

# Practices with the experiment of the “Body Fall” with the use of the smartphone stopwatch and with the use of video analysis

**Nunes, Emanuely Torres; Silva, Ivanderson Pereira da**

Practices with the experiment of the “Body Fall” with the use of the smartphone stopwatch and with the use of video analysis

Revista Tempos e Espaços em Educação, vol. 14, núm. 33, e14441, 2021

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

**Disponível em:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=570272348003>

**DOI:** <https://doi.org/10.20952/revtee.v14i33.14441>

Revista Tempos e Espaços em Educação 2021

Revista Tempos e Espaços em Educação 2021



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Publicação Contínua


# Practices with the experiment of the “Body Fall” with the use of the smartphone stopwatch and with the use of video analysis

Práticas com o experimento da “Queda dos Corpos” com o uso do cronômetro do smartphone e com o uso da videoanálise

Prácticas con el experimento de la “Caída del Cuerpo” con el uso del cronómetro del smartphone y con el uso de análisis de video


Emanuelly Torres Nunes <sup>1</sup> emanuely\_torres@hotmail.com

*Secretaria de Estado da Educação de Alagoas, Brasil*

 <https://orcid.org/0000-0002-2712-376X>

Ivanderson Pereira da Silva <sup>2</sup>

*Universidade Federal de Alago, Brasil*

 <https://orcid.org/0000-0001-9565-8785>

Revista Tempos e Espaços em Educação,  
vol. 14, núm. 33, e14441, 2021

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

Recepción: 22 Septiembre 2020  
Aprobación: 22 Diciembre 2020  
Publicación: 21 Enero 2021

DOI: <https://doi.org/10.20952/revtee.v14i33.14441>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=570272348003>

**Resumo:** Esse estudo teve por objetivo central analisar as percepções dos estudantes do ensino médio acerca dos limites e possibilidades da utilização do cronômetro do smartphone e da videoanálise, por meio do software Tracker, para a exploração do fenômeno da queda dos corpos. Para isso, foi proposta e desenvolvida uma sequência de ensino com seis etapas em quatro turmas da 1ª série do Ensino Médio. Trata-se de uma investigação de natureza qualitativa, do tipo pesquisa participante, cujas estratégias de coleta de dados foram a observação participante e o emprego de questionários. Os dados emergentes foram tratados à luz da Análise Textual Discursiva. Como principais resultados, foi possível constatar que os estudantes reconheceram modos diferentes de produzir ciência, significaram a ciência como um produto humano, apropriaram-se de diferentes modos da linguagem científica, reconheceram os limites e as potencialidades do primeiro método, do segundo e da associação entre esses.

**Palavras-chave:** Smartphone, Videoanálise, Tracker.

**Abstract:** This study had as main objective to analyze the perceptions of middle school students about the limits and possibilities of using the smartphone's stopwatch and video analysis, through the Tracker software, to explore the phenomenon of falling bodies. For that, a teaching sequence with six stages was proposed and developed in four classes of the 1st grade of High School. This is a qualitative research, of the participant type of research, whose data collection strategies were participant observation and the use of questionnaires. The emerging data were treated in the light of the Discursive Textual Analysis. As main results, it was possible to verify that the students recognized different ways of producing science, meant science as a human product, appropriated different ways of scientific language, recognized the limits and potentialities of the first method, the second and the association between Those.

**Keywords:** Smartphone, Video analysis, Tracker.

**Resumen:** Este estudio tuvo como objetivo principal analizar las percepciones de los estudiantes de secundaria sobre los límites y posibilidades de utilizar el cronómetro del smartphone y el análisis de video, a través del software Tracker, para explorar el fenómeno de la caída de cuerpos. Para ello, se propuso una secuencia de enseñanza con

seis etapas y se desarrolló en cuatro clases del 1er grado de Bachillerato. Se trata de una investigación cualitativa, de tipo participante, cuyas estrategias de recolección de datos fueron la observación participante y el uso de cuestionarios. Los datos emergentes fueron tratados a la luz del Análisis Textual Discursivo. Como principales resultados se pudo constatar que los estudiantes reconocieron diferentes formas de producir ciencia, entendieron la ciencia como producto humano, se apropiaron de diferentes formas de lenguaje científico, reconocieron los límites y potencialidades del primer método, el segundo y la asociación entre Aquellos.

**Palabras clave:** Smartphone, Análisis de video, Tracker.

## INTRODUÇÃO

A experimentação consiste numa atividade essencial para uma boa apropriação dos conceitos físicos. Em atividades experimentais convencionais, em laboratórios de física, a análise do fenômeno do movimento dos corpos, por exemplo, implica o uso de sensores e equipamentos para registro de dados. É possível ainda utilizar cronômetros para esse fim, porém, nesse tipo de prática, a aquisição de dados implica numa incerteza muito grande.

Dentre as formas de minimizar tais erros e imprecisões, bem como de potencializar a experimentação no contexto didático, é possível apontar aquela que se dá por meio das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) (Heckler et al., 2020; Santos, 2020; Rodrigues et al., 2020; Silva & Santos, 2020; Araújo & Silva, 2020). Segundo Bezerra Jr. et al. (2012), esses artefatos técnicos favorecem aos sujeitos modos diferentes de descrever, explicar, prever e entender os fenômenos físicos. Dentre os modos de produzir experimentação mediada por TDIC, destaca-se aquela apoiada em vídeos de fenômenos físicos e em videanálise.

Para autores como Leitão et al. (2011, p. 4) “a vídeoanálise para fins educacionais consiste em fazer uma tomada de vídeo de um fenômeno ou experimento e depois executar uma análise minuciosa sobre este vídeo através de ferramentas que relacionem o fenômeno que se quer estudar com grandezas (observáveis) da Física e suas quantificações”. Nesse sentido, a vídeoanálise não exige aparelhos laboratoriais de alto custo e de difícil utilização. Ela pode inclusive ser combinada com outros modos mais convencionais de produzir a experimentação.

Dentre os aparatos tecnológicos que podem ser utilizados para fins de videanálise de fenômenos físicos, destaca-se o software Tracker (Bezerra Jr, Oliveira & Lenz 2012). Trata-se de um software livre, criado pelo projeto open Soures Physics que possui ferramentas de marcação do objetivo durante a trajetória, favorece a construção de gráficos e tabelas, possibilita a divisão do vídeo em quadros por segundos, a calibração de medidas, dentre outros recursos necessários à coleta e à análise de dados presentes no vídeo de um objeto em movimento. Os vídeos que são analisados no Tracker, reproduzem o fenômeno real e podem ser captados por câmeras de smartphones.

