

A utilização do futebol americano como instrumento auxiliar no ensino de cinemática

Rodrigo Dias Pereira
Lucas Amaral Fantecele

176

Resumo: Há muito tempo tem-se discutido o ensino de física e a necessidade de uma abordagem mais diversificada do conteúdo, de modo a despertar um maior interesse do aluno pela física. Na literatura é possível encontrar propostas que utilizaram diferentes instrumentos de ensino, tais como, vídeos, simulações, teatro, filmes, visitas a museus ou centros de ciências, experimentos de baixo custo, como ferramenta auxiliar no ensino de física/ciências. Além disso, muitas outras pesquisas têm mostrado que de forma geral os alunos apresentam grandes dificuldades conceituais nos conteúdos iniciais da física, a saber: referencial, distância percorrida, intervalo de tempo, velocidade média, aceleração. Neste contexto tem-se como principal objetivo, utilizar a prática esportiva como ferramenta auxiliar e motivadora no ensino de física. Observando o grande interesse dos alunos pela prática do futebol americano, decidiu-se por utilizar especificamente esta prática neste trabalho. Utilizando como referencial teórico a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, desenvolvemos o trabalho em três etapas. Na primeira, apresentou-se um breve seminário para os participantes, onde explicou-se que o objetivo do trabalho era utilizar a física como ferramenta auxiliar para análise do jogo/jogadas do futebol americano. Na sequência, realizamos as atividades práticas e por fim realizamos as análises das jogadas executadas na etapa anterior. Considerando os resultados obtidos e observados, a utilização da atividade prática se mostrou uma alternativa muito interessante e contribuiu para que a dedicação dos alunos envolvidos fosse muito maior do que a atenção dos mesmos nas aulas tradicionais.

Palavras chave: cinemática, ensino de física, instrumentos de ensino.

The use of American football as an auxiliary instrument in teaching kinematics

Abstract: The teaching of physics and the need for a more diversified approach to content have long been discussed in order to arouse students' greater interest in physics. In the literature it is possible to find proposals that used different teaching instruments, such as videos, simulations, theater, films, visits to museums or science centers, low cost experiments, as an auxiliary tool in physics / science teaching. In addition, many other researches have shown that in general students present great conceptual difficulties in the initial contents of physics, namely: reference, distance traveled, time interval, average speed, acceleration. In this context, the main objective in this work is to use sports as an auxiliary and motivating tool in physics teaching. Observing the great interest of the students in the practice of American football, it was decided to specifically use this practice in this work. Using as theoretical reference the theory of meaningful learning of Ausubel, we developed the work in three stages. In the first, a brief seminar was presented for the participants, where it was explained that the objective of the work was to use physics as an auxiliary tool to analyze the game / plays of the American football. Afterwards, we performed the practical activities and finally performed the analysis of the plays performed in the previous stage. Considering the results obtained and observed, the use of the practical activity proved to be a very



interesting alternative and contributed to the dedication of the students involved being much greater than the attention of the same ones in the traditional classes.

Keywords: kinematics, physics teaching, teaching instruments.

Introdução

Não resta dúvidas de que a física e/ou conceitos físicos possuem papel vital no desenvolvimento de diversas áreas, como por exemplo, na ciência e na tecnologia. Em muitos casos, tais desenvolvimentos exercem influência direta nos setores produtivos e de forma direta e/ou indireta em nossas atividades cotidianas. Ao mesmo tempo que temos contato diário com aplicações dos conceitos físicos, diversos trabalhos publicados em periódicos de grande circulação nacional, mostram que a física é uma das disciplinas que os alunos mais sentem dificuldades, quer seja no ensino médio ou superior (HESTENES, WELL e SWACKHMAER, 1992; AGRELLO e GARG, 1999; BARBETA e YAMAMOTO, 2002; CUSTÓDIO, 2012; BARROSO, RUBINI e SILVA, 2018) e como consequência direta é uma das disciplinas que os alunos sentem mais aversão.

Dentre os fatores que causam aversão e muitas dificuldades, destaca-se o fato de que os alunos quando iniciam o contato com a disciplina trazem consigo uma bagagem conceitual, que chamamos de senso comum e, tais conceitos, em geral, não podem ser utilizados para explicar formalmente os fenômenos físicos.

Outro fator tradicionalmente conhecido como complicador no ensino de física de acordo com os professores e alunos, é a dificuldade na utilização da linguagem matemática, porém tal apontamento é controverso, afinal, existem trabalhos que demonstram que a linguagem matemática não é o fator mais importante no que tange às dificuldades encontradas pelos alunos, mas sim a desconexão entre conteúdo abordado e a vivência cotidiana do aluno (ZYLBERSZTAJN, 1983).

Deve-se lembrar, também que na forma tradicional (quadro e giz) de se ensinar física existe uma grande dificuldade de relacionar os conteúdos ensinados em sala de aula e o dia a dia do aluno, causando desta forma uma

ruptura que visivelmente prejudica a alfabetização científica e tecnológica do aluno.

De acordo com Peduzzi (PEDUZZI, 1997), a didática usual da resolução de problemas sofre de sérias insuficiências. Particularmente na área do ensino de física, o que se verifica é que o professor, ao exemplificar a resolução de problemas, promove uma resolução linear, exemplificando a situação em questão “como algo cuja solução se conhece e que não gera dúvidas nem exige tentativas”. Ou seja, ele trata os problemas ilustrativos como exercícios de aplicação da teoria e não como verdadeiros problemas, que é o que eles representam para o aluno.

