



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB  
INSTITUTO/DEPARTAMENTO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
POLO 01 - UNB



ACELERANDO NAS CURVAS



PRODUTO EDUCACIONAL



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB  
INSTITUTO/DEPARTAMENTO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
POLO 01 - UNB

ANDERSON TOMÉ DE SOUZA

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**CONSTRUÇÃO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE  
SIGNIFICATIVA RELACIONADA A MOVIMENTOS ACELERADOS EM  
AMBIENTES NÃO CONVENCIONAIS**

BRASÍLIA

2023



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

Anderson Tomé de Souza

**CONSTRUÇÃO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE  
SIGNIFICATIVA RELACIONADA A MOVIMENTOS ACELERADOS EM  
AMBIENTES NÃO CONVENCIONAIS**

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: **CONSTRUÇÃO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA RELACIONADA A MOVIMENTOS ACELERADOS EM AMBIENTES NÃO CONVENCIONAIS**, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 01 – UnB - DF, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Prof. Dr. Antônio Carlos Pedroza

Brasília

2023

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos estudantes participantes deste projeto e todos os demais envolvidos na execução dele.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

## Sumário

**Erro! Indicador não definido.**

**Erro! Indicador não definido.**

**Erro! Indicador não definido.**

2.1.1 Investigação dos conhecimentos prévio:**Erro! Indicador não definido.**

**Erro! Indicador não definido.**

**Erro! Indicador não definido.9**

**Erro! Indicador não definido.**

**Erro! Indicador não definido.**

2.4 Reconciliação integrativa:**Erro! Indicador não definido.4**

**Erro! Indicador não definido.4**

**Erro! Indicador não definido.5**

**Erro! Indicador não definido.5**

**Erro! Indicador não definido.6**

**Erro! Indicador não definido.7**

**Erro! Indicador não definido.8**

**Erro! Indicador não definido.9**

## **1. Apresentação do produto educacional**

O presente produto educacional versa sobre uma sequência didática metodológica para aplicação em sala de aula/ambiente não convencional. Foi planejada e elaborada para cinco encontros de aulas duplas de 50min cada, com o intuito de aprofundar o ensino de movimentos acelerados, particularmente aqueles nos quais a existência de uma força centrípeta e a correspondente aceleração são essenciais.

Para tanto, foi escolhida a abordagem ausubeliana como meio de avançar na aquisição de elementos que se alinham a uma proposta de aprendizagem significativa dentre as diversas abordagens psicológicas da aprendizagem.

Os recursos didáticos do presente produto educacional podem ser alterados e adaptados de acordo com o ambiente de aplicação. No caso específico, foram utilizados os seguintes materiais: dois questionários (pré-testes) e aplicativos gratuitos que possibilitem sintetizar as respostas colhidas, gerando gráficos ou nuvens de palavras (ex. mentimeter), livros didáticos, acesso à internet, utilização de celular ou tablets, bem como de organizadores prévios, (barbante, pedaço de cano e borracha), também foi utilizado o layout da pista do kartódromo, trena, rolo de barbante, cronometro e lápis.

Eu, Anderson Tomé de Souza, professor de Física há cerca de vinte anos em diversas instituições educacionais no DF, tive por motivação elaborar uma sequência didática que culminasse em uma atividade prática, que levasse os estudantes, do Ensino Fundamental II e do Ensino Médio, a presenciar e experimentar a Física por “trás” de situações cotidianas, nas quais ele fosse o agente e o receptor ao mesmo tempo. Foi este o propósito que me levou buscar um ambiente não convencional de aprendizagem, tendo para isso escolhido um kartódromo. Certamente, outros ambientes semelhantes podem ser escolhidos num parque de diversões.

## **2. Construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Relacionada a movimentos acelerados em ambientes não convencionais**

### **2.1 Diagnóstico e objetivo**

#### **– Definição de conceitos pressupostos**

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio e intuitivo devido às experiências do cotidiano dos estudantes.

A resolução de questionários como pesquisa fornece ao professor uma plataforma para se engajar em uma experiência de aprendizagem interativa. Em vez de fornecer respostas e conhecimentos em uma sala de aula tradicional, o educador permite que os estudantes apresentem suas próprias ideias (MOREIRA 2012).

Planejamento elaborado para cinco encontros de aulas duplas de 50min cada.