O Tracker pode ser obtido no site disponível<sup>1</sup> para os sistemas operacionais Windows, Mac OS X, Linux 32-bit e Linux 64-bit. Uma vez que o software esteja instalado no computador é possível o seu manuseio

sem necessidade de acesso à internet. Saavendra Filho et al. (2017, p.242) destacam que, dependendo da metodologia por meio da qual esse software seja utilizado, ele permite ao estudante inclusive “formular, questionar, prever, testar hipóteses – passos importantes em um processo de modelagem científica”. Contudo, é imprescindível que não se perca de vista que o software por si só não é suficiente para a realização da videoanálise. Quem realiza o procedimento são os sujeitos e para isso é fundamental que as condições objetivas e subjetivas sejam atendidas no sentido de que a experiência didática seja exitosa. Uma vez garantidas essas condições, partimos da premissa de que o Tracker permite, a partir de vídeos digitais de objetos em movimento, fornecer, depois das marcações no objeto a ser analisado, as posições e intervalos de tempo, quadro a quadro, gerando tabelas de dados e até três tipos de gráficos do mesmo movimento, envolvendo as grandezas de posição, velocidade, e aceleração horizontal e vertical, bem como o tempo, quantidade de movimento e energias.

Diante das potencialidades do software, a presente pesquisa tomou como problema central a seguinte indagação: o que emerge de possibilidades de utilização do software Tracker no estudo de fenômenos físicos, em particular da queda dos corpos? De modo geral, se objetivou analisar as percepções dos estudantes do ensino médio acerca dos limites e possibilidades da utilização do cronômetro do smartphone e da videoanálise, por meio do software Tracker, para a exploração do fenômeno da queda dos corpos.

Para tanto, foi realizada uma intervenção com quatro turmas do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Palmeira dos Índios, Alagoas. Essa, foi organizada em seis etapas. Ao final da experiência os participantes do estudo receberam um questionário para coleta de dados e avaliação da sequência didática (Santos et al., 2020). Os dados emergentes desses questionários foram tratados à luz da Análise Textual Discursiva (ATD). Para Moraes (2003) a ATD se realiza a partir de quatro focos:

Desmontagem dos textos: também denominado de processo de unitarização, implica examinar os materiais em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados.

Estabelecimento de relações: processo denominado de categorização, implicando construir relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as no sentido de compreender como esses elementos unitários podem ser reunidos na formação de conjuntos mais complexos, as categorias.

Captando o novo emergente: a intensa impregnação nos materiais da análise desencadeada pelos dois estágios anteriores possibilita a emergência de uma compreensão renovada do todo. O investimento na comunicação dessa nova compreensão, assim como de sua crítica e validação, constituem o último elemento do ciclo de análise proposto. O metatexto resultante desse processo representa um esforço em explicitar a compreensão que se apresenta como produto de uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores. [...]

Um processo auto-organizado: o ciclo de análise descrito, ainda que composto de elementos racionalizados e em certa medida planejados, em seu todo constitui um processo auto-organizado do qual emergem novas compreensões. Os resultados finais, criativos e originais, não podem ser previstos. Mesmo assim é essencial o esforço de preparação e impregnação para que a emergência do novo possa concretizar-se (Moraes, 2003, p. 191-192).

O objetivo da ATD não é testar hipóteses para comprová-la ou contraí-las e sim compreender e reconstruir significados sobre os temas investigados. Assim, em face desses movimentos de pesquisa, dispomos a descrição metodológica e os resultados do estudo ao longo das seções subsequentes.

## O ESTUDO DA QUEDA DOS CORPOS COM O SOFTWARE TRACKER

Para Zabala (1998), sequências didáticas são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de determinados objetivos educacionais, os quais têm princípio, meio e fim. Nesse sentido, a proposta didática apresentada foi pensada para turmas da 1ª série do Ensino Médio. Essa proposta de ensino está organizada ao longo de seis momentos-aulas, com duração de 50 minutos cada um. A organização dessa sequência didática pode ser melhor visualizada a partir do quadro 1.

**Quadro 1**  
Sequência didática do estudo da queda com o software Tracker

Atividade	Objetivo	Recursos/Materiais	Tempo
Atividade 1	Compreender o valor da velocidade inicial, como resultado da aceleração gravitacional, movimento uniformemente variado e queda livre.	Computador, laboratório de informática, movimento uniformemente variado e queda livre.	50
Atividade 2	Compreender o funcionamento do software Tracker.	Computador, laboratório de informática, movimento uniformemente variado e queda livre.	50
Atividade 3	Apresentar as diferentes situações para tirar fotos e fazer as gravações, gráficos e tabelas matemáticas, gráficos para registro do valor físico.	Computador, laboratório de informática, movimento uniformemente variado e queda livre.	50
Atividade 4	Realizar a gravação, quantificar, identificar parâmetros relevantes, como velocidade, aceleração de gravidade e velocidade.	Computador, laboratório de informática, movimento uniformemente variado e queda livre.	50
Atividade 5	Medir o valor da aceleração da gravidade local através da velocidade imposta pela	Computador, laboratório de informática, movimento uniformemente variado e queda livre.	50
Atividade 6	Compreender o valor da aceleração da gravidade local através da velocidade imposta pela	Computador, laboratório de informática, movimento uniformemente variado e queda livre.	50
Atividade 7	Compreender o valor da aceleração da gravidade local através da velocidade imposta pela	Computador, laboratório de informática, movimento uniformemente variado e queda livre.	50
Atividade 8	Compreender o valor da aceleração da gravidade local através da velocidade imposta pela	Computador, laboratório de informática, movimento uniformemente variado e queda livre.	50
Atividade 9	Compreender o valor da aceleração da gravidade local através da velocidade imposta pela	Computador, laboratório de informática, movimento uniformemente variado e queda livre.	50
Atividade 10	Compreender o valor da aceleração da gravidade local através da velocidade imposta pela	Computador, laboratório de informática, movimento uniformemente variado e queda livre.	50

Fonte: Arquivos da Pesquisa (2021).

