

## Sequências de ensino-aprendizagem: uma abordagem baseada nas demandas de aprendizagem para o ensino de Física

**Resumo:** Este artigo descreve o efeito de uma Sequência de Ensino Aprendizagem (Teaching-Learning Sequence – TLS), baseada nas demandas de aprendizagem, na promoção do aprendizado dos alunos em conteúdos de Física. A pesquisa investiga os argumentos escritos e orais produzidos por alunos do 1º ano do Ensino Médio, em Sorriso, MT, durante uma TLS completa desenvolvida em agosto de 2019. Os dados usados nesta análise foram derivados de respostas escritas, gravações de áudio e vídeo e notas de campo. Os resultados mostraram que esta TLS pode ser útil para promover a argumentação e melhorar o aprendizado dos alunos sobre conceitos de Física, com destaque para algumas estratégias que se mostraram com potencial para serem utilizadas em TLSs sobre diferentes temáticas.

**Palavras-chave:** Aprendizagem significativa. Sequência de ensino-aprendizagem. TLS. Ensino de física.

### Teaching-learning sequences: an approach based on learning demands for teaching Physics

**Abstract:** This article describes the effect of a Teaching-Learning Sequence (TLS), based on the learning demand concept, in promoting students' learning and in extend their analysis to wider physics concepts. It examines the written and oral arguments produced by first year high school students, in Sorriso, MT, during a complete PMTU developed in August 2019. The data used in this analysis was derived from written responses, audio and video recordings, and written field notes. The findings show that this TLS can be useful for promoting students' argumentation and can potentially improve students' learning of physics concepts, shedding light on some strategies that have shown the potential to be applied in TLSs on different topics.

**Keywords:** Meaningful learning. Teaching-learning sequence. TLS. Physics teaching.

### Secuencias de enseñanza y aprendizaje: un enfoque basado em las demandas de aprendizaje para la

#### Silvane Tortelli Guarrezi

Mestra em Ensino de Ciências Naturais (UFMT). Professora na Rede Pública de Ensino Estadual de Mato Grosso. Mato Grosso, Brasil.

 [orcid.org/0000-0002-2301-1699](https://orcid.org/0000-0002-2301-1699)

 [silvanetortelli@gmail.com](mailto:silvanetortelli@gmail.com)

#### Marcelo Paes de Barros

Doutor em Física Ambiental (UFMT). Professor da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Mato Grosso, Brasil.

 [orcid.org/0000-0003-0726-3260](https://orcid.org/0000-0003-0726-3260)

 [marcelo.paes@fisica.ufmt.br](mailto:marcelo.paes@fisica.ufmt.br)

#### Dulce Ferreira da Silva

Mestranda em Ensino de Física (UFMT). Mato Grosso, Brasil.

 [orcid.org/0000-0002-8310-5179](https://orcid.org/0000-0002-8310-5179)

 [dulceferreiradasilva@gmail.com](mailto:dulceferreiradasilva@gmail.com)

Recebido em 19/04/2020  
Aceito em 02/06/2020  
Publicado em 03/06/2020

eISSN 2675-1933  
 [10.37853/pqe.e202017](https://doi.org/10.37853/pqe.e202017)



## enseñanza de Física

**Resumen:** Este artículo describe el efecto de una Secuencia de Enseñanza-aprendizaje (Teaching-Learning Sequence - TLS), basada en las demandas de aprendizaje, en la promoción de la aprendizaje de los alumnos de contenidos de Física. La investigación examina los argumentos escritos y orales de alumnos de 1er año de secundaria en Sorriso, MT, a través de la aplicación de una TLS, en agosto de 2019. Los datos utilizados em análisis se derivaron de respuestas escritas, grabaciones de audio y video y notas de campo. Los resultados mostraron que este TLS puede ser útil para promover la argumentación y mejorar el aprendizaje de los estudiantes sobre los conceptos de Física tratados, evidenciando algunas estrategias con potencial para ser utilizadas en TLSs sobre diferentes temas.

**Palabras-clave:** Aprendizaje significativo. Secuencia enseñanza-aprendizaje. TLS. Didáctica de la física.

### 1 Introdução

2

Na busca por alternativas que possam auxiliar no desenvolvimento de um olhar crítico por parte de alunos sobre os conteúdos escolares, que permitam a eles deixarem de ser meros espectadores para tornarem-se protagonistas das questões que envolvam seus interesses e, assim, conhecedores do mundo ao seu redor, estratégias de ensino estão sendo desenvolvidas na esperança de apresentar uma ciência Física mais real e significativa para esses.

Uma estratégia que enfatiza uma aprendizagem significativa, ao basear no conhecimento prévio e nas dificuldades mais comuns dos alunos, exigindo do professor uma postura mais organizada, é o desenvolvimento de Sequências de Ensino-Aprendizagem (Teaching-Learning Sequences - TLS). Elaboradas com base em referenciais cognitivistas, como contraponto aos currículos tradicionais, onde o ensino concentra-se na perspectiva da ciência, sem levar em conta o que os alunos sabem, pensam ou estão interessados, as TLSs são projetadas e avaliadas no nível micro, diferente das análises de currículos inteiros feitas até então, com base em uma análise minuciosa das estratégias de ensino planejadas, levando em conta as ideias, os

conhecimentos e as formas de raciocínio anteriores dos alunos, a fim de estimular seu envolvimento ativo na aprendizagem de Ciências (Millar, 1989; Lijnse, 1995).

Dadas essas premissas, Moreira (2011) propõe que a construção de sequências de ensino fundamentadas em teorias de aprendizagem, particularmente a da aprendizagem significativa de David Ausubel (1968) e em visões clássicas e contemporâneas desta, podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula.

## 2 Referencial teórico

Nesta seção será feito o diálogo com os autores estudados acerca dos fundamentos da Teoria da Aprendizagem Significativa e de como seus princípios podem fundamentar Sequências de Ensino-Aprendizagem (Teaching Learning Sequences – TLSs), como esta, objeto de análise deste trabalho.

### 2.1 A aprendizagem significativa

A proposição de que os novos conhecimentos interagem com conhecimentos já existentes no cognitivo do indivíduo, de forma não literal e não-arbitrária, ou seja, o aprendiz relaciona o novo com o velho de forma substancial, algo relevante para a sua cognição, é o pressuposto básico da Teoria da Aprendizagem Significativa – TAS (Moreira, 2012). Na TAS, o termo conhecimento prévio, também denominado por subsunçor, inclui todos os conceitos, situações, significados, já estabelecidos na estrutura cognitiva do indivíduo, que adquiriu e formalizou como seu conhecimento, servindo como ponto de ancoragem as novas ideias. Moreira (2012) ressalta que o subsunçor depende de cada indivíduo, de sua experiência, podendo estar mais ou menos elaborado de significados, contudo como ele serve de âncora para os novos conceitos, logo estará modificado.

A estrutura cognitiva, o conteúdo total de ideias, informações e esquemas que um indivíduo obtém com o passar do tempo, é extremamente organizada e hierarquizada, de forma que, com o novo conceito aprendido, ela é modificada, ampliada, para assim ser

utilizada posteriormente com outros conceitos, uma estrutura em constante mudança (Ausubel, 1968).

Desenvolvida por David Paul Ausubel (1918-2008), a TAS tem como fundamento a aprendizagem com base no que já conhecemos, sendo essa relação preciosíssima para o desenvolvimento e elaboração do novo conhecimento, tendo “a aprendizagem seu conceito principal como significativa, pois incorpora, como eixo fundamental, o processo da compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição do sujeito, de modo a identificar os padrões estruturantes dessa transformação” (Sousa et al., 2018, p.1).