Apesar de, Peduzzi ter feito tais apontamento há mais de 20 anos, pouco avanço pode ser observado, pois de forma geral, os professores continuam apresentando uma série de problemas/ exemplos, todos geralmente muito parecidos, e mostram como resolve-los apresentando expressões matemáticas juntamente com alguns conceitos físicos. De maneira direta, os professores resolvem os problemas como se os mesmos constituíssem uma receita a se seguir, onde os passos são sempre pré-determinados e sem muitas surpresas. Esse método acaba por induzir o aluno a procedimentos puramente mecânicos, suprimindo o pensamento crítico e lógico, fazendo com que o aluno não consiga relacionar o conhecimento (supostamente) adquirido, com o cotidiano.

Para minimizar este problema é importante a utilização de outros recursos didáticos tais como: laboratórios físicos ou virtuais, simuladores, vídeos, filmes, dentre outros. Pois com o acréscimo de tais ferramentas oportuniza-se o aluno de participar ativamente, seja observando, medindo, calculando e avaliando os resultados obtidos e formulando hipóteses. O aluno, ao deparar-se com situações reais cujos resultados podem ser comparados com equações utilizadas na descrição do comportamento físico das grandezas envolvidas irá perceber que existe uma relação ente a teoria e a prática.

Através de uma rápida busca na literatura disponível, observa-se que as atividades experimentais é o recurso auxiliar mais utilizado pelos professores. Ao mesmo tempo, verifica-se, também que a prática esportiva é poucas vezes



utilizada no ensino formal de física. A ausência de trabalhos que utilizam atividades físicas no ensino é interessante, pois em muitos esportes como o futebol, vôlei, basquete, handebol, seus praticantes necessitam correr, saltar, chutar, arremessar. Sabe-se que em todos estes movimentos estão envolvidos uma série de grandezas físicas, como posição, tempo, velocidade, aceleração (GOMES e PARTELI, 2001), portanto tais situações exibem um grande potencial para serem utilizadas como instrumento didático no ensino de física.

Apesar de existirem poucos trabalhos publicados, a utilização de atividades esportivas no ensino de física vem de longa data. Em 1977, Leroy (LEROY, 1977) utilizou o “efeito folha seca”, efeito que os jogadores de futebol conhecem bastante para trabalhar determinados conceitos físicos. Em seu trabalho, o autor abordou conceitos de fluido incompressível, escoamento laminar e turbulento e resistência do ar. Apesar disso, não encontramos muitos trabalhos recentes que tem utilizado o esporte como instrumento de ensino.

Verifica-se portanto que dentre os diferentes tipos de instrumento que podem ser utilizados no ensino de física, uma proposta pouco explorada é o uso de atividades física e/ou prática de esportes. Neste contexto tem-se como principal objetivo, neste trabalho, utilizar a prática esportiva como ferramenta auxiliar e motivadora no ensino de física. Sabendo que, via de regra, o aluno tem o seu primeiro contato com os conceitos físicos através de tópicos de mecânica clássica, escolheu-se especificamente trabalhar com conceitos de cinemática.

Desenvolvimento do trabalho

Este trabalho é classificado como uma pesquisa qualitativa interpretativa, e de acordo com Moreira (MOREIRA, 2011):

O interesse central dessa pesquisa está em uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos à suas ações em uma realidade socialmente construída, através da observação participativa, isto é, o pesquisador fica imerso no fenômeno de interesse. Os dados obtidos por meio dessa participação ativa são de natureza qualitativa e analisados de forma correspondente. As hipóteses são geradas durante o processo investigativo. (MOREIRA, 2011, p. 76).



A Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (AUSBEL, 2003) foi o referencial teórico utilizado neste trabalho. David Ausubel é um representante do cognitivismo e, como tal, propôs uma explicação teórica do processo de aprendizagem e por consequência apontou caminhos para a elaboração de estratégias de ensino que facilitem uma aprendizagem significativa.

Quando se depara com um novo corpo de informações o aprendiz pode decidir absorver esse conteúdo de maneira literal, e desse modo a sua aprendizagem será mecânica, pois ele só conseguirá simplesmente reproduzir esse conteúdo de maneira idêntica a aquela que lhe foi apresentada. Nesse caso não existiu um entendimento da estrutura da informação que lhe foi apresentada, e o aluno não conseguirá transferir o aprendizado da estrutura dessa informação apresentada para a solução de problemas equivalentes em outros contextos. No entanto, quando o aprendiz tem pela frente um novo corpo de informações e consegue fazer conexões entre esse material que lhe é apresentado e o seu conhecimento prévio em assuntos correlatos, ele estará construindo significados pessoais para essa informação, transformando-a em conhecimentos, em significados sobre o conteúdo apresentado. Essa construção de significados não é uma apreensão literal da informação, mas é uma percepção substantiva do material apresentado, e desse modo se configura como uma aprendizagem significativa (TAVARES, 2008, p. 94).

Em sua teoria Ausubel, propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, apresentando a ideia de que aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental do aprendiz e com isso, tornando possível a capacidade do indivíduo relacionar e acessar novos conteúdos.

Observando o grande interesse pela prática esportiva de um grupo de alunos do Instituto Federal de Educação do Espírito Santo, campus da cidade de Nova Venécia – ES, optou-se por utilizar a prática de futebol americano como ferramenta auxiliar no ensino dos conceitos iniciais da cinemática.

Convém, observamos que não está no escopo deste trabalho realizar um estudo sobre futebol americano como um todo, limitar-nos-emos a análises de algumas jogadas específicas, em que os conceitos estudados são mais evidentemente mostrados.