Essa proposta de intervenção trabalhou, inicialmente, com uma atividade experimental convencional utilizando os cronômetros dos smartphones dos estudantes e consistiu em várias repetições da situação analisada. Em seguida, o trabalho se concretizou através de tutoriais sobre a utilização do software Tracker. Na sequência os estudantes foram instruídos, passo a passo, sobre como realizar uma videoanálise, para que assim as equipes (de estudantes) construíssem suas próprias videoanálises.

A primeira etapa da sequência didática, conforme quadro 1, referiu-se a uma atividade experimental sem a utilização de sensores e equipamentos de alto custo. A atividade contou com a participação dos estudantes, que realizaram o registro dos instantes de tempo da queda de um objeto,

escolhido por cada um dos grupos, de forma aleatória, para que pudessem perceber com a prática, como a estrutura do objeto influencia na ação da força da resistência do ar, e conseqüentemente nos dados coletados. Posteriormente, os estudantes registraram os dados das medidas.

Nesta fase, os alunos em grupos, conforme o quadro 2. Esses sujeitos realizaram a atividade de registro da posição, em função do tempo na queda de modo convencional, utilizando o cronômetro do smartphone pessoal e uma fita métrica (de plástico) com comprimento de 2 metros. De início, cada grupo fez uma marcação na parede, no ponto que determina a altura de 2 metros. A partir desse ponto foi abandonado o objeto. Essa distância foi escolhida por ser facilmente alcançada pelos estudantes, sem necessidade de escada ou outro apoio.

**Quadro 2**  
Organização dos grupos.

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Quantidade de alunos por grupos	5	4	4	4	3	5	5	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
Turma	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	D	D	D	D

Fonte: Arquivos da Pesquisa (2021).

Os estudantes registraram os intervalos de tempo de queda do objeto, de uma altura de 2 metros em relação ao chão, e a partir das equações horárias do espaço em função do tempo para o movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV), calcularam os valores para a aceleração da gravidade. A massa dos objetos utilizados como “corpo que cai da altura”, foi determinada pelos grupos utilizando uma balança de cozinha. O objetivo era que os estudantes percebessem que a variação da massa não interferia no valor da aceleração da gravidade. Contudo, dada a situação real, o formato do objeto (como por exemplo a queda de um boné e a queda de um lápis), influenciaria o movimento dada a presença da força de resistência do ar.

Na segunda etapa, na sala de informática, os alunos instalaram o software Tracker nos computadores e lhes foram explicadas suas funcionalidades e potencialidades. Os estudantes foram desafiados a comporem grupos de até três componentes e gravarem um vídeo de um objeto em queda, utilizando a câmera do smartphone. Para que os grupos realizassem a primeira videoanálise, foi necessário transportar o vídeo para um computador do laboratório, para isso, os alunos o enviaram para o WhatsApp da professora da disciplina de Física, que estava conectado em seu computador, assim, os vídeos foram transferidos para os outros computadores do laboratório com o auxílio de um pen drive. Entretanto, é aconselhável que esta transferência seja realizada diretamente entre o smartphone e o computador, através de um cabo USB, por exemplo, pois assim evita que um aplicativo intermediário como o WhatsApp reduza a qualidade do vídeo. Com o intuito de otimizar tempo de transferência de vídeo, foi aconselhado às turmas que este fosse gravado e

enviado no dia que antecedia a aula. Essa primeira videoanálise permitiu que os estudantes avaliassem os possíveis fatores que influenciaram nos valores encontrados e quais cuidados deveriam ser tomados na próxima videoanálise, para obter valores mais precisos.

Com efeito é importante considerar no planejamento, uma arquitetura pedagógica que não contribua para a sobrecarga do trabalho docente (Sena Brito & Nunes, 2020)

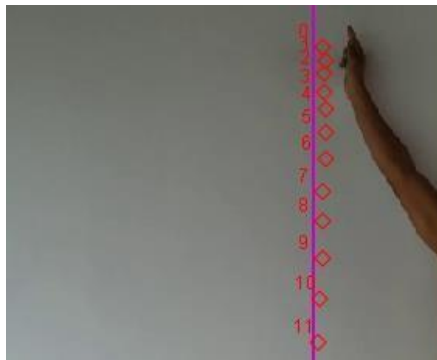
A quarta etapa da sequência consistiu na discussão do fenômeno relacionando os conceitos físicos do MRUV e a ação da gravidade em situações do cotidiano, como, por exemplo, a queda de objetos de diferentes alturas/locais e a utilização de paraquedas. Iniciou-se com uma provocação sobre os valores encontrados na primeira videoanálise e o que poderia ter influenciado nos resultados. Em seguida, foi apresentado apresentou o contexto histórico das primeiras explicações para o conceito de queda dos corpos em Aristóteles. Depois dessas discussões foi reproduzido em sala o vídeo “Desenho animado - Galileu Galilei”, demonstrando assim, através de recursos audiovisuais as primeiras concepções sobre a ação da gravidade (Stutios, 2000). Em seguida foram problematizadas situações do cotidiano nas quais se observa o fenômeno muito próximo da queda livre, pois o seu efeito só é observado quando abandonados em regiões que existam aceleração gravitacional e sem a presença da resistência do ar (vácuo). Nesse momento, foi proposto relacionar os conhecimentos prévios dos estudantes com os conceitos que seriam estudados.

Posteriormente foi abordado o efeito da queda de objetos em lugares com gravidades diferentes. Para melhor compreensão foi reproduzido, em sala, o filme “Gravidade” e logo depois comentado o efeito da gravidade com auxílio das imagens de cenas do filme, como, por exemplo, aquelas nas quais os astronautas flutuam, as labaredas de fogo se espalham pelas paredes da nave, pequenas bolas de fogo flutuam pelo ar e as lágrimas não escorrem pelo rosto da personagem, elas se soltam, e ganham o formato de esferas flutuantes.

