Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V10(2), pp. 01-24, 2020

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROMOVENDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA COM AUXÍLIO DAS TICS, APOIADA EM UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

(A teaching sequence promoting meaningful learning with the assistance of ICT, supported by a potentially meaningful teaching unit)

Erelaine Patrícia de Moraes [erelainemoraes@id.uff.br]
Ladário da Silva [ladariosilva@id.uff.br]
Universidade Federal Fluminense (UFF) / Instituto de Ciências Exatas (ICEx)
Rua Desembargador Ellis Hermydio F. 783, Aterrado, Volta Redonda - RJ, CEP 27213-145.

Resumo

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma sequência didática, organizada nos princípios da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e construída com base na teoria da Aprendizagem Significativa. A sequência fez uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) como instrumentos de apoio pedagógico voltados para o ensino da cinemática. A princípio, foi aplicado um questionário, a fim de identificar os conhecimentos prévios dos alunos e, em seguida, foi executada uma sequência didática com atividades diferenciadas, tendo como base a vivência dos jovens. Ressalta-se que as atividades promoveram maior interesse e motivação dos estudantes, uma vez que o uso das TICs contribuiu para a compreensão dos conceitos físicos, correlacionando-os com suas vivências. Os resultados mostraram que alunos conseguiram compreender melhor os tipos de movimentos da cinemática e os gráficos gerados, interpretando-os e fazendo correlações com saberes prévios, proporcionando uma aprendizagem significativa dos conceitos físicos. Tais ações foram aplicadas em turma de 9º ano do Ensino Fundamental II, no Colégio Estadual Piauí, na cidade de Volta Redonda, no estado do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: Cinemática; Interdisciplinaridade; Atividade experimental, Tecnologia de Informação e Comunicação.

Abstract

The aim of this study is to present teaching sequence, structured on the principles of the Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) and built based on the theory of Meaningful Learning. The sequence used Information and Communication Technology (ICT) as pedagogical support instruments aimed at teaching kinematics. First, a questionnaire was applied to identify the students' prior knowledge. Secondly, a teaching sequence with differentiated activities was applied, based on the students' experience. It is noteworthy that the differentiated activities promoted greater motivation of the students since the use of ICT contributed greatly for students to understand physical concepts, correlating them with their own experience. The results showed that students were able to better understand kinematics and their generated graphics, interpreting them as well as making correlations with prior knowledge, ensuring a Meaningful Learning about the studied physical concepts. Such actions were applied to a 9th-grade class (Brazilian educational system) at Colégio Estadual Piauí, located in the city of Volta Redonda, a municipality in the Southern region of the state of Rio de Janeiro.

Keywords: Kinematics; Interdisciplinary; Experimental activity; Information and Communication Technology.

1. INTRODUÇÃO

As novas tecnologias mostram-se cada vez mais presentes no cotidiano de alunos e professores. Segundo Abrão e Adamatti (2015), é inevitável a inserção de tais ferramentas nas práticas pedagógicas educacionais, pois elas aproximam a realidade do educando ao processo de ensino-aprendizagem.

Nesse contexto, as metodologias que fazem uso desses instrumentos vão ao encontro daquilo que é proposto pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB (BRASIL, 1996), no que se refere ao ensino de ciências. A LDB apresenta, entre outros objetivos, a necessidade de reconhecer o papel da física no sistema produtivo, levando o aluno a compreender a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico.

Dessarte, o ensino de ciência torna-se capaz de levar o indivíduo a desenvolver o senso crítico diante de situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos. Sob esse viés, Ricardo (2005) defende que a referida legislação exige a superação de um ensino de ciências composto majoritariamente por conceitos, leis e fórmulas tratados de forma desvinculada do mundo vivido por aluno e professor. Esse aspecto do ensino leva à manutenção de uma prática automatizada, baseada na resolução de exercícios e memorização, isto é, um ensino expositivo, no qual o professor detém todo o conhecimento e o aluno constitui-se como um mero agente passivo, que só segue normas e procura entendê-las. Esse modelo de educação tradicional é definida por Mizukami (1986, p.11):

> [...] atribuir-se ao sujeito um papel irrelevante na elaboração e aquisição do conhecimento. Ao Indivíduo que está "adquirindo" conhecimento compete memorizar definições, enunciados de leis, sínteses e resumos que lhe são oferecidos no processo de educação formal a partir de um esquema atomístico.

Essa problemática, que ocorre no Colégio Estadual Piauí, materializa-se no desinteresse dos estudantes, uma vez que não reconhecem as ciências em seu cotidiano, pois o conteúdo que lhes é apresentado é tão abstrato, que não gera o aprendizado, acarretando a prática da memorização sem a devida compreensão e resultando em um grande número de reprovações nas disciplinas de ciências e matemática.

Delimitando ainda mais o objeto de estudo deste artigo, parte-se, preliminarmente, de alguns pressupostos: (1) O baixo desempenho dos educandos pode ser consequência da tradicional mecanização do ensino de ciências? (2) A utilização das novas tecnologias presentes no cotidiano pode auxiliar na conceitualização da cinemática nas aulas de ciências? (3) De que forma a UEPS pode ser um instrumento de aprendizagem significativa na sala de aula?

Nesse sentido, os pressupostos demarcam a necessidade de se associar as novas tecnologias ao ambiente escolar. De acordo com Barroqueiro e Amaral (2011), entende-se que o uso de tecnologias pode propiciar a melhoria do processo pedagógico na sala de aula. Por isso, estratégias que favoreçam a mudança nas práticas pedagógicas devem ser proporcionadas, uma vez que ainda se utilizam métodos tradicionais, ignorando esses avanços.

Para Ausubel et al. (1980), a aprendizagem significativa implica a aquisição de novos conceitos, ou ainda, é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do aprendiz. Dessa forma, a fim de propor um ensino-aprendizado que faça sentido aos estudantes, este estudo objetivou apresentar estratégias metodológicas a partir das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) nas ações dos docentes, a fim de possibilitar um aprendizado significativo. A ideia vai ao encontro das recomendações de documentos oficiais, como a Base Nacional Curricular Comum - BNCC (BRASIL, 2017) e as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio - DCNEM (BRASIL, 2018), as quais apontam a necessidade de introduzir ferramentas tecnológicas que tenham por finalidade o desenvolvimento de cidadãos preparados para viverem em sociedade e aptos ao exercício do trabalho.

De acordo com a BNCC (2017, p.11), é necessário "compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva". Confirmando esse pressuposto, a DCNEM (2018, p.3) também ratifica que "a tecnologia é conceituada como transformação da ciência em força produtiva ou mediação do conhecimento científico e a produção marcada, desde sua origem pelas relações sociais que a levaram a ser produtiva". Considerando essas perspectivas, ciência e tecnologia passam a ser entendidas não apenas "como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto dos indivíduos como da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo" (BNCC, 2017 p.549).

Neste trabalho, portanto, propõe-se uma sequência didática fundamentada no conceito da UEPS que, segundo Moreira (2011), são sequências de ensino com fundamentação teórica, voltadas para aprendizagem significativa e que podem estimular a pesquisa em ensino direcionada para sala de aula. Essa sequência proposta faz uso de tecnologias pertencentes ao cotidiano do aluno (smartphones e aplicativos), que permitem desenvolver práticas experimentais para assimilar os conceitos da cinemática. Para isso, foi elaborado e aplicado um projeto que relacionou, de forma interdisciplinar, os conceitos da física e da matemática no estudo dos movimentos, por meio da vídeo-análise. De acordo com Hilton Japiassú (1976, p. 32):

> [...] conceber o fenômeno interdisciplinar como nova maneira de encarar a repartição epistemológica do saber em disciplinas e das relações entre elas, pois se trata de uma das mais significativas mudanças que afetam, em nossa cultura, as démarches da inteligência e suas formas de discursos.

Tal estratégia teve o auxílio do aplicativo *VidAnalysis-free®*, responsável por proporcionar maior interação entre o aluno-pesquisador, o fenômeno físico estudado e o vídeo produzido mediante o estudo, estimulando uma prática pedagógica que potencializa a capacidade investigativa das ciências em nível escolar.

2. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A teoria da aprendizagem significativa foi criada por David Ausubel, estudioso norte-americano e médico psiquiatra que dedicou sua carreira à psicologia educacional. Em sua teoria, o autor busca considerar aquilo que o aluno já sabe e incorporar aos novos conhecimentos da própria estrutura cognitiva para que seja capaz de realizar conexões entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Em outros termos, trata-se da capacidade que o aluno tem de conseguir explicar uma nova informação com suas próprias palavras. Assim, o conhecimento prévio do aluno é a conexão preponderante para que haja aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1968, 1978, 1980, 2000 apud MOREIRA, 2015)

Com base nos fundamentos de Ausubel, Moreira (2015, p.161) define a Teoria da Aprendizagem Significativa:

> é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, neste processo envolvem a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento especifica, a qual Ausubel, define como conceito subsunçor ou simplesmente subsumir.

Complementarmente, Moreira (2015) menciona que, quando não há subsunçores, o professor pode utilizar organizadores prévios[1] (textos, vídeos, simulações etc.) para auxiliar na estrutura cognitiva do aprendiz.

[1] Organizadores prévios: são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si. (MOREIRA 2015).

De acordo com Novak e Gowin (1984, p.4), o conceito central da teoria de Ausubel é o de Aprendizagem Significativa em contraste com a aprendizagem que utiliza a memorização, a qual "permanece de forma dominante em muitas salas de aula e instituições corporativas", pois a natureza da aprendizagem significativa, não só valorizam o indivíduo tornando-o mais eficiente na aquisição e produção do conhecimento, "mas também contribuem para sua autoestima e sentido de controle sobre a própria vida" (NOVAK; GOWIN, 1984, p.10)

2.1 Tipos de aprendizagem significativa

Ausubel **(**2000) distingue três tipos de aprendizagem significativa: representacional, de conceitos e proposicional.