Segundo Sousa et al. (2018, p.3), “o professor tem que considerar os conhecimentos prévios que o aluno já possui como ponto de partida para construção do novo conhecimento, identificando em que estágio ele se encontra e a partir dessas âncoras, propor estratégias de ensino”.

Como forma de manipular a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa, Ausubel (1968) sugere a utilização de organizadores prévios, que, ao partirem de um nível mais amplo do que o novo conteúdo a ser aprendido, podem facilitar o relacionamento de novos conceitos com os elementos preexistentes na estrutura cognitiva dos discentes. Para Moreira e Masini (2006), os organizadores prévios podem ser apresentados ao aluno em forma de textos, filmes, mapas mentais, fotos, esquemas, entre outros, de maneira mais abrangente, direcionando e integrando o conhecimento já existente com o novo.

Moreira (2010) afirma que a aprendizagem significativa ocorre primordialmente por dois processos: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

A diferenciação progressiva é o princípio programático segundo o qual as ideias mais gerais e inclusivas da matéria de ensino devem ser apresentadas desde o início da instrução e, progressivamente diferenciadas em termos de detalhes e especificidade. Não se trata de um enfoque dedutivo, mas sim de uma abordagem na qual o que é mais relevante deve ser introduzido desde o início e, logo em seguida, trabalhado através de exemplos, situações ou exercícios (Moreira, 2010, p.5).

Com igual importância, sobre a reconciliação integradora, Moreira (2010) afirma que:

[...] a programação da matéria de ensino deve não apenas proporcionar a diferenciação progressiva, mas também explorar, explicitamente, relações entre conceitos e proposições, chamar a atenção para diferenças e semelhanças e reconciliar inconsistências reais e aparentes. É nisso que consiste a reconciliação integradora, ou integrativa, como princípio programático de um ensino que visa à aprendizagem significativa (Moreira, 2010, p.5).

Esses dois processos, diferenciação progressiva e reconciliação integradora, ocorrem simultaneamente, ao mesmo tempo em que o indivíduo diferencia os conhecimentos, ele também faz uma reconciliação destes conceitos, sendo importante destacar que as intensidades serão distintas. Moreira (2010) ainda enfatiza que estes dois processos formam a estrutura cognitiva e podem também ser tomados como princípios programáticos do conteúdo da matéria de ensino.

O princípio da consolidação, segundo Beber e Pino (2017), enfatiza que, no contexto da aprendizagem significativa, a consolidação significa que ela não é imediata e que realizar exercícios, resoluções de situações-problema, esclarecimento, distinções, diferenciações, integrações são importantes antes da introdução de novos conhecimentos. A consolidação implica em fortalecer os conhecimentos prévios, antes de formar um novo conceito, ou seja, obter um conceito mais significativo e claro dos conteúdos a serem estudados só irá aprimorar o novo conhecimento. Sousa et al. (2018, p.5) afirmam que “a consolidação é o domínio de conhecimentos prévios estruturados antes de inserir novos conhecimentos”.

Contudo, mesmo que o professor desenvolva essas etapas de aprendizagem significativas, de acordo com Beber e Pino (2017, p.4) “para que ocorra uma aprendizagem significativa é necessário que o aprendiz manifeste intenção em querer aprender significativamente, sem predisposição para aprender, o que geralmente ocorre é a aprendizagem mecânica”.

Baseada na ideia de que as teorias orientadas para o conteúdo são um complemento necessário para plataformas teóricas cognitivistas, uma abordagem que tem se destacado é o projeto de sequências de ensino-aprendizagem, fundamentadas nas demandas de aprendizagem. Nesta abordagem crê-se que um ensino bem sucedido em promover a compreensão conceitual pode motivar os alunos a aprender (Savinainen & Viiri, 2008).

## 2.2 Teaching-Learning Sequence - TLS

Para M'Eheut e Psillos (2004, p.520), uma "TLS é tanto uma atividade de pesquisa intervencionista quanto um produto, como um pacote de unidade curricular tradicional, que inclui atividades de ensino-aprendizagem, planejadas com base em uma análise minuciosa de diferentes estratégias de ensino, adaptadas às concepções alternativas do aluno".

Para Savinainen e Viiri (2008), incorporando as visões individuais e socioculturais de aprendizagem, as diferenças, de quaisquer naturezas, entre essas concepções alternativas e o conceito científico a ser abordado permitem identificar as demandas de aprendizagem para uma proposta de ensino. As demandas de aprendizagem, dificuldades mais comuns dos alunos em determinado conteúdo, surgem nos casos, por exemplo, em que os alunos percebem um processo (calor, trabalho, força...) como uma propriedade dos objetos (Savinainen & Viiri, 2008). Segundo West e Wallin (2013), as demandas de aprendizagem mostram as diferenças epistemológicas, entre o saber empírico e os objetivos de aprendizagem.

Assim, definido o tema a ser abordado durante as aulas, o professor deve levantar as demandas de aprendizagem, informações essenciais para o planejamento da TLS. As demandas de aprendizagem podem ser levantadas a partir de revisão de bibliografia, pela experiência do docente em sala de aula ou com a troca de experiência com colegas de profissão. Além disso, conhecer o grupo de alunos e de sua realidade pode ajudar à definição dessas demandas.

A partir do conteúdo escolhido, das demandas eleitas, começa a elaboração da sequência didática, ao que é chamado de design (projeto). Durante a etapa de design, as demandas de aprendizagem precisam receber mais atenção instrucional, de forma que a TLS, projetada com atividades de ensino e de pesquisa, deve abordar cada aspecto destas demandas (Savinainen & Viiri, 2008). Ainda assim, durante a utilização da TLS podem surgir novas demandas, as quais devem ser analisadas e novas atividades desenvolvidas na busca de atendê-las.

Além de fundamentadas teoricamente, em termos de estratégias, as atividades que constituem uma TLS devem ser fundamentalmente diversificadas, de forma que a

eficácia do processo ensino-aprendizagem é tanto maior quanto mais oportunidades o aluno tenha, no desenvolvimento desta, de interagir fisicamente com diferentes materiais instrucionais e de se engajar em vários tipos de atividades.

Com uma perspectiva problematizadora em relação ao contexto em que os professores e alunos estão inseridos, as atividades de ensino propostas para uma TLS são organizadas em ciclos contínuos de diferenciação progressiva e de reconciliação integrativa, indicando, respectivamente, um processo cognitivo do geral para o específico e, ao contrário, do específico para o geral. Ranzani e Pessanha (2013) destacam a importância de se desenvolver uma organização didática de ensino com essas atividades que tenha como objetivo discutir sobre o que se pretende construir, como serão as etapas dessa construção e como será feita a avaliação, sempre buscando decidir quais são as ações mais favoráveis para o reconhecimento e potencialização da aprendizagem dos alunos.

Sobre as avaliações, e demais atividades de pesquisa da TLS, devem avaliar a existência de pré-requisitos necessários para a aprendizagem de um novo conteúdo pelos alunos, e o nível de aprimoramento do entendimento destes sobre o conhecimento científico, possibilitando ao professor a correção de eventuais distorções ocorridas durante uma aula ou um curso (Kiefer & Pilatti, 2014).