#### **Primeira Aula: Aula Dupla de 50min.**

O objetivo desta primeira aula é o de apresentar a sequência didática e realizar um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre os conceitos a serem trabalhados em sala de aula e na saída campo. Para isso, uma possibilidade é a aplicação de um questionário como aferidor dos subsunçores.

Para a utilização do kartódromo sugere-se a elaboração de um questionário com questões como:

- 1- O que você acha que é velocidade?
- 2- O que você acha que é aceleração?
- 3- O que você acha que é aceleração centrípeta?
- 4- Como você faria para medir o raio de uma curva?
- 5- Ao entrar em uma curva você acha que é melhor entrar freando ou acelerando?
- 6- Descreva como você faria para medir a distância de uma curva e o tempo gasto para um kart percorrê-la.
- 7- É possível existir um movimento com velocidade constante e com trajetória curva?
- 8- O que acontece quando você sentado num carro ou num ônibus que faz uma curva para a esquerda?

Propõe-se um tempo de 30 a 40 minutos para que os estudantes respondam o questionário com cinco ou seis dessas questões. Ao término do tempo estipulado o professor deve recolher as respostas e abrir para uma breve discussão.

### **2.1.1 Investigação dos conhecimentos prévios**

Propõe-se nessa segunda etapa uma discussão das respostas com os estudantes que se sentirem à vontade em partilhar o que responderam. Cabe ao professor mediador instigar uma participação efetiva, mesmo diante das repostas repetitivas.

Após cerca de 15 minutos de breves participações, sugere-se um momento “brainstorm”, chuva de ideias, valendo-se do aplicativo “mentimeter” que permite formar uma nuvem de palavras e que está disponível no site: <https://www.mentimeter.com/pt-BR>

### **2.1.2 Situações-problema introdutórias**

Objetivando agora construir um conhecimento mais robusto, o docente aplica novamente o mesmo questionário que deve ser respondido com o auxílio de uma pesquisa nos meios físicos (livros didáticos), bem como nos virtuais (acesso à internet, via celular ou tablet).

Os estudantes retomam o contato com o questionário, agora apresentado da seguinte forma:

Pesquise e responda:

Agora de posse dos conceitos que você pesquisou, responda as seguintes questões.

- 1- O que é velocidade, quais são as grandezas envolvidas?
- 2- O que é aceleração, quais são as grandezas envolvidas?
- 3- O que é aceleração centrípeta, como calcular, como se chegou a esta equação?
- 4- Como calcular a velocidade máxima que um kart pode fazer a curva sem derrapar.
- 5- É possível existir um movimento com velocidade constante e com trajetória curva?
- 6- O que acontece quando você sentado num carro ou num ônibus que faz uma curva para a esquerda?

Esse questionário deve ser entregue ao professor, finalizando a segunda aula.

## **2.2 Diferenciação progressiva**

### **Segunda Aula: Aula Dupla de 50min**

Objetivo: Ainda em sala de aula o professor deve retomar o desenvolvimento das atividades desenvolvidas nas duas primeiras aulas, e salientar que as primeiras especulações, para alguns estavam de acordo com o que o conceito correto nos diz, e que outras precisam ser revisitadas e reformuladas, estimulando a participação dos discentes que já conseguem perceber tal fato a externalizar sua concepção anterior e posterior à pesquisa feita. Aliado a isso, o professor deve, neste momento, focar no conceito de aceleração centrípeta que será amplamente vivenciado na próxima etapa.

#### **2.2.1 Socializando as ideias em grupo**

Para a primeira etapa da aula a sugestão é que a turma seja dividida em grupos de até 5 (cinco) integrantes, para socializarem suas percepções acerca das grandezas anteriormente trabalhadas nos questionários.

O professor deve explicar e definir formalmente as questões postas anteriormente, em particular, o conceito de força e aceleração centrípeta. Para tanto, o docente deve retomar as discussões e debates desenvolvidos nas duas primeiras aulas. Além disso ele deve elencar as divergências e convergir para os conceitos corretos. Vale ressaltar que a participação oral de cada estudante é de suma relevância para o crescimento de toda a turma. Ao externalizar seu ponto de vista, o estudante agrega um saber investigativo alcançado pela pesquisa realizada.

Numa segunda etapa, o professor deve apresentar a equação da aceleração centrípeta e mostrar como ela é teoricamente obtida e discutir as situações onde ela é utilizada.