Com relação ao conteúdo, observa-se na literatura (BARBETA E YAMAMOTO, 2002; CUSTÓDIO, 2012) que comumente os alunos apresentam grandes dificuldades na compreensão dos conceitos físicos iniciais da cinemática. Considerando que tais conceitos são geralmente ensinados no início do ensino médio e que o instrumento utilizado é o futebol americano, optou-se por investigar a possibilidade de aprendizagem dos conceitos físicos: referencial, posição, distância percorrida, intervalo de tempo, velocidade e aceleração a partir da análise de jogadas do futebol americano.

O desenvolvimento do trabalho pode ser dividido em três etapas, realizadas em momentos distintos. Na primeira etapa realizou-se um seminário para introduzir os participantes na pesquisa, na sequência realizou-se a parte prática, na qual os alunos efetivamente realizaram as jogadas a serem estudadas e por último realizou-se a parte da análise das jogadas realizadas, que contou com a participação de todos os alunos. Todas estas etapas serão detalhadas nos próximos parágrafos.

O seminário

Nesta etapa do trabalho apresentou-se um seminário para os participantes, onde explicou-se que o objetivo do trabalho era utilizar a física como ferramenta auxiliar para análise do jogo/jogadas do futebol americano. Ressalta-se que devido à complexidade de um jogo de futebol americano, optou-se por analisar jogadas básicas que demandam menos tempo de realização e envolvem conceitos físicos mais básicos.

Sabendo que o jogo de futebol americano é um jogo extremamente tático e que a parte visual é de suma importância, após este momento inicial, optou-se por mostrar alguns vídeos. Durante a exibição dos vídeos abordou-se alguns dos movimentos que são executados pelos times de ataque e defesa durante uma tentativa de avanço de um dos times, tal tentativa é chamada de down.

Para o time de ataque enfatizou-se os seguintes movimentos: (i) passe/lançamento, que geralmente é feito pelo quarterback (lançador), quando este arremessa a bola para um jogador que está mais adiantado;



(ii) corrida, que basicamente consiste no jogador (running back) que está com a bola sobre seu domínio, correr para frente o máximo que puder, de modo que conquiste a maior quantidade espaço no campo, que é medido em jardas.

Para o time de defesa, abordou-se jogadas onde os jogadores de defesa provocam um turnover, que ocorre quando a defesa através de algum movimento, “forçam” o jogador do time adversário a perder a posse da bola.

Após a análise dos primeiros vídeos, passou-se para um outro momento onde apresentou-se novos vídeos, desta vez, porém, com o objetivo de estudar comparativamente o desempenho de atletas profissionais do futebol americano. Para isto, mostrou-se, que umas das formas de se analisar o rendimento é por meio de curvas gráficas da posição em função do tempo, velocidade em função do tempo ou aceleração em função do tempo. Enfatizou-se também, que interpretar de maneira fisicamente correta um fenômeno ou uma atividade qualquer, é importante na busca de um aprimoramento, uma vez que a mesma é a ferramenta utilizada pela maioria das pesquisas envolvendo atletas de alto rendimento.

No primeiro vídeo, fez-se uma comparação entre o tempo de reação do homem mais rápido do mundo a sacar uma pistola e o tempo de reação de um determinado quarterback. É importante lembrar que o jogador que atua na posição de quarterback deve ter um tempo de reação bem pequeno quando comparado com o tempo de reação médio de uma pessoa que não é profissional do esporte.

No segundo vídeo mostrou-se a disputa de uma corrida entre um jogador da posição de wide receiver e um avestruz, que é um dos animais mais rápidos do mundo. A corrida foi de exatamente 40 jardas (36,576 m), o wide receiver atingiu uma velocidade de 19 milhas por hora (aproximadamente, 30,6 km/h), enquanto o avestruz atingiu uma velocidade de 14 milhas por hora (aproximadamente, 22,5 km/h). As comparações feitas, permitiram aos alunos a comparação das principais características que os jogadores de cada posição necessitam ter e/ou desenvolver e também evidenciaram quais os conceitos físicos que podem ser abordados no jogo de futebol americano.



No último vídeo, mostrou-se o quanto “veloz” precisa ser um jogador da posição cornerback. Ressalta-se que a dificuldade em se jogar como cornerback é que nessa função é necessário que o jogador corra de costas, pois precisa estar todo o tempo de frente para o lance de ataque do time adversário marcando o wide receiver do outro time.

Atividade prática

Nesta etapa, fez-se uma preleção na qual os alunos foram informados que todas as jogadas realizadas seriam filmadas e posteriormente analisadas pelo grupo. Após este primeiro momento, levou-se os alunos para um campo de futebol, a fim de realizarem algumas jogadas com baixo grau de dificuldades.

A primeira jogada executada foi um chute, que no futebol americano pode ser referente ao um field goal ou extra point e que é executada pelo jogador chamado de kicker (chutador). A jogada desenvolveu-se no meio do campo e os alunos trocavam de posição, pois para que o kicker execute o chute é necessário que um outro jogador segure a bola.

A segunda jogada a ser realizada foi o lançamento da bola, que é executada pelo quarterback. Nesse caso, participaram exatamente 3 alunos por vez, onde um deles fazia a função de center, que é o jogador que tem como função passar a bola para outro que exerce a função de quarterback, que por sua vez lançava a bola para outro companheiro.

Outra jogada executada foi referente a corrida do running back, onde mais uma vez 3 alunos participaram. Durante a jogada, passava-se a bola para o quarterback que girava o corpo e entregava a bola diretamente para o running back, que passava correndo por ele. Nessa jogada o foco ficou centrado na corrida do running back, mas uma atenção especial também foi dada para o giro do quarterback.