Savinainen e Viiri (2008), em análise das avaliações realizadas em uma pesquisa em ensino de Física, mostraram que a estrutura das atividades de uma TLS afeta significativamente o desempenho do aluno, expresso pelo aprimoramento do entendimento deste sobre o conhecimento em Física. Geralmente associados à abstração, os conceitos abordados na Ciência Física, mesmo abstratos, pode ter o relacionamento de novos desses conceitos com os elementos preexistentes na estrutura cognitiva dos discentes facilitado pela própria estrutura da TLS, ao partir de um nível mais amplo do que o novo conteúdo a ser aprendido.

Como forma de promover aprendizagem significativa, em oposição a uma aprendizagem mecânica, de conteúdos das Ciências Naturais, TLSs fundamentadas na TAS são desenvolvidas para auxiliar estudantes na aquisição destes conteúdos. A abordagem de TLS proposta neste trabalho, a demanda de aprendizagem, trata-se de um

refinamento desta linha, na qual as atividades planejadas para a mesma devem abordar os aspectos, ontológico, conceitual e epistemológico, dessas demandas.

Assim, com base nessa tradição de pesquisa, este artigo descreve a elaboração e a intervenção educacional de uma TLS sobre Cinemática Escalar para turmas de Ensino Médio, fundamentada pela Teoria da Aprendizagem Significativa, com a abordagem das demandas de aprendizagem, tendo como princípios programáticos do conteúdo da matéria de ensino a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Com o objetivo de avaliar os resultados em termos de aprendizagem da intervenção, a análise destes também permitiu identificar estratégias e abordagens pedagógicas específicas que podem ser empregadas em TLSs, visando uma aprendizagem significativa.

### 3 Metodologia

A metodologia de pesquisa utilizada, a observação participante, ao aproximar o pesquisador dos participantes da pesquisa para compreender suas formas de interpretação acerca das situações vivenciadas, observou a importância de adotar um referencial teórico metodológico, ao optar por um tipo de pesquisa com intervenção do pesquisador, pela forma como altera o ambiente de alguma maneira e analisa o efeito desta alteração (Seferin, 2016). O delineamento assumido foi o quase-experimental, que se baseia em observar as diferenças, qualitativas ou quantitativas, no desempenho dos alunos que se mantenham ao longo do tempo e que podem ser tomadas como evidências da influência do tratamento (Moreira, 1990).

A natureza do processo de análise dos dados assumida foi a Quali-Quantitativa, que, de acordo Moreira (1990), entre algumas vantagens da utilização desse processo é a possibilidade da obtenção de diferentes tipos de informação e, como enfocam a mesma questão, os diferentes métodos utilizados podem avaliar a robustez dos resultados. Para Kirschbaum (2013), as abordagens são complementares e mesmo interdependentes, e mesmo em ocasiões em que o desenho de pesquisa apresenta um viés positivista, a análise depende de uma imersão em descrições e explicações de casos que utilizam métodos qualitativos. Por outro lado, tratando da pesquisa em educação, Eisner (1981) avalia que esta não deve se voltar como uma rejeição ao científico, porque com ambas

podemos atingir visão binocular: olhar através de um só olho nunca proporcionou muita profundidade de campo.

### **3.1 Locais e participantes da pesquisa**

Após uma intervenção piloto realizada em maio de 2019, o desenvolvimento da proposta, que será objeto de análise neste artigo, aconteceu em agosto de 2019, em uma escola particular, no município de Sorriso, MT, com uma turma de 20 alunos do 1º Ano do Ensino Médio. Esse refinamento sucessivo das intervenções educacionais projetadas, para Ruthven et al. (2009) tornam as pesquisas baseadas em TLSs análogas à metodologia da engenharia, cuja finalidade é testar e sistematicamente melhorar a adequação ao propósito de um artefato projetado.

A escola está localizada na área central da cidade, com aproximadamente 120 alunos de ensino médio, com duas turmas de primeiros anos, duas turmas de segundos anos e uma turma de terceiro ano do ensino médio. A carga horária semanal de Física nessa escola é de três aulas de 50 min, cada. A escolha pela escola para a intervenção educacional ocorreu devido ao fato das escolas Estaduais da cidade encontrarem em estado de greve no período, sem previsão de encerramento da mesma e nem o período de reposição destas aulas, e da mesma aceitar o pedido da professora, primeira autora deste artigo, para desenvolver a pesquisa.

A intervenção de ensino foi planejada para ser realizada em 4 etapas, sendo cada etapa da TLS composta por duas aulas semanais de 60 minutos, cada, totalizando 8 aulas. A intervenção ocorreu de forma tranquila, sem interrupções, como planejado.

### **3.2 Elaboração da proposta**

A TLS foi elaborada ao longo do ano de 2018 e início de 2019, em projeto de pesquisa realizado no âmbito do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais (PPGECN), Mestrado Profissional, do Instituto de Física, da Universidade Federal de Mato Grosso (IF/UFMT).

A princípio foram levantadas as possíveis demandas de aprendizagem de Cinemática Escalar para alunos de Ensino Médio, para balizar o planejamento da proposta de intervenção. Estas demandas foram relacionadas a partir da experiência da autora como professora de Ensino Médio, com 14 anos de experiência, de conversas com colegas de profissão, da escola e de professores, docentes e mestrandos, do PPGE-CN, além das referências utilizadas para a confecção deste.

As demandas de aprendizagem mais evidentes para os alunos corresponderam a: conversão de unidades de medidas, diferença entre deslocamento e distância percorrida e interpretação de gráficos, além das diferenças entre as formas de pensar e falar cotidianas e as científicas.

A partir dessas demandas de aprendizagem, a TLS (Guarrezi, 2020), foi projetada de acordo com essa tradição de pesquisa, com a finalidade de promover uma aprendizagem significativa, para os alunos, dos conceitos em questão.

### 3.3 A Intervenção de Ensino

A intervenção de ensino foi organizada em quatro etapas, que serão discutidas a seguir.

#### 3.3.1 Primeira etapa - apresentação da proposta e início da sequência: aulas 1 e 2

De início, a cada aluno foi concedida uma pasta, onde a cada etapa novas atividades eram entregues para serem desenvolvidas e anexadas à pasta. Ainda antes de dar início aos trabalhos foi criado um grupo de mensagens, para troca de mensagens, vídeos e trabalhos desenvolvidos.

Na primeira aula foi realizada uma exposição sobre os conceitos de corpo extenso, ponto material, trajetória e referencial, com um cuidado de inserir novos conceitos de forma mais abrangente, pensando em uma diferenciação progressiva, com o fim de aprimorar, evoluir os conceitos mais específicos.

Em seguida foi entregue a Atividade I, onde os alunos desenharam o caminho de sua casa, no qual, com a utilização do aplicativo Google Maps (Google, 2019b), mediram a distância, o tempo e a velocidade média desenvolvida para essa situação. O Google Maps (Google, 2019b) é um serviço da web gratuito, desenvolvido para pesquisa e visualização de mapas e rotas, oferecendo ao usuário diversas rotas, tanto de carro, a pé ou bicicleta. Além disso, oferece a distância, tempo e velocidade dependendo da opção de cada caminho e transporte.

Ainda na Atividade I, três placas de sinalizações foram expostas para os alunos descreverem seus significados, para que percebessem as diferenças entre os conceitos de posição, deslocamento e velocidade: a primeira placa era de indicação da quilometragem e nome de uma determinada estrada; a segunda placa correspondia à indicação da distância até um posto; a terceira placa representava a sinalização do limite de velocidade. Passado um tempo, aproximado, de 10 min, tiveram início as discussões sobre a atividade (Figura 1).



