeronave e são feitas... é através disso, elas tem uma resolução um pouco menor do que ela... a resolução normal, bem menor do que a resolução das imagens de satélites, e essa resolução dessas imagens das fotografias aéreas, elas então tem relação com a altitude que o avião ou a aeronave tá percorrendo e a velocidade que também gera essa resolução.*

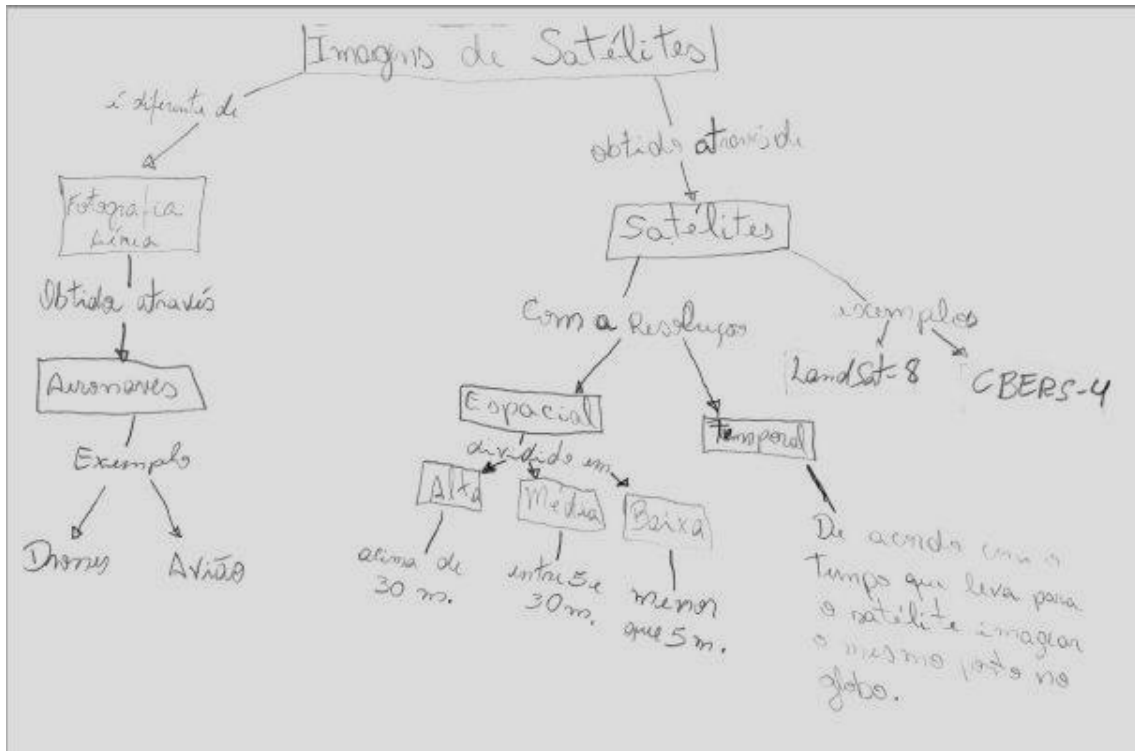
*Nas imagens de satélite são transmitidas através de um radiômetro que é um aparelho que obtém fotos e imagens, né... coleta imagens muito rápido, né... são 120 imagens por minuto, ou seja, 2 imagens a cada segundos e tem a resolução espacial que baixa média e alta.*

*Na resolução de baixa, são medidas acima de 30 metros, né... por cada pixel na média é entre 5 e 30 pixel e na... na alta menor que 5, ou seja, cada... cada pixel pode capturar no máximo 5 metros quadrados pra que essa imagem tenha uma resolução alta, né... e a resolução temporal são imagens relacionadas ao clima, ao tempo que são coisas da natureza. É isso aí*

O primeiro aluno a apresentar seu mapa foi A1, que fez um mapa resumido (Figura 15), utilizando alguns conceitos listados no quadro, mas substituiu os conceitos: sensores e satélites por radiômetro, e deixando o conceito “velocidade” isolado, sem conexão. Tanto em seu mapa conceitual quanto em sua apresentação, observamos um equívoco de A1, ao associar resolução temporal ao tempo e clima, o que não condiz com a realidade. Na verdade, resolução temporal está relacionada ao tempo gasto para o satélite visitar uma mesma área. Além disso, ficou faltando uma conexão entre os conceitos “temporal” e “resolução” – talvez por esquecimento. Sobre as fotografias aéreas, A1 considerou que poderiam ser utilizadas câmeras convencionais (câmeras de uso comum), o que também não condiz com a realidade, pois são necessárias câmeras específicas para esta finalidade, contendo recursos mais avançados. Em nossa análise, o que consideramos mais negativo no mapa conceitual de A1 foi o erro conceitual sobre a resolução temporal, que é um indício de que este conceito não deve ter ficado bem definido para ele. A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa para A1, neste episódio, não ficou completa.

Quanto ao mapa conceitual elaborado por A2 (Figura 16), observamos que os conceitos estão bem definidos, partindo dos mais gerais para os mais específicos. Além disso, apresenta as palavras de ligação, formando proposições de forma coerente. No entanto, observamos um pequeno equívoco na descrição dos conceitos das resoluções baixa e alta, ao inverter a faixa de tamanho de pixel delas. O correto seria resolução baixa com pixel maior que 30 metros e resolução alta com pixel menor que cinco metros. Inclusive, este erro não foi corrigido em sua apresentação, o que nos leva a inferir que esses conceitos não ficaram claros para A2.

**Figura 16 – Mapa conceitual sobre imagens de satélites, elaborado por A2**



Fonte: Elaborado pelo aluno A2, 2019

A2: imagens de satélites são obtidas através dos satélites, lógico, exemplo temos o Landsat 8, o Cbers 4. Os satélites têm resolução... pode ser resolução espacial ou temporal, a espacial é dividida em alta média ou baixa, sendo alta acima de 30 metros no pixel, né... resolução são pixel, a média entre 5 e 30 metros e a baixa menor que 5 metros, e temos também a resolução temporal, de acordo com o tempo que leva o satélite para passar pelo mesmo ponto no globo, ok... e as imagens de satélite é diferente de fotografia aérea, que são obtidas através de aeronaves, né, que vem drones, vants, avião e é isso... espero que vocês tenham entendido tudo.

Podemos inferir, da apresentação do mapa conceitual feita por A2, que ele compreendeu e utilizou os principais conceitos sobre a geração de imagens de satélites e também conseguiu elaborar o mapa conceitual, utilizando os conceitos hierarquizados, partindo dos mais gerais para os mais específicos. Isso nos fornece evidências da ocorrência da diferenciação progressiva em sua estrutura cognitiva.

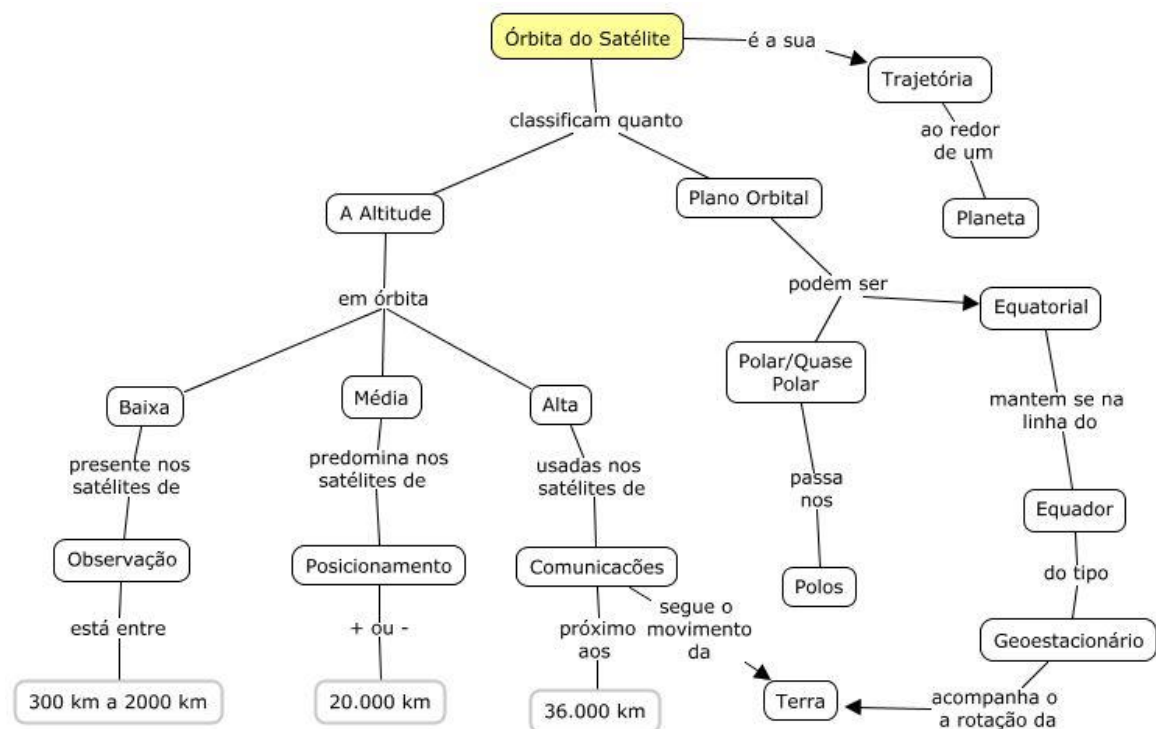
#### 4.5 Mapas conceituais elaborados pelos alunos

Nesta seção, analisamos alguns dos mapas conceituais elaborados pelos alunos sobre os temas: “órbitas dos satélites”; e “Imagens de Satélites”. Definimos por apresentar e analisar apenas três dos dez/onze mapas conceituais sobre cada tema, o que representa 30% do total de

nossa amostra. Como critério de seleção, escolhemos aqueles mapas em que, durante o processo de aplicação da SD, percebemos que o aluno havia desenvolvido a atividade de forma bastante interessada, não a encarando como sendo apenas uma obrigação. Outro critério adotado foi a de se evitar repetir aqueles mapas analisados na seção anterior.

