

ISSN 2238-9113

**ÁREA TEMÁTICA:** (marque uma das opções)

- COMUNICAÇÃO  
 CULTURA  
 DIREITOS HUMANOS E JUSTIÇA  
 EDUCAÇÃO  
 MEIO AMBIENTE  
 SAÚDE  
 TRABALHO  
 TECNOLOGIA

## FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: APRESENTANDO O EFEITO MAGNUS E SUAS APLICAÇÕES

Gilvan Chaves Filho (chaves.gilvanfilho@gmail.com)

Sílvio Luiz Rutz Da Silva (rutz@uepg.br)

Luiz Antônio Bastos Bernardes (bernardes@uepg.br)

RESUMO – Analisando o Currículo Básico para o Ensino de Física no Ensino Médio, percebemos que alguns conteúdos dessa disciplina não são valorizados nas grades curriculares, como, por exemplo, a hidrodinâmica. Combinando os conhecimentos prévios dos alunos, diálogos, contextualização histórica, vídeos e experimentos simples, é possível apresentar os conceitos e princípios físicos da hidrodinâmica necessários para entender como ocorre o efeito Magnus e algumas de suas aplicações, por exemplo, no futebol e na propulsão de navios. Tendo em vista essas considerações, no presente trabalho apresentamos os resultados de uma palestra sobre “O Efeito Magnus e suas aplicações”, apresentada para 100 alunos de 3 turmas do terceiro ano do Instituto de Educação Estadual Professor Cesar Prieto Martinez, no dia 14/04/2016. Na elaboração e execução dessa palestra foram utilizados os princípios da aprendizagem significativa de David Ausubel, na forma de aprendizagem por recepção. As respostas dos alunos durante a palestra e para um questionário de avaliação, nos permitem concluir que os recursos didáticos utilizados foram significativos para a aprendizagem de uma parte dos alunos, possibilitando-lhes estabelecer a relação entre o efeito Magnus e a mudança de trajetória de uma bola de futebol e mostrando-lhes como utilizar o efeito Magnus na propulsão de veículos.

PALAVRAS-CHAVE – Aprendizagem Significativa. Aprendizagem por Recepção. Efeito Magnus. Hidrodinâmica.

### Introdução

Segundo Oliveira (2009), conteúdos de hidrodinâmica podem ser ensinados de uma maneira eficaz no Ensino Médio por meio de da combinação de vários recursos didáticos, tais como, contextualização sócio histórica, aplicações na vida cotidiana, experimentos simples, vídeos, perguntas, discussões e questionários que avaliem a aprendizagem alcançada. Em Aguiar e Rubini (2004), um vídeo e uma simulação computacional são usados para mostrar como a crise do arrasto e o efeito Magnus explicam uma famosa jogada de Pelé, no jogo contra a Tchecoslováquia, durante a Copa do Mundo de 1970. Boff et alli (2012) discute a aplicação do efeito Magnus na engenharia naval, mostrando como esse efeito pode ser utilizado para impulsionar um navio cargueiro, que utiliza quatro rotores, com suas rotações sendo ajustadas de acordo com as direções dos ventos. Nesse artigo é explicado como um pequeno rotor, cujo funcionamento é baseado no efeito Magnus, pode ser construído com materiais de baixo custo e utilizado para movimentar um pequeno carro de brinquedo.

[S1] Comentário: Colocar o parenteses após o nome do autor.

[S2] Comentário: Tem hífen

Ao analisarmos o Currículo Básico para o Ensino de Física no Ensino Médio, percebemos que alguns conteúdos programáticos dessa disciplina não são muito valorizados nas grades curriculares. Um desses conteúdos é a hidrodinâmica. Nessa importante área da física, com grandes aplicações, por exemplo, nas engenharias, o fenômeno físico chamado efeito Magnus desperta muita atenção. Isso ocorre principalmente devido as suas aplicações em esportes como futebol, vôlei, tênis e golfe. Esse efeito é o responsável pela alteração na trajetória de um projétil que rotaciona em torno de um eixo, passando pelo seu centro de massa. Para a compreensão desse efeito são necessários conceitos e leis fundamentais da hidrodinâmica, tais como, pressão, força de sustentação, vazão, equação da continuidade e princípio de Bernoulli.