Figura 1 – Alunos realizando atividades com o auxílio do aparelho celular  
Fonte: Elaborado pelos Autores

Após explanação e discussões sobre a Atividade I, foi proposto um trabalho de produção de vídeo, sendo oferecidas as seguintes orientações: formarem grupos de 4 alunos; pesquisarem e produzirem um vídeo de, no máximo, 1 minuto, com o tema de repouso e movimento; enviarem ao e-mail da professora em uma data que antecipasse a quinta aula, momento que seria assistido por todos.

Dando continuidade à aula, na Atividade II a abordagem principal passou pelas definições de referencial e espaço. A Atividade apresentava o perfil de uma estrada onde se encontravam 4 pontos de comércio: o banco, que representa a origem dos espaços, o armazém, a 50 m antes do banco, o correio a 40 m após o banco e a drogaria a 30 m à

frente do correio, conforme o sentido referenciado. Os alunos deveriam responder indicando as posições de cada ponto na referida estrada.

Em seguida, utilizado como um organizador prévio, foi apresentado aos alunos um vídeo de resolução da Atividade, pertencente ao canal “caderno de exercícios/Física” (Caderno de Exercícios, 2019), onde exercícios são resolvidos em vídeos de 1 min e 23 s com a finalidade de auxiliar na compreensão de temas na área de Física.

Na sequência, nova exposição dos conceitos de espaço, distância e deslocamento foi realizada pela professora, procurando diferenciá-los, e em seguida foi realizada a Atividade III e, com o auxílio do quadro, TV e aparelho de celular, as correções foram concluídas. A Atividade consistia em uma imagem superior da quadra de uma escola da cidade com vários pontos de referência e medidas de distâncias entre estes, tendo como referencial a porta da escola. Diversas situações de deslocamentos são propostas, na intenção de realizar uma reconciliação integradora da diferença entre distância percorrida e deslocamento.

### 3.3.2 Segunda etapa – aplicativos e experimento: aulas 3 e 4

Para a aula 3 foi necessário medir antecipadamente a quadra onde se encontra a escola. Para tanto, foi utilizado o aplicativo Google Earth (Google, 2019a), e com este valor os alunos preencheram a tabela da Atividade IV, no campo distância. O Google Earth (Google, 2019a) é um aplicativo gratuito, disponível na web, que permite visualizar e passear por qualquer lugar do planeta, a partir de imagens capturadas por satélites. O programa além de possibilitar o conhecimento de lugares também ajuda a medir distâncias entre eles, facilitando trabalhos que necessitam dessas medições.

Em seguida desenvolveram a Atividade experimental na calçada da escola, em grupos de 4 alunos, que consistia em cada integrante realizar uma volta na quadra da escola, em diferentes ritmos, preenchendo a tabela com o tempo de execução da tarefa. O primeiro com uma caminhada tranquila, o segundo em uma caminhada apressada, o terceiro correndo e o último de bicicleta (Figura 2).



Figura 2 – Alunos realizando a atividade experimental  
Fonte: Elaborado pelos Autores

Retornando à sala de aula, cada aluno, de forma individual, preencheu a sua tabela com os dados adquiridos pelo grupo e calcularam a velocidade média de cada situação. Neste momento fez-se necessário sanar as dúvidas sobre as unidades de medidas, km/h e m/s, e suas conversões.

Estabelecendo a reconciliação integradora entre as novas relações conceituais, um vídeo explicativo do canal “Descomplica” (Descomplica, 2018) onde é elaborado um mapa mental sobre Movimento Uniforme (MU) foi exibido. Os alunos, com o mapa mental impresso em sua pasta, apenas prestaram atenção no desenvolvimento do mesmo, que apresentava as características desse movimento. Visando uma consolidação dessas características, os alunos realizaram uma lista de exercícios sobre o MU e levaram para resolução em casa outra lista de exercícios. O canal Descomplica (Descomplica, 2018) é um canal que exhibe vídeos de várias disciplinas, aulas ao vivo todos os dias e monitoria online.

### 3.3.3 Terceira etapa – vídeos, aula expositiva e listas de exercícios: aulas 5 e 6

A etapa teve início com a exibição dos vídeos confeccionados pelos alunos, que posteriormente ficaram disponíveis a todos os integrantes do grupo de mensagens.

Na continuidade da aula, após a correção dos exercícios da lista anterior, os alunos receberam a Atividade VIII, uma sequência de tópicos sobre Movimento Uniformemente Variado (MUV). A exposição teve início com a utilização dos dados

registrados na Segunda Etapa para a apresentação do conceito de aceleração escalar. Os alunos acompanharam toda a sequência desenvolvendo junto com a professora as características do MUV, inserindo significados da grandeza aceleração, as diferenças do MU e MUV, bem como ilustrações de exemplos e construção dos gráficos deste movimento.

A etapa foi finalizada com duas listas com exercícios similares aos desenvolvidos nas aulas, uma para realizar em sala e diagnosticar dúvidas ainda existentes, e a outra para casa e assim praticarem os conceitos apresentados, consolidando toda a estrutura da Cinemática Escalar.

### **3.3.4 Quarta etapa – correção e discussões das dúvidas: aulas 7 e 8**

A última etapa, como consolidação e generalização, foi destinada para a correção das tarefas e discussões das dúvidas que surgiram, de forma a potencializar a aprendizagem.

## **3.4 As atividades de pesquisa**

Uma TLS é constituída por atividades de ensino e de pesquisa, estas últimas objetivam a investigação do aprendizado dos alunos, na busca de saber se os métodos utilizados satisfizeram nossas expectativas. Nesse anseio, durante a TLS, foram utilizados testes, Pré e Pós, além de um grupo focal, como instrumentos para coleta de informações.

Em relação aos testes pré e pós, iguais, foram produzidos com seis questões: três de múltipla escolha e três abertas, que foram analisadas de forma a identificar se houve aperfeiçoamento da habilidade com cálculos matemáticos. O Pré-teste foi aplicado ao início da primeira aula e o Pós-teste foi aplicado após a última atividade da oitava aula.

Para análise dessas informações foram utilizadas medidas de tendência central (média e mediana) e de dispersão (desvio padrão). Também foi utilizada uma análise de variância (ANOVA) com as notas dos alunos (Variável Dependente) nos Pré e Pós-teste (Tratamentos), para aferir, a um nível de significância adotado de 1%, se existiram

diferenças significativas entre as notas dos alunos nesses testes ou se essas diferenças foram meramente variações aleatórias.

ANOVA é um teste que utiliza estimativas de parâmetro, com a finalidade de confrontar dados, averiguar as diferenças entre duas ou mais variáveis, utilizado na pesquisa para se alcançar análises mais precisas. Sendo assim, a estatística F o parâmetro que fornece informações sobre a evidência contra a hipótese inicial ( $H_0$ ), de que as médias dos tratamentos são iguais, para que o pesquisador possa decidir com o nível de significância apropriado (Costa, 1998). A combinação  $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$  aponta para a rejeição da  $H_0$  e indica que houveram resultados significativamente diferentes nas análises dos dados, sugerindo que essa diferença pode ser devida à estratégia utilizada após o pré-teste.

Na busca para compreender melhor esses resultados, procurando identificar indícios de aprendizagem, foi realizado ao final da proposta um grupo focal, que contou com a participação de 8 alunos representativos do grupo em questão. Segundo Backes et al. (2011, p.439), o grupo focal representa “uma técnica de coleta de dados que, a partir da interação grupal, promove uma ampla problematização sobre um tema ou foco específico”.