Para a análise dos mapas conceituais sobre órbitas dos satélites, utilizamos como referência um mapa que nós havíamos elaborado anteriormente (Figura 17), utilizando o software CMAP Tools. No entanto, é importante ressaltarmos, mais uma vez, que este mapa conceitual que elaboramos não se trata de um modelo padrão, mas apenas uma referência adotada para a análise dos mapas dos alunos. Nesta análise, nos limitaremos a observar: a coerência dos conceitos; se o aluno observou a hierarquia entre eles, indo dos mais gerais para os mais específicos; e se as palavras de ligações proporcionam à formação de proposições coerentes com o tema.

**Figura 17 – Mapa conceitual adotado como referência para órbitas dos satélites**

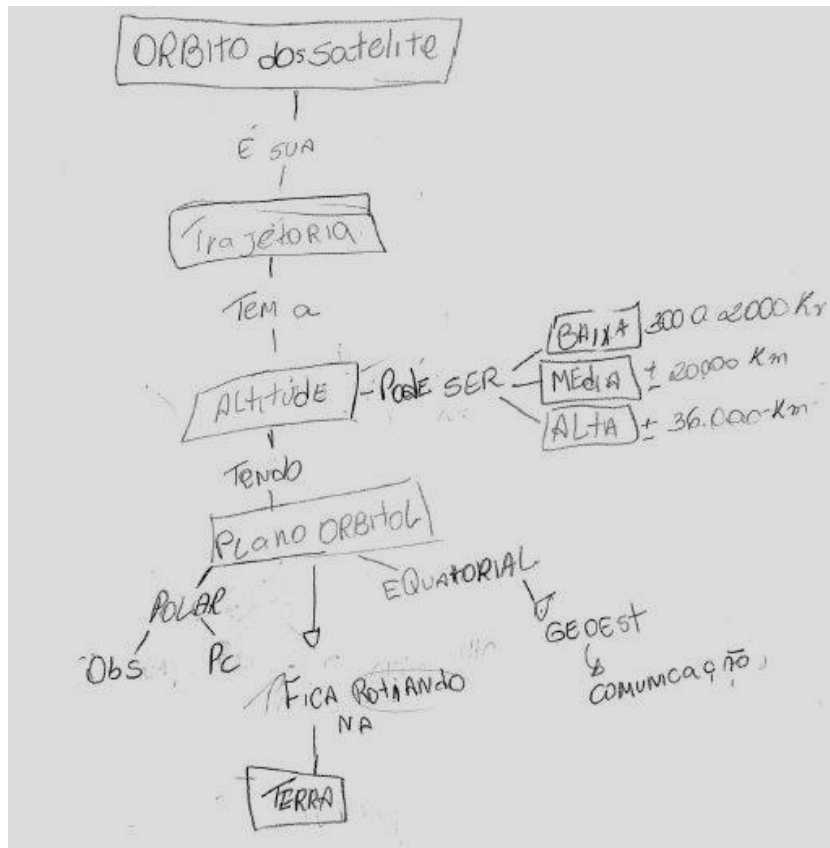


Fonte: Elaboração do autor, 2019

O mapa conceitual de A14 (Figura 18) apresenta os conceitos básicos como: trajetória; altitude; e plano orbital. Apresenta também conceitos específicos como: equatorial; polar; geoestacionária; baixa; média; e alta. As palavras de ligação apresentam coerência, ligando os conceitos e formando as proposições, permitindo a compreensão de seu mapa. Embora o mapa

seja compacto, podemos considerar que houve uma diferenciação progressiva na estrutura cognitiva do autor, através da espacialização e hierarquia dos conceitos apresentados.

**Figura 18 – Mapa conceitual sobre órbitas dos satélites, elaborado por A14**



Fonte: Elaborado pela aluna A14, 2019.

O mapa conceitual de A14 (Figura 18) apresenta os conceitos básicos como: trajetória; altitude; e plano orbital. Apresenta também conceitos específicos como: equatorial; polar; geostacionária; baixa; média; e alta. As palavras de ligação apresentam coerência, ligando os conceitos e formando as proposições, permitindo a compreensão de seu mapa. Embora o mapa seja compacto, podemos considerar que houve uma diferenciação progressiva na estrutura cognitiva do autor, através da espacialização e hierarquia dos conceitos apresentados.

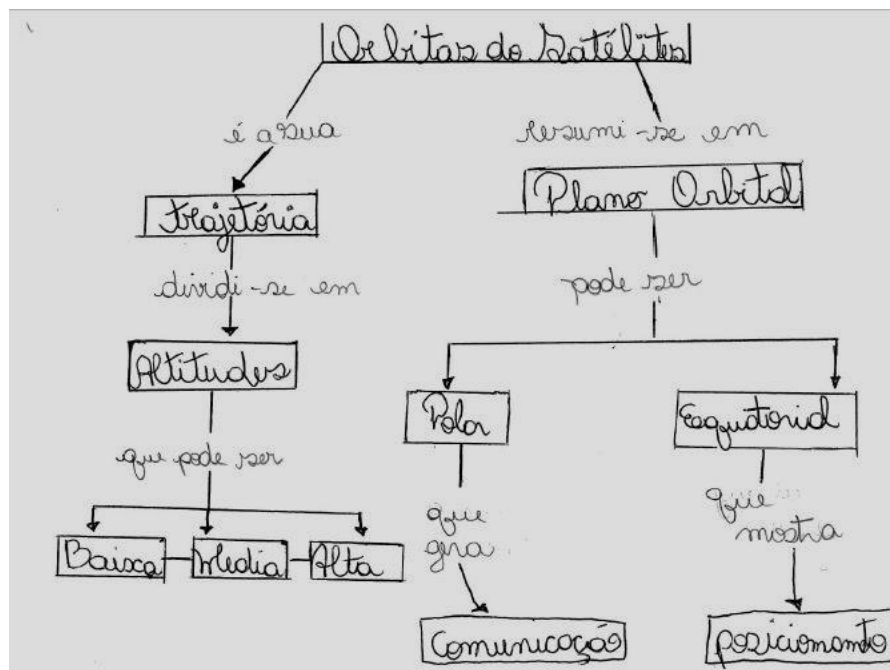
O mapa conceitual elaborado por A7 (Figura 19) apresenta os principais conceitos, e as palavras de ligação estão coerentes, dando significação às proposições. A organização deste mapa ficou bem interessante, e o processo de interação entre os conceitos demonstra a existência da diferenciação progressiva, fundamental para a Aprendizagem Significativa. Observa-se que a disposição dos conceitos aparece hierarquizados, partindo dos mais gerais e inclusivos (classificação da órbita conforme sua altitude e o plano orbital) para os mais específicos, como a classificação das altitudes e do plano orbital.

Figura 19 – Mapa conceitual sobre órbitas dos satélites, elaborado por A7



Fonte: Elaborado pelo aluno A7, 2019.

Figura 20 – Mapa conceitual sobre órbitas dos satélites, elaborado por A10



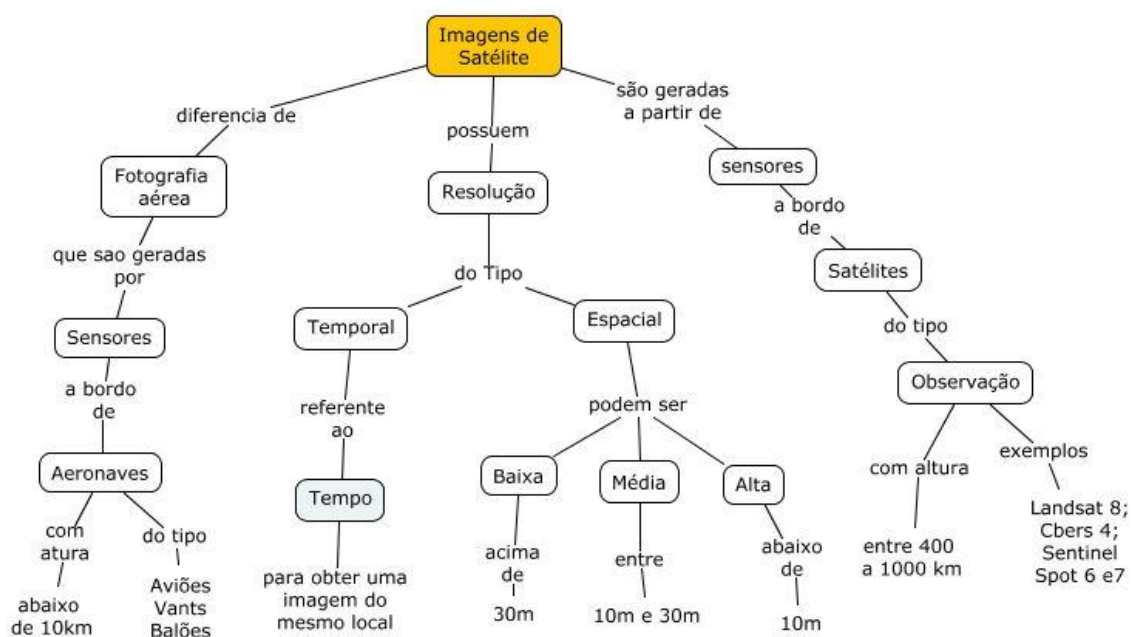
Fonte: Elaborado pela aluna A10, 2019.