Como sugestão, pode ser utilizado o seguinte recurso experimental: o professor de posse de um barbante, um pedaço de cano e a borracha de um estudante – organizador prévio – pode trabalhar os conceitos de força centrípeta, velocidade tangencial, aceleração centrípeta e a força de atrito.

Para isso, basta amarrar a borracha em uma das extremidades do barbante e passar a outra extremidade por dentro do pedaço de cano. Com uma das mãos segurar o cano e com a outra a sobra de barbante abaixo do cano, ao girar o conjunto será perceptível a força centrípeta atuando. Variando o comprimento do barbante,

soltando ou encurtando-o corresponde a variar o raio. Pode, então, explicar o que é sentido e observado.

**Como atividade de casa:** Peça que os estudantes refaçam o experimento e avaliem na prática o que ocorre com a força centrípeta com: o aumento da velocidade tangencial, a diminuição do raio, com o aumento da massa pendurada no barbante?

## 2.3 Complexidade

### Terceira Aula: Aula Dupla de 50min.

A situação-problema aqui apresentada é o estudante agora perceber a aceleração centrípeta na prática. Propõe-se aos estudantes uma saída de campo para um ambiente não convencional, por exemplo, um Parque de Diversões. No nosso caso, escolhemos o Kartódromo Carreira, situado no Parque da Cidade Sarah Kubitschek. Recomenda-se que essa atividade seja realizada num turno contrário ao das aulas.

O objetivo principal desta atividade foi o de proporcionar aos estudantes a oportunidade de aprender de forma significativa os conceitos básicos da Física envolvidos num movimento não retilíneo e, em particular, os conceitos de força e aceleração centrípeta.

A saída de campo envolve uma organização bem anterior à sua realização. Começa por apresentar a ideia à coordenação de ensino e à equipe diretiva. Uma vez aprovada a atividade, os pais e responsáveis são comunicados e, ao mesmo tempo, solicitando-lhes o apoio.

Caro colega professor, a depender da escola em que trabalha, ficará a cargo do docente toda a demanda de pesquisa, de preço, horário, quantidade de pessoas e equipamentos de segurança. Ressalto que na ocasião escolhida, o contato telefônico e a comunicação via e-mail foi de fácil acesso para organização de todo o processo.

Ainda em sala de aula o professor deve explicar todo o roteiro a ser vivenciado na Saída de Campo, no nosso caso, a ida ao Kartódromo. Essa vivência inclui a dinâmica de chegada no local, a medição da pista, a marcação do tempo e a corrida em si.

De posse do **layout** da pista o professor deve orientar como os estudantes devem proceder ao chegar no Kartódromo, a saber:

O local onde eles ficaram dispostos.

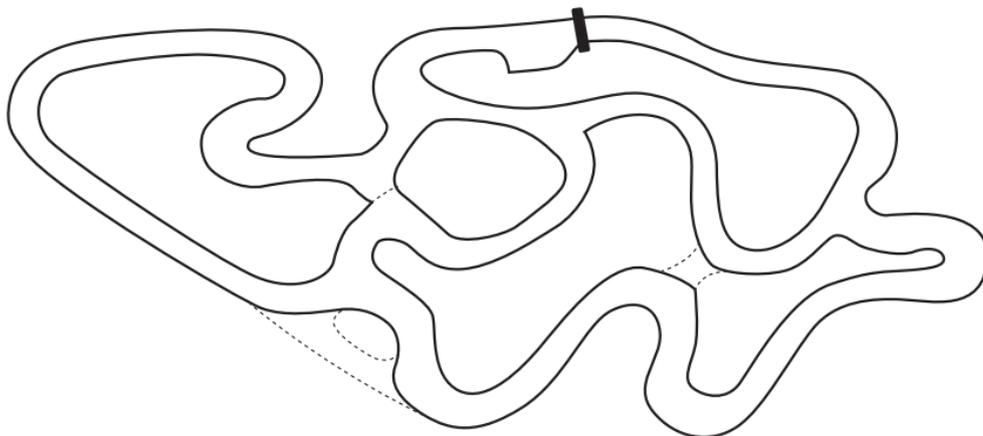
De onde ocorrerá a observação.

As curvas que servirão para análise, do raio e marcação do tempo.