A *Aprendizagem Representacional* é aquela que mais se identifica com o modelo de memorização. Ela acontece quando os significados atribuídos a símbolos assimilam objetos, eventos e conceitos. Dessa forma, para o aluno, os símbolos passam a representar os nomes de cada referente. Nessa linguagem, os símbolos aqui mencionados podem se relacionar à linguagem dos *frames* (recortes, quadros, *scripts*). Segundo Charles Fillmore (1977), o significado das palavras depende de situações que podem ser denominadas como construções instintivas do conhecimento cognitivo, ativadas a longo prazo na memória do aprendiz, as quais são ordenadas por meio da experiência.

Na *Aprendizagem Conceptual* existem dois métodos: o primeiro, de formação conceptual, que ocorre prioritariamente em crianças e jovens. Nessa formação conceptual, as características próprias do conceito advêm de experiências diretas (bagagem experiencial), ou seja, por meio de formulações de ideias, testes e generalizações. Dessa forma, quando uma criança vai adquirindo conhecimentos, consequentemente seu vocabulário vai ampliando e novos conceitos vão sendo adquiridos através do processo de assimilação conceptual. Assim, peculiaridades específicas dos novos conceitos podem ser definidas com a aplicação de "novas combinações de referentes existentes, disponíveis na estrutura cognitiva da criança" (AUSUBEL, 2000, p.18). O segundo método é o da teoria da assimilação conceptual, no qual os conceitos estabelecem aspectos relevantes, pois, para se compreender e resolver problemas, depende-se da disponibilidade de "conceitos subordinantes ou de conceitos subordinados" na estrutura cognitiva do aluno (AUSUBEL, 2000, p.18).

Sobre a aprendizagem subordinada e subordinante, Ausubel (2000, p. 18) define:

> Aprendizagem subordinada ocorre quando a partir de um material de aprendizagem torna-se exemplo apoiando a uma ideia já existente na estrutura cognitiva do educando. A aprendizagem proporcional subordinante é quando um conjunto de ideias prévias relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz podem incluir de igual modo.

Para exemplificar essa aprendizagem, tomamos como base o estudo dos conceitos de movimentos que, para o aluno, inicialmente está relacionado a uma força (empurrão, puxão etc.), ideia que já existe em sua estrutura cognitiva. Quando lhes são apresentadas as noções de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), esses conceitos ancoram-se ao conjunto de conhecimentos prévios, incluindo e combinando os novos saberes a respeito dos tipos de movimentos. O resultado é a diferenciação e o aperfeiçoamento de novos significados que servirão de base para aprendizagens posteriores.

A *Aprendizagem Proposicional* é semelhante à aprendizagem representacional, pois a partir de uma atividade potencialmente significativa, os novos significados vão se relacionando e interagindo com as ideias existentes na bagagem experiencial do aluno. Desse modo, de acordo com Ausubel (2000), as proposições potencialmente significativas são ideias compostas, expressadas verbalmente numa sentença, as quais contêm significados de palavras tanto de valor denotativo quanto conotativo, seja nas funções sintáticas, seja nas relações entre as palavras. Portanto, o que resulta do processo da aprendizagem proposicional é o produto da interação do conteúdo da nova proposição relacionado aos conteúdos de novas ideias estabelecidas na estrutura cognitiva do

indivíduo. Aliás, é ainda estabelecida nessa estrutura uma relação subordinada, subordinante ou combinatória.

2.2 Aprendizagem significativa e os conceitos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa

A Diferenciação Progressiva é o princípio pelo qual, à medida que o indivíduo vai aprendendo, vai ocorrendo uma diferenciação, ou seja, implica uma organização na estrutura cognitiva do aluno no mesmo momento em que se integra aos conhecimentos existentes mais gerais, e, assim, se modificando porque houve aprendizagem. (MOREIRA, 2011, p.42).

Esse processo pode ser exemplificado como a relação de um subsunçor que atua como âncora para a aquisição de novos conceitos, diferenciando-os ao longo do processo. Por exemplo, toma-se como base o conceito de *velocidade*, ou seja, no conhecimento prévio de um aluno antes do conhecimento escolar, *velocidade* tem significado de "força", "empurrão" ou, no caso de um automóvel, algo que "precisa de um motor". Na escola, na disciplina de ciências, ele aprenderá o princípio da *inércia (*quando a força resultante é nula, os corpos mantêm o seu estado de movimento), isto é, se estão em repouso, permanecerão em repouso; se estão em movimento, permanecerão em movimento uniforme. Sendo assim, para dar significado à *velocidade* e entender esse princípio da *inércia*, o educando usará o *subsunçor velocidade*, que já existe em sua estrutura cognitiva, mas ainda com significados do seu dia a dia.

Nessa interação, o referencial atribuirá significados ao subsunçor e o conceito de *velocidade* ficará mais rico e refinado, visto que agora surgirão outros significados como referenciais, pois a *velocidade* depende deles. Posteriormente, o aluno será instruído de que os movimentos podem ser classificados como MRU e MRUV. Logo, tornam-se capazes de acrescentar novos conhecimentos a respeito dos tipos de movimentos à estrutura cognitiva preestabelecida.

Segundo Moreira (2015), a *Reconciliação Integrativa* é simultânea à diferenciação progressiva, porém consiste em eliminar diferenças aparentes. Podemos dizer que há a *Reconciliação Integradora* quando o aluno consegue entender os tipos de movimentos que aparecerão nos livros didáticos (movimento progressivo, movimento retrógrado etc.) e resolver inconsistências, integrar significados e fazer superordenações.

Conforme os alunos vão aprendendo e trazendo novos significados ao aprendizado, estes vão se organizando gradativamente na estrutura cognitiva, integrando-se aos conhecimentos prévios mais globais e se modificando. Verifica-se, por conseguinte, que houve aprendizagem.

2.3 A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

As UEPS são sequências de ensino voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que visam estimular a pesquisa aplicada em ensino voltado para sala de aula. Seu objetivo é facilitar a aprendizagem significativa por meio de atividades que busquem explicitar o conhecimento dos alunos, para que haja uma interação positiva na construção do aprendizado (MOREIRA, 2011). Nesse contexto, são definidos princípios que devem ser considerados nas UEPS:

- O conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);
- Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende. Essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- É o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);
- Organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;

- São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud). Elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- Situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud);
- Frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- A Diferenciação Progressiva, a Reconciliação Integradora e a Consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas; de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- A interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
- Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
- Essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);
- A aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira).

MOREIRA (2011) sugere, para construção de uma UEPS, os seguintes passos:

- **1º Passo:** Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais, tais como aceitos no contexto da matéria de ensino, na qual se insere esse tópico;
- **2º Passo:** Criar/propor situação(ões), discussão, questionário, situação-problema, etc., levando o aluno a externalizar seu conhecimento prévio;
- **3º Passo:** Propor situações-problema, em nível bem introdutório e levando em conta o conhecimento prévio do aluno e que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental); tais situações-problema podem funcionar como um organizador prévio;
- **4º Passo:** Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a Diferenciação Progressiva;
- **5º Passo:** Em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes, do conteúdo das unidades de ensino, porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente a situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a Reconciliação Integradora;
- **6º Passo:** Finalizando a unidade, 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;

- **7º Passo:** A avaliação da aprendizagem através da implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência da aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado. Além disso, deve haver uma avaliação somativa individual.
- **8º Passo:** A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema).

3. MEDODOLOGIA

A metodologia de pesquisa deste trabalho apresenta uma abordagem qualitativa, uma vez que dá ênfase aos registros descritos e debates dos educandos. Para a aplicação dessa UEPS, que segue a proposta de Marco (2011), foram utilizados: o questionário prévio, desenvolvimento de atividades experimentais, filmagens, vídeos, debates com a turma e atividades colaborativas como levantamento de dados. O presente estudo foi aplicado aos estudantes do 9º ano do ensino fundamental de uma escola estadual no município de Volta Redonda, RJ. A turma era composta por 25 alunos, sendo 13 meninas e 12 meninos.

3.1 Etapas da aplicação

As etapas da aplicação desta sequência fundamentaram-se nos oito passos da UEPS e foram distribuídas em quatro encontros com duas aulas, as quais contemplaram a duração de 1 hora cada, conforme a descrição apresentada na **Tabela 1**. A tabela identifica os passos da UEPS na sequência didática proposta.

Tabela 1: Relação dos passos da UEPS definidos por Moreira e a UEPS aplicada nesta sequência didática.

PASSOS DA UEPS	MOREIRA (2011)	UEPS PROPOSTA NESTA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
1º Passo	Definir o tópico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico.	Elaborada com o objetivo de propiciar uma aprendizagem significativa dos conceitos da cinemática por meio de diferentes estratégias de ensino. Os conceitos trabalhados foram MRU e MRUV, além dos respectivos gráficos desses movimentos de forma interdisciplinar com os conceitos matemáticos.
2º Passo (1º encontro)	Criar/propor situação(ões) que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio.	Pré-teste para identificação das ideias prévias dos educandos sobre conceitos de movimento, exibição do vídeo do GPS e atividade do *Google Maps*®.
3º Passo (2º encontro)	Propor situações-problema, em nível bem introdutório.	Apresentação do tutorial do aplicativo *VidAnalysis-free*® e realização das filmagens dos tipos de movimentos MRU.
4º Passo (2ºencontro)	Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva.	Aula expositiva e dialogada, com a exibição dos vídeos do aplicativo *Kinemactics Simulator*® do MRU.
5º Passo (2º encontro)	Em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes do conteúdo da unidade de ensino, porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em nível crescente de complexidade.	Realizações das filmagens de movimento MRUV,

PASSOS DA UEPS	MOREIRA (2011)	UEPS PROPOSTA NESTA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
5º Passo (3º encontro)	Em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes do conteúdo da unidade de ensino, porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em nível crescente de complexidade.	Análise dos gráficos gerados dos movimentos MRU.
6º Passo (4º encontro)	Concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva, retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém com base em uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa.	Aula expositiva e dialogada, com a exibição dos vídeos do aplicativo *Kinemactics Simulator*® do MRUV e análise dos gráficos gerados do MRUV.
7º Passo	Avaliação da aprendizagem deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa.	
8º Passo	A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema).	