Fazendo à análise do último mapa conceitual sobre órbitas dos satélites, constatamos que o mapa elaborado por A10 (Figura 20) apresenta os conceitos de forma resumida, com as palavras de ligação proporcionando a formação de proposições que dão entendimento sobre o

tema. No entanto, observamos um equívoco sobre a finalidade dos satélites de órbitas equatoriais, como sendo para posicionamento, e o de órbitas polares, como sendo para comunicação. Na realidade, os satélites de órbitas equatoriais são predominantes para o uso de comunicação, por manterem sempre direcionados para a mesma posição da Terra, enquanto que os de órbitas polares, ou quase polares, são utilizados principalmente para posicionamento geodésico e observação. Isso pode representar uma falta de compreensão sobre as finalidades dos satélites, ou simplesmente uma falta de atenção em sua elaboração. Esta dúvida poderia ser sanada se A10 tivesse feito a apresentação de seu mapa conceitual.

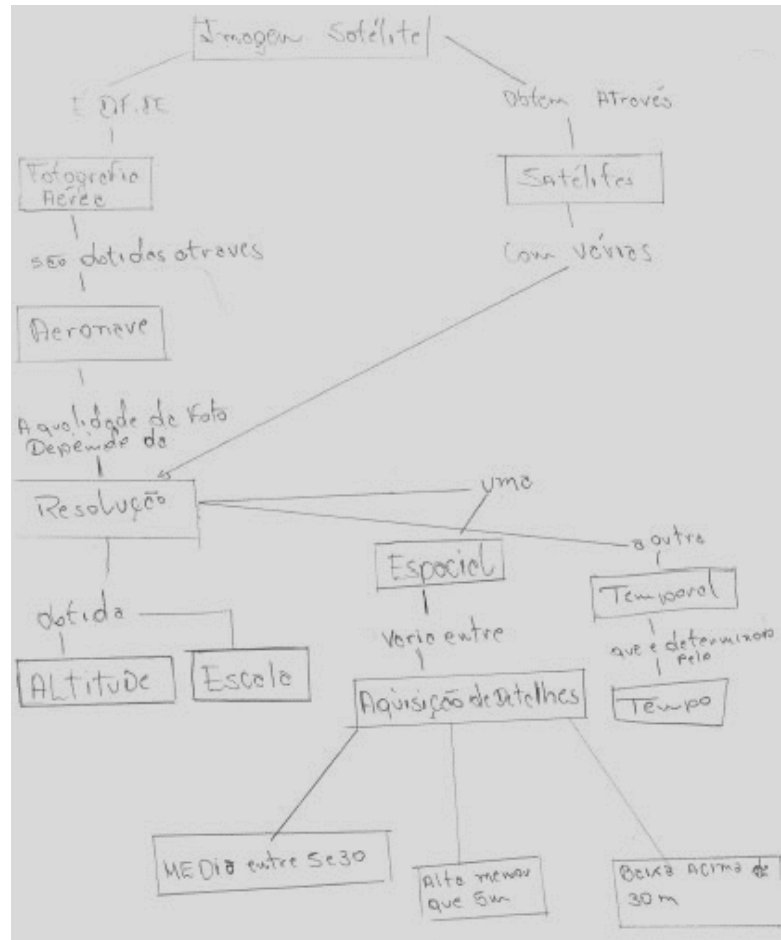
A seguir apresentamos a análise de três mapas conceituais sobre imagens de satélites, que foram elaborados pelos alunos A8, A9 e A5. O principal objetivo destes mapas era verificar se os alunos conseguiram compreender as diferenças entre o processo de aquisição de imagem por satélite e de fotografia aérea, especificando sua característica básicas e também as semelhanças. Da mesma forma que nos casos dos mapas sobre órbitas dos satélites, elaboramos também um mapa conceitual sobre imagens de satélites (Figura 21), para que servisse de referência para a análise dos mapas elaborados pelos alunos. Análise esta que se limitou a observar a coerência dos conceitos e da utilização das palavras de ligação, e se foi observado a hierarquia entre os conceitos, evidenciando a diferenciação progressiva e a integração de significados, e a solução de inconsistências entre conceitos, através da reconciliação integrativa.

**Figura 21 – Mapa conceitual adotado como referência para imagens de satélite**



Fonte: Elaboração do autor, 2019

**Figura 22 – Mapa conceitual sobre imagens de satélites, elaborado por A8**



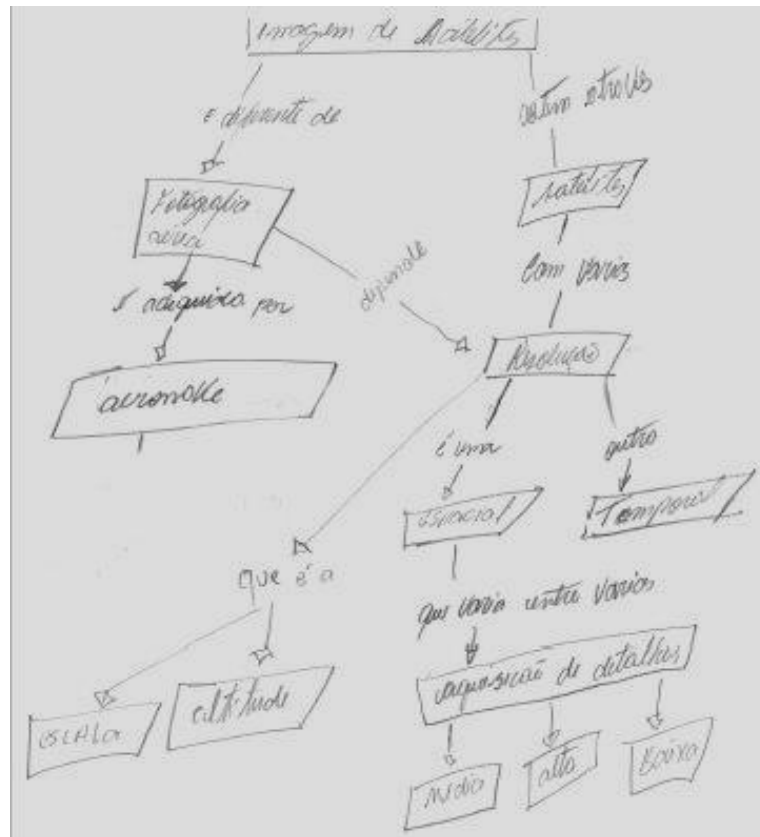
Fonte: Elaborado pelo aluno A8, 2019

O mapa conceitual elaborado por A8 (Figura 22) apresenta os principais conceitos, e as proposições formadas com as palavras de ligação estão coerentes. Além disso, observamos que A8 conseguiu organizar os conceitos principais e os específicos, seguindo uma hierarquia. No entanto, uma das proposições formadas pelos conceitos e palavras de ligação ficou com o significado vago, ao afirmar que a resolução temporal é determinada pelo tempo, sem esclarecer se está se referindo ao clima ou ao período da órbita. Uma dificuldade comum para os iniciantes na construção de mapas conceituais é a compreensão do que de fato são os conceitos, os quais devem ser colocados preferencialmente em figuras geométricas - como os retângulos ou círculos, para destacar dos demais textos. Neste mapa, assim como no caso do mapa de A7 (Figura 19), A8 considerou a classificação da imagem, quanto à resolução espacial, e o tamanho do pixel correspondente, como sendo um único conceito. Melhor seria colocar “baixa”, “média” e “alta” como conceitos e os valores numéricos (entre 5 e 30; menor que 5m; acima de 30m) como complemento, para uma melhor explicação da proposição classificação da resolução. Por fim, podemos observar, neste mapa, evidências de reconciliação integrativa em sua estrutura

cognitiva, quando o autor relaciona o conceito “Resolução” com imagens de satélites e com “fotografias aéreas”, demonstrando a interação e similaridades entre os conceitos.

Notamos no mapa conceitual de A9 (Figura 23), que ele procurou conectar vários conceitos, interligando um ao outro, o que é também é uma característica importante de mapas conceituais. Quanto à disposição dos conceitos, percebemos que A9 os colocou de forma hierárquica (dos mais gerais aos mais específicos), e que as palavras de ligação possibilitaram a formação de proposições que esclarece o mapa. Assim como A8, o mapa conceitual de A9 também evidencia reconciliação integrativa em sua estrutura cognitiva, quando ele relaciona o conceito “Resolução” de imagens de satélites e com fotografias aéreas, demonstrando a interação e similaridades entre os conceitos. Em seguida, ele especifica, como detalhes, que a resolução de imagens é do tipo espacial e temporal. Enquanto que a resolução das fotografias aéreas são escala e altitude. Nesta última proposição da resolução das fotografias aéreas o termo de ligação usado foi “que é a”. No entanto, para ter um significado melhor e conectar aos dois conceitos “escala” e “altitude”, sugeríamos que fosse utilizada a palavra de ligação “depende”. Mesmo assim, podemos considerar que o mapa transmite informações de forma coerente.