**Figura 01** – Kartódromo Carrera

Fonte: arquivo pessoal (2021)



**Figura 02** – Layout da pista

Fonte: arquivo pessoal (2021)

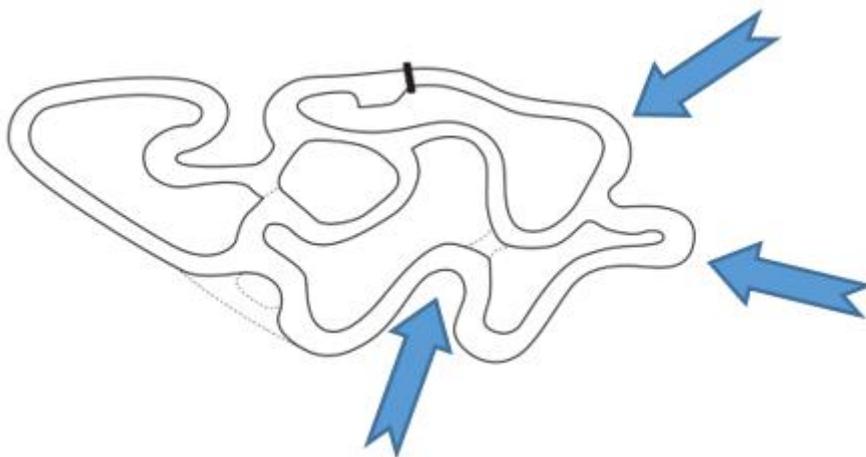
Em sala de aula, o professor deve discutir com os estudantes a estratégia metodológica da Saída de Campo. Através das imagens feitas por um Drone, é possível construir o **layout** da pista.

Os estudantes formarão equipes de cinco componentes. De posse desse **layout**, cada equipe saberá a curva para qual ele irá realizar as medidas necessárias para obter a velocidade tangencial do kart e o raio dessa curva.

De posse desses dados, será possível calcular a aceleração centrípeta no momento que o kart percorre a curva.

O professor deve reforçar a necessidade de levarem, caneta, lápis e celular (cronômetro).

Como exemplo, as três curvas em destaque na figura do **layout** podem ser escolhidas.



**Figura 03** – Escolha das curvas

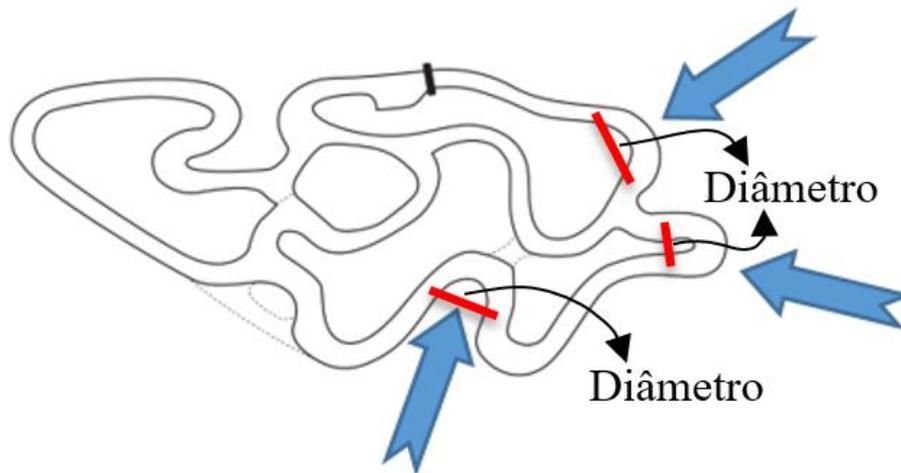
Fonte: arquivo pessoal (2021)

No Kartódromo, de posse de um rolo de barbante e trena o professor pode orientar os estudantes a obterem, de forma aproximada, a distância entre dois pontos dentro de cada uma das curvas escolhidas.

O procedimento pode ser o de esticar o barbante colocando-o bem no centro da pista ao longo de toda a trajetória por onde o kart deve passar. Ao término, feitas as marcações no barbante correspondentes ao ponto inicial e final da curva, o comprimento pode ser realizado com o barbante esticado por meio de uma trena.

Sugere-se que esse procedimento seja realizado por duas vezes e que uma média do comprimento seja obtida.

Para a obtenção do raio o barbante foi esticado de um lado ao outro da curva fornecendo, aproximadamente, o diâmetro de uma circunferência.