A última jogada executada foi um lançamento que o quarterback fazia para o wide receiver. Nesse lance, o quarterback, no lugar de entregar a bola, fazia um lançamento longo para o wide receiver. O foco ficou centrado dessa vez no wide receiver e na bola, explorando ao máximo o fato de que eles executavam trajetórias distintas, mas que iriam se encontrar em algum instante.



Com essa última jogada, finalizou-se a atividade de campo. Ressalta-se que os alunos se mostraram muito empolgados por verem seus lances filmados e curiosos por saberem que os vídeos seriam posteriormente analisados, além disso durante uma filmagem e outra, os alunos discutiam sobre as posições e sincronia da jogada, buscando o máximo possível de precisão.

Resultados e Análise

Após a realização das atividades práticas, iniciou-se a etapa de análise dos vídeos. Para tal atividade, utilizou-se o software Tracker, que é um software gratuito de análise de vídeos e que possui diversas funcionalidades, tais como: a confecção de gráficos a partir das imagens em movimento e o posterior ajuste matemático dos pontos obtidos. Tal software já foi utilizado em diversos trabalhos e os resultados indicam que ele é uma poderosa ferramenta auxiliar no ensino de física (BEICHNER, 1990; BEICHNER, 1996; BROWN E COX, 2009; CALLONI, 2010).

Dividiu-se esta etapa em dois momentos, no primeiro realizou-se uma “análise tática” das jogadas feitas pelos alunos. Ressalta-se que neste momento, fez-se uma abordagem que propiciou o reforço dos conteúdos iniciais da cinemática escalar (distância percorrida, intervalo de tempo e velocidade). No segundo momento realizou-se uma análise dos movimentos através das relações matemáticas que descrevem as relações entre as variáveis físicas estudadas.

Análise tática

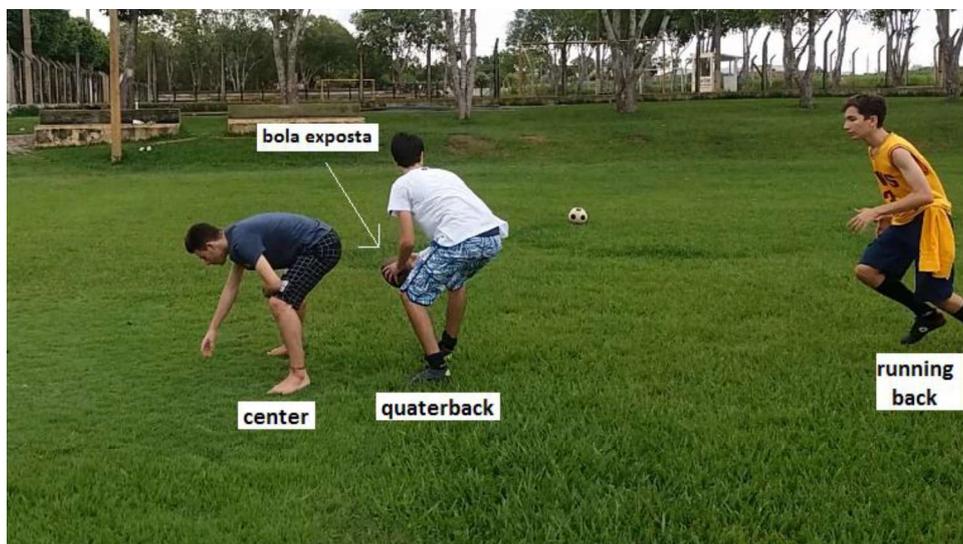
O primeiro lance analisado, foi a passagem da bola do jogador que inicia a jogada (center) para o jogador que executa os lançamentos (quarterback). Na maior parte das vezes que essa jogada foi executada observou-se algum tipo de erro. Após muito debate concluiu-se que o problema estava na falta de sincronia entre os dois jogadores, que na realidade era uma consequência do fato de que cada jogador realizava a jogada com uma “rapidez” diferente. Diante de toda a discussão os alunos perceberam que não adiantava um deles



ser mais rápido do que o outro. Ressalta-se que durante as discussões os alunos utilizavam as palavras “rápido” e “veloz” como sinônimos, e neste momento trabalhou-se o significado físico de ambas grandezas.

Na sequência, analisou-se a jogada onde o quarterback entrega a bola nas mãos do jogador (running back) que irá correr com a bola (Figura 1). Neste tipo de jogada é muito importante que o quarterback consiga “esconder” a bola durante o maior tempo possível para que os jogadores da defesa não percebam quem está com a posse da bola.

Figura 3 - Imagem do treino da jogada no qual o quarterback passa a bola para o running back.



Fonte: Arquivo dos autores

Nas jogadas que foram filmadas, observou-se dois erros táticos. No primeiro a bola estava ficando muito tempo na mão do quarterback e no segundo a bola estava ficando muito tempo exposta. Após muito debate verificou-se, novamente, o problema da falta de sincronia. Os alunos observaram que tal problema estava relacionado com a “rapidez” do quarterback, com o tempo de reação do running back e com a distância inicial entre os dois jogadores. Para a correção da jogada era necessário reduzir o tempo de encontro entre os dois jogadores e para isso propuseram algumas soluções. Dentre as soluções propostas a preferida por eles foi que em certas

situações o quarterback não precisa ficar esperando o running back chegar até ele, em alguns lances é melhor ir ao encontro.

Também se analisou jogadas onde o quarterback realizava lançamentos para um jogador que estava posicionado a frente do time de ataque. Nestas jogadas foram observados uma série de erros. Os lançamentos eram feitos em cada momento de uma forma diferente e como consequência em algumas vezes a bola chegava antes do jogador e em outras depois. Neste ponto, os alunos concluíram que seria necessário fazer uma análise matemática para que as soluções fossem encontradas de uma forma mais eficiente.