Ainda como instrumento de pesquisa, a observação da professora sobre as atitudes dos alunos em todas as atividades desenvolvidas foi um ponto importante para o levantamento de dados, de forma que os trabalhos por eles produzidos em cada atividade, que pudesse contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem, foram tomados como registros e, após interpretação, transformados em dados da pesquisa.

#### **4 Resultados e Discussões**

Os resultados da proposta, em termos de aprendizagem, serão apresentados e discutidos intercalando os indícios de aprendizagem significativa destacados pelos alunos, que foram transcritos de maneira fiel, na sequência com que ocorreram as atividades.

Com relação ao levantamento dos subsunçores dos alunos e possíveis novas demandas de aprendizagem, a análise dos resultados do Pré-teste indicou que os alunos possuíam os subsunçores necessários para o prosseguimento do trabalho. Os resultados revelados nas respostas confirmam que o processo ensino-aprendizagem envolve “apresentação, recepção, negociação e compartilhamento de significados, no qual a linguagem é essencial e, assim sendo, é preciso ter sempre consciência de que os significados são contextuais” (Moreira, 2007, p.13).

No entanto, ao explorar o conhecimento cotidiano dos alunos sobre placas de sinalização, os resultados sugerem diferenças entre as formas de pensar e falar cotidianas e as científicas, uma das demandas previamente imaginadas para a TLS. Citando como exemplo a Atividade I, onde foram apresentadas aos alunos placas de sinalização para que descrevessem seus significados (Figura 3): sobre a primeira placa, que indicava a quilometragem com o nome de uma determinada estrada, uma posição, muitos alunos demonstraram desconhecimento deste conceito; para segunda placa, que correspondia à indicação da distância até um posto de combustível, alguns alunos utilizaram o termo localização, que mais se aproxima a definição de posição.

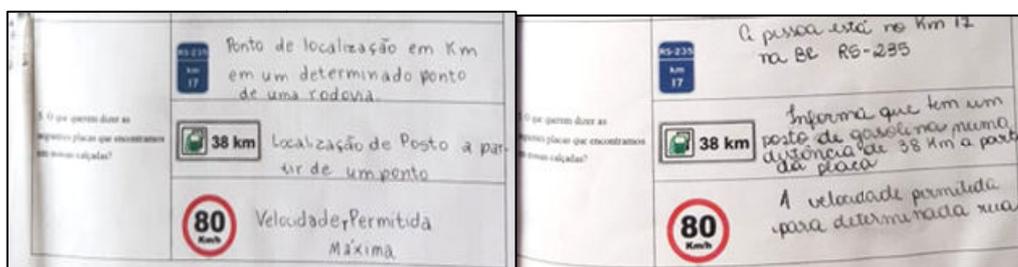


Figura 3 – Atividade I realizada pelos alunos.  
Fonte: Elaborado pelos Autores

Segundo Halliday e Resnick (2016), a posição de um objeto pode ser determinada através de um ponto de referência, a origem (ponto zero) de um eixo, neste eixo o objeto pode se encontrar no sentido positivo ou no sentido negativo (lado oposto), ou seja, um objeto pode estar localizado a 4 m da origem ou a -4 m da origem, mas no sentido oposto, caracterizando uma mesma distância da origem, mas em posições diferentes.

Assim, a partir dessa investigação realizada na primeira etapa, foi possível perceber que as demandas de aprendizagem levantadas, que envolviam unidades de

medidas e suas transformações, tanto de comprimento, quanto de tempo e velocidade média, seriam abordadas nas atividades propostas planejadas para a TLS, não sendo necessário um novo ciclo de desenho da sequência, nem a inserção de novas estratégias para atender ao grupo de alunos em questão (Savinainen & Viiri, 2008).

Ainda na primeira etapa da TLS foram propostas atividades para atender a essas demandas como, por exemplo, encontrar a distância, o tempo e a velocidade média para realizar o percurso de sua casa até a escola, entre outras, que derivaram dessa Atividade.

A análise das respostas a essa Atividade sugere que os alunos desenvolveram habilidades cognitivas relacionadas à distância, tempo, velocidade média, pela maneira como interpretaram os resultados dos seus trajetos, bem como as referências encontradas ao longo do caminho de suas casas. Os resultados confirmam concepção teórica de Ausubel, de como a metodologia de ensino do professor para determinado conteúdo curricular, o modo como trabalha os conceitos planejados, para que seja potencialmente significativo para o aprendiz, são condições fundamentais para que a Aprendizagem Significativa aconteça (Ronch, Zoch & Locatelli, 2015).

Seguindo a diferenciação progressiva, nas Atividades II e III, a abordagem principal com o vídeo (Figura 4), que tratava da definição de espaço, após a análise das demandas que apontou para dificuldades de entendimento dos conceitos de espaço, espaço inicial e deslocamento, foi bem sucedida em apresentar a diferença entre as grandezas.

Nessa perspectiva, há confirmação da importância de se apresentar conteúdos de Ciências através de materiais potencialmente significativos, como, no caso, os vídeos, os quais proporcionam a inter-relação entre as aulas teóricas e práticas que favorecem a Aprendizagem Significativa.

No momento não se trata de produzir materiais didáticos, o que também é uma possibilidade, mas que o professor consiga, dentro do imenso repositório existente,

que o material que será aplicado para os alunos esteja em consonância com o que vai ser ou já foi estudado, e assim, é necessário um planejamento crítico, para que o professor saiba e consiga usar de forma que seus objetivos sejam alcançados e o aluno consiga atrelar teoria e prática (Nicola & Paniz, 2016, p.3).

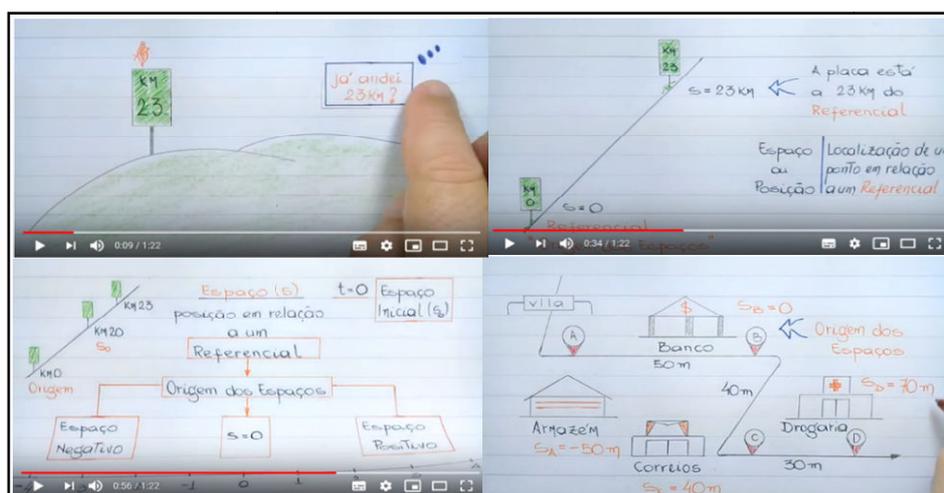


Figura 4 – Imagens do vídeo da Atividade II  
 Fonte: Caderno de Exercícios, 2019

Na etapa 2, a reconciliação integradora teve início com a atividade prática na calçada e a conseqüente determinação da velocidade média, que foi facilitada, pois os alunos já tinham conhecimento da definição de velocidade média. Caso os alunos venham a não ter esse conhecimento, é importante um diálogo do professor durante esta atividade, definindo o conceito de velocidade média.