Ainda na terceira etapa, promoveu-se a interação entre os grupos com a discussão sobre o primeiro contato com o software, bem como o esclarecimento de dúvidas relatadas pelos estudantes. Uma das dúvidas quanto a utilização do software foi: como deve ser realizada a marcação do objeto para obter um valor mais preciso. Assim, explicou-se que nesse caso deve ser utilizado o recursos do zoom para conseguir marcar no centro de massa do objeto. Outros questionamentos também surgiram, como por exemplo: quais seriam as grandezas escolhidas para serem apresentadas na tabela e nos gráficos; e como realizar a média aritmética do valor da aceleração vertical utilizando o programa Microsoft Excel (poderia ter sido feito em outros editores de planilha eletrônica). Para esclarecer essas indagações, retornamos à apresentação utilizada na etapa 2, juntamente com o software Tracker e às planilhas do Microsoft Excel, a partir das quais foram especificadas as situações-problemas enfrentadas pelos alunos na primeira tentativa de experimentação por meio de videoanálise. Neste momento, os grupos interagiram discutindo e comparando os valores

encontrados por eles, destacando os possíveis cuidados ao realizar a gravação, marcação do objeto e determinação do referencial de calibração do vídeo, ao colocar a fita de calibração, alertando para o uso do zoom sempre que necessário. A fim de esclarecer os questionamentos dos estudantes, neste momento, a professora de Física responsável pelas turmas, apresentou uma videoanálise, utilizando um notebook e o projetor multimídia para que todos conseguissem acompanhar o passo a passo de como realizar tal procedimento.

Na quinta etapa, os alunos, realizaram uma nova gravação da queda de um objeto. Para tanto, utilizaram a câmera do smartphone de algum integrante do grupo, tomando os cuidados com a influência de ventanias locais evitando ao máximo o efeito das forças de arrasto ou atrito. Também atentou-se para a inclusão de um objeto com tamanho conhecido, como uma régua, bem como para a inclinação da câmera em relação ao solo. Uma ilustração desse procedimento pode ser visualizada a partir da figura 1.



**Figure 1**

Posição do objeto quadro a quadro.

Fonte: Arquivos da Pesquisa (2021).

As marcações sequenciadas em vermelho, representam os pontos da trajetória do objeto no momento da queda.

Os grupos, de forma atenciosa, realizaram outra experimentação por meio da videoanálise, dessa vez de modo mais autônomo. Diferente da primeira tentativa de videoanálise, todos os grupos conseguiram realizar a videoanálise e o cálculo da média aritmética utilizando o programa Microsoft Excel. Os grupos se mostraram mais motivados, pois conseguiram atingir valores mais próximos do valor teórico do que no resultado obtido na primeira etapa, com a experimentação convencional. Essa comparação promoveu, nos estudantes, a reflexão de que a experimentação por meio da videoanálise, utilizando o software Tracker, permite maior precisão dos resultados.

Na sexta etapa, os alunos se reuniram em grupos para discutir e sistematizar as opiniões e comentários sobre as duas práticas experimentais, através do questionário disposto no quadro 3.

### Quadro 3

#### Questionário.



Fonte: Arquivos da Pesquisa (2021).

Por fim, em círculo, foi realizada uma roda de conversa com os estudantes acerca da experiência vivida. Os dados recolhidos a partir do questionário foram submetidos à Análise Textual Discursiva (ATD). Os metatextos geraram categorias emergentes e estão dispostos na próxima seção.

## ANÁLISE DOS DADOS

A coleta de dados da pesquisa se deu a partir do questionário disposto no quadro 3. Todas as respostas foram analisadas e aquelas que apresentassem relação com o foco desta pesquisa foram fragmentadas em unidades de significado, codificadas, categorizadas e alicerçaram os metatextos. Nesse movimento de pesquisa, com o intuito de preservar as identidades dos sujeitos, os nomes dos alunos e grupos, foram substituídos por códigos, como por exemplo G1 corresponde ao grupo 1. Já as unidades de significado correspondem, por exemplo, a seguinte referência: G1.1 (corresponde a primeira unidade de significado fragmentada do questionário do grupo 1). No processo de categorização da ATD uma mesma unidade de significado pode pertencer a mais de uma categoria.

Com o objetivo de apresentar as categorias contextualizadas, na próxima seção será apresentada uma síntese dos aspectos emergentes de cada categoria, em forma de teses parciais (metatextos): a) Percepção dos estudantes em conceitos físicos; b) As potencialidades do software Tracker; e c) Dificuldades enfrentadas pelos alunos durante a intervenção didática.

### *Percepção dos estudantes em conceitos físicos*

A videoanálise pode aproximar os estudantes da linguagem científica com o uso de recursos digitais, proporcionando um ensino eficaz e estimulante, como é perceptível nas falas de alguns dos estudantes:

“A videoanálise permite observar de forma detalhada a ação da gravidade e a queda.” (Unid. G4.4)

“A videoanálise facilitou a visualização dos detalhes da queda do objeto.” (Unid. G5.4)

“É possível analisar e entender de forma diferente quando colocamos a situação em uma velocidade menor.” (Unid. G8.2)

“A utilização do software Tracker permitiu aprender de forma fácil os conceitos da matéria de Física, pois é necessário trabalhar com cálculos, tabelas e gráficos.” (Unid. G16.1)

“A videoanálise permite visualizar as posições do objeto em diferentes instantes de tempo.” (Unid. G19.1)

Segundo Carvalho (2013), a linguagem da Ciências está para além da linguagem verbal, pois figuras, tabelas, gráficos, equações e expressões matemáticas são igualmente importantes no aprendizado, particularmente para a Física. Aliado ao exposto, Vera et al. (2015) consideram que o uso de vídeo continua sendo uma ferramenta muito

valiosa em todas as disciplinas científicas. Assim, esse tipo de vídeo carrega em si um novo modo de expressar a linguagem científica bem como a videoanálise si também o é. No caso dos vídeos gravados através do smartphone, permite-se, inclusive o protagonismo, a autoria e o acesso de fenômenos físicos reais, principalmente no estudo dos movimentos.

Percebe-se que os estudantes estabeleceram características para os dados, relacionando as grandezas "velocidade" e "aceleração da gravidade local", bem como para os efeitos da "gravidade no movimento de queda dos corpos" e "características do MRUV", como se pode evidenciar nas seguintes falas:

"A velocidade aumenta durante a queda." (Unid. G1.5)

"A gravidade é negativa." (Unid G13.3)

"Na queda livre o objeto é largado e tem velocidade igual a zero." (Unid G19.3)

Esses sujeitos perceberam também o modo como as ideias foram desenvolvidas durante as práticas experimentais nas formas de coleta de dados e sua relação com a propagação de erros. Tornaram evidente ainda, a noção de que os resultados partem de um referencial, visto que a velocidade que o objeto chega ao chão, depende do modo pelo qual ele iniciou o movimento e do valor da gravidade local, como é possível visualizar em:

"A medição, utilizando a fita, da altura do percurso que o objeto iria percorrer pode ter influenciado nos erros e incertezas." (Unid. G10.2)