Considerando que os alunos são ao mesmo tempo fãs e praticantes do futebol americano, nem todos concordaram com as análises feitas e as soluções propostas. Após a informação de que a etapa estava finalizada os alunos propuseram que outras análises fossem feitas, porém desta vez as jogadas filmadas seriam comparadas com as mesmas jogadas realizadas pelos profissionais da Liga Nacional de Futebol Americano dos Estados Unidos. Utilizando-se somente dos conceitos físicos os alunos viram que a diferença as vezes era muito maior do que eles esperavam. Ressalta-se que as participações dos alunos durante essas discussões superaram as expectativas.

Análise Física

Inicialmente é importante mencionar que na etapa de análise dos movimentos, não se seguiu uma cartilha/livro para a abordagem dos conceitos físicos, como geralmente é feito no ensino médio e no superior, mas os conceitos foram introduzidos ao longo das discussões e dúvidas. Utilizou-se novamente o software Tracker para a continuação das análises dos vídeos.

Após a inserção do vídeo no software, selecionou-se o trecho a ser analisado e na sequência inseriu-se o sistema de coordenadas a ser utilizado como referência para a determinação dos valores das posições, velocidades e acelerações. Uma característica importante do software Tracker é que o referencial adotado pode ser girado a qualquer tempo, ou seja, a orientação positiva e negativa pode ser trocada a qualquer instante. Partiu-se dessa possibilidade e introduziu-se o conceito de referencial. O primeiro vídeo



utilizado foi da corrida feita pelo aluno que jogou na posição de running back. Para a abordagem do conceito de referencial utilizou-se uma ferramenta disponível no programa, no qual um ponto do vídeo é selecionado e o programa “segue” este ponto quadro a quadro, informando em tempo real a posição do ponto em função do tempo. (Figura 2).

Figura 4 - Tela de análise do software Tracker com a marcação dos eixos cartesianos.



Fonte: Arquivo dos autores.

Na primeira análise a orientação positiva do referencial coincidia com o sentido do movimento do aluno, já no segundo momento o vídeo foi repetido, porém o movimento do aluno acontecia no sentido contrário a orientação positiva do referencial. Neste instante, discutiu-se o que significa um referencial em física e um ponto que chamou a atenção foi que os alunos perceberam que a alteração da orientação do referencial alterou a disposição dos pontos no gráfico da posição versus tempo, mas não alterou os intervalos entre um ponto e o seguinte. É importante salientar que nessa primeira etapa não foi discutido nem mencionado nada com relação à trajetória, concentrando a discussão no referencial.

Posteriormente à discussão de referencial, introduziu-se conceitos referente ao movimento realizado com velocidade constante, ou simplesmente movimento uniforme (M.U.). Fez-se a discussão da seguinte forma: após os

alunos analisarem a questão do referencial, questionou-se aos alunos quais eram as variáveis físicas envolvidas na corrida do running back. Todos os alunos responderam que as variáveis físicas eram o tempo, a posição, a velocidade e a aceleração (em alguns casos). Considerando o fato de que todos os alunos já haviam estudado gráficos de funções de 1º e 2º graus, aproveitou-se e iniciou-se a discussão sobre como seria possível obter a velocidade média do aluno do vídeo, os alunos foram questionados a respeito do conceito de velocidade e todos responderam que era a variação da distância dividida pelo intervalo de tempo. Observando a posição do jogador quadro a quadro e o gráfico da posição versus tempo, os alunos perceberam que a variação da posição ocorria de forma “constante”, e que se o intervalo de tempo dobrasse a variação do espaço também dobraria. Além disso, os alunos observaram que os pontos estavam dispostos de uma maneira que lembrava uma reta, neste momento utilizando uma ferramenta disponível no Tracker fez-se o ajuste dos pontos através da equação de uma reta.

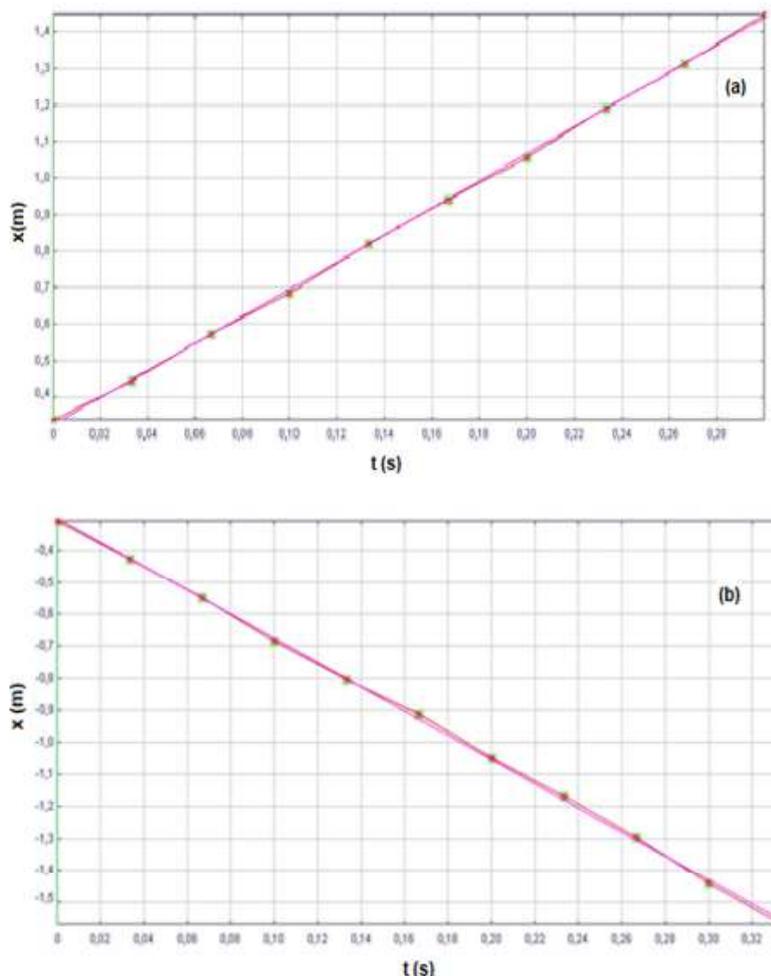
Posteriormente, discutiu-se qual o significado físico de cada parâmetro da equação obtida, chegando a conclusão de que o coeficiente linear da reta representa a posição inicial e o coeficiente angular representa o valor da velocidade média. Também, verificou-se qual é o efeito da “inversão” do sentido do referencial nos valores obtidos para a posição inicial e a velocidade.