Os alunos mostraram-se satisfeitos em realizar a atividade experimental, principalmente em comparar os dados diferentes obtidos por cada grupo, o que gerou curiosidade, além de ficarem atentos com as unidades de medidas com a possibilidade de fazer comparações. A constatação confirma a eficácia das atividades experimentais, que conforme Barbosa et al. (1999, p.120),

deve ser usada não como um instrumento a mais de motivação para o aluno, mas sim como um instrumento que propicie a construção e aprendizagem de conceitos e modelos científicos. Para que isto ocorra, é necessário, porém, que haja uma interação didática/pedagógica entre a atividade experimental e o desenvolvimento destas concepções; todo experimento deve ser realizado a partir de uma base conceitual. O professor deve estar preparado para interligar o trabalho prático à elaboração do conhecimento científico pelo aluno (Barbosa et al., 1999, p.121).

Na seqüência, voltando a diferenciar, agora os tipos de movimentos, para desenvolver novas relações conceituais, a construção, passo a passo, do mapa mental sobre o Movimento Uniforme (MU), na Atividade V, possibilitou que os alunos representassem, com detalhes, o relacionamento conceitual existente entre as informações, antes fragmentadas, ilustrando ideias e conceitos, ao traçar os relacionamentos, seja de similaridade ou causa e efeito, que existem entre elas. Segundo

Kraisig & Braibante (2017, p.74), os mapas mentais podem ser utilizados em várias áreas em nossas vidas, no trabalho, na área social, na educação de forma a organizar ideias centrais, resumos e outros, uma ferramenta eficaz para o ensino e a aprendizagem dos estudantes. Após essa intervenção, em suas observações mais relevantes, os alunos destacaram a facilidade deste movimento, descrito como trivial para eles, pois, *“com a posição inicial e a velocidade é possível determinar a posição final em qualquer tempo”* (Aluno C).

Enfatizada pela diversidade de atividades, uma característica das TLSs, foram inúmeras as listas de exercícios aplicadas ao longo do seu desenvolvimento. Pelo princípio da reconciliação integrativa, a apresentação das diferentes listas utilizou as estratégias da prática espaçada e da intercalação. Ideias diferentes, ou tipos de problemas, são abordados em uma sequência, em oposição ao método mais comum de tentativa várias versões do mesmo problema em uma determinada sessão de estudo, permitindo que os alunos adquiram a capacidade de escolha do método certo para resolver diferentes tipos de problemas em vez de aprender apenas o próprio método, e não quando aplicá-lo (Weinstein, Madan & Sumeracki, 2018).

Na Atividade VI, uma lista de exercícios que colocava em prática as características do MU, as maiores dúvidas foram no movimento progressivo e retrógrado. Para os alunos, os exemplos do encontro entre carros e os exercícios similares a estes ajudaram a fazer sentido à ideia do movimento progressivo e retrógrado (Figura 5).

Os alunos realizaram esta Atividade com muita responsabilidade, perguntando a todo o instante sobre as dúvidas que surgiam, sendo possível perceber a evolução em termos de aprendizagem, conforme indicado pela Aluna A:

*“Com os exercícios, eu consegui entender a distância e o deslocamento que eu nunca tinha entendido”* (Aluna A).

O fato de já terem produzidos vídeos sobre esses conceitos também ajudou na compreensão durante a resolução da lista, vídeos que abriram a Etapa III, sobre repouso e movimento montados pelos alunos, fomentaram o debate, e trouxeram informações conceituais, do ponto de vista dos alunos, usadas para realizar a Atividade VII.

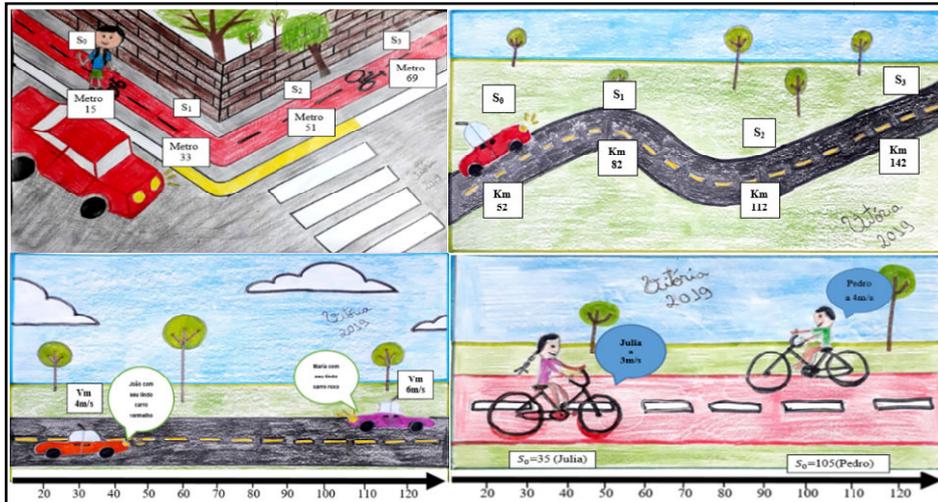


Figura 5 – Imagens dos exercícios similares  
 Fonte: Guarrezi, 2020

A estratégia mostrou-se eficaz, em termos de aprendizado de conteúdos de Física, além do ganho em autoestima: todos os grupos ficaram orgulhosos da produção realizada (Figura 6).

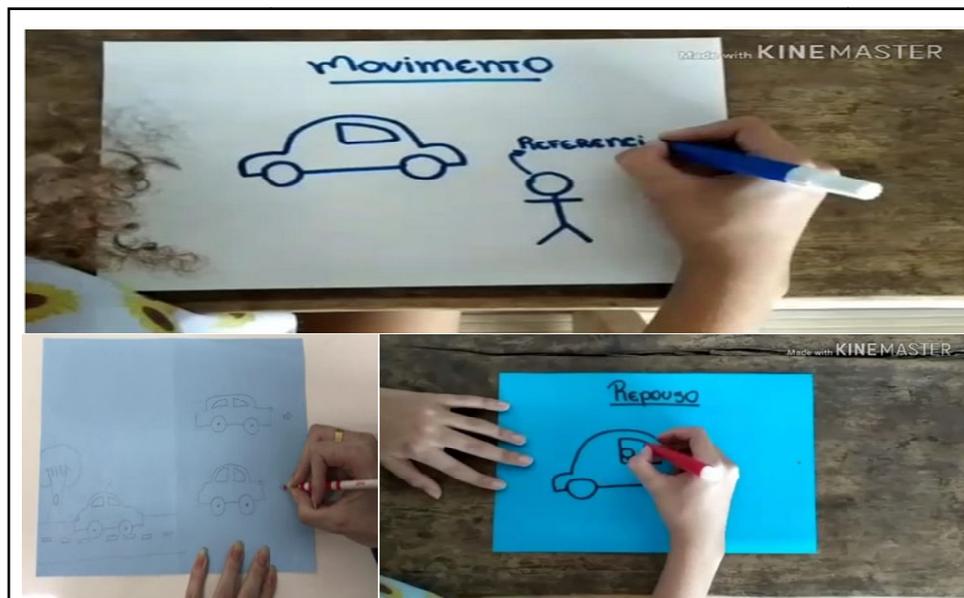


Figura 6 – Imagens dos vídeos produzidos pelos alunos.  
 Fonte: Elaborado pelos Autores

Essa evidência concorda com Tuffi e Pires (2016), que relatam a produção de vídeos didáticos em sala de aula, como algo positivo para uma aprendizagem de forma tecnológica, dinâmica e criativa.