"A queda livre ocorre quando um corpo é abandonado a uma certa altura, ou seja, sua velocidade inicial é igual a zero. A ação da gravidade permite que esse corpo ganhe velocidade e caia." (Unid. G10.5)

"Retiramos das tabelas na segunda videoanálise os valores positivos, consideramos os valores como incerteza, já que a gravidade tem valor negativo, então eles surgiram porque estávamos marcando de forma errada o objeto." (Unid. G12.1)

A partir das falas dos estudantes, foi possível verificar que eles conseguiram analisar como as variáveis têm relações entre si, percebendo assim, que o movimento era provocado pela ação da gravidade e que a velocidade do movimento era proporcional à altura da qual era abandonado, como se observa nos seguintes relatos:

"Em virtude da gravidade os objetos caem." (Unid. G2.1)

"Com a ação da queda a velocidade aumenta." (Unid. G11.3)

"Quanto mais alto for abandonado o objeto maior será a velocidade que ele chega no chão." (Unid. G15.1)

A videoanálise permitiu, dessa forma, teorizar e testar hipóteses acerca do fenômeno, pois a partir da análise detalhada do movimento, os alunos perceberam que a velocidade pode aumentar e agir na direção vertical:

"Ao cair aumenta-se a velocidade." (Unid. G5.3)

"O objeto aumenta sua velocidade conforme vai caindo." (Unid. G6.2)

"Se a gravidade não existisse o objeto não cairia na vertical." (Unid. G12.3)

Esses sujeitos conseguiram ainda justificar com conceitos científicos o fenômeno analisado, visto que evidenciaram que o movimento de "queda livre", "queda dos corpos" e "lançamento de projétil" são diferentes.

Perceberam também que o valor da gravidade não varia de acordo com a massa do objeto, pois os grupos utilizaram objetos diferentes e mesmo assim conseguiram chegar a valores semelhante. Além disso, reconheceram que esse tipo de interação entre corpos se dá pelas propriedades físicas dos corpos que interagem (objeto abandonado e a Terra), como é possível visualizar nas falas abaixo:

“Na terra o objeto cai para baixo quando é abandonado, mas se não for abandonado e sim lançado em outra direção o movimento seria outro, diferente da queda livre.” (Unid. G12.4)

“Percebemos que a massa do objeto não interfere em sua queda, pois a gravidade é a mesma para qualquer que seja o objeto.” (Unid. G19.2)

“A gravidade direciona os objetos para o centro da Terra.” (Unid. G21.2)

Os estudantes conseguiram também prever o fenômeno de atração e de proporcionalidade que sucede associado à ação da gravidade, como em:

“A gravidade puxa/atrai as coisas para o chão, proporcionando a queda livre.” (Unid. G4.3)

“Por conta da gravidade os objetos chegavam mais rápidos no chão.” (Unid. G17.2)

“Quando um objeto cai de uma certa altura o valor da aceleração da gravidade local permanece a mesma, mas a velocidade do objeto aumenta.” (Unid. G18.2)

Nesse sentido, por meio da videoanálise esses estudantes conseguiram explicar fenômenos físicos a partir de relações e hipóteses já levantadas, como evidencia-se nas seguintes falas:

“A gravidade puxa as coisas para o centro da Terra, comprovando assim a ação da queda livre.” (Unid. G3.3)

“À medida que o objeto vai caindo sua velocidade aumenta.” (Unid. G13.4) “À medida que o objeto vai caindo sua velocidade vai aumentando.” (Unid. G20.3)

Evidencia-se assim que a videoanálise permitiu ampliar as possibilidades de ensino e de aprendizagem. A seguir, são apresentadas algumas considerações dos grupos referentes ao processo da experimentação como uma comprovação da teoria:

“Na videoanálise é mais rápido, fácil, prático e mais provável.” (Unid. G1.3) “O software Tracker proporciona mais certeza no resultado e aproximação do valor real da gravidade.” (Unid. G3.4)

“Para ter um resultado perfeito temos que soltar o objeto em um lugar fechado com pouca resistência do ar.” (Unid. G9.2)

“A videoanálise possibilita a coleta de dados aproximados da aceleração da gravidade e a análise do conceito de queda livre.” (Unid. G10.6)

“O software Tracker é bom, pois dá os resultados quase perfeito.” (Unid. G12.6)

“Na videoanálise foi fácil de coletar os dados e se aproximou do valor teórico.” (Unid. G20.2)

Embora, apenas o grupo 20 tenha utilizado o termo “valor teórico”, a ATD permite compreender que as demais experimentações foram desenvolvidas com o intuito de alcançar um valor teórico, já determinado na literatura científica, sobre a região da Terra, próximo ao nível do mar.

### *As potencialidades do software Tracker*

Através do software Tracker, os estudantes refletiram sobre variáveis que influenciam o movimento estudado. Especificamente em relação à percepção do movimento da queda do objeto, os alunos relataram que, no software Tracker, o fenômeno é representado de forma mais detalhada e isso permitiu que o movimento fosse observado em câmera lenta e com a marcação das trajetórias do objeto quadro a quadro. Isso permitiu que os estudantes observassem que a distância entre os pontos da trajetória aumentava na medida em que se aproximava do chão, e concluíssem que a ação da gravidade proporciona um aumento de velocidade na medida em que ele vai caindo.

Isto é, o software Tracker além de proporcionar uma análise detalhada do movimento, apresentando os pontos de trajetória, apresenta gráficos e tabelas dos valores coletados a partir da marcação do objeto. Essa potencialidade foi reconhecida por alguns grupos, como se destacam os seguintes relatos:

“O software oferece as possibilidades de análise, edição de vídeo e os cálculos registrados em gráficos e tabelas.” (Unid. G6.3)

“O software Tracker ajudar a encontrar os gráficos nas atividades da disciplina de Física.” (Unid. G9.3)

“Na videoanálise utilizando o software Tracker foram mais específicos os resultados.” (Unid. G11.2)

“O software Tracker proporciona mais conhecimento e aprendizagem na disciplina de Física.” (Unid. G11.4)

“O software Tracker ajuda a analisar os movimentos com gráficos e tabelas.” (Unid. G17.3)

“O software Tracker é simplificado e tem praticamente todas as ferramentas necessárias para analisar o movimento, e isso ajuda muito.” (Unid. G18.3)