**Figura 23 – Mapa conceitual sobre imagens de satélites, elaborado por A9**

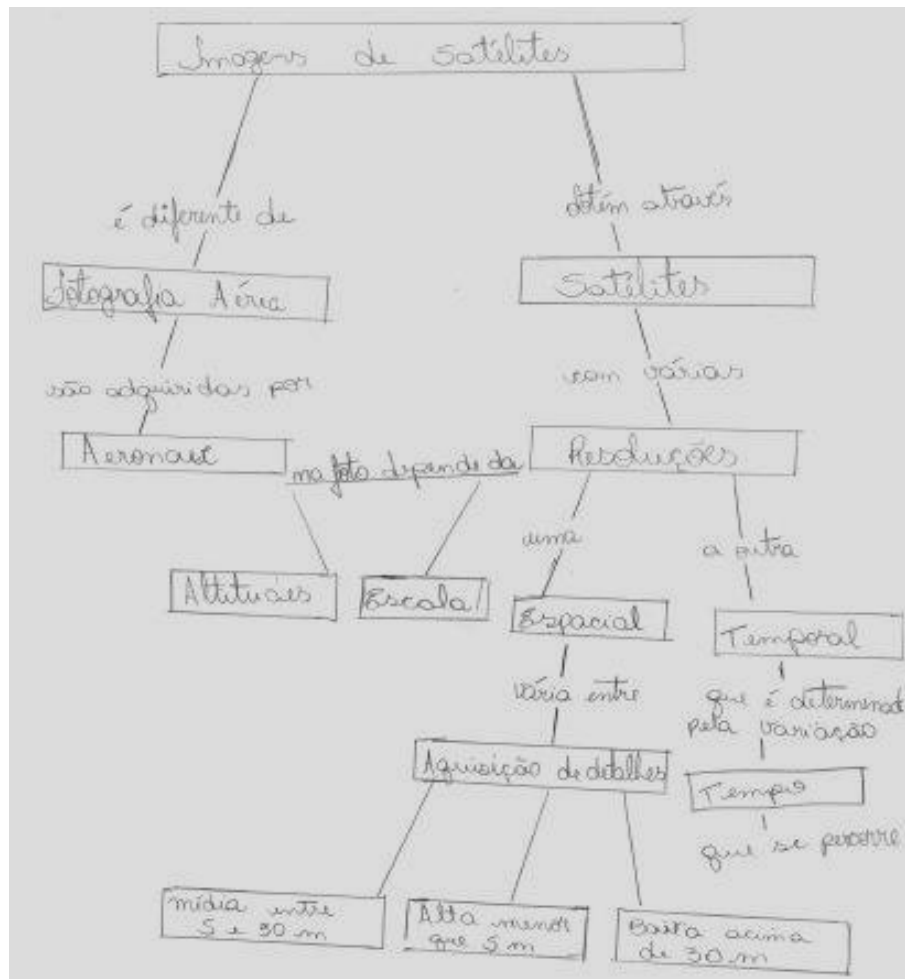


Fonte: Elaborado pelo aluno A9, 2019



Por fim, o mapa conceitual de A5 (Figura 24) apresenta várias ligações conceituais, demonstrando ser bem mais completo. Os conceitos estão hierarquicamente coerentes (partindo dos mais gerais para os mais específicos) e as palavras de ligações estão bem utilizadas, formando proposições claras ao conectar os conceitos. Isso demonstra um maior dinamismo na estrutura cognitiva do autor, pela diferenciação progressiva observada pela organização e hierarquia dos conceitos. No entanto, assim como no caso dos mapas de A7 (Figura 19) e A8 (Figura 22), observamos que os conceitos “média”, “alta” e “baixa” estão acompanhados das informações numéricas correspondentes à faixa de tamanho dos pixels.

**Figura 24 – Mapa conceitual sobre imagens de satélites, elaborado por A5**



Fonte: Elaborado pela aluna A5, 2019

A análise dos mapas conceituais desses alunos nos levou a inferir que os mapas são bastante esclarecedores sobre a estrutura de conhecimento apresentada pelos alunos. A organização hierárquica dos conceitos e as interações demonstram existência tanto da diferenciação progressiva como a reconciliação integrativa, as quais são indicadores de

aprendizagem significativa dos temas trabalhados. No entanto, constatamos também que, para uma conclusão mais assertiva sobre a aprendizagem dos alunos, seria interessante observar também a apresentação oral dos mapas feita por cada um deles.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como motivação as observações realizadas em aulas de turmas anteriores do curso Técnico em Agrimensura, em que o professor/pesquisador notava a tendência dos alunos em considerar que as imagens de satélites eram adquiridas de forma semelhantes às fotografias aéreas, tendo como única diferença o equipamento utilizado para sua aquisição: o satélite, no caso da primeira, e o avião para a segunda. Isso nos fez pensar em uma maneira que propiciasse a compreensão, por parte dos alunos, de como ocorre o processo de imageamento da superfície terrestre e que, para isso, a combinação entre o movimento do satélite e a rotação da Terra é fundamental.

Surgiu então a ideia de se elaborar uma sequência didática, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, em que os conhecimentos prévios dos alunos fossem considerados como fator fundamental no processo de ensino e aprendizagem, e que o aluno (aprendiz) fosse colocado como autor principal da sua aprendizagem. Para isso, era importante considerar que só se aprende de forma significativa partindo do que já se sabe, e que o alunos deveriam ter uma predisposição para aprender (MOREIRA, 2011). Feito isso, poderíamos alcançar nosso objetivo principal de consolidar uma formação profissional em que os alunos pudessem compreender que o imageamento da superfície terrestre, feito por satélites de observação, depende da combinação entre seu movimento orbital e o movimento de rotação da Terra. Compreender que esse processo é diferente das fotografias aéreas, em que o avião faz seu voo sobre o local de interesse, para obter as imagens (fotografias aéreas), e depois “saem de sena”, voltando a fazer outro voo fotogramétrico quando assim for necessário.

Para potencializar o material textual, visando atender um dos princípios da aprendizagem significativa, que é o material didático ser potencialmente significativo, foi construída uma maquete representativa do movimento orbital de um satélite de observação e do movimento de rotação da Terra. No entanto, tínhamos consciência de que esta maquete somente não resolveria todos os problemas, uma vez que é preciso fazer com que o aluno consiga relacionar os novos conhecimentos com seus conhecimentos prévios, para que haja aprendizagem significativa e uma reestruturação cognitiva de sua mente. Para isso, a sequência didática foi elaborada de forma a trazer os conteúdos estruturados a partir dos conceitos mais gerais até os mais específicos, assim distribuídos: mapas conceituais, que foram úteis no planejamento e na parte avaliativa; satélites artificiais; imagens de satélites x fotografias aéreas; imageamento da superfície terrestre; resolução espacial e temporal das imagens.

Cada conteúdo foi organizado de forma que os conceitos mais gerais fossem abordados primeiros e ramificados até chegar nos mais específicos, de modo que os alunos externalizassem seus conhecimentos prévios, privilegiando a interação e o diálogo entre os alunos e também com o professor. O primeiro conteúdo trabalhado foi sobre mapas conceituais, o qual os alunos não tinham nenhum conhecimento prévio. Constatamos que, de início, os alunos ficaram preocupados e com receio de não conseguirem fazer um mapa conceitual, pois tinham dificuldade em definir os conceitos e estabelecer as ligações que formam as proposições. No entanto, após as explicações iniciais sobre como elaborar um mapa conceitual, e com o auxílio de exemplos práticos, abordando conceitos de assuntos já conhecidos por eles, os alunos foram se conscientizando de que era possível elaborar um mapa conceitual, desde que tivessem conhecimento e domínio sobre o tema.

Os mapas conceituais tiveram sua importância tanto no planejamento das aulas, estruturando os conteúdos que seriam trabalhados, quanto na verificação do conhecimento assimilado pelos alunos, como uma forma de avaliação. No decorrer da aplicação da sequência didática, os alunos construíram três mapas conceituais de diferentes temas: georreferenciamento de imóveis rurais, que serviu para exemplificar a elaboração de mapas conceituais e também como um organizador prévio para os demais mapas; órbitas dos satélites; e imagens de satélites. Estes dois últimos relacionados aos novos conteúdos trabalhados na sequência didática.

Embora o tempo destinado ao aprendizado sobre elaboração de mapas conceituais tenha sido muito pequeno, consideramos que os resultados extraídos dos mapas conceituais foram satisfatórios. Os alunos apresentaram os principais conceitos sobre as órbitas de satélites e sobre imagens de satélites, conseguindo relacioná-los com as palavras de ligação, e formando proposições com significados coerentes. Observamos também que os conceitos foram dispostos de forma hierárquica, sempre partindo dos mais gerais até os mais específicos, o que é uma característica importante de um mapa conceitual.