A sequência desenvolvida para o MUV evidenciou certa dificuldade em relação aos gráficos. Alguns alunos, além de não interpretar os dados gráficos, tiveram dificuldades nas equações, sendo necessário um acompanhamento individual nesses casos. Durante o desenvolvimento das características do MUV a Aluna “B” comentou:

*“Relembrei que a área do gráfico é igual à distância percorrida, havia esquecido”*  
(Aluna B).

As equações do MUV julgadas “difíceis”, também foram introduzidas em forma de sequência espaçada, sempre com o objetivo de ser algo compreensível, por isso foram apresentadas em forma de exemplos do dia a dia tentando ao máximo chegar à realidade.

Na última etapa buscou-se a consolidação da aprendizagem, quando foram solucionadas algumas dúvidas que ainda pairavam sobre gráficos de movimentos,  $s \times t$  e  $v \times t$ , aprimorando as relações já existentes. Interessante observar que mesmo sendo revisão, ainda assim foi possível desenvolver conceitos não interpretados. Segundo Moreira (2010),

dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um áudio visual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problemas devem ser propostas e trabalhadas (Moreira, 2010, p 4).

O desenvolvimento da proposta encerrou com a aplicação do Pós-teste, quando foi possível perceber os alunos determinados e confiantes para a sua realização.

A análise quantitativa dos resultados do Pós-teste aponta para a evolução conceitual dos alunos, em relação aos resultados do Pré-teste. As medidas de tendência central, média e mediana, e o desvio padrão apontam para este melhor desempenho (Figura 7).

A realização da ANOVA, com as médias das avaliações, apresentou evidências estatísticas suficientes da diferença, a 1% de significância, entre as médias dos Pré e Pós-testes, com  $F_{\text{calculado}} = 103,88 > F_{\text{tabelado}} = 7,31$ . Esse resultado permite inferir que a diferença da média das avaliações, apontada na análise estatística, pode ter sido

ocasionada pela utilização da sequência didática, principal evento de ensino-aprendizagem do conteúdo em questão realizado com alunos desta turma durante o período.

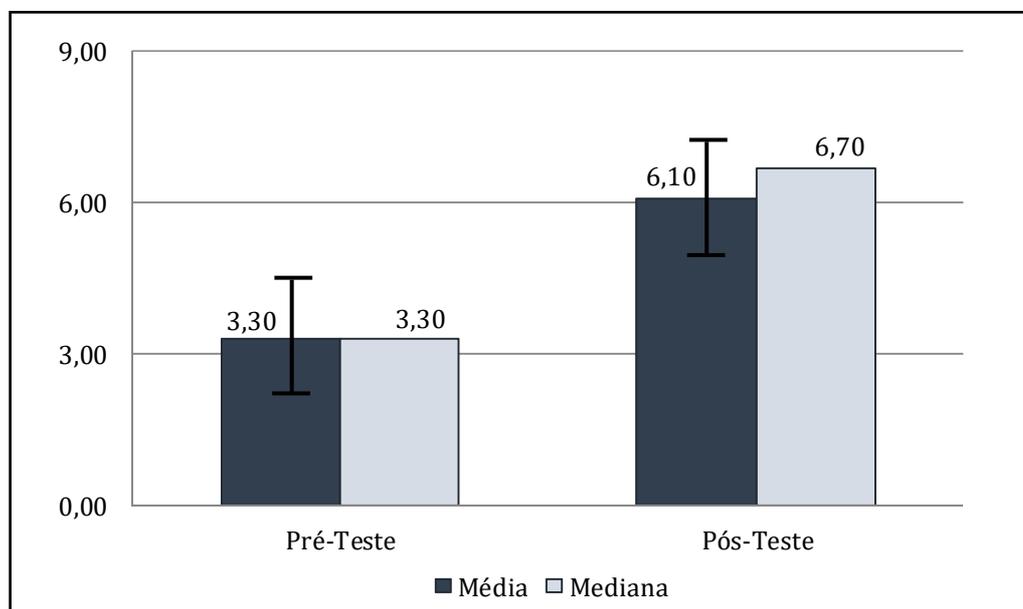


Figura 7 – Medidas de tendência central e de dispersão  
Fonte: Elaborado pelos Autores

Além disso, atingiram um resultado superior a 5,0 (cinco) um total de 15 alunos no Pós-teste, contra apenas 5 alunos no Pré-teste, o que explica o desvio padrão praticamente não ter se alterado, de 2,4 para 2,3, apesar da elevação da média. O fato pode ser uma indicação da evolução homogênea da turma, como um todo, em oposição ao que ocorreria caso alguns alunos tenham se destacado em detrimento aos demais, também elevando a média da turma.

Esses resultados, corroborando as impressões percebidas, e destacadas neste trabalho, ao longo da intervenção, permitem inferir que houve indícios de aprendizagem significativa dos conceitos de Cinemática Escalar.

## 5 Qualidades de uma TLS com a abordagem da demanda de aprendizagem

O trabalho realizado em campo, além de mais um guia orientativo para o ensino de Cinemática Escalar, pretendeu analisar as qualidades de uma TLS, com a abordagem

da demanda de aprendizagem, utilizadas nesta proposta que podem resultar em êxito em termos de aprendizagem e satisfação por parte dos alunos.

Neste sentido destacamos algumas estratégias, levantadas na revisão bibliográfica para a construção deste, que se mostraram com potencial para serem utilizadas em TLSs sobre diferentes temáticas:

- Estudo sobre as demandas de aprendizagem - Estudos prévios realizados sobre as demandas tornam possível a elaboração de estratégias específicas para o ensino de cada ponto do conteúdo;
- Conhecimentos prévios - Os conhecimentos prévios serviram de âncora para os novos saberes, durante cada abordagem, a professora procurou utilizar, nos exemplos, aplicações e relações, elementos do cotidiano dos alunos;
- Abordagens diferenciadas - Texto atrativo, experimento, aulas em ambientes não-formais, listas de exercícios, mapas mentais, vídeos, atividades diversas, eleitas com um único objetivo, ao prender a atenção, direcionar para uma aprendizagem significativa;
- Utilização dos organizadores prévios - Os organizadores prévios têm por finalidades servir de ponte cognitiva do conhecimento já existente para o novo conhecimento. Aqui foi utilizado o vídeo conceitual sobre espaço como instrumento organizador;
- Atividades com objetivos bem definidos – Embasada pela TAS, os objetivos das atividades seguiram a atender a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação do conhecimento;
- Utilização da prática espaçada e da intercalação – Essas estratégias podem auxiliar na retenção do conteúdo, aprimorando o processo de troca conceitual;
- Avaliações como forma de pesquisa - O pré-teste, as Atividades, produções de vídeo, experimentos, todos serviram de avaliações tanto para identificar o pré-conhecimento quanto ao que ensinar durante o processo, além de analisar a evolução do conhecimento do aluno e embasar o design da nova TLS;
- Intervenções repetidas - A ideia de utilizar repetidas vezes o projeto, em um processo de reengenharia, permite uma avaliação contínua do mesmo, de forma que

modificações em sua estrutura podem ocorrer no sentido de refiná-lo e adequá-lo a cada momento de ensino.

Acreditamos que todos os itens acima mencionados contribuíram de forma significativa para o êxito da TLS em questão.

## 6 Considerações finais

As propostas de projeto de TLS encontradas na literatura constituem um corpo relevante de conhecimento e, embora não sejam os únicos fatores que influenciam o aprendizado nas salas de aula, elas desempenham um papel importante nos resultados da aprendizagem, além de fomentarem de maneira eficaz a pesquisa de práticas de ensino.