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

1º Encontro: Os alunos responderam, individualmente, a um pré-teste, por meio do qual a professora investigou o conhecimento prévio dos estudantes sobre o conceito de movimento em seu cotidiano. Os questionamentos seguem na **Figura 1**:

1. Neste exato momento você está parado ou em movimento em relação à Terra?
2. Para você, o que significa movimento?
   a. Movimento é ficar parado numa posição.
   b. Movimento é se deslocar de uma posição para outra.
   c. n.d.a.
3. Qual é a definição de repouso?
   a. Repouso é ficar parado numa posição.
   b. Repouso é se deslocar de uma posição para outra.
   c. n.d.a.
4. Imagine o movimento de um paraquedista ao saltar de um avião antes de o paraquedas abrir desprezando a resistência do ar. Determine a trajetória do paraquedista nas seguintes situações:
   a. O observador é o piloto do avião
   b. O observador está na terra.
5. Imagine que você foi visitar um amigo em uma cidade que você não conhece e, apesar de ter o endereço, você está perdido. Ao ligar para ele, a fim de pedir ajuda, percebe que o celular dele está sem sinal. O que você faria para chegar à casa do seu amigo?
   a. Procuraria um mapa.
6.
   a. Procuraria algum recurso tecnológico.
7.
   a. Não sei.
8. O seu aparelho celular tem um recurso que pode ajudar nesta situação. Qual é o nome dele?
9. O Google Maps®, com o GPS ligado, pode traçar uma rota de um ponto a outro no mapa?
10. Ao traçar uma rota de um ponto ao outro no mapa, o que ela determina?

Figura 1 – Pré-teste.

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Ao término dessa atividade, considerando os resultados obtidos pelas respostas dos alunos, a docente intermediou uma discussão sobre o movimento, relacionando o contexto do GPS aos temas de trajetória, deslocamento e velocidade média.

Em um segundo momento, observando que os alunos tinham pouco conhecimento do sistema de posicionamento global (GPS), foi utilizado um organizador prévio – um vídeo explicando o funcionamento do GPS e sua relação com a física. O objetivo do organizador foi servir como ponte entre os conhecimentos prévios do estudante com os novos conceitos da matéria de ensino. Em seguida, utilizando o *Google Maps*® como uma atividade prática, os alunos traçaram o percurso de casa até a escola, com o intuito de diferenciar trajetória de deslocamento, e, posteriormente, calcularam a velocidade escalar média através dos dados fornecidos pelo *Google Maps*®.

2º Encontro: Nessa etapa, a docente apresentou uma situação inicial por meio do tutorial do aplicativo *VidAnalysis-free*® que permitiu estudar situações-problema de movimentos a partir da filmagem de qualquer objeto, através de análise gráfica. Após esse momento, foram realizadas discussões com os alunos, nas quais alguns estudantes comentaram não saber que um objeto parado seria uma situação do movimento, e menos ainda, que geraria um gráfico. Após as discussões, foram fornecidas algumas orientações para as filmagens das possíveis situações de movimentos.

3º Encontro: Nessa aula, os alunos foram divididos em 5 grupos (5 integrantes) para realizarem as filmagens dos objetos por meio do aplicativo *VidAnalysis-free*®, gerando os gráficos para as análises dos movimentos MRU e MRUV.

Para essa atividade, cada equipe pesquisou, em seus *smartphones*, quais são os tipos de movimentos estudados na cinemática. Em seguida, foi realizada a execução das filmagens dos seguintes movimentos: situação do repouso, movimento progressivo e movimento retrógrado, queda livre, lançamento horizontal e plano inclinado. Para contribuir com as filmagens pertinentes, foi construído um dispositivo experimental, conforme retratado na **Figura 2**.

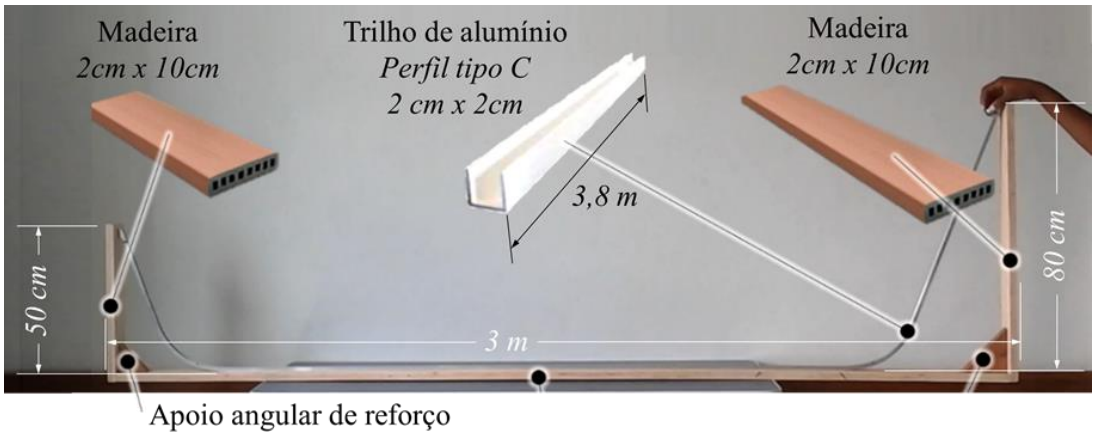


Figura 2 – Dispositivo Experimental.

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

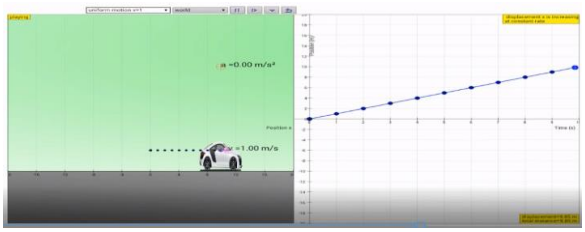
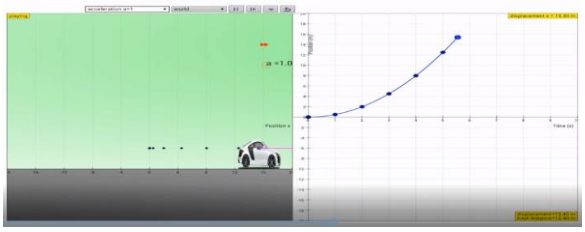
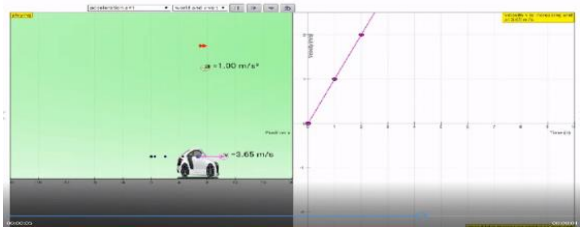
3º Encontro: Após as realizações das filmagens e os resultados dos gráficos gerados, a docente apresentou o conceito do MRU por meio de uma aula dialogada, utilizando o vídeo do aplicativo *Kinemactics Simulator*® [2], demostrando que, nesse movimento, um carro percorreu espaços iguais em intervalos de tempos iguais. Com as filmagens dos objetos, vários gráficos foram gerados, haja vista o gráfico "*distância em x versus o tempo*", que exibe o deslocamento em x do objeto, bem como o gráfico "*distância em x versus distância em y*", que mostra a trajetória do objeto. Os discentes, então, ao analisarem os gráficos, associaram-nos à situação do repouso, do movimento retrógrado e do progressivo. Logo, perceberam que nas três situações a velocidade é constante, sendo zero na

situação do repouso. Nesse sentido, os alunos conseguiram diferenciar as situações nas quais as velocidades são constantes e, assim, foram ancorados os novos conhecimentos aos seus subsunçores de velocidade, chegando à conclusão de que, no MRU, a velocidade é constante, efetuando, dessa forma, a diferenciação progressiva.

4º Encontro: Nesse encontro, foi realizada uma aula expositiva dialogada para compreender o *Movimento Retilíneo Uniformemente Variado*, na qual docente e discente construíram o conceito do MRUV utilizando vídeos do aplicativo *Kinemactics Simulator®* (**Tabela 2**), demostrando que, nesse movimento, o carro percorreu intervalos de velocidades iguais em intervalos de tempos iguais.

Quando os alunos relacionaram os vídeos com os gráficos gerados das filmagens do *VidAnalysis-free®*, chegaram à conclusão de que, no MRUV, a aceleração é constante. Destarte, quando os educandos continuaram os estudos dos movimentos, acabaram incorporando aos conhecimentos prévios os significados do MRU, com velocidade constante e, no MRUV, com aceleração constante diferente de zero. A partir daí, os alunos passaram a identificar as diferenças reais (ou aparentes) entre os tipos de movimentos, como, por exemplo, um com aceleração nula e outro com aceleração constante diferente de zero, porém ambos com movimentos retilíneos, atingindo a reconciliação integradora.

Tabela 2: Vídeos do aplicativo *Kinemactics Simulator®*

	**MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (MRU)[2]**: Nesse vídeo, apresenta-se o MRU, no qual se observa que o carro percorre espaços iguais em intervalos de tempos iguais, adquirindo velocidade constante. Este movimento representa o gráfico de uma reta crescente, que, associado aos conceitos matemáticos, representa uma função do 1° grau.
	**MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (MRUV)[3]:** Nesse vídeo, apresenta-se o MRUV, no qual se observa que o carro percorre espaços diferentes em intervalos de tempos iguais, adquirindo uma velocidade variável e, consequentemente, uma aceleração constante para este caso. Esse movimento gera o gráfico de uma parábola, sendo, em matemática, chamada de função do 2° grau.
	**MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (MRUV)[4]:** Nesse vídeo, apresenta-se o MRUV, no qual se observa que o carro percorre velocidades iguais em intervalos de tempos iguais, adquirindo uma aceleração constante. O gráfico gerado por este movimento representa uma reta crescente, sendo, em matemática, conceituada função do 1° grau.