Como os mapas conceituais foram propostos como uma forma de avaliação e verificação de aprendizagem, verificamos que os principais conceitos sobre os temas foram, em sua maioria, utilizados pelos alunos na elaboração de seus mapas. Quanto à aprendizagem, inferimos que a diferenciação progressiva, em que as ideias e conceitos mais gerais são apresentados primeiro e depois se diferenciam progressivamente para os específicos (MOREIRA, 2011), se fez presente nos mapas elaborados pelos alunos. Por outro lado, a reconciliação integrativa, relativa à explorar relações entre ideias semelhantes bem como suas diferenças, aconteceu de forma mais moderada, o que foi observada nas relações cruzadas entre

os conceitos e um maior número de ramificações entre os conceitos. O que nos permite inferir que, neste caso, o aluno conseguiu ter uma visão expandida do tema estudado.

Mas, cabe ressaltar também que nem tudo foi êxito, pois observamos mapas em que os conceitos estavam corretos, mas as palavras de ligação entre eles formaram proposições incoerentes. Inferimos disso que os conceitos não foram assimilados corretamente ou então houve apenas uma falta de atenção do aluno durante a confecção de seu mapa conceitual. Uma forma de verificação para esse caso seria uma explicação oral do mapa conceitual pelo seu autor, o que acabou não sendo feito.

Constatamos também que, dentre os dois tipos de aprendizagem apresentada em nosso referencial teórico (receptiva e por descoberta), a que mais predominou foi a receptiva, em a informação está em sua forma definida, pronta, e os alunos simplesmente a recebem. Um exemplo disso foi a explicação que o professor/pesquisador fez sobre o satélite Landsat 8, que dá 14 voltas por dia e gasta 99 minutos para cada volta, fazendo uma faixa de imageamento de 185 km de largura. Embora sendo receptiva, isso não indica passividade por parte dos alunos, que apresentaram bastante interação, pois, durante toda a aplicação da sequência didática, um procedimento sempre adotado foi o de oportunizar aos alunos a apresentarem seus conhecimentos prévios sobre o tema trabalhado. Este procedimento, fundamentado na TAS, em que os conhecimentos prévios (subsunçores) são essenciais para uma aprendizagem significativa, foi importante para responder nossa questão de pesquisa, que buscava contribuir para a compreensão dos alunos sobre o processo de imageamento da superfície terrestre.

Outro fator relevante, que contribuiu bastante para a assimilação dos conteúdos pelos alunos, foi a maquete, que se constituiu como um recurso didático potencialmente significativo, propiciando aos alunos uma visualização da combinação entre o movimento orbital de um satélite e a rotação da Terra. Esta combinação síncrona dos movimentos, permite que o satélite faça o imageamento completo do globo terrestre. Podemos inferir que a maquete foi fundamental para que os alunos conseguissem fazer uma diferenciação entre o processo de aquisição de imagens de satélites e as fotografias aéreas.

Por fim, nossas observações das aulas e a análise das transcrições das falas dos alunos e seus mapas conceituais, nos permitiu concluir que a Sequência Didática conseguiu responder nossa questão de pesquisa inicial, ou seja: que ela pode contribuir para que alunos de um curso técnico em Agrimensura compreendam o processo de imageamento da superfície terrestre. No entanto, reconhecemos os limites deste estudo e consideramos a importância de sua continuidade e aperfeiçoamento.

Além disso, os conteúdos da Sequência Didática podem ser ajustados a outras realidades e a outros cursos tanto técnico quanto superiores, que abordam essa temática. Temos ciência também de que a maquete pode ser melhorada, como, por exemplo, tornar os movimentos orbital do satélite e de rotação da Terra síncronos, a partir de um único comando, proporcionando maior realidade no processo. No entanto, mesmo com essas limitações, consideramos que esta Sequência Didática é relevante para um curso de formação técnica, no qual os futuros profissionais necessitam mais do que simplesmente memorizar uma técnica para resolver um problema ou confeccionar um mapa topográfico; eles precisam, de fato, serem capazes de explicar um procedimento e apresentar ideias e soluções convicidas para situações relacionadas à sua área de atuação.

## 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.
- ANDRÉ, M. E. D. A. de. **Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional**. Brasília: Liberlivros, 2005.
- 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 ciências) Unicamp, Campinas, 1976. Disponível em: [http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/253230/1/Aragao\\_RosaliaMariaRibeirode\\_D.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/253230/1/Aragao_RosaliaMariaRibeirode_D.pdf). Acesso em: 22 fev. 2021.
- BERNARDES, Luana. Ionosfera. **Todo Estudo**. Disponível em: <https://www.todoestudo.com.br/geografia/ionosfera>. Acesso em: 22 fev. 2021.
- CRISTOVÃO, H. M. **Introdução aos mapas conceituais aplicados a educação**. Curso de Especialização em Informática na Educação. Instituto Federal do Espírito Santo. Serra-ES, 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4lBT37SJ42c>. Acesso em: 10 maio 2020.
- Di MAIO, A.C; SAUZEN, M.T. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Agência Espacial Brasileira. Formação continuada de professores. 2008. Disponível em: [http://aebescola.aeb.gov.br/downloads/material/sensoriamento\\_remoto\\_alta\\_resolucao\\_2008.pdf](http://aebescola.aeb.gov.br/downloads/material/sensoriamento_remoto_alta_resolucao_2008.pdf). Acesso em: 20 set. 2019.
- DOLCE. O.; POMPEO. J. N. **Fundamentos de matemática elementar: geometria plana**. 7. ed. São Paulo: Atual, 1993.
- ENGESAT. **Soluções em imagens de satélite e geoprocessamento**. 2020. Disponível em: <http://www.engesat.com.br/imagem-de-satelite/>. Acesso em: 25 jul. 2020.
- ENVEST. **Física – Satélites** (Lei da Gravitação Universal). Conheça os tipos de satélites geoestacionários e heliossíncronos. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=H50BjddxaWU>. Acesso em: 10 set. 2019.
- FAPEMA. **Programa CBERS completa 21 anos**. Figura representativa de uma órbita quase Polar. 2009. Disponível em: <https://www.fapema.br/index.php/programa-cbers-completa-21-anos>. Acesso em: 01 set. 2019.
- FLORENZANO, T.G. **Os Satélites e Suas Aplicações**. São José dos Campos: SindCT, 2008. Disponível em: <http://www.sindct.org.br/files/livro.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2019.
- GLAGLIONI, C. Nexo Expresso, 2019. **Como o Google mapeia o mundo**. E quais lugares ele não chega. 2019. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/expresso/2019/12/16/Como-o-Google-mapeia-o-mundo.-E-a-quais-lugares-ele-nao-chega>. Acesso em: 02 jun. 2020.

IHMC. **IHMC CmapTools**. Software para elaboração de mapas conceituais, desenvolvido pelo Institute for Human and Machine Cognition. Disponível em: <http://cmap.ihmc.us/>. Acesso em: 18 jun. 2020.

INPE, 2017. **Divisão de Geração de Imagens** coordenação geral de observação da Terra. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/documentacao/dgi/documentacao/satelites/cbers/capacbers>. Acesso em: 15 jan. 2020.

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](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, M. A. **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. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, v.7, n.2, p.23-30, 2008. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/ORGANIZADORESport.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2020.

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 *Quilicium 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](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, Instituto de Física, 2013. Disponível em [http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24\\_n6\\_moreira\\_.pdf](http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24_n6_moreira_.pdf). Acesso em: 20 nov. 2020.

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

NOVAK, J. D; CANÃS, A.J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los. Tradução: Luiz Fernando Cerri. 2010. Disponível em: <https://www.revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/1298/944>. Acesso em: 10 jun. 2020.



OLIVEIRA, M. M. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 7.ed. Uberlândia: Edufu, 2009.

RUDORFF, B. F. T. **Características das imagens de sensores remoto**. Agência Espacial Brasileira. Formação continuada de professores. 2008. Disponível em [http://aebescola.aeb.gov.br/downloads/material/sensoriamento\\_remoto\\_alta\\_resolucao\\_2008.pdf](http://aebescola.aeb.gov.br/downloads/material/sensoriamento_remoto_alta_resolucao_2008.pdf). Acesso em: 20 set. 2019.

SOUZA, P. N. **Curso Introdotório em Tecnologia de Satélites (CITS)**. São José dos Campos: INPE, 2003.

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](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.

SOUZA, P. N. **Astronáutica: ensino fundamental e médio**. Coleção explorando o ensino. v.12. Os satélites e suas órbitas. Brasília, MEC, SEB, MCT, AEB, 2009. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=4233-colecaoexplorandoensino-vol12&category\\_slug=marco-2010-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=4233-colecaoexplorandoensino-vol12&category_slug=marco-2010-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 10 maio 2019

SAUSEN, T. M. Sensoriamento remoto e suas aplicações para recursos naturais. **Apostila**. 2006. Disponível em: <http://www3.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>. Acesso em: 26 abr. 2019.

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

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e método**. Tradução Daniel Grassi. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. Disponível em: [https://saudeglobaldotorg1.files.wordpress.com/2014/02/yin-metodologia\\_da\\_pesquisa\\_estudo\\_de\\_caso\\_yin.pdf](https://saudeglobaldotorg1.files.wordpress.com/2014/02/yin-metodologia_da_pesquisa_estudo_de_caso_yin.pdf). Acesso em: 17 ago. 2020.

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

ZURMELY, R. M. **Órbitas de Satélites da Terra**. Disponível em: <https://www.qsl.net/py4zbz/teoria/orbitas.htm>. Acesso em: 10 maio. 2020.