**Figura 04** – Medida do raio da curva.

Fonte: arquivo pessoal (2021)

Após terem sido feita todas as três curvas, revezando os estudantes, os valores obtidos foram repassados para todos os demais participantes. Estes valores foram anotados no layout da pista.

Para tornar a atividade mais atrativa para os estudantes, esta pode ser realizada num processo de competição entre os karts.

Considerando que o número de karts por bateria é limitado, os estudantes devem aguardar a sua vez.

Enquanto aguardam a proposta é a seguinte:

Como o trabalho é para ser executado em equipe, à medida em que um pilota os demais observam e anotam o tempo gasto em cada curva, para obter a velocidade tangencial.

Propõe-se que sejam realizadas 10 dez aferições de tempo por curva, para que com o tempo médio seja feita a medida da velocidade tangencial. Posteriormente, em sala, esse processo de medida permitirá discutir e dar um significado ao conceito de velocidade média e de instantânea.

Com esses dados será possível calcular, aproximadamente, a aceleração centrípeta do kart na curva analisada.

Ao término da corrida o professor deve questionar alguns estudantes, acerca da experiência de aprender em ambientes não convencionais e se a Física envolvida nos movimentos acelerados auxiliou na colocação de sua equipe. Sugere-se registrar os depoimentos por meio de filmagens no celular, para compartilhar posteriormente em sala.

Outra sugestão, é a de compor uma equipe que auxilie em todo processo de realização da Saída de Campo.

## **2.4 Reconciliação integrativa**

### **Quarta Aula: Aula Dupla de 50min**

Objetivo: Nesta etapa ocorrerá uma aula expositiva dialogada integradora final.

Após o retorno da Saída de Campo deverá ocorrer uma aula expositiva dialogada e integradora. Propõe-se uma aula que permita rever os conteúdos desenvolvidos no estudo de movimentos acelerados, retomando os principais conceitos que aparecem nesses movimentos, colocando-os em “xeque” em relação a sensação experienciada em cada curva realizada pelo kart.

#### **2.4.1 Aprendizagem significativa**

Após o retorno da Saída de Campo deve ocorrer uma aula que na qual os dados obtidos são consolidados. Deve-se discutir atividades de medidas realizadas e as incertezas associadas a essas medidas. Deve-se discutir as maneiras para aumentar a acurácia dos dados.

Outro ponto merecedor de destaque é o do trabalho em equipe, fundamental não só na obtenção dos dados que permitiram analisar o movimento acelerado e não lineares dos karts, mas em qualquer ramo da atividade humana.

Esses cálculos permitirão não só analisar qualitativamente o movimento não linear, como obter a aceleração centrípeta. O professor deve gerenciar o tempo entre a finalização dos cálculos anotados no Kartódromo e a comparação com os exercícios tradicionais apresentados no livro texto dos estudantes.

Tem-se como hipótese que haverá uma melhor compreensão dos conceitos e fenômenos físicos envolvidos na corrida de kart pois os estudantes puderam experimentar e observá-los na prática. Cabe agora ao professor agregar novos conteúdos e conceitos e verificar se realmente a aprendizagem foi significativa, ou seja, se possui evidência de clareza, precisão, diferenciação e se eles serão capazes de transferir esse conhecimento. Assim sendo, novamente o professor deve dividir a sala nas equipes anteriormente formadas, entregar os questionários preenchidos e fazer algumas inferências, principalmente acerca da aceleração centrípeta. Pode abrir a discussão sobre as mudanças de variáveis na troca do piloto, mas deve focar na aprendizagem significativa do conceito aceleração centrípeta.

Na visão de Ausubel caso a estratégia utilizada não tenha sido efetiva, deve-se recorrer a uma nova estratégia valendo-se de organizadores prévios para o alcance da aprendizagem deste estudante.

## **2.5 Avaliação**

Esta atividade será baseada nas respostas individuais dos estudantes. Ao final da corrida propõe-se que o professor questione seus estudantes e registre por meio de filmagem.

Fazer o comparativo de quanto a saída agregou uma aprendizagem significativa por meio de um quizz.

Como sugestão retomar os cálculos e verificar se eles conseguem extrapolar para situações uma corrida de fórmula 1.