Além disso, um fato que despertou interesse nos alunos foi a possibilidade de utilizarem os vídeos dos jogadores profissionais para compararem alguns parâmetros, como por exemplo a velocidade média. Para o caso que eles haviam estudado, concluiu-se que além do valor da velocidade dos profissionais ser muito mais alta do que a deles, o tempo de manutenção da velocidade também é relativamente maior.

Outro ponto importante a ser destacado é que mesmo os alunos tendo compreendido o efeito da inversão do sentido do referencial na velocidade, eles não conseguiram associar este comportamento aos movimentos progressivos e retrógrados. Logo, utilizou-se dos gráficos de ambos os movimentos para reforçar a definição destes conceitos (Figura 3).



Figura 5 - Gráfico posição por tempo para a corrida do running back no MRU para o movimento progressivo (a) e retrógrado (b).



Fonte: Arquivo dos autores.

Na sequência analisou-se o vídeo que mostrava uma corrida do jogador que estava ocupando a posição de wide receiver. Utilizou-se o mesmo procedimento de análise do vídeo anterior, pois o movimento realizado também era um movimento com velocidade constante (aproximadamente). Obteve-se, desta forma, a função horária da posição e a velocidade média do jogador. A partir destes resultados os próprios alunos propuseram novas situações/problema. Em uma das situações propostas, os alunos assistiram vários lançamentos feitos pelo quarterback e calcularam o tempo médio que ele gastava para lançar a bola. Utilizando este tempo os alunos calcularam qual a distância que o wide receiver percorre neste tempo. Desta forma, o quarterback

consegue prever a posição do receiver e com isso não é preciso que ambos fiquem um olhando para o outro.

Todos os alunos ressaltaram o fato de que em um jogo de futebol americano, o fator imprevisibilidade é muito importante, logo quando o quarterback não precisa olhar diretamente para o companheiro, isso é considerado uma “estratégia” muito poderosa durante o jogo. Ressalta-se que por iniciativa dos próprios alunos, fez-se muitas análises envolvendo situações que podem favorecer um time durante um jogo.

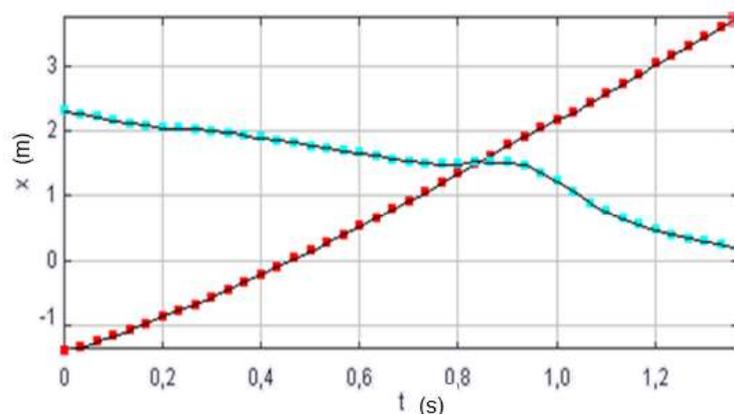
Sabendo que o futebol americano é um jogo de ataque contra defesa, os alunos propuseram que algumas jogadas envolvendo a equipe de defesa fossem analisadas. Considerando que os alunos já tinham calculado o tempo médio que o quarterback gasta para lançar a bola, analisou-se a velocidade média de um jogador profissional da posição de defensive tackle, pois o mesmo tem como uma das funções derrubar o quarterback antes que ele passe a bola. Após algumas análises obteve-se que um defensive tackle profissional pode atingir uma velocidade de 13 milhas por hora. Sabendo que geralmente a distância que separa o quarterback do defensive tackle é de 5 jardas, os alunos concluíram que se o quarterback ficar parado e desprotegido ele terá menos de 0,79 segundos para lançar a bola antes de ser atingido.

De maneira muito semelhante ao movimento com velocidade constante, introduziu-se o movimento com aceleração constante ou movimento uniformemente variado (MUV). Utilizou-se basicamente os mesmos vídeos, porém a ênfase foi no início e/ou final dos movimentos, pois nestes instantes é que a aceleração pode ser observada. Nos vídeos de corrida, os alunos observaram que o gráfico da posição versus o tempo, não podia ser descrito por uma função do primeiro grau, mas que o gráfico da velocidade em função do tempo apresentava um comportamento linear, desta forma foi possível explorar algumas características importantes do MUV e também se introduziu o conceito de aceleração média. Em um momento posterior discutiu-se, com base nos gráficos alguns aspectos de movimentos que não podem ser classificados como M.U. ou M.U.V.