**APÊNDICES**

**APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL: SATÉLITES DE OBSERVAÇÃO E O  
IMAGEAMENTO DA SUPERFÍCIE DA TERRA**

**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.

## 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**

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



**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**

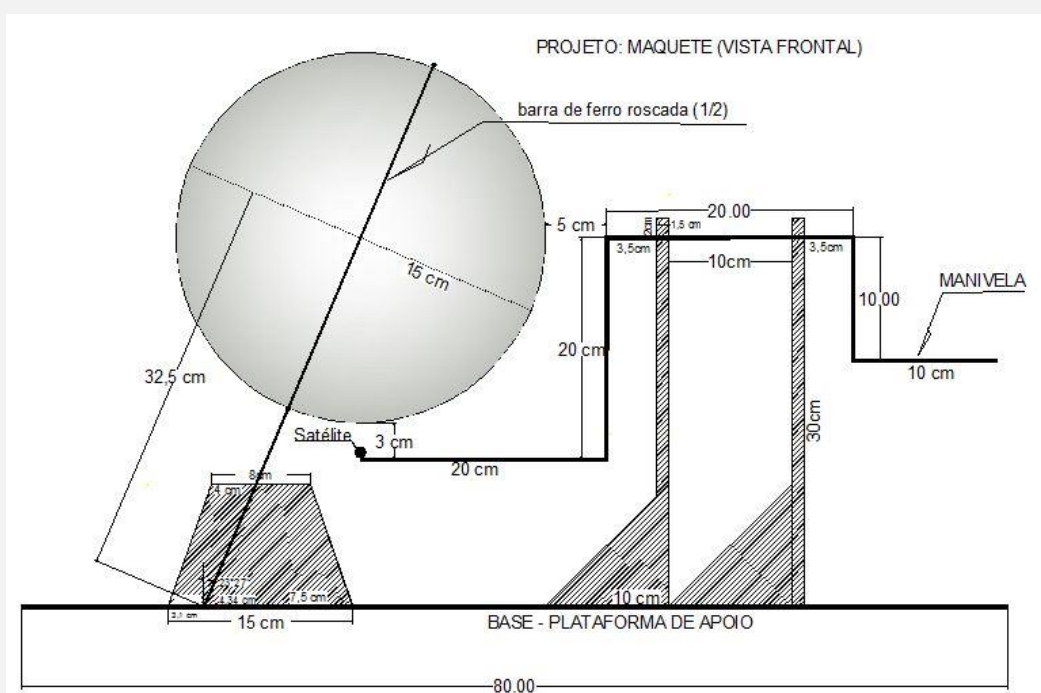


Fonte: Elaboração do autor, 2019.

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

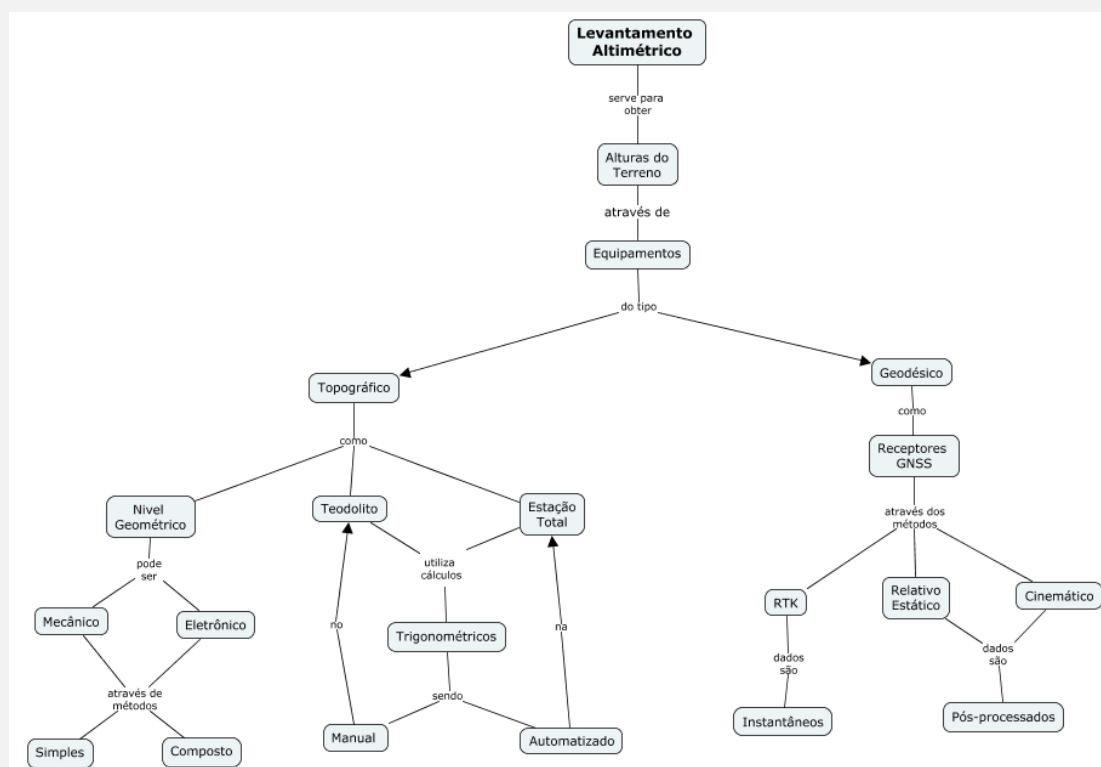
Considerando que a turma não tenha conhecimento sobre mapas conceituais.

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**

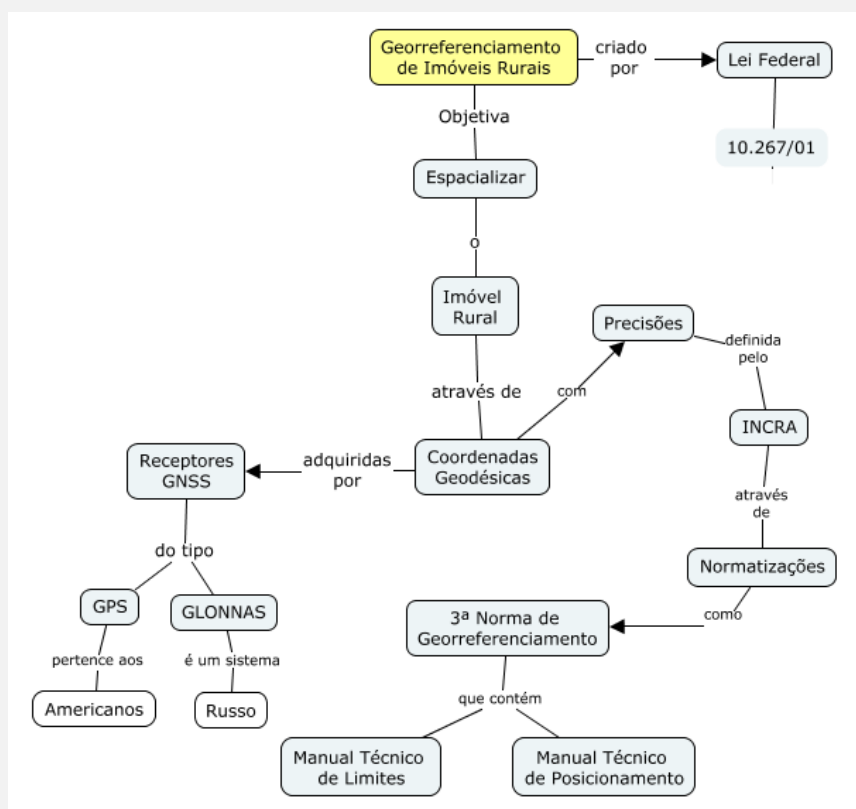


Fonte: Elaboração do autor, 2019.

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.

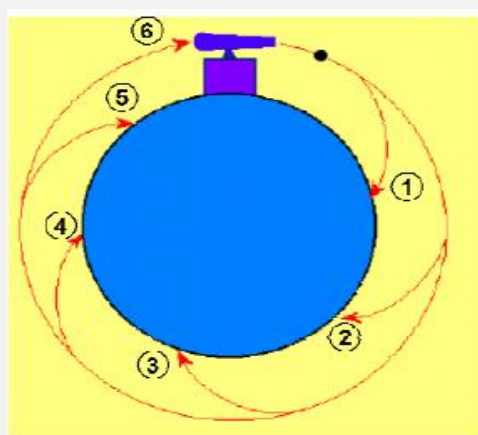
Se os satélites estão no espaço parados ou em movimento?  
O que os mantém no espaço?  
A que distância um satélite está da Terra?

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  $\pm 20.000$  km)

Órbita Alta (acima de  $\pm 36.000$  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  $90^\circ$  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.