Tendo em vista o exposto acima, nesse trabalho mostramos os resultados de uma palestra sobre o “Efeito Magnus e suas aplicações”, ministrada para cem alunos de três turmas da terceira série do Ensino Médio, no Instituto de Educação Estadual Professor Cesar Prieto Martinez, em Ponta Grossa – PR, no dia 14 de abril de 2016. Na elaboração e execução dessa palestra utilizamos: contextualização histórica, para mostrar como o físico e químico alemão Heinrich Gustav Magnus descobriu o efeito Magnus, no século XIX; vídeos para ilustrar como o efeito Magnus explica as mudanças de trajetória em uma bola de basquete e em uma bola de futebol; realização de um experimento para explicar como o efeito Magnus pode ser usado no sistema de impulsão de um veículo; perguntas no início da palestra para verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre conceitos e princípios de hidrodinâmica relacionados com o efeito Magnus; diálogos durante a palestra para averiguar as dúvidas e o nível de entendimento dos alunos em relação aos conteúdos apresentados; perguntas no final da palestra para avaliar se os alunos melhoraram a compreensão sobre os conceitos e princípios da hidrodinâmica necessários para a aprendizagem significativa do efeito Magnus e suas aplicações.

### **Objetivos**

Ensinar o efeito Magnus e suas aplicações para alunos do Ensino Médio, usando recursos didáticos, tais como, contextualização histórica, vídeos, experimentos simples, perguntas e diálogos; e verificar a eficiência da teoria de aprendizagem significativa por recepção para o ensino de conteúdos da hidrodinâmica, no Ensino Médio, através de uma palestra de cinquenta minutos.

### **Referencial teórico-metodológico**

Baseados nos trabalhos de Präss (2012) e Moreira (1999), analisamos os tipos de aprendizagem existentes e qual seria mais indicada para a elaboração e execução da palestra

sobre “Efeito Magnus e suas aplicações”, em uma turma do Ensino Médio. Na *aprendizagem mecânica*, as informações apresentadas são armazenadas de forma arbitrária e sem nexos (decoradas), não criando relações com qualquer outra ideia já existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Isso faz com que, ao explicar um assunto, utilizando conhecimentos aprendidos mecanicamente, o aluno utilize as mesmas palavras e exemplos apresentados pelo professor. Depois de algum tempo, como os conteúdos não foram adequadamente incorporados na sua estrutura cognitiva, o aluno os esquece. Na *aprendizagem significativa*, a aprendizagem tem duas características fundamentais: (1) é substantiva, isto é, o aluno consegue descrever as novas ideias aprendidas com suas próprias palavras, demonstrando o significado principal destas ideias e mostrando suas diferentes aplicações; (2) é não-arbitrária, isto é, o aluno consegue fazer relações lógicas e explícitas entre as novas ideias e o seu conhecimento prévio. Os conteúdos aprendidos através da aprendizagem significativa são incorporados pela estrutura cognitiva do aluno, permanecendo aí por um tempo muito mais longo do que se a aprendizagem tivesse sido mecânica.

As duas formas de promover a aprendizagem (mecânica ou significativa) são descritas a seguir. A *aprendizagem por recepção*, que é obtida por meio de uma aula expositiva. Essa aula expositiva pode ser teórica, com exposição de conteúdos pelo professor no quadro, com ou sem a participação dos alunos; ou pode ser teórico-experimental, com atividades experimentais demonstrativas realizadas pelo professor, com eventuais participações dos alunos, os quais poderão utilizar os conteúdos apresentados pelo professor em situações diferentes das apresentadas durante a aula. A *aprendizagem por descoberta*, na qual o aluno é direcionado a descobrir/aprender sozinho algum princípio, relação ou lei, que pode ou não ser utilizado na solução de um problema proposto inicialmente.

No Quadro 1 abaixo, apresentamos a adaptação de um quadro elaborado por (Novak, 1986). Por meio desse Quadro é possível perceber de forma simplificada como ocorre a relação entre todas as aprendizagens já mencionadas.