## **2.6 Efetividade**

### **Quinta Aula: Aula Dupla de 50min.**

**Objetivo:** A quinta aula tem como objetivo avaliar a sequência didática. Após o professor revisar a sequência didática ministrada, propõe-se aos estudantes divididos em grupos menores, que avaliem a sequência didática, destacando os pontos que consideraram positivos e quais foram os negativos. E quais seriam suas sugestões para todo o processo de estudo dos movimentos acelerados em ambientes não convencionais.

### **2.6.1 Validação da Sequência Didática**

A validação da sequência didática será feita a partir dos resultados de aprendizagem apresentados, coligada aos posicionamentos dos estudantes nos debates e na evolução da construção conceitual elaborada pelos estudantes na aula expositiva dialogada integradora final.

## **Considerações Finais**

Ensinar em ambientes não convencionais pode cultivar uma atitude descontraída em relação à aprendizagem, ao mesmo tempo que promove um forte compromisso com as atividades planejadas. Espera-se que a participação da Saída de Campo melhore o desempenho dos estudantes e amplie a sua compreensão acerca dos conceitos previamente estudados.

Acredita-se que por meio desta experiência, os estudantes desenvolvam um interesse maior pelos fenômenos físicos envolvidos nos movimentos circulares, bem como uma maior interação interpessoal. O uso de ambientes não convencionais demonstrou produzir resultados cognitivos e emocionais excepcionais.

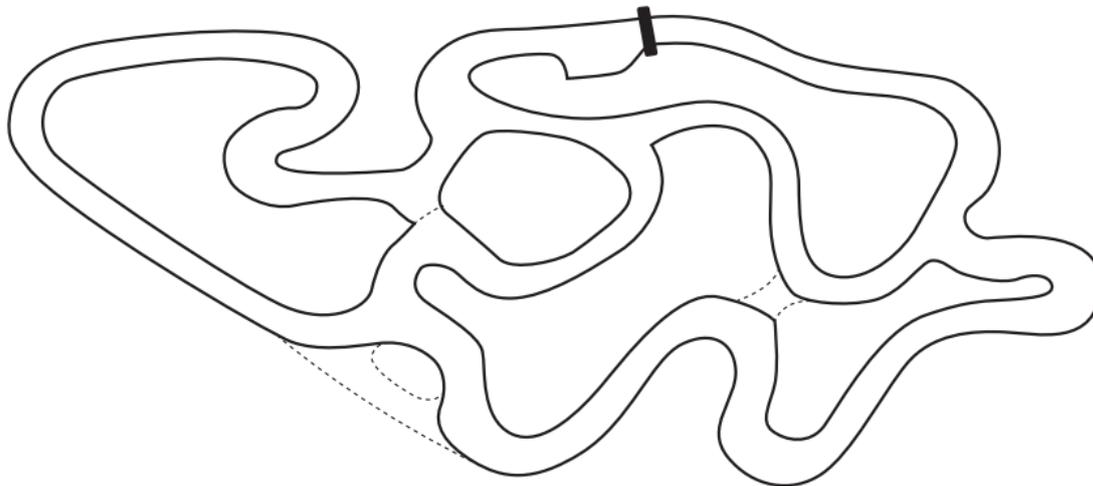
Em última análise, nosso objetivo é garantir que o aprendizado de física seja uma experiência agradável que tenha significado na vida real, permitindo que os estudantes se tornem participantes ativos na construção do conhecimento.

## Referências

- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003. Disponível em: <[https://www.uel.br/pos/ecb/pages/arquivos/Ausubel\\_2000\\_Aquisicao%20e%20retencao%20de%20conhecimentos.pdf](https://www.uel.br/pos/ecb/pages/arquivos/Ausubel_2000_Aquisicao%20e%20retencao%20de%20conhecimentos.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2022.
- AUSUBEL, D. P. **The Psychology of Meaningful Verbal Learning**. New York: Grune & Stratton, 1963. 272p.
- MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? **Revista Cultural La Laguna**. Espanha, 2012. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2022.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora da UnB, 1999a. 29p.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999b.
- MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física**. Porto Alegre: UFRGS Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1983. 192p.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982. 112p.
- MOREIRA, M. A., MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro Editora, 2006. 112p.

## APÊNDICE A: LAYOUT DO KARTÓDROMO E TRENA COM RODAS

Layout: Kartódromo Carrera



Sugestão para aquisição: Trena com rodas.