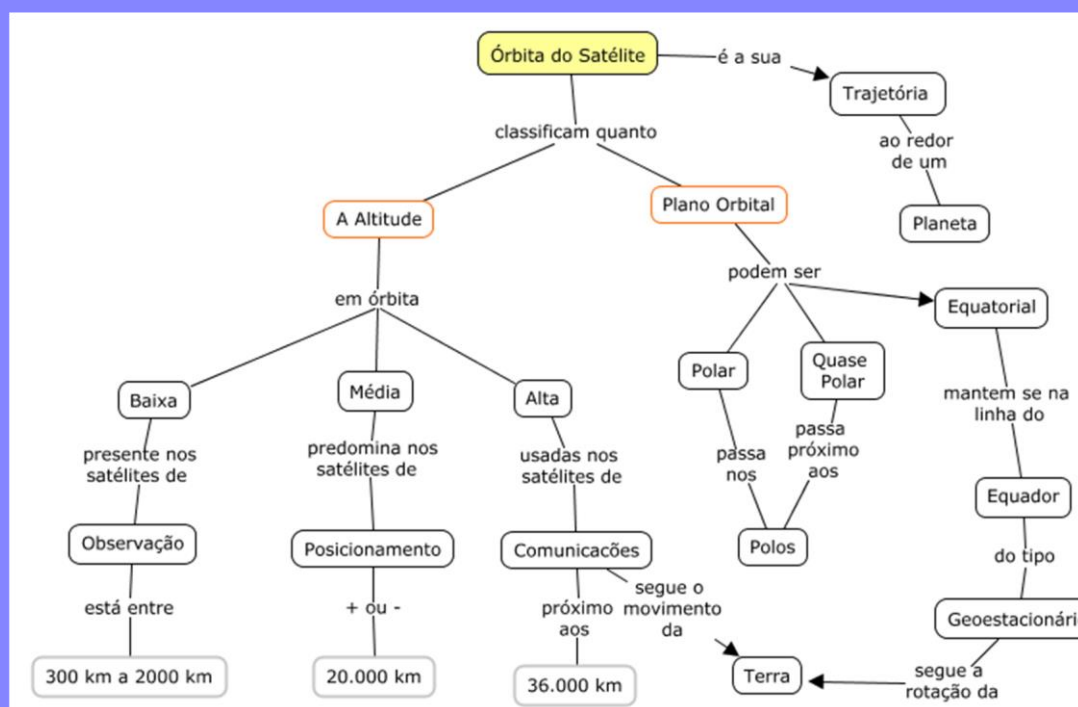
Os novos conhecimentos, referentes aos conceitos de tipos de órbitas: *altitudes; plano orbital*, devem interagir com os conhecimentos prévios (subsunoçores) dos alunos, tais como a *distância da terra ao satélite*, com o cuidado para que os principais conceitos sejam ensinados primeiro e depois os mais 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 elaborarem 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  $-40^{\circ}\text{C}$ , 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  $1000^{\circ}\text{C}$  durante o dia e pode chegar a  $-300^{\circ}\text{C}$  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.

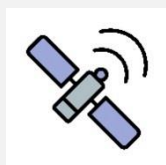
Continuando com os questionamentos, pergunte se uma fotografia aérea, para fins de mapeamento, pode ser feita com uma câmera simples, de uso pessoal, ou precisa ser uma câmera profissional, com recursos tecnológicos específicos, feita exclusivamente para ser acoplada em uma aeronave? Pergunte também 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**

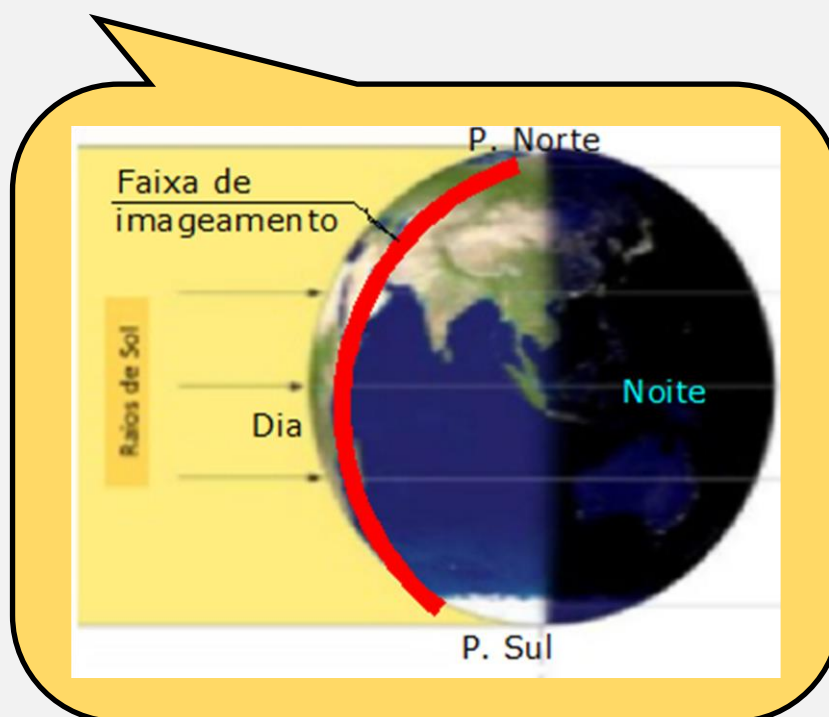
Nesta aula, o professor deve utilizar a maquete representativa do movimento orbital de um satélite de observação e do movimento de rotação da Terra. Essa maquete é importante para que os alunos visualizem a composição dos movimento do satélite e de rotação da Terra, e compreendam que o processo de imageamento 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.

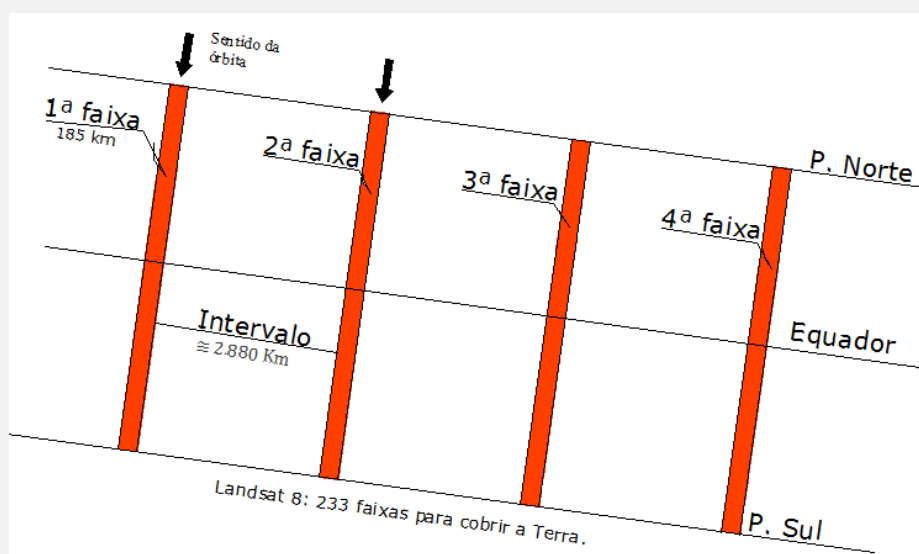
Para esclarecer possíveis dúvidas, o professor pode apresentar algumas características técnicas de algum satélite, como, por exemplo, o Landsat-8, que gasta 99 minutos para completar uma volta ao redor da

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 ( $24 \times 60$  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 m<sup>2</sup>; média, com pixel correspondente à áreas entre 5 m<sup>2</sup> e 30 m<sup>2</sup>; e alta, com pixel representando áreas menores que 5 m<sup>2</sup>. 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;

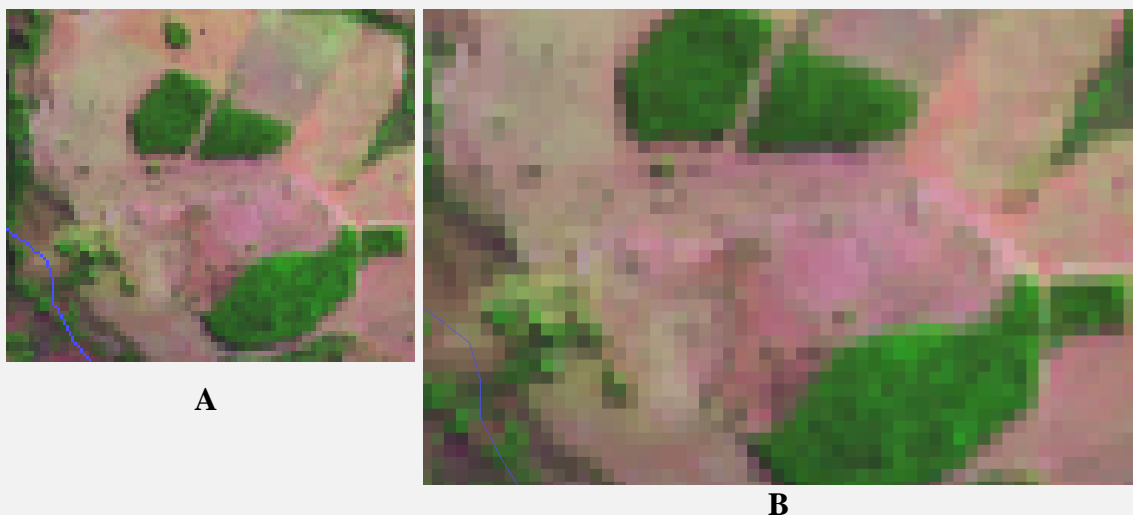
Média: cobre entre 5 e 30 metros;