O software Tracker proporciona ao estudante, a partir de uma gravação, a análise de um fenômeno físico quantas vezes for necessário. Podemos evidenciar a aceitação dos estudantes nas seguintes unidades de significado:

“Achamos bem prático.” (Unid. G1.1)

“Na videoanálise é mais rápido, fácil, prático e mais provável.” (Unid. G1.3)

“Foi mais fácil usar o software.” (Unid. G4.1)

“Na videoanálise foi fácil, porque foi só gravar e marcar o objeto em queda.” (Unid. G5.1)

“No PC é bem mais fácil de coletar os dados.” (Unid. G9.1)

“O software Tracker facilitou na construção dos gráficos.” (Unid. G12.5)

“Foi mais fácil usando o computador.” (Unid. G13.1)

“O software ajuda a encontrar o valor mais rápido.” (Unid. G13.5)

“O software Tracker teve como base fazer com que pudéssemos ter fácil acesso aos conhecimentos de físicas e facilitou na atividade experimental.” (Unid. G15.2)

“Tivemos mais facilidade na videoanálise, porque só era necessário importar o vídeo, recordar e marcar o objeto, e os gráficos já saíram todos prontos.” (Unid. G18.1)

“O software Tracker facilitou na construção correta de gráficos e tabelas.” (Unid. G21.4)

Diante desses excertos, é possível evocar a fala de Leitão et al. (2011) quando destacam que, dentre as facilidades da videoanálise, utilizando o software Tracker, a possibilidade de retornar a algum momento (quadro) da experiência, visualizando o fenômeno e refazendo o tratamento dos dados quantas vezes for necessário, é uma funcionalidade potente. Além disso o software permite em um só vídeo o trajeto de mais de um corpo que se move simultaneamente, a partir da ferramenta de marcação de massas, permitindo assim uma correlação direta entre as grandezas que estão sendo estudadas, que podem ser analisadas a partir dos gráficos e tabelas gerados/as.

Os dados obtidos a partir da experimentação por meio da videoanálise mais precisos. Nas unidades de significado a seguir, é possível destacar as considerações dos grupos quanto à precisão nos dados encontrados a partir do computador:

“Quase não tivemos erros e incertezas.” (Unid. G1.2)

“Na videoanálise os dados se aproximaram mais do valor da gravidade.”(Unid. G3.2)

“O software Tracker proporciona mais certeza no resultado e aproximação do valor real da gravidade.” (Unid. G3.4)

“O software Tracker permite mais precisão.” (Unid. G4.2)

“Na atividade convencional, a coleta de dados sobre o intervalo de tempo foi imprecisa. Já na atividade experimental, esses dados puderam ser mais precisos, devido aos cortes no vídeo original que permitiu uma análise mais precisa.” (Unid. G10.3)

“A atividade que mais se aproximou do valor da gravidade foi a videoanálise utilizando o software Tracker. Isso se deu devido a uma maior precisão dos dados extraídos.” (Unid. G10.4)

“A videoanálise possibilita a coleta de dados aproximados da aceleração da gravidade e a análise do conceito de queda.” (Unid. G10.4)

“O software Tracker é bom, pois dá os resultados quase perfeito.” (Unid. G12.6)

“O valor do computador se aproximou mais do valor da gravidade na Terra.”(Unid. G 13.2)

Os grupos perceberam que a mediação do software Tracker pode auxiliar na verificação de resultados mais precisos do que na coleta de dados de forma convencional, além de apresentar a evolução temporal das grandezas físicas nos gráficos e tabelas.

Além de ser mais preciso, auxilia na análise de dados de estudantes que não sentem confiança nos cálculos realizados no caderno, como relata o grupo 5 “Na videoanálise o valor da gravidade deu mais preciso, porque os cálculos foram realizados no computador e proporciona menos erros.” (Unid. G5.2). O Tracker também oferece ferramentas de edição do vídeo, permitindo girar para outra posição e realizar o recorte da cena necessária para análise, como destaca o grupo 20 “O software Tracker permitiu recortar o vídeo e a construção de gráficos.” (Unid. G20.4).

Vale ressaltar também, que a prática experimental utilizando o software Tracker serviu como um desafio para os alunos, já que não tiveram oportunidade de realizar práticas experimentais anteriormente. Além disso, permitiu o trabalho em equipe e a realização de práticas experimentais fora da sala de aula.

Apesar da videoanálise ser considerada como um processo de experimentação, por boa parte dos estudantes, foi evidenciado a necessidade de realizar recomendações conceituais sobre o que consiste a experimentação, durante a intervenção didática, pois alguns grupos não conseguiram reconhecer a videoanálise como uma experimentação, considerando que essa prática só é consistente quando se coleta dados de forma manual, como ocorreu na etapa 1 da sequência didática. Assim, com o relato do grupo 8, evidencia-se que: "Na atividade de videoanálise tivemos mais trabalho do que na experimental." (Unid. G8.1). Nesse sentido, reconhece-se que durante as etapas da sequência didática revisar essa dimensão conceitual.

A utilização de dois tipos de experimentação, o de modo convencional e a videoanálise, proporcionou aos estudantes a possibilidade de avaliar, inovar, refletir e comparar os dados e sua confiabilidade, uma vez que através da diferenciação no modo de coleta de dados os estudantes podem perceber como surgem os erros de medidas, os quais podem ocasionar na incerteza dos dados, como se evidenciam as falas abaixo:

"Na atividade experimental os resultados foram diferentes e imprecisos, já na atividade com o software os dados se aproximaram mais do valor da gravidade." (Unid. G3.1)

"Gostamos da atividade convencional, pois usamos cálculos e conseguimos encontrar os valores, mas não foram tão precisos quanto na videoanálise, pois tivemos dificuldade em marcar os instantes de tempo da queda, isso por ser manual tem mais chance de errar." (Unid. G21.1)

A prática experimental convencional utilizando cronômetro, registro e cálculos no caderno teve um papel importante nesta intervenção didática, pois permitiu que os estudantes tivessem contato com a situação e percebessem a importância do instante que o cronômetro deveria ser acionado para proporcionar precisão dos dados.

A prática convencional utilizando cronômetro e registros no caderno também tem papel fundamental na construção do conhecimento científico, visto que os alunos percebem o percurso para chegar até um dado valor, procurado a partir de teorias estudadas durante as aulas anteriores. Não faria sentido se fossem utilizados somente os valores obtidos na videoanálise, pois muitas percepções quanto a existência de forças externas (resistência do ar) e precisão dos dados emergiram durante a atividade convencional.