Na parte final das análises, fez-se a abordagem de problemas que envolvem o instante onde dois móveis/ objetos se cruzam. Para tal, utilizou-se os vídeos que envolviam o center, quarterback e o running back. Com o auxílio do software Tracker traçou-se as curvas de movimento do quarterback e do running back (Figura 4).

Figura 6 - Gráfico posição em função do tempo para a corrida do running back no MRU para o movimento progressivo.



Fonte: Arquivo dos autores.

A partir da análise simultânea do vídeo com o gráfico, os alunos perceberam que o ponto de interseção das curvas é exatamente a posição e o tempo onde acontece a passagem da bola das mãos do quarterback para as mãos do running back. Sabendo que a curva azul descreve o movimento do quarterback indo ao encontro do running back, que a curva vermelha descreve o movimento do running back e o tempo ideal de realização da jogada, realizou-se uma análise tática da jogada.

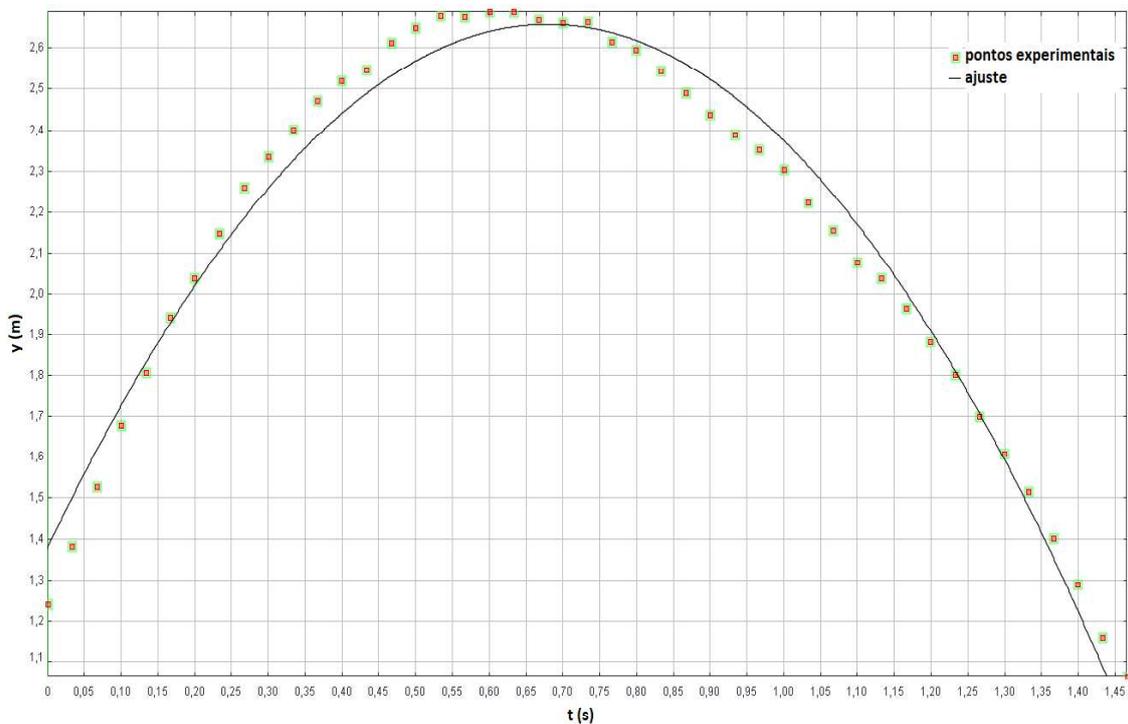
Os alunos concluíram que a jogada deveria ocorrer mais rápido e que para que isso acontecesse as curvas representadas no gráfico deveriam se interceptar em um ponto localizado mais próximo da origem dos eixos. Após analisarem as curvas e suas respectivas funções horárias, os alunos concluíram que a melhor forma de reduzir o tempo da jogada seria reduzir a distância inicial entre os dois jogadores.

Ao final das análises os alunos pediram para estudar a trajetória da bola feita em um dos lançamentos do quarterback, pois de acordo com o que eles

imaginavam o gráfico da posição vertical em função do tempo teria que ter o formato de uma parábola.

A curva obtida através do ajuste no programa Tracker é mostrada na Figura 5. Este resultado, inicialmente, incomodou os alunos pois, o resultado obtido não foi exatamente o esperado, inclusive alguns questionaram do porquê da curva está um tanto “estranha”. Algum tempo depois os próprios alunos sugeriram que o fator que alterou o “formato” da curva poderia ser a resistência do ar, que em quase todos os problemas de física do ensino médio, é desprezada.

Figura 7 - Gráfico da posição (vertical) por tempo da bola de futebol americano durante um lançamento.



Fonte: Arquivo dos autores.

É importante pontuar que os alunos perceberam como e quanto a resistência do ar pode influenciar no movimento, e isso é de fato muito importante, já que em ambientes não controláveis, é impossível desprezar a resistência do ar. Assim, foi finalizada a discussão física relacionada com o movimento uniforme e uniformemente variado.



Conclusão

Utilizando o futebol americano como ferramenta auxiliar no ensino de física destinado a alunos fãs do esporte, observou-se que a participação dos alunos foi absolutamente intensiva, produtiva e satisfatória. A motivação dos alunos para estudar física foi completamente diferente da apresentada antes da utilização do futebol americano.