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**

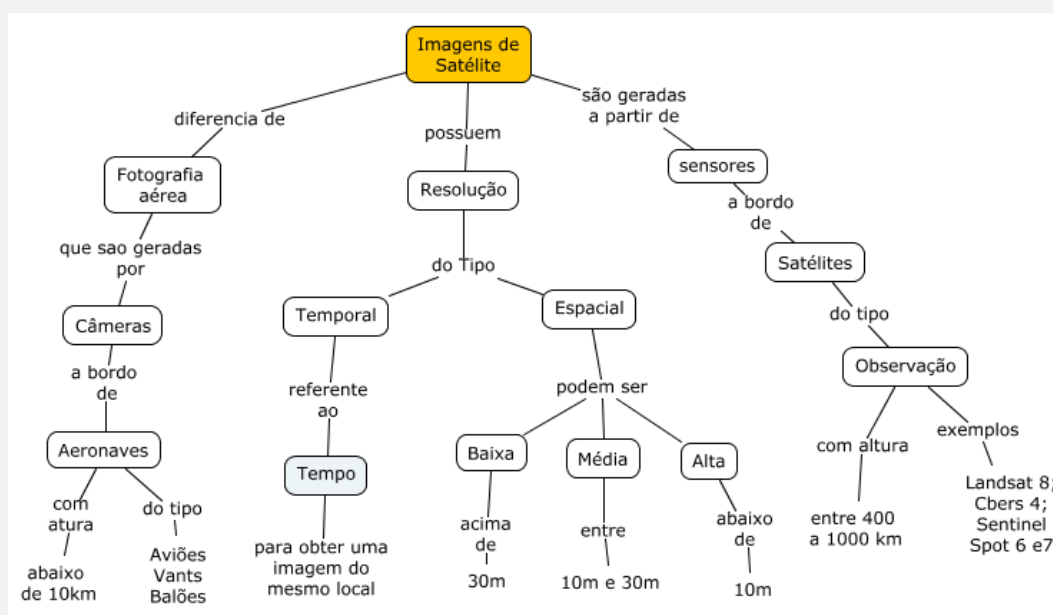


Fonte: Google Earth, 2019

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](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](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](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](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](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.

**APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), de uma pesquisa desenvolvida para o Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática – PPGECM do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) Câmpus Jataí, intitulada “Estudo do processo de Aprendizagem Significativa sobre órbitas de Satélites e o imageamento da superfície terrestre num curso técnico em Agrimensura”.

**Meu nome é Ednaldo Oliveira de Carvalho**, sou o pesquisador responsável. Este é o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, no qual são apresentadas informações referentes a pesquisa, tais como: informações a respeito da justificativa e objetivos da pesquisa, procedimentos a serem utilizados para o seu desenvolvimento, assim com a divulgação dos resultados, além de especificar algum riscos/desconfortos e benefícios sociais e acadêmicos decorrentes da participação nesta pesquisa. Após a leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, caso aceite fazer parte do estudo, você deverá assinar o termo em duas vias, sendo que uma via será devolvida ao pesquisador responsável e a outra fica com o participante. Esclareço que, em caso de recusa na participação você não será penalizado(a) de forma alguma. As dúvidas sobre a pesquisa poderão ser esclarecidas no momento da entrega do termo pelo pesquisador responsável, ou posteriormente por meio do endereço eletrônico [ednaldo\\_carvalho@hotmail.com](mailto:ednaldo_carvalho@hotmail.com) ou por telefone (64) 98406-2220, inclusive sob a forma de ligação a cobrar. Ao persistirem as dúvidas sobre os seus direitos como participante desta pesquisa, você também poderá fazer contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/IFG, pelo telefone (62) 3612-2200.

### 1. INFORMAÇÕES IMPORTANTES SOBRE A PESQUISA

#### 1.1. Exposição do título, justificativa e objetivos da pesquisa

A pesquisa intitulada “Estudo do processo de Aprendizagem Significativa sobre órbitas de Satélites e o imageamento da superfície terrestre num curso técnico em Agrimensura” está sendo desenvolvida para o Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática – PPGECM do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) Câmpus Jataí. O objetivo da pesquisa é desenvolver uma proposta didática que permita ao aluno compreender a relação entre as órbitas dos satélites e o movimento de rotação da Terra, e os procedimentos de aquisição e coleta de dados que resultam nas imagens da superfície terrestres. Esta proposta surgiu da realidade vivenciada como docente do curso técnico em agrimensura em observar a dificuldade dos alunos ao lidar com o tema sobre como são geradas as imagens

de satélites, como o satélite se desloca, o que é uma órbita, qual é a relação de um satélite de observação com a astronomia? São várias dúvidas em que a literatura aborda de forma superficial ou quando fala de um assunto, o outro é desprezado. Portanto essas dificuldades nos levaram a propor uma sequência didática que possibilite uma explicação de forma clara, contextualizada e objetiva sobre o tema.

### **1.2. Procedimentos a serem utilizados para o desenvolvimento da pesquisa**

A metodologia de pesquisa adotada será a qualitativa nesse tipo de pesquisa preocupar-se com o processo utilizado e não simplesmente com resultados e produtos. Como a pesquisa está voltada para um grupo de pessoas, que possui como problema a compreensão de um determinado conteúdo educacional, logo caracteriza-se também como um estudo de caso.

Nesta pesquisa os participantes serão uma turma de alunos do último período do curso técnico subsequente em Agrimensura do Instituto Federal de Goiás – Câmpus Jataí, composta de 14 alunos com idade variando entre vinte a cinquenta e nove anos. A sequência didática será aplicada numa disciplina de sensoriamento remoto, cujos conteúdos relacionam-se com a temática da presente pesquisa. Como forma de coleta de dados, todas as aulas serão filmadas e transcritas, para posterior análise. Também utilizaremos a técnica de elaboração de mapas conceituais pelos estudantes, como forma de acompanhamento de seu aprendizado, a partir das conexões entre os conceitos apresentados por eles. Também serão observados principalmente a participação, o envolvimento e as descobertas que eles poderão alcançar no decorrer das aulas.

### **1.3. Especificação de riscos/desconfortos e benefícios sociais e acadêmicos decorrentes da participação na pesquisa**

Quanto aos riscos da pesquisa ao participante, não há riscos evidentes, ou seja, o participante estará em aula, já previsto conforme a sua efetivação da matrícula para a disciplina de sensoriamento remoto, mas devemos considerar que existe o cansaço físico e mental pela atenção. Considerando os benefícios da pesquisa ao participante, é importante ressaltar que o participante estará em aula a qual propõem uma sequência didática específica ao conteúdo abordado, a qual poderá contribuir de forma positiva ao entendimento e assimilação do conteúdo. E este é um dos objetivos fazer com que os alunos compreendam sobre as órbitas dos satélites de observação e o movimento de rotação da Terra e o processo de aquisição de imagens da superfície terrestre

#### **1.4. Informação sobre as formas de ressarcimento das despesas decorrentes da cooperação com a pesquisa**

O participante não terá despesas decorrentes de sua cooperação com a pesquisa. Todas as despesas com o material de apoio serão custeadas pelo pesquisador.

#### **1.5. Garantia do sigilo que assegure a privacidade e o anonimato do participante**

Serão tomadas as medidas necessárias que garantam a liberdade de participação, a integridade do participante da pesquisa e a preservação dos dados que possam identificá-lo, garantindo, especialmente, a privacidade, sigilo e confidencialidade. Para garantir o sigilo, todos os dados coletados serão manipulados unicamente pelo pesquisador responsável. Toda e qualquer informação ou imagem será descaracterizada para que não ocorra a identificação do participante.

#### **1.6. Garantia de liberdade de participação**

A participação será livre e voluntária, o participante tem a garantia expressa de liberdade de se recusar a participar ou retirar o seu consentimento, em qualquer momento durante a fase da pesquisa, sem penalização alguma.

#### **1.7. Apresentação de resultados**

Os resultados dessa pesquisa serão divulgados publicamente independentemente dos resultados que se apresentem ao final do mesmo

#### **1.8. Apresentação das estratégias para divulgação dos resultados**

A divulgação dos resultados, será a sequência didática na forma de produto educacional, que ficará disponível de forma digital e gratuita para alunos e professores e para o público em geral interessados no tema abordado.

#### **1.9. Garantia de pleitear indenização**

O participante tem o direito de pleitear indenização garantida em lei, decorrentes da sua participação na pesquisa, caso se sinta prejudicado no sentido de não ter sido respeitado o estabelecido neste termo.

## 2.0. Consentimento da Participação na Pesquisa:

Eu, .....,  
inscrito(a) sob o RG/ CPF....., abaixo assinado, concordo em participar do estudo intitulado “Estudo do processo de Aprendizagem Significativa sobre órbitas de Satélites e o imageamento da superfície terrestre num curso técnico em Agrimensura”. Informo ter mais de 18 anos de idade e destaco que minha participação nesta pesquisa é de caráter voluntário. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador responsável Ednaldo Oliveira de Carvalho sobre a pesquisa, os procedimentos e métodos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação no estudo. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade. Declaro, portanto, que concordo com a minha participação no projeto de pesquisa acima descrito.

Jataí (GO), ..... de ..... de .....

---

Assinatura por extenso do(a) participante

---

Assinatura por extenso do pesquisador responsável

### **Endereço profissional do pesquisador**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí.  
Rua Maria Vieira Cunha, nº. 775, Residencial Flamboyant, Jataí – GO, CEP: 75.804-714.  
Telefone: (64) 3605-0800.