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

A avaliação da aprendizagem da UEPS ocorreu durante toda a sua aplicação, mediante as observações registradas nas atividades experimentais e nas discussões geradas na turma. A avaliação da UEPS foi verificada por meio de um questionário que foi aplicado aos educandos. A correção, por

Disponíveis nos links:
[2] https://www.youtube.com/watch?v=je0zZ-DsU7g
[3] https://www.youtube.com/watch?v=fdXknVaBLHU
[4] https://www.youtube.com/watch?v=80WYFHEpEU4

sua vez, identificou a captação de significados, ou seja, a capacidade dos alunos explicarem os conhecimentos adquiridos na hora de resolver as situações-problema propostas.

3.2 Abordagem experimental por meio do aplicativo *VidAnalysis-free*®

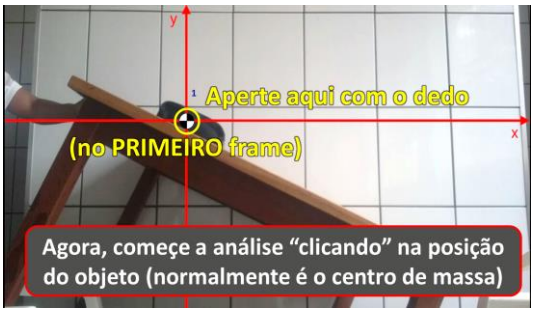
A experiência realizada pelos alunos envolveu uma atividade que permitiu fazer a análise dos tipos de movimentos encontrados no estudo da física, que se deu mediante o uso do aplicativo *VidAnalysis-free*®. Um tutorial foi elaborado e disponibilizado, permitindo o manuseio do aplicativo (MORAES, 2019). A Figura 3 exibe algumas etapas usadas nesse tutorial.

Inicialmente, a docente orientou a classe a respeito da necessidade de obterem os vídeos (sejam eles provenientes de filmagens próprias ou filmes adquiridos por *download*) salvos antes da utilização do aplicativo, que utilizou os vídeos contidos na galeria de mídia dos próprios *smartphones*.

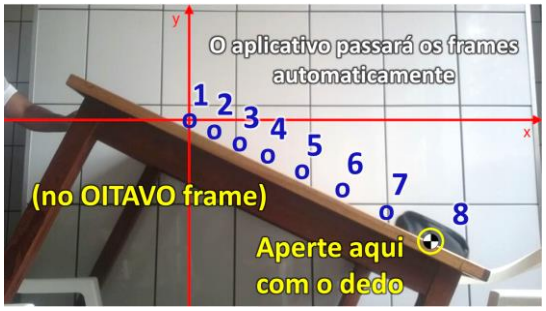
A primeira ação executada no aplicativo foi a adição de um vídeo para iniciar o procedimento de análise. Em seguida, o aluno precisou traçar o percurso a ser realizado pelo objeto, determinando a escala da filmagem ao definir uma distância conhecida entre dois pontos – etapa exemplificada na **Figura 3(A)**. Posteriormente, a professora explicou como definir o ponto de origem por meio do posicionamento do par ordenado e o centro de massa do objeto, conforme **Figura 3(B).** O passo seguinte do tutorial demonstra que a trajetória do objeto será obtida mediante a sequência de toques realizados na tela, posicionados no centro de massa do objeto, de acordo com a **Figura 3(C)**. Todas essas etapas contribuíram para o levantamento de dados que foram utilizados para a realização efetiva das análises dos gráficos. No entanto, foi necessário atribuir um nome específico para a análise de um vídeo, pois a mesma mídia poderia servir de base para outras análises.

Após a execução dessas etapas, foi possível acessar todos os gráficos gerados a partir da análise do movimento do objeto. Consequentemente, foi encontrada uma tabela com os resultados obtidos através dessa análise, os quais puderam ser utilizados, conforme mostra o exemplo da **Figura 3(D)**, que retrata o cálculo da velocidade média do objeto.

(A) Definindo o percurso



(B) Identificação da origem do sistema de eixos e do centro de massa do corpo.



(C) Definindo os pontos da trajetória

Resultados

	t [s]	x [m]	y [m]	Øx-v [m/s]	Øy-v [m/s]
1	0.000	0.004	-0.000		
2	0.033	0.029	-0.015	0.745	-0.459
3	0.067	0.037	-0.027	0.231	-0.343
4	0.100	0.062	-0.028	0.765	-0.043
5	0.134	0.067	-0.033	0.154	-0.151
6	0.167	0.098	-0.038	0.923	-0.130
7	0.201	0.115	-0.058	0.520	-0.596
8	0.234	0.126	-0.059	0.328	-0.037

$\Delta t = t_2 - t_1 = 0{,}033$

$\Delta t = t_3 - t_2 = 0{,}033$

$\therefore \Delta t = cte.$

(velocidade em x)

$$v_{1\to 2} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t} = v_{x_1}$$

(velocidade em y)

$$v_{1\to 2} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{y_2 - y_1}{\Delta t} = v_{y_1}$$

(D) Tabela de dados da análise

Figura 3 – Etapas usadas no tutorial: (A) definição do percurso, (B) estabelecimento da posição do corpo, (C) identificação da trajetória e (D) análise de dados.

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os relatos apresentados aqui fazem parte da análise dos dados observados e coletados durante a aplicação desta sequência didática, fundamentada no referencial teórico da aprendizagem significativa de Ausubel (2000) que, desde o primeiro momento, possibilitou uma apropriação significativa sobre o tema de movimento associado à tecnologia relacionada ao GPS e ao aplicativo VidAnalysis-free®, mostrando-se favorável à aprendizagem, como será pontuada nesta seção.

Embora a realização de um pré-teste tenha revelado certa resistência dos estudantes em responderem às questões sem a explicação prévia da professora (postura que vai de encontro ao ensino tradicional), ao perceberem que as perguntas incorporavam seu cotidiano, sentiram-se mais tranquilos e motivados a responder. À vista disso, de acordo com as narrativas dos alunos, conforme podemos identificar no relato do aluno X, "o GPS está no meu celular e eu uso diariamente quando quero ir a algum lugar que não conheço o endereço e acho que tem tudo a ver com movimento". Esse questionário, apresentado na **Tabela 2**, mostrou um resultado em que metade da turma demonstrou conhecimento em relação aos conceitos básicos de movimento.

Tabela 2: Relação dos conhecimentos sobre movimento apresentados pelos alunos durante a primeira aula.

	Conhecimento prévio	**Conceito satisfatório?**	**Percentagem dos alunos que responderam corretamente**
(1ª Questão)	"Você, em relação à Terra, está parado ou em movimento?"	Sim	52%
(2ª Questão)	Movimento, para você, é ficar parado numa posição ou deslocar-se de uma posição para outra?	Sim	76%
(3ª Questão)	Repouso é uma situação do movimento?	Não	32%
(4ª Questão)	O *Google Maps*, com o GPS, pode traçar uma rota de um ponto a outro no mapa?	Sim	76%
(5ª Questão)	Qual a diferença entre deslocamento e trajetória?	Não	20%

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Com base nos resultados do pré-teste, detectou-se que 66% dos alunos demonstraram não saber a diferença entre trajetória e deslocamento. Dessa forma, por meio de uma atividade que envolveu os conceitos e a aplicação da tecnologia do GPS, a professora auxiliou os estudantes a compreender e diferenciar tais conceitos, utilizando o aplicativo Google Maps®, prática que, de acordo Sasseron e Duschl (2016), garante ao professor a promoção do processo de aprendizado, extravasando os limites da simples explicitação de informações e situações. A referida atividade envolveu os conceitos da cinemática e permitiu o envolvimento dos alunos, tornando-os autônomos no processo de aprendizagem. Isso ficou evidente quando eles buscaram soluções para a realização das atividades.

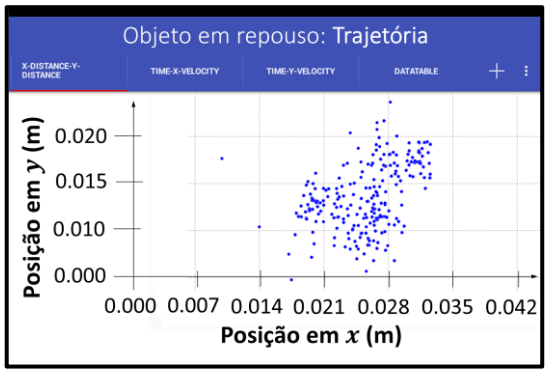
No entanto, ao receber orientação para calcular a velocidade escalar média, 50% da turma encontrou dificuldade em realizar transformações de unidades de medidas, fato que exigiu a intervenção da docente. Para fixar esse conhecimento, a educadora solicitou uma atividade prática do Google Maps® que, após sua realização, apresentou um resultado significativamente melhor, ao elevar o percentual de compreensão para 75% da classe.

Os dados obtidos nessas atividades (via Google Maps®) permitiram que os alunos traçassem suas rotas, diferenciassem trajetória de deslocamento e calculassem a velocidade média. Assim, a professora detectou que os alunos apresentavam o embasamento necessário para dar prosseguimento aos conceitos de MRU e MRUV, baseando-se numa metodologia que incorpora a utilização efetiva das TICs, em destaque o aplicativo para smartphone VidAnalysis-free®. Na realização das atividades

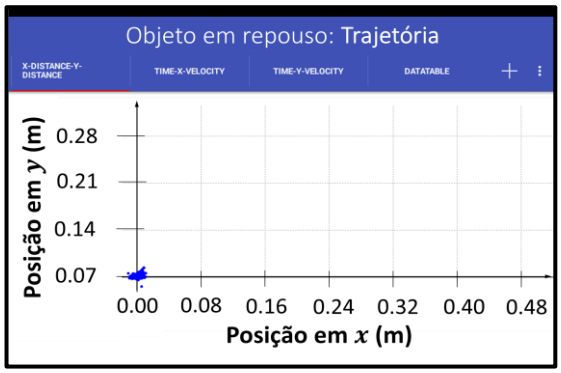
que envolveram as filmagens trabalhadas, observou-se que a participação da turma foi maciça, com bom envolvimento dos alunos para realizarem as atividades propostas. Logo, esse procedimento mostrou-se promissor para o trabalho em equipe, além de ampliar o envolvimento e a participação de todos da classe. Nas análises gráficas dos estudos do MRU e do MRUV, notou-se que:

I - Na situação do repouso: embora cientes de terem filmado um objeto que se encontrava estático, 61,5% dos alunos não obtiveram gráficos precisos. Isso ocorreu em decorrência do registro de pontos desordenados causados pelos toques inadequados na tela do smartphone, gerando gráficos de trajetória semelhantes ao da **Figura 4(A)**.