Apesar de prematuro, podemos dizer que a utilização do futebol americano, possibilitou aos alunos terem uma aprendizagem significativa, que de acordo com Moreira (2016)

[...] a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-litera e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2016).

Sem dúvidas, a utilização da atividade prática com a análise computacional se mostrou uma alternativa muito interessante, pois o fato dos alunos, serem praticantes e/ou fãs do esporte contribuiu para que a dedicação dos alunos envolvidos fosse muito maior do que a atenção dos mesmos nas aulas tradicionais.

Um exemplo do grau de envolvimento dos alunos durante a pesquisa, foi que em diversos momentos eles não concordaram com todas as correções propostas, apresentando justificativas com base no jogo, mas usando também conceitos físicos.

Durante a análise física, algumas discussões já estavam previstas, porém devido a participação intensa dos alunos, várias outras discussões foram realizadas por iniciativa dos mesmos. Ao fim da análise física, os alunos afirmaram que compreenderam em quais pontos estavam errando e concordaram que para que seja feita uma análise de rendimento, a utilização adequada dos conceitos físicos é muito relevante.

É importante, observar que a maioria dos alunos participantes do projeto, possuíam dificuldades em análises gráficas, pois segundo os mesmos



o gráfico não lhes transmitia o que, de fato, estava ocorrendo no fenômeno descrito.

No entanto, quando foi mostrado o gráfico lado a lado com o vídeo (fenômeno) a dificuldade foi bastante reduzida, uma vez que este tipo de abordagem possibilitou aos alunos desenvolverem a percepção de que o que era mostrado no gráfico era o mesmo que visto no vídeo, porém em outra linguagem.

Os alunos que participaram do projeto relataram que a quantidade e a forma com que as relações matemáticas entre as grandezas física eram abordadas em sala de aula causava muito desânimo. Mas que na abordagem através do futebol americano, as mesmas equações apareceram de forma mais natural e que a utilização das “fórmulas” teve um significado real.

Por fim, constata-se que os resultados alcançados foram além do esperado, e que a utilização de uma prática esportiva como ferramenta auxiliar no ensino de física é muito viável. Os caminhos para serem seguidos são inúmeros, uma vez que praticamente todos os tópicos de física, estudados no ensino médio, podem ser discutidos seguindo a abordagem descrita.

Referências

AGRELLO, D.A.; GARG, R. Compreensão de gráficos de cinemática em física ondulatória. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. 21(1), 1003 – 115. 1999. Acesso em: http://sbfisica.org.br/rbef/pdf/v21_103.pdf.

BARROSO, M.F.; RUBINI, G.; SILVA, T. Dificuldades na aprendizagem de física sob a ótica dos resultados do ENEM. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. 40(4), e-4402-01 – e-4402-23. 2018. Acesso em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v40n4/1806-9126-RBEF-40-4-e4402.pdf>.

BARBETTA, V.B., YAMAMOTO, I. Dificuldades conceituais em física apresentadas por alunos ingressantes em um curso de engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. 24(3), 324 - 341. 2002. Acesso em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n3/a11v24n3.pdf>.

BEICHNER, R. The effect of simultaneous motion presentation and graph generation in a kinematics lab. **Journal of Research in Science Teaching**, 27(8), 803 – 815, 1990.

BEICHNER, R. The impact of motion analysis on kinematics graph interpretation skills. **American Journal of Physics**. 64(10), 1272 – 1277, 1996.



BROWN, D., COX, A.J. Innovative uses of video analysis. **The Physics Teacher**, 47, 145 – 150. 2009.

CALLONI, G.J. (2010). **A física dos movimentos analisadas a partir de vídeos do cotidiano do aluno**. 2010. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Acesso em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28179/000769687.pdf?sequence=1>.

CUSTÓDIO, F. L. **A utilização de testes conceituais em Física básica**. 2012. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Acesso em: http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2012_Fausto_Custodio/dissertacao_Fausto_Custodio.pdf

GOMES, M.A.F.; PARTELI, E.J.R. A física dos esportes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. 23(1), 10 – 18, 2001.

HESTENES, D.; WELLS, M. A.; SWACKHAMER, G. Mechanics Baseline Test. **The Physics Teacher**. 30(3), 141-158, 1992.

LEROY, B. O efeito “folha seca”. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 7(3), 693 – 709, 1977.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa: A visão clássica**. In: Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino. Porto Alegre, 2016.

MOREIRA, M.A. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a resolução de problemas no ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 14(3), 229-253, 1997. Acesso em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6982>.

TAVARES, R. Aprendizagem Significativa e o Ensino de Ciências. **Revista Ciências e Cognição**, vol. 13 (1), 94 – 100, 2008. Acesso em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/viewFile/63/60>.

Tracker – **Video Analysis and Modeling Tool**. Disponível em: <https://physlets.org/tracker/>. Acesso em: <https://physlets.org/tracker/>.

ZYLBERSZTAJN, A. Concepções Espontâneas em Física: Exemplos em Dinâmica e Implicações para o Ensino. **Revista Ensino de Física**, 5(2), 3-16, 1993. Acesso em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol05a09.pdf>.



Rodrigo Dias Pereira

rodrigo.pereira@ufes.br

Possui graduação em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo (2000), mestrado em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo (2003) e doutorado em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo (2008). Atualmente é Professor Associado I da Universidade Federal do Espírito Santo (CEUNES/DCN).

Lucas Amaral Fantecela

lucas_amaralf@hotmail.com

Possui graduação em Física, modalidade licenciatura pela Universidade Federal do Espírito Santo (2017).

Recebido em: 26/02/2019

Aprovado em: 04/04/2019