A TLS apresentada neste artigo é amplamente baseada nessas propostas existentes, suportada pela Teoria da Aprendizagem Significativa, ao tomar como ponto de partida as demandas de aprendizagem, pode ser usada como uma estrutura metodológica geral para diferentes modelos de TLS.

Os resultados a curto prazo indicam que a TLS favoreceu a aprendizagem dos alunos dos conteúdos de Física, revelada pela aplicabilidade das equações, articulação dos conceitos trabalhados em aula, incluindo uma forma de se expressar mais adequada cientificamente. Uma constatação de que houve a assimilação dos conteúdos trabalhados pelos alunos.

Este estudo fornece à comunidade de professores um roteiro metodológico para o projeto, intervenção e avaliação de TLSs, que pode contribuir efetivamente para a apropriação do saber em Física por parte dos alunos, baseado em estratégias diversificadas, empiricamente fundamentadas, para serem usadas em futuros projetos de TLSs. Esse processo de construção de soluções conhecidas para problemas comuns ajudaria a determinar quais estratégias seriam mais eficientes para um determinado tópico em um determinado contexto, além de conhecer melhor as dificuldades ainda a serem resolvidas.

## Referências

- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology – a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Backes D. S., Colomé J. S., Erdmann R. H & Lunardi V. L. (2011). Grupo focal como técnica de coleta e análise de dados em pesquisas qualitativas. *O Mundo da Saúde*, 35(4), 438-442.
- Barbosa, J. O., Paulo, S. R & Rinaldi, C. (1999). "Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio". *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 16(1), 105-122.
- Beber S. Z. C & Pino J. C. D. (2017). Princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa e os Saberes Populares: referencias para o ensino de Ciências. *Anais do XI ENPEC*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: [http://abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/lista\\_area\\_15.htm](http://abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/lista_area_15.htm).
- Caderno de Exercícios. (2019). *Espaço ou Posição: a placa da estrada*. Youtube. Disponível em: <<https://youtu.be/xlJ6zJdg2kA>>.
- Costa, S. F. (1998). *Introdução Ilustrada à Estatística*. São Paulo: Harbra.
- Descomplica. (2018). *Movimento Uniforme*. Youtube. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=UbRS2iHt-uo>>.
- Eisner, E. W. (1981). On the differences between scientific and artistic approaches to qualitative research. *Educational Researcher*, 10(4), 5-9.
- Google. (2019a). *Google Earth*. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>.
- Google. (2019b). *Google Maps*. Disponível em: <http://maps.google.com/>.
- Guarrezi, S. T. (2020). *Projeto e avaliação de uma sequência de ensino-aprendizagem sobre cinemática escalar: uma abordagem fundamentada no conceito de demanda de aprendizagem*. Dissertação de Mestrado de Ensino de Ciências Naturais. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso. Disponível em: <http://www.fisica.ufmt.br/pgecn>.

- Halliday, D., Resnick, R. & Walker, J. (2016). *Fundamentos da Física*. Rio de Janeiro: LTC.
- Kiefer, N. I. S. & Pilatti, L. A. (2014). Roteiro para a Elaboração de uma Aula Significativa. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 7(1), 1-23.
- Kirschbaum, C. (2013). Decisões entre pesquisas quali e quanti sob a perspectiva de mecanismos causais. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 28(82), 179-193.
- Kraisig, A. R. & Braibante, M. E. F.(2017). Mapas mentais: instrumento para a construção do conhecimento científico relacionado à temática “cores”. *Journal of Basic Education*, 4(2), 70-83.
- Lijnse, P. L. (1995). Developmental Research as a Way to an Empirically Based Didactical Structure of Science. *Science Education*, 79(2), 189-199.
- M'Eheut, M.; Psillos, D. (2004) Teaching-learning sequences: aims and tools for Science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535.
- Millar, R. (1989). Constructive Criticisms. *International Journal of Science Education*, 11(5), 587-596.
- Moreira, M. A. (1990). *Pesquisa em ensino: o Vê epistemológico de Gowin*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda.
- Moreira, M. A & Masini, E. F. S. (2006). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro.
- Moreira, M. A. (2007). Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica. *I Encontro Nacional Sobre Enseñanza De La Matemática*. Tandil. Argentina: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/visaoclasicavisacritica.pdf>.
- Moreira, M. A.(2010). *Aprendizagem significativa crítica*. Porto Alegre: UFRGS.
- Moreira, M. A. (2012). *O Que É Afinal Aprendizagem Significativa?*. Porto Alegre: UFRGS.
- Nicola, J.A & Paniz, C. M. (2016). A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. *Infor, Inov. Form., Rev. NEaD-Unesp*, 2(1), 355-381.
- Ranzani, R. & Pessanha, M. (2013). Metodologias de Ensino e Avaliação em Sequências Didáticas Produzidas por Professores de Ciências. *IX Congresso Internacional sobre*

- Investigacion en Didáctica de las Ciencias.* (p. 2952-2956). Girona: Comunicación. Disponível em: [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2013nExtra/edlc\\_a2013nExtra](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013nExtra/edlc_a2013nExtra).
- Ronch, S. F. A., Zoch, A. N. & Locatelli, A. (2015). Aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para introdução dos conteúdos de química e biologia no ensino médio. *Polyphonia*, 26 (2), 129-142.
- Ruthven, K., Laborde, C., Leach, J. & Tiberghien, A. (2009). Design Tools in Didactical Research: instrumenting the epistemological and cognitive aspects of the design of teaching sequences. *Educational Researcher*, 38(5), 329-342.
- Savinainen, A. & Viiri, J. (2008). The Force Concept Inventory as a Measure of Students Conceptual Coherence. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(4), 719-740.
- Seferin, Á, M. L. (2016). *Cosmologia e Atividades investigativas no ensino médio: um estudo sobre os efeitos dessa abordagem sobre a aprendizagem dos estudantes*. Dissertação de Mestrado em Ensino na Educação Básica. São Mateus: Universidade Federal do Espírito Santo. Disponível em: <http://posgraduacao.saomateus.ufes.br/>.
- Sousa, C. O., Silvano, A. M. C & Lima, I. P.(2018). Teoria da aprendizagem significativa na prática docente. *Revista Espacios*, 39(23), 27.
- Tuffi, E. B. & Pires, A. C. D. (2016). A utilização e produção de vídeos didáticos como ferramenta metodológica no processo ensino/aprendizagem de química. *Os desafios da escolar paranaense na perspectiva do professor PDE*, 1, 1-22.
- Viiri, J. & Savinainen, A. (2008). Teaching-learning sequences: A comparison of learning demand analysis and educational reconstruction. *Lat. Am. J. Phys. Educ*, 2 (2), 80-86. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/28233825\\_Teaching-learning\\_sequences\\_A\\_comparison\\_of\\_learning\\_demand\\_analysis\\_and\\_educational\\_reconstruction](https://www.researchgate.net/publication/28233825_Teaching-learning_sequences_A_comparison_of_learning_demand_analysis_and_educational_reconstruction).
- Weinstein, Y., Madan, C. R. & Sumeracki, M. A. (2018). Teaching the science of learning. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 3(2), 1-17. Disponível em: <https://cognitiveresearchjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41235-017-0087-y>.

West, E., & Wallin, A. (2013). Students' learning of a generalized theory of sound transmission from a teaching-learning sequence about sound, hearing and health. *International Journal of Science Education*, 35(6), 980-1011.