Nesse cenário, os discentes encontraram dificuldades em reconhecer a situação do repouso, interpretando que o objeto estava em movimento, quando, na realidade, o gráfico esperado seria similar ao da professora, como mostra a **Figura 4(B)**.



(A) Análise do aluno.



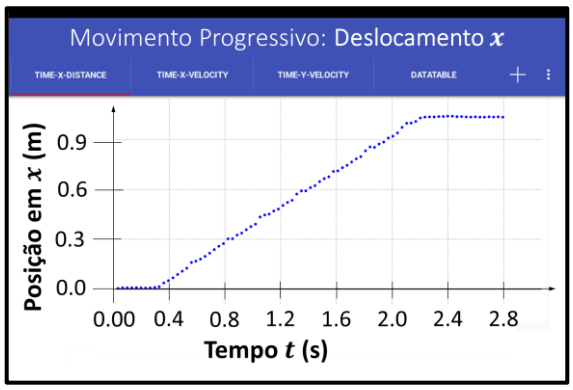
(B) Análise do professor.

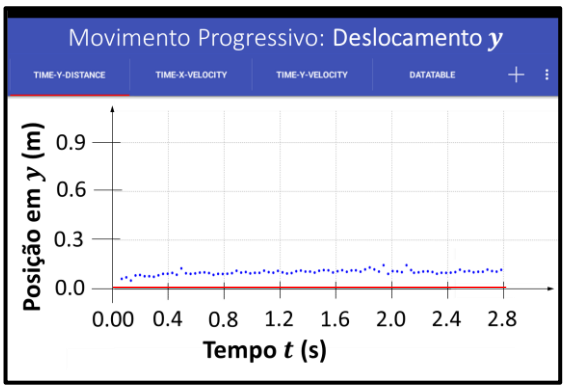
Figura 4 – Os gráficos exibem os resultados das medidas feitas pelos alunos (A) e pela professora (B).
Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

É importante evidenciar que os pontos são aparentemente desordenados em vista da escala do gráfico, sendo esse o resultado encontrado pela maioria dos alunos. Por isso, observou-se a necessidade de discutir a correta interpretação dos gráficos, levando em consideração a diferença de escala gerada pelo aplicativo. Isso ocorreu devido ao fato de que os gráficos obtidos dependeram do tamanho da tela de cada aparelho utilizado e da quantidade de dados.

Evidentemente, ocorreram algumas variações devido à desatenção aos toques dados na tela e à carência de uma boa fixação na filmagem, pois, ao realizarem as filmagens, procurando soluções para minimizarem os erros, os alunos encontraram gráficos melhores. Dessa forma, a aprendizagem foi significativa para os discentes, tornando-os aptos para a compreensão os novos conceitos, aplicando-os e adaptando-os às suas necessidades. Seguem, no **Anexo A**, todos os gráficos gerados pela filmagem da situação do repouso e a atividade roteirizada desta situação de movimento.

II - No movimento progressivo: 74% da turma não obteve êxito nas análises desse movimento devido às más condições dos gráficos gerados. Em contrapartida, 26% dos alunos melhoraram a precisão dos dados da análise por utilizarem o suporte para *smartphones* durante as filmagens. Com isso, obtiveram gráficos que possibilitaram a análise correta, entendendo que no movimento progressivo, o deslocamento em x é representado por uma reta crescente, como apresentado na **Figura 5(A)**. Logo, esses alunos associaram o gráfico a uma função de 1º grau estudada na matemática. Em relação ao deslocamento em y desse movimento, os alunos entenderam que não havia movimento na vertical, por isso o gráfico, mesmo com algumas flutuações, deveria ser uma reta coincidente com eixo do tempo, como mostra a **Figura 5(B)**, e que nos estudos da matemática, teríamos uma função constante.



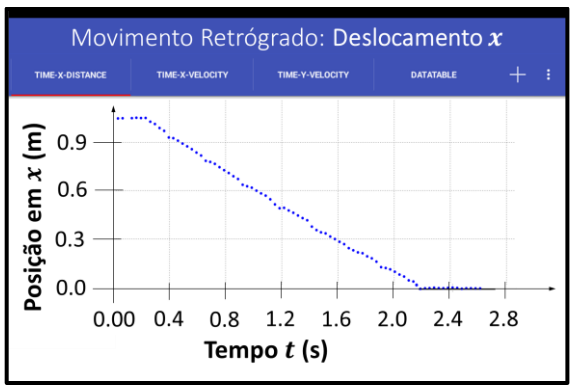


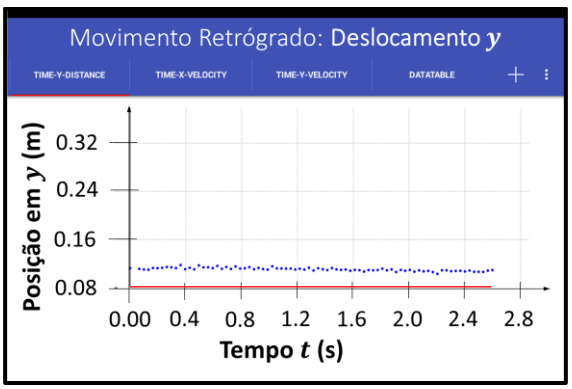
(A) Deslocamento em X, análise do aluno. (B) Deslocamento em Y, análise do aluno.

Figura 5 – Essa figura exibe os deslocamentos do objeto no eixo x (A) e em y (B). Em (B), a linha cheia logo acima do eixo horizontal (em vermelho) indica onde os pontos deveriam estar.

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

III - No movimento retrógrado: para realizar essas análises, foram utilizadas as mesmas filmagens do movimento progressivo, porém houve uma mudança de posicionamento do plano cartesiano, de modo a fazer com que o objeto se aproximasse da origem. Em decorrência disso, verificou-se que, novamente, 74% dos alunos não conseguiram obter gráficos satisfatórios. Todavia, o restante da turma obteve gráficos que permitiram tais análises. Ao analisarem o gráfico da **Figura 6(A)**, os alunos identificaram uma reta decrescente que se assemelha a uma função do 1º grau, mostrando que o objeto se aproxima da origem do plano. No entanto, quando geraram o gráfico do deslocamento em y desse movimento, somente 26% dos alunos conseguiram fazer sua análise. Entretanto, ao observá-lo, disseram que o gráfico deveria ser uma reta coincidente com o eixo do tempo e não uma reta paralela a ele, como apresenta a **Figura 6(B)**. Assim, eles verificaram que, mesmo com esta flutuação dos dados, não havia deslocamento na vertical. Dessa forma, o ensino por meio de atividades problematizadoras conciliou os conteúdos da matemática e da física, trabalhando elementos presentes no dia a dia dos alunos de forma interdisciplinar.





(A) Deslocamento em X, análise do aluno. (B) Deslocamento em Y, análise do aluno.

Figura 6 – Figura exibe os deslocamentos do objeto ao longo do eixo x (A) e y (B). Em (B), a linha cheia logo acima do eixo horizontal (em vermelho) indica onde os pontos deveriam estar.

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

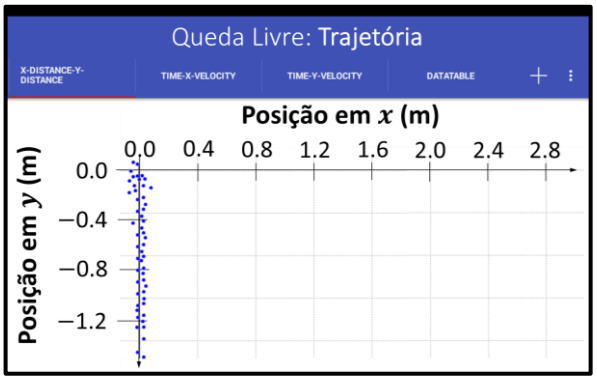
IV - No movimento de Queda Livre: os dados obtidos em decorrência das análises das atividades desse movimento apontaram que 36% dos alunos se confundiram ao responder às questões que se referiam à posição inicial do objeto. Tal dificuldade ocorreu por ter sido adotada, como origem do plano cartesiano, a posição inicial do objeto, antes de ser abandonado, e não sua altura em relação

ao chão. Além disso, apesar de obterem gráficos com qualidade superior aos gerados nas análises do MRU, os alunos encontraram dificuldades para interpretá-los.

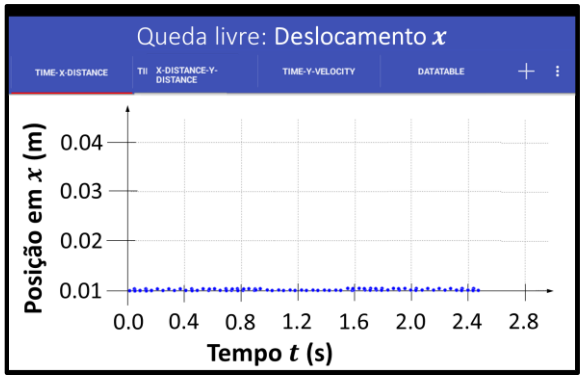
Na análise gráfica da trajetória, os alunos conseguiram identificar uma reta que se encontrava coincidente com o eixo y e reconheceram que esse gráfico representava o espaço percorrido pelo objeto após ser abandonado, como mostra a **Figura 7(A)**. No entanto, referente aos conhecimentos matemáticos, os alunos confundiram os conceitos de *relação* e *função*. Isso porque, para um único valor de x (no eixo horizontal), está associado mais de um valor em y (eixo vertical), o que caracteriza, nessa figura, uma relação e não uma função.