**Quadro 1 – Dimensões da aprendizagem, segundo Ausubel e Novak (Com exemplos de atividades características)**

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	<i>Explicação das relações entre conceitos</i>	<i>Ensino expositivo bem delineado</i>	<i>Pesquisas científicas, músicas ou novas construções</i>
	<i>Conferência de exercícios ou apresentações em livros-texto</i>	<i>Trabalho em laboratório</i>	<i>Pesquisas ou produções intelectuais</i>
APRENDIZAGEM MECÂNICA	<i>Uso de tabelas com fórmulas</i>	<i>Resolução de problemas aplicando fórmulas</i>	<i>Solução de adivinhações por meio do acerto e erro</i>
	←—————→		
	APRENDIZAGEM POR RECEPÇÃO		APRENDIZAGEM POR DESCOBERTA

Legenda: Associações entre os “Tipos de aprendizagem” e as “Formas de promover a aprendizagem”.

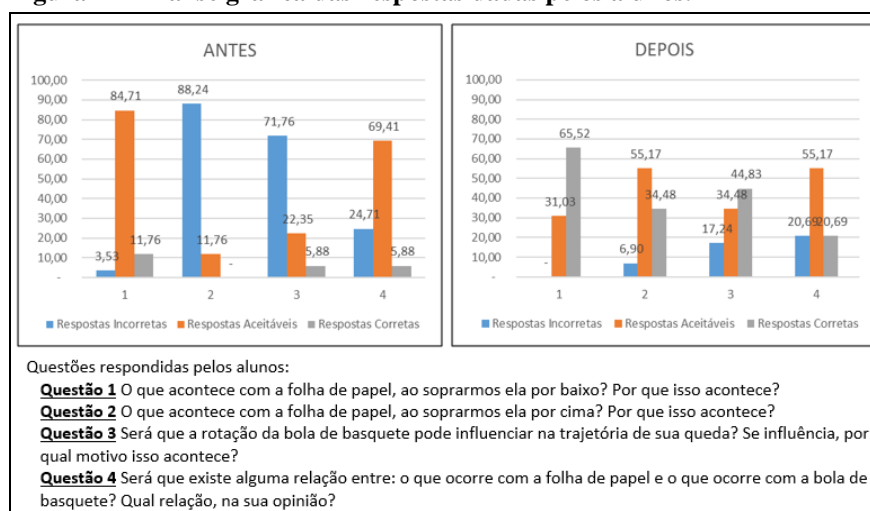
A palestra sobre o “Efeito Magnus e suas aplicações”, ministrada no Instituto de Educação Estadual Professor Cesar Prieto Martinez, foi organizada seguindo os dois pontos ressaltados no Quadro 1 – “Explicação da relação entre conceitos” e “Ensino expositivo bem delineado”. Portanto, essa palestra enfatizou a aprendizagem significativa, na forma de aprendizagem por recepção.

Inicialmente, foi passado aos alunos um questionário com quatro perguntas, com o intuito de verificar seus conhecimentos prévios sobre hidrodinâmica e a capacidade de investigação científica deles. No início da palestra estavam presentes 100 alunos e 85 entregaram as respostas para as perguntas. As respostas a essas perguntas foram analisadas e colocadas na forma de um gráfico, apresentado na Figura 1 abaixo. Todas as perguntas foram acompanhadas por demonstrações práticas simplificadas ou vídeos. Em seguida, foram apresentadas as explicações dos conceitos e princípios físicos necessários para compreensão de cada um dos fenômenos físicos apresentados durante o questionário. Foram definidos e discutidos com os alunos os seguintes conceitos e princípios: pressão, vazão, velocidade de um fluido, força de sustentação, equação da continuidade, princípio de Bernoulli e efeito Magnus. Por meio de uma atividade, realizada com um barquinho de isopor e um rotor em cima dele, foi mostrado como o efeito Magnus pode ser utilizado na propulsão de navios. Através de dois vídeos de jogadas do futebol, foi mostrado como o efeito Magnus é capaz de explicar a alteração na trajetória da bola. No final da palestra, o mesmo questionário usado no início, com quatro perguntas, foi reaplicado aos alunos. No final da palestra estavam presentes 100 alunos e 28 entregaram as respostas para as perguntas. Dessa vez, em comparação com o início da palestra, muito menos alunos entregaram suas respostas. Isso ocorreu porque os alunos, no final da palestra, não responderam às perguntas na sala de aula. Eles levaram o questionário para o responder em suas residências e, deste modo, um número bem menor de alunos trouxe as respostas de volta para o professor da disciplina de Física.