### *Dificuldades enfrentadas pelos alunos durante a intervenção didática*

Evidenciou-se a partir da observação direta, durante a execução da sequência didática, que apesar dos alunos estarem inseridos em uma sociedade repleta de recursos tecnológicos, possuem dificuldades acerca de sua utilização para fins educacionais.

Nesse sentido, destaca-se que seis grupos relataram no questionário a dificuldade enfrentada durante a videoanálise, a qual corresponde a falta de prática para o manuseio dos computadores. Como afirmam Perreira & Barros (2010, p. 2) "a evolução de tecnologias digitais da informação

e comunicação leva ao enfrentamento da escola com a acessibilidade para os alunos de recursos como o celular, a câmera digital e o computador, que deveriam ser incorporados de forma vantajosa nas práticas pedagógicas”. Isto é, existem estudantes que não possuem condições básicas de acesso aos recursos digitais. Isso pode ser verificado quando foi destacada a dificuldade de marcar o início e o fim da queda do objeto; para fazer o recorte do vídeo; para o posicionamento do eixo de coordenadas no plano do movimento:

“Sentimos dificuldades na utilização das ferramentas do programa, e não conseguimos recortar o vídeo na cena da queda.” (Unid. G7.1)

“Houve dificuldade e sensibilidade ao tentar alinhar o eixo do plano da imagem e na marcação do objeto quando sua velocidade estava aumentando e sua imagem não ficava nítida.” (Unid. G10.1)

“Tivemos dificuldade em recortar o vídeo.” (Unid. G14.1)

“Tivemos que realizar duas videoanálise, pois na primeira estávamos marcando o objeto de maneira errada, mas na segunda videoanálise conseguimos obter o valor de 9,08.” (Unid. G20.1)

Em relação a gravação do vídeo, foi possível observar a facilidade de todos os grupos para com o manuseio do celular. Nesse sentido, Rocha et al. (2018) acreditam que o uso do “smartphone” pode estimular o desenvolvimento de experimentos em que a coleta, o armazenamento e a apresentação da informação são realizadas com maior dinamismo, mobilidade e simplicidade.

Com efeito, ressalta-se que somente o grupo 11 relatou dificuldade na técnica de gravação necessária para essa atividade, destacando que foi necessário “gravar outro vídeo, pois na primeira videoanálise tivemos dificuldade de posicionar o eixo, pois que estava gravando ficou balançando o telefone” (Unid.G11.1). Entretanto reconheceram que estavam utilizando o recurso de maneira incorreta e refizeram a gravação de maneira mais cuidadosa.

Constata-se assim que, a utilização do software Tracker para a experimentação por meio da videoanálise, além de aproximar os estudantes do processos de fazer Ciências, também despertou interesse em relação a utilização das TDIC e incentivou a colaboração entre os pares.

## CONCLUSÃO

Ao utilizar o software Tracker ou as TDIC de modo geral, é possível ampliar as possibilidades de ensino e de aprendizagem. Nesse tipo de atividade, as aulas não são momentos de treinamento, mas espaços de estímulo à criação e protagonismo discente. A utilização das TDIC contribuiu para transformar a escola em um espaço de aprendizagem ampla, construindo novos conhecimentos a partir do trabalho colaborativo.

Evidenciou-se a partir do desenvolvimento da proposta didática que as potencialidades de um recurso educacional não dependem apenas de suas características inerentes, mas especialmente, das estratégias didáticas empregadas no seu uso. A utilização das TDIC como ferramenta

educacional não significa necessariamente garantia de aprendizagem, sua integração ao currículo deve estar em conjunto com estratégias didáticas que promovam reflexão e participação ativa dos alunos.

O desenvolvimento da referida proposta didática teve como limites a superação da pequena carga horária destinada a disciplina de Física, que corresponde a duas aulas semanais de 50 minutos cada uma. Além disso, também percebeu-se a falta de conhecimentos de informática básica de alguns alunos e a dificuldade de análise de gráficos e tabelas.

No entanto, evidenciou-se que a utilização do software Tracker pode proporcionar as seguintes possibilidades: análise detalhada das grandezas de posição; observação da velocidade e da aceleração gravitacional no movimento vertical; construção e manipulação de gráficos e tabelas; assim como participação ativa dos alunos de forma crítica na construção do conhecimento. Ademais, o uso de prática experimental convencional em conjunto com a videoanálise teve grandiosa relevância, pois possibilitou, além da análise dos dados, avaliar, comparar dados, refletir sobre possíveis erros e precisões experimentais.

Desse modo, as potencialidades da videoanálise utilizando o software Tracker, podem ser destacadas como: a possibilidade de refazer o tratamento dos dados quantas vezes for necessária; a eficácia na precisão dos dados; a análise detalhada do fenômeno; a geração de gráficos; a análise de erros associados à medida; o trabalho colaborativo em equipe; o estudo dos padrões de referência com fita de calibração; o eixo de coordenadas; o centro de massa, bem como a marcação da trajetória percorrida.

Destaca-se, por fim, que o trabalho aqui descrito foi realizado durante o período letivo e esta proposta didática foi desenvolvida nas aulas de Física no horário estabelecido pela escola, sendo ministradas pela professora responsável pela disciplina (que é uma das autoras desse estudo), nas condições reais do espaço escolar, cujos participantes são estudantes pobres. Conclui-se assim que a utilização do software Tracker no processo de ensino e aprendizagem proporciona a experimentação e análise de fenômenos físicos, bem como mostrar aos alunos as estratégias de aprendizagem com os recursos tecnológicos.