Ao fazerem a análise do deslocamento x, boa parte dos alunos (68%) não relacionou o gráfico da reta constante sobre o eixo do tempo como distância em x nula, conforme mostra a **Figura 7(B)**. Dessa forma, não conseguiram assimilar os conceitos físicos de queda livre, nos quais não há movimento na horizontal.

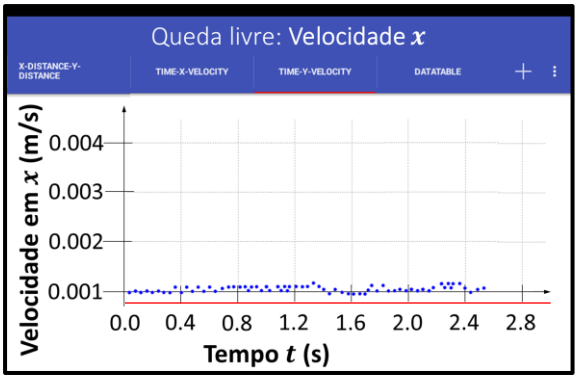
Na interpretação do gráfico da velocidade na direção x, devido à falta de atenção, os alunos não perceberam que, em queda livre, o movimento ocorre somente na vertical. Logo, mostrou-se evidente que os estudantes não reconheceram que o gráfico representava uma reta constante que indicava apenas o tempo transcorrido, deixando de explorar o conhecimento cognitivo que já possuíam em relação ao tema em questão. Esse gráfico está representado na **Figura 7(C).**



(A) Trajetória, análise do aluno.



(B) Deslocamento em x, análise do aluno.



(C) Velocidade em x, análise do aluno.

Figura 7 – Análise realizada pelos alunos do Movimento de Queda Livre (A) Trajetória, (B) Deslocamento em x e (C) Velocidade em x.

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

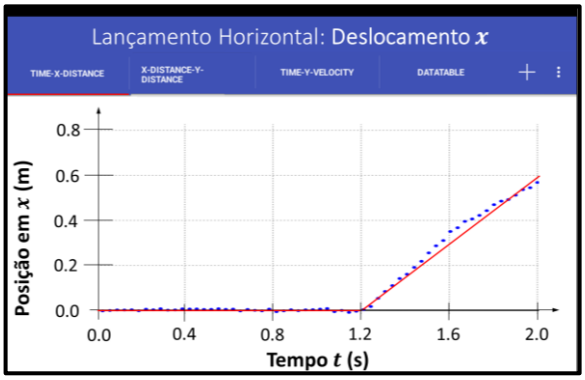
V - No movimento de Lançamento Horizontal: embora apenas 38% dos alunos tenham elaborado gráficos com condições satisfatórias, houve problemas nas seguintes análises: gráficos do

deslocamento em x, da velocidade em x e da velocidade em y. Nesse contexto, as maiores dificuldades de interpretações foram em relação aos conceitos físicos.

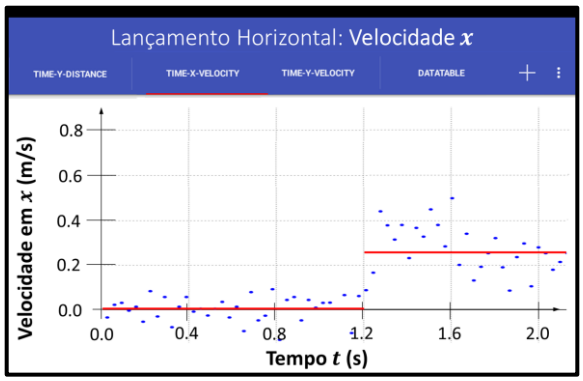
Em princípio, deve-se evidenciar que o gráfico gerado nessa análise, apresentado na **Figura 8(A)**, foi analisado como dois segmentos de reta. O primeiro segmento foi identificado pelos alunos como a situação de repouso. Esse fato se deu porque, no começo das gravações, os alunos demoraram para iniciar o acompanhamento do movimento, pois o objeto, apesar de já estar em movimento sobre a mesa, apenas foi capturado pelo vídeo no momento do lançamento. No segundo segmento, que é próprio do Lançamento Horizontal, os alunos identificaram o gráfico como uma reta crescente, que indica um deslocamento de x no tempo.

Além disso, observou-se que, em relação à velocidade em x, os alunos não entenderam o porquê de as duas retas serem constantes, sendo que uma estava coincidente com eixo x, indicando velocidade nula devido à filmagem do objeto parado, e a outra reta, paralela ao eixo do tempo, devido à velocidade em x ser constante ao iniciar o movimento. À vista disso, os resultados mostraram que um significativo número de alunos (62%) não realizou corretamente as análises porque os pontos encontrados estavam desordenados, como apresentados na **Figura 8(B)**.

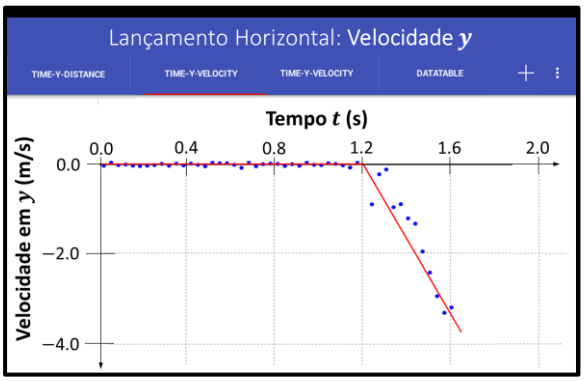
O mesmo problema ocorreu com a análise da velocidade em y, como mostra a **Figura 8(C)**, na qual os alunos não identificaram corretamente os dois segmentos de reta, sendo o primeiro segmento uma reta constante, que representa a situação do repouso, e o segundo segmento uma reta decrescente, que representa uma velocidade em y variando negativamente com o tempo.



(A) Deslocamento em x, gráfico do aluno.



(B) Velocidade em x, gráfico do aluno.



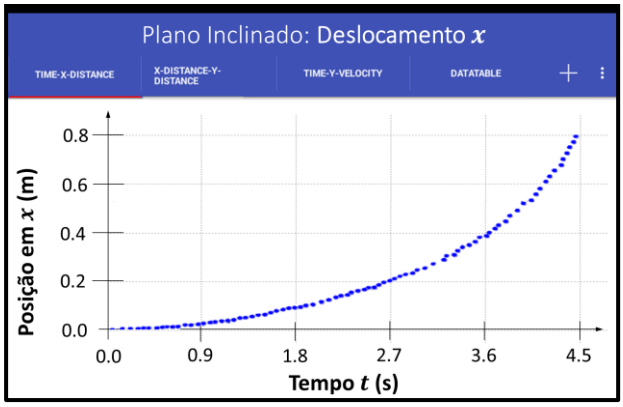
(C) Velocidade em y, gráfico do aluno.

Figura 8 – Análise realizada pelos alunos do lançamento horizontal ao longo do eixo: (A) deslocamento em x, (B) velocidade em x e (C) velocidade em y.

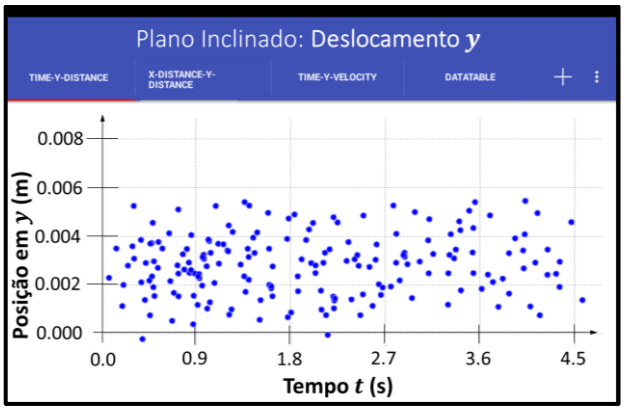
Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

VI – No movimento Plano Inclinado: ao observarem os gráficos desse movimento, 67,5% dos alunos encontraram dificuldades na hora da filmagem, em razão do objeto, que deslizava muito rápido, a inclinação da rampa, que estava muito próxima a posição vertical ou até mesmo a falta do suporte na hora da realização da gravação. Dessa forma, os gráficos gerados não eram condizentes com os movimentos observados por eles. Em contrapartida, 32,5% dos discentes conseguiram gráficos favoráveis às análises, como apresenta a **Figura 9(A)**. Com isso, os alunos identificaram o gráfico como uma semiparábola, representando uma função do 2º grau, estudada na matemática. Em relação aos conceitos físicos, os estudantes observaram que o deslocamento em x varia uniformemente em relação ao tempo. Com essa atividade, percebeu-se que os alunos realizaram os princípios da Diferenciação Progressiva, o que possibilitou, no momento seguinte, o cumprimento da etapa da Reconciliação Integrativa, a qual oportunizou a exploração de relações entre ideias, apontando similaridades e diferenças entre os conceitos e reorganizando o conhecimento, segundo a UEPS (MOREIRA, 2011)

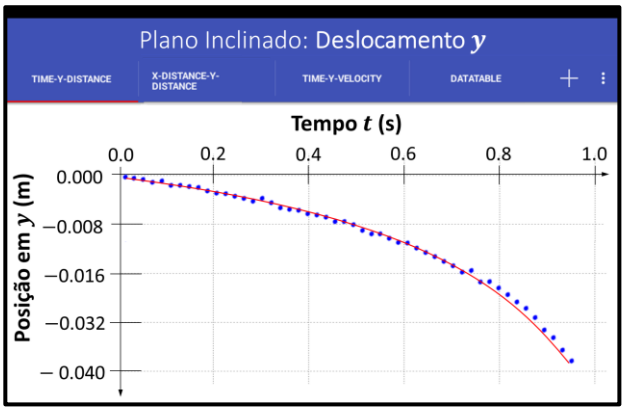
Ao observar o deslocamento em y, verificou-se que 80% da classe não conseguiu fazer uma análise correta, devido ao grande número de pontos desordenados, como mostra a **Figura 9(B)**. O gráfico esperado nessa situação seria uma semiparábola com concavidade voltada para baixo, conforme estudado na matemática. Porém, no exame dos fenômenos físicos desse movimento, 20% dos alunos observaram que o gráfico da Figura 9(C) mostrava o deslocamento no sentido negativo do eixo y, ou seja, desceu o plano inclinado em relação ao tempo. Seguem, no **Anexo B**, os gráficos gerados pela filmagem do plano inclinado e a atividade roteirizada desse movimento.