## Resultados

As respostas para essas quatro perguntas foram analisadas e colocadas na forma de um gráfico, apresentado na Figura 1 abaixo. Além disso, mais duas perguntas foram feitas com o objetivo de que os alunos explicassem, com suas próprias palavras, como ocorre a alteração na trajetória da bola de futebol. Vinte e oito alunos responderam essas perguntas. Pela análise das respostas a essas duas questões adicionais, alguns comentários podem ser feitos: seis alunos entregaram as respostas em branco; dez alunos conseguiram perceber que a mudança de trajetória da bola está relacionada com a sua rotação, com a variação da sua velocidade e com o efeito Magnus; três alunos conseguiram perceber que a mudança na trajetória da bola está relacionada com a variação da pressão do ar, com a mudança da velocidade da bola e com o efeito Magnus; nove alunos responderam de maneira muito confusa, mostrando que não conseguiram relacionar a mudança na trajetória da bola com o efeito Magnus.

**Figura 1 – Análise gráfica das respostas dadas pelos alunos.**



Legenda: Nos gráficos acima estão colocados os percentuais de respostas incorretas, aceitáveis e corretas para as 4 perguntas no início da palestra e repetidas no seu final.

## Considerações Finais

Após a elaboração e execução da palestra, e tendo em conta as respostas dos alunos para as perguntas, podemos sintetizar algumas conclusões. A maioria dos alunos envolvidos adquiriram conhecimentos ou mudaram sua forma de pensar em relação aos fenômenos físicos relacionados à hidrodinâmica, após a palestra ministrada. Dos 28 alunos que responderam o questionário no final da palestra, 10 alunos conseguiram perceber que a

mudança de trajetória da bola está relacionada com a sua rotação, com a variação da sua velocidade e com o efeito Magnus; 3 alunos conseguiram perceber que a mudança na trajetória da bola está relacionada com a variação da pressão do ar, com a mudança da velocidade da bola e com o efeito Magnus. Portanto, em 28 alunos, 13 conseguiram relacionar a mudança da trajetória da bola com o efeito Magnus.

Apenas através das respostas aos questionários ainda não podemos afirmar que os alunos tiveram uma aprendizagem significativa sobre o efeito Magnus. Para que um aluno desenvolva uma aprendizagem realmente significativa, deve haver um trabalho continuado, entre professor e aluno, com a discussão e aplicação dos conceitos e princípios apresentados. Caso este trabalho não seja continuado, a aprendizagem dos alunos pode se tornar falha, devido à rapidez com que se deu a recepção do conhecimento e a avaliação dele.

Por fim, agradecemos a todos os envolvidos neste trabalho, principalmente ao professor Hernani Cruz e a seus alunos do terceiro ano do Ensino Médio por aceitarem participar da palestra. Também somos gratos à coordenação do Instituto de Educação Estadual Professor Cesar Prieto Martinez por permitir a realização da palestra em suas dependências.

**APOIO:** Fundação Araucária.

### **Referências**

AGUIAR, C.E.; RUBINI, G. **A aerodinâmica da bola de futebol**. Instituto de Física, UFRJ. Rio de Janeiro- RJ, 2004.

BOFF, D. et al. **DEMONSTRAÇÃO EXPERIMENTAL DO EFEITO MAGNUS UTILIZANDO MATERIAL DE BAIXO CUSTO**. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Belém – PA, 2012.

MOREIRA, M.A. **O que é aprendizagem significativa afinal?** Instituto de Física – UFRGS. Porto Alegre – RS, 2012.

NOVAK, J.D. **Teoria y practica de la educación**. Madrid: Alianza, 1986.

OLIVEIRA, L.D. **A História da Física como Elemento Facilitador na Aprendizagem da Mecânica dos Fluidos**. Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Mestrado Profissional em Ensino de Física, UFRGS. Porto Alegre – RS, 2009.

PRÄSS, A. R. **Teorias de Aprendizagem**. Rio Grande do Sul: Scrinialibris, 2012.