## REFERÊNCIAS

- Araujo, A., & Silva, I. P. (2020). Maker culture and educational robotics in physics teaching: developing an automated traffic light in high school. *Journal of Research and Knowledge Spreading*, 1(1), e11654. <https://doi.org/10.20952/jrks1111654>
- Bezerra Jr, A. G., de Oliveira, L. P., Lenz, J. A., & Saavedra, N. (2012). Videoanálise com o software livre Tracker no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 29, 469-490. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp1p469>
- Brito, C. D. A., & Nunes, C. P. (2020). The intensification of teaching work in the context of the commercialization of higher education in Brazil. *Journal of Research and Knowledge Spreading*, 1(1), e11420. <https://doi.org/10.20952/jrks1111420>



- Boa Sorte, P. (2020). Mark the correct answer? To whom? Deconstructing reading comprehension. *Journal of Research and Knowledge Spreading*, 1(1), e11550. <https://doi.org/10.20952/jrks1111550>
- Carvalho, A. M. P. de (Org.) (2013). *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning.
- Dashti, E. (2020). Examining the relationship between unwillingness to translate and personality type of Iranian translation students. *Journal of Research and Knowledge Spreading*, 2020, 1(1), e11467. <https://doi.org/10.20952/jrks1111467>
- Ebrahimi, M. A. (2020). Cultural value of translation of proverbs and synopsis. *Journal of Research and Knowledge Spreading*, 1(1), e11484. <https://doi.org/10.20952/jrks1111484>
- Fullagar, S. (2019). A physical cultural studies perspective on physical (in)activity and health inequalities: the biopolitics of body practices and embodied movement. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, 12(28), 63-76. <https://doi.org/10.20952/revtee.v12i28.10161>
- Heckler, V., Fazio, A. A., & Ruas, F. P. (2020). Investigation with experimental practical activities in training geographically distant teachers. *Journal of Research and Knowledge Spreading*, 1(1), e11403. <https://doi.org/10.20952/jrks1111403>
- Leitão, L. I., Teixeira, P. F. D., & da Rocha, F. S. (2011). A vídeo-análise como recurso voltado ao ensino de física experimental: um exemplo de aplicação na mecânica. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 6(1), 18-33.
- Motta, M. S., Kalinke, M. A., & Mocrosky, L. F. (2018). Mapeamento das dissertações que versam sobre o uso de tecnologias educacionais no ensino de Física. *Revista Actio, Curitiba*, 3(3), 65-85. <https://10.3895/actio.v3n3.7591>
- Nascimento, L. F. do, & Cavalcante, M. M. D. (2018). Abordagem quantitativa na pesquisa em educação: investigações no cotidiano escolar. *Revista Tempos E Espaços Em Educação*, 11(25), 249-260. <https://doi.org/10.20952/revtee.v11i25.7075>
- Oliveira, E. S., & Barreto, D. A. B. (2020). Contemporary studies on knowledge, teaching in higher education and social representations in Brazil. *Journal of Research and Knowledge Spreading*, 1(1), e11585. <http://dx.doi.org/10.20952/jrks1111585>
- Rocha, F. S., Marranghello, G. F., & Lucchese, M. M. (2018). “M-learning” aplicado ao ensino de física experimental através de um pêndulo físico amortecido magneticamente. *Revista de Enseñanza de la Física*, 30(2), 119-123.
- Rodrigues, B. M., Santos, J. E. B., & Vasconcelos, C. A. (2020). Conceptions of undergraduate students in Chemistry on the use of interactive interfaces in and for the activities developed in the distance course. *Journal of Research and Knowledge Spreading*, 1(1), e11649. <http://dx.doi.org/10.20952/jrks1111649>
- Saavendra Filho, N. C. et al. (2017). A videoanálise como mediadora da modelagem científica no Ensino de Mecânica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, Ponta Grossa, v. 10, n. 3, p. 231-246. <https://10.3895/rbect.v10n3.4509>

- Saavedra Filho, N. C., Lenz, J. A., & Bezerra Jr, A. G. (2016). Utilização da Videoanálise para o estudo do movimento circular e a construção do conceito de aceleração centrípeta. *Acta Scientiae*, 18(3).
- Santos, I. T. R., Barreto, D. A. B., & Soares, C. V. C. O. (2020). Formative assessment in the classroom: the dialogue between teachers and students. *Journal of Research and Knowledge Spreading*, 1(1), e11483. <https://doi.org/10.20952/jrks1111483>
- Santos, J. E. B. (2020). Cartographic narratives: the teaching of mathematics and ICT. *Journal of Research and Knowledge Spreading*, 1(1), e11645. <http://dx.doi.org/10.20954/jrks1111645>
- Silva, T. O., & Rios, P. P. (2020). Gender, sexual diversity and field education: "in rural communities many people do not understand and treat it as a disease". *Journal of Research and Knowledge Spreading*, 1(1), e11418. <https://doi.org/10.20952/jrks1111418>
- Silva, F. O., Alves, I. S., & Oliveira, L. C. (2020). Initial teaching training by homology in PIBID: experiential learning from professional practice. *Journal of Research and Knowledge Spreading*, 1(1), e11638. <http://dx.doi.org/10.20952/jrks1111638>
- Silva, C. V. S., & Santos, G. O. (2020). Digital interfaces: a methodological proposal as a strategy of teaching and learning in Mathematics classes. *Journal of Research and Knowledge Spreading*, 1(1), e11651. <https://doi.org/10.20952/jrks1111651>
- Silva, L. R., Santos, A. R., & Santos, I. T. R. (2020). Public policies for education of/in the field and the school environment in a settlement of the MST: the intimate relationship with the pedagogical policy. *Journal of Research and Knowledge Spreading*, 1(1), e11737. <http://dx.doi.org/10.20952/jrks1111737>
- Studios, R. A.. Video (27min) (2000). Galileu Galilei desenho animado (FILME). Publicado por Scarlet Souz, 2000. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=L\\_yUPezUd8o](https://www.youtube.com/watch?v=L_yUPezUd8o)
- Vera, F., Rivera, R., Fuentes, R., & Romero Maltrana, D. (2015). Estudio del movimiento de caída libre usando vídeos de experimentos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 12, n. 3, p. 581-592. [http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc)
- Zabala, A. (1998). *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: ArtMed.

## Notas

- 1 <https://physlets.org/tracker/>

## Notas de autor

- 1 Secretaria de Estado da Educação de Alagoas, Palmeira dos Índios, Alagoas, Brasil
- 2 Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, Alagoas, Brasil  
[emanually\\_torres@hotmail.com](mailto:emanually_torres@hotmail.com)

## Información adicional

*How to cite:* Nunes, E. T. & Silva, I. P. (2021). Practices with the experiment of the “body fall” with the use of the smartphone stopwatch and with the use of video analysis. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, 14(33), e14441. <http://dx.doi.org/10.20952/revtee.v14i33.14441>

*Contribuições dos autores:* Emanuely Torres Nunes: concepção e desenho, aquisição de dados, análise e interpretação dos dados, redação do artigo. Ivanderson Pereira da Silva: análise e interpretação dos dados, revisão crítica do conteúdo intelectual importante. Todos os autores leram e aprovaram a versão final do manuscrito.