(A) Deslocamento em x, gráfico da professora.



(B) Deslocamento em, gráfico do aluno.



(C) Deslocamento em y, gráfico da professora.

Figura 9 – Análise do aluno e da professora do lançamento do Plano Inclinado ao longo do eixo: (A) deslocamento em x, (B) deslocamento em y e (C) deslocamento em y.

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

A sequência foi realizada por meio de uma atividade prática, na qual os estudantes realizaram as filmagens dos movimentos MRU e MRUV. Com os gráficos gerados, foi solicitado aos alunos, por meio de um questionário intitulado *Atividade roteirizada* (anexos A e B), que fizessem as análises desses gráficos em relação aos conceitos físicos e matemáticos. A **Tabela 3** mostra alguns conceitos apresentados pela turma, a partir das análises gráficas:

Tabela 3: Relação de conceitos identificados pelos alunos com as análises gráficas.

Grupos	Conceitos
A	Repouso: posição de um objeto que não se altera em relação a uma referência, ou seja, um ponto fixo. Movimento é quando objeto muda de posição, saindo de um lugar e indo para outro lugar.
B	Deslocamento é o ponto final menos o inicial. Trajetória é o caminho percorrido por um corpo, como o exemplo de um carro saindo de casa até a escola.
C	O gráfico do **deslocamento x** mostrou uma reta crescente. Já no gráfico da **velocidade x** (positiva) temos uma reta paralela ao eixo do tempo, isto é, a velocidade positiva afasta o objeto da origem. Portanto, conclui-se que esse movimento é progressivo.
D	O gráfico do **deslocamento x** mostrou uma reta decrescente. Já o gráfico da **velocidade x** (negativa) apresenta uma reta paralela ao eixo do tempo, ou seja, essa velocidade negativa é um carro em marcha à ré, pois não existe velocidade negativa. Conclui-se, então, que esse movimento é retrógrado.

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Os conceitos apresentados mostraram uma evolução cognitiva que se refere à compreensão dos conteúdos abordados durante a UEPS. Sob essa ótica, as atividades colaborativas das filmagens das situações dos movimentos permitiram a troca de ideias e as discussões entre aluno/aluno, criando um ambiente de construção do conhecimento, já que os estudantes foram conduzidos ao pensamento/reflexão para solução das situações propostas. Essas afirmações são baseadas nas observações realizadas durante toda sequência didática.

No decorrer desse processo de ensino, foi observado também que muitos estudantes conseguiram apresentar para a docente suas ideias, dúvidas e questionamentos acerca dos conceitos abordados, sem medo de errar, estabelecendo, portanto, relações de modo não arbitrário entre os conhecimentos novos e prévios.

Ao longo desse processo de ensino, foram identificadas evidências de aprendizagem significativa em alguns momentos, nos quais muitos alunos conseguiram ancorar os novos conhecimentos aos conceitos que eles já possuíam. Tal fato se mostrou mais evidente quando alguns estudantes foram capazes de ampliar seus novos conhecimentos em novas situações-problema.

Para exemplificar, tomamos por base o grupo que ficou responsável pelas filmagens dos tipos de movimentos *progressivo* e *retrógrado*. A princípio, a gravação do movimento *progressivo* não apresentou dificuldade. No movimento *retrógrado*, eles solucionaram o problema sem a ajuda da docente, chegando à seguinte solução: *No movimento progressivo, a bolinha, afastando-se da origem do plano cartesiano, designa deslocamento positivo e velocidade positiva. Então, para o movimento ser retrógrado, deveríamos colocar um objeto aproximando-se da origem, assim teríamos o deslocamento do objeto decrescente, saindo do maior para o menor e teríamos uma velocidade negativa (se o objeto fosse um carrinho, por exemplo, ele estaria dando marcha à ré).* O relato dos alunos mostrou claramente que eles construíram seus conceitos a partir da junção da observação, da experimentação e da formulação de suas explicações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho mostrou que o uso das TICs, aplicado à UEPS proposta, contribuiu de modo significativo no ensino de ciências, proporcionando aulas mais interativas que contribuíram para o enriquecimento do aprendizado dos alunos. Ressalta-se que houve a facilitação da aprendizagem significativa dos conceitos discutidos por conta dos educandos, que se envolveram ativamente no processo.

Nesse processo de apropriação dos conceitos da cinemática, os estudantes, por meio de situações-problema, foram conduzidos a pensar, refletir e organizar suas ideias para poderem solucionar os problemas propostos para, assim, desempenharem papel de protagonistas no processo de aprendizagem.

Com a aplicação de uma sequência didática fundamentada nos princípios da UEPS aliada ao uso das novas tecnologias, por meio dos aplicativos *Google Maps*®, *VidAnalysis-free*® e *Kinemactics Simulator*® , houve uma nova postura dos discentes, pois durante as aulas eles debatiam entre si, levantavam hipóteses para solucionar os problemas propostos e chegavam a uma tomada de decisão. Nesse contexto, evidências de aprendizagem significativa foram percebidas.

No entanto, observou-se que durante a realização das análises dos alunos, as falhas encontradas demonstraram que a utilização do aplicativo *VidAnalysis-free*® também apresentou fatores negativos. Nesse sentido, problemas como o tamanho da tela dos *smartphones*, toques fora do centro de massa do objeto reproduzido no vídeo e ausência de suporte impediram que fossem gerados gráficos com qualidade suficiente para análise.

Dessa forma, a docente apresentou um papel fundamental nessa sequência didática, pois atuou como mediadora da sala de aula, dando relevância ao trabalho em grupo, gerando discussões entre os membros para que pudessem criar, inovar e encontrar soluções para situações-problema, afastando-se, portanto, do ensino tradicional.

Atualmente, uma das grandes dificuldades em trabalhar com o ensino de ciências é despertar o interesse dos educandos para o estudo dessa disciplina. Nesse sentido, utilizar as unidades de ensino potencialmente significativas propostas por Moreira (2011), por meio de uma sequência didática que possibilita a contextualização, a dinamização através das atividades experimentais e as tecnologias atuais podem ajudar docentes e discentes na perspetiva de melhorar o ensino e a aprendizagem da física.

Por fim, pode-se reconhecer que a escola, por estar inserida em um meio tecnológico, deve apropriar-se de tais ferramentas para atender a uma geração que tem grande afinidade com as novas tecnologias. O interesse e a participação dos alunos, evidenciados nessa pesquisa, tornaram-se fatores diferenciais em contrapartida às aulas tradicionais. Assim, percebe-se que é possível utilizar as novas tecnologias em favor de práticas pedagógicas, que efetivam uma alternativa didática viabilizadora da superação de alguns problemas no processo de ensino-aprendizagem.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrão, R. K., Adamatti, D. F. (2015). As novas tecnologias da informação e comunicação e atividade experimental no ensino de ciências. *Revista Linhas.* Acesso em: 07 ago., 2020, http://www.revistas.udesc.br/index.php/linhas/article/view/1984723816312015305

Ausubel, David P., Novak, Joseph D., Hanesian, Helen (1980). Psicologia educacional. *Tradução Eva Nick*. Rio de Janeiro: Interamericana.

Barroqueiro, C. H., Amaral, L. H. (2011). O uso das tecnologias da informação e da comunicação no processo de ensino-aprendizagem dos alunos nativos digitais nas aulas de Física e Matemática. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática.* Acesso em 07 ago., 2020, http://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/61/42.

Brasil (1996). Ministério da Educação. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Brasília, DF: MEC/CONSED/UNDIME.

_____ (2017). Base Nacional Comum Curricular. Educação é a base. Brasília, DF: MEC/CONSED/UNDIME.

_____ (2000). Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, DF: MEC.

Cardoso, F.S. (2013). O uso de atividades práticas no ensino de ciências: a busca de melhores resultados no processo ensino aprendizagem. *Monografia para conclusão de curso de graduação em ciências biológicas no Centro Universitário* UNIVATES.

Fillmore. C. (1977). Scenes-and-frames semantics. In: A. Zampolli (ed.). *Linguistic Structures Processing*. Amsterdam, New York: North Holland, p. 55-82.

Japiassú, Hilton. Interdisciplinaridade a patologia do saber. Rio De Janeiro: IMAGO Editora LTDA, 1976.

Lenoir, Y (2005). Três interpretações da perspectiva interdisciplinar em educação em função de três tradições culturais distintas. *Revista E-Curriculum*, PUC-SP, São Paulo, v. 1, n. 1.

Mizukami, M. G. N. (1986). Ensino: as abordagens do processo. São Paulo: EPU.

Moraes, E. P. (2019). Implementação de unidade de ensino potencialmente significativa no ensino da cinemática e introdução ao conceito de energia. *Dissertação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física*, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, RJ, Brasil.

Moreira, M. A. (2015). Teorias de Aprendizagem. 2. ed. São Paulo: E.P.U.

Moreira, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria e texto complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

_____. (2011). Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas. Aprendizagem Significativa. Meaningful Learning Review. Acesso em 07 ago., 2020, http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf.

Ricardo, E. C. (2005). Competências, interdisciplinaridade e contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino de ciências. *Tese de Doutorado*. Educação Científica e Tecnológica Universidade Federal de Santa Catarina.

Sasseron, L. H.; Duschl, R. A. (2016). Ensino de Ciências e as Práticas Epistêmicas: O Papel do Professor e o Engajamento dos Estudantes. *Investigações em Ensino de Ciências*. Acesso em 07 ago., 2020. https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/19

ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISE GRÁFICA SITUAÇÃO DO REPOUSO – MRU

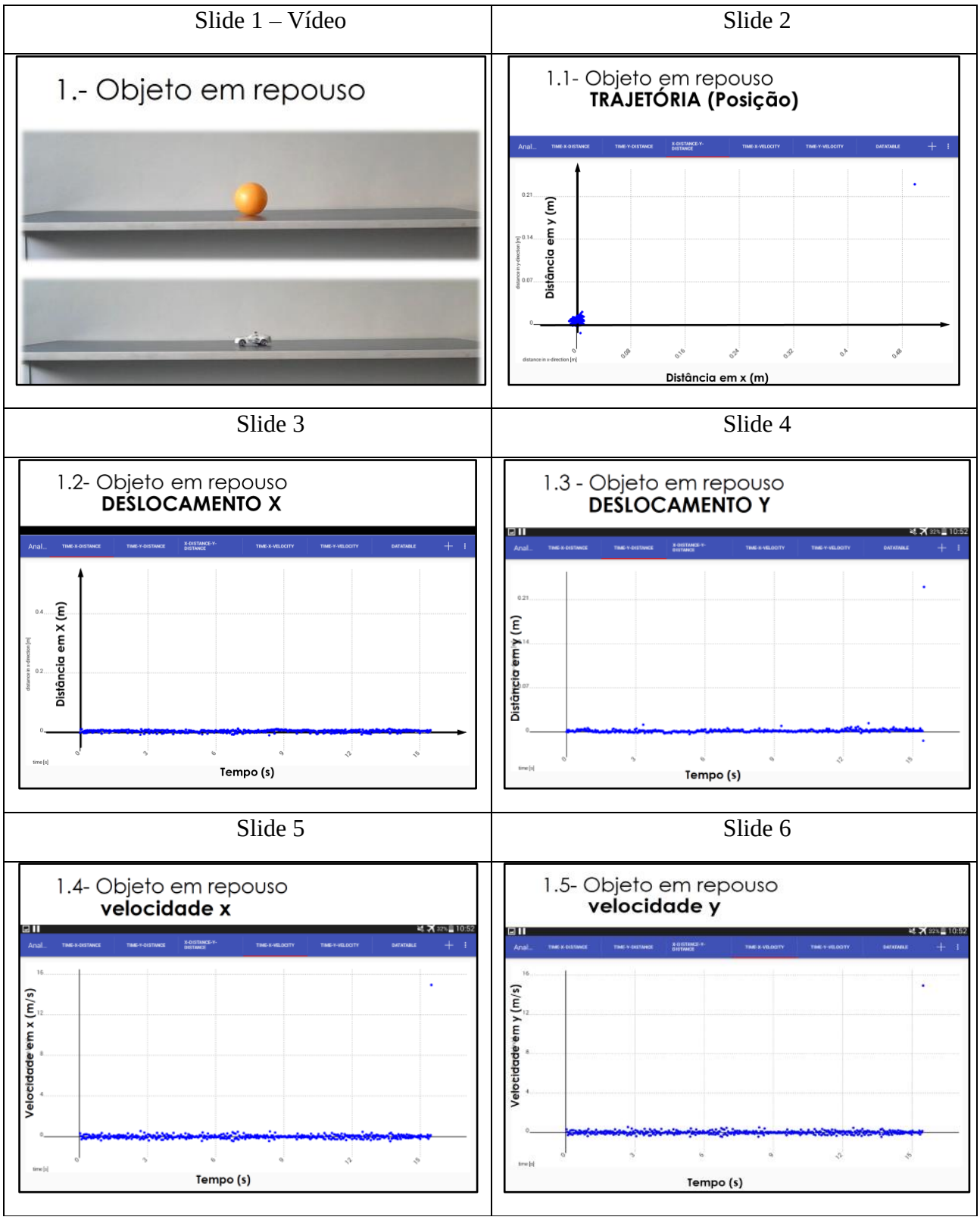


Figura 1: Análise gráfica Situação do Repouso – MRU. Slides 1 – 6.

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Atividade: Situação do Repouso - MRU

Nome: _____ Nº:___ Turma:_____

Com base nas análises gráficas da Situação do Repouso, responda às questões abaixo:

1.1) A análise gráfica das coordenadas distância no eixo horizontal x e distância no eixo vertical y descrevem:

a) Deslocamento b) Trajetória c) Movimento d) Velocidade

A análise deste movimento pode ser feita a partir da observação do gráfico 1.1. O que você observa neste gráfico?

1.2) A análise gráfica das coordenadas distância em x no eixo vertical e tempo no eixo horizontal descreve:

a) Repouso b) Trajetória c) Movimento d) Velocidade

A análise deste movimento apresenta um gráfico, que gráfico é esse?

1.3) A análise gráfica das coordenadas distância em y no eixo vertical e tempo no eixo horizontal descreve:

a) Velocidade b) Trajetória c) Movimento d) Repouso

A análise deste movimento apresenta um gráfico, que gráfico é esse?

1.4) A análise do gráfico da velocidade em x no eixo vertical e tempo no eixo horizontal descreve uma reta que já conhecemos. Esta reta se encontra acima ou abaixo do eixo do tempo? Esta reta se assemelha a que função?

1.5) A análise do gráfico da velocidade em y no eixo vertical e tempo no eixo horizontal descreve uma reta que já conhecemos. Esta reta se encontra acima ou abaixo do eixo do tempo? Esta reta se assemelha a que função?

ANEXO B: ANÁLISE GRÁFICA DO PLANO INCLINADO – MRUV

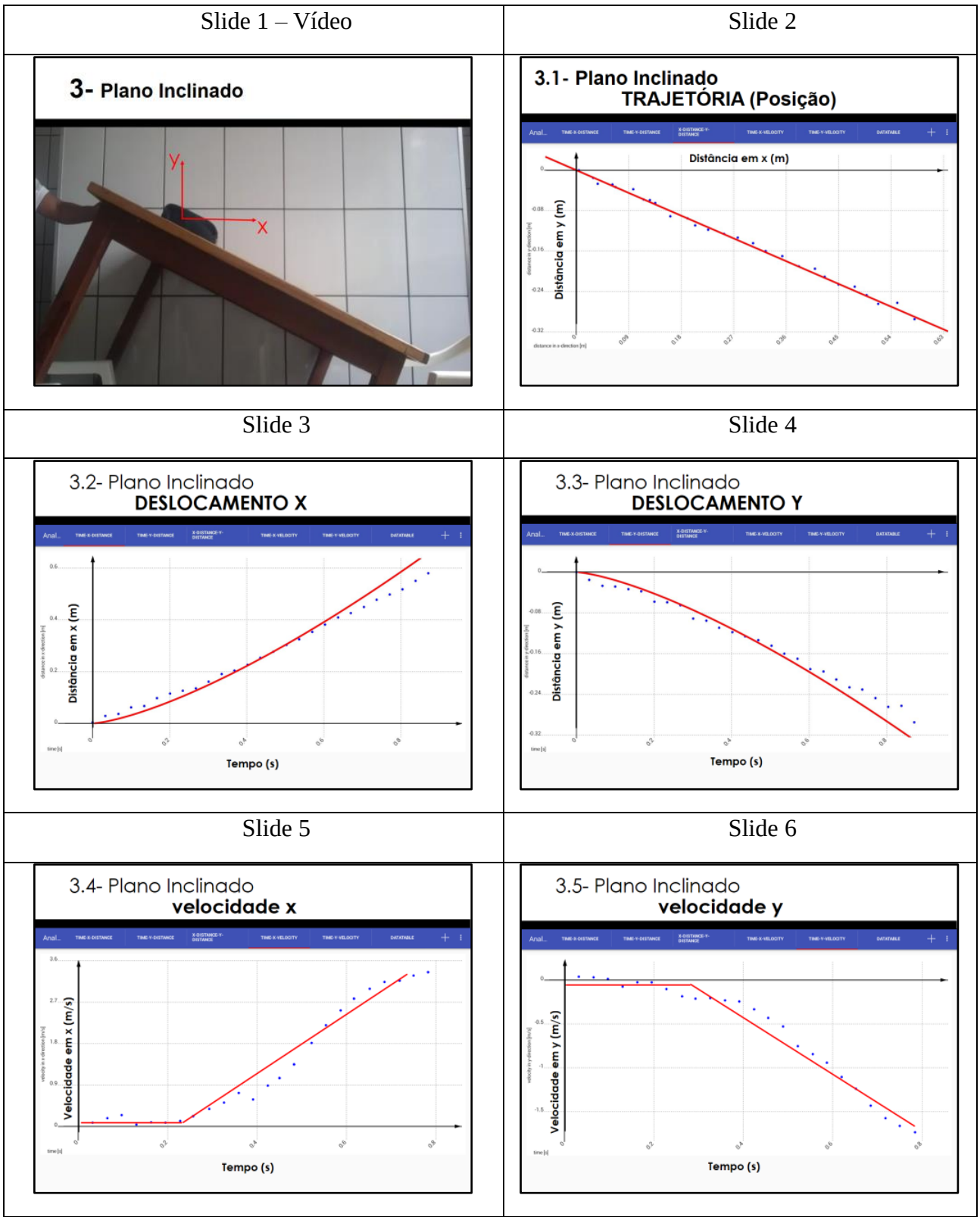


Figura 2: Análise gráfica plano inclinado- MRUV. Slides 1 – 6.

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

ATIVIDADE: MOVIMENTO DO PLANO INCLINADO – MRUV

Com base nas análises gráficas do movimento plano inclinado, responda às questões abaixo:

3.1) O gráfico representa um objeto abandonado na parte superior de um plano inclinado. Sabendo disso, em que ele se diferencia do gráfico da queda livre?

3.2) Como pode ser classificado o gráfico ao observarmos o deslocamento em x?

3.3) Os gráficos dos deslocamentos em y, tanto da queda livre, quanto do plano inclinado são iguais?

( ) SIM ( ) NÃO

Como se classifica o gráfico que observamos no plano inclinado no deslocamento em y?

3.4) Abandonando o objeto do ponto mais alto do plano, qual sua velocidade inicial? Observando o gráfico velocidade na direção x no eixo vertical e tempo no eixo horizontal, a velocidade final é maior que zero ou menor que zero?

3.5) Observando o gráfico velocidade na direção y no eixo vertical e tempo no eixo horizontal, a velocidade final é maior que zero ou menor que zero?