



Anais do XIV Colóquio Internacional "Educação e Contemporaneidade"

24 a 25 de setembro de 2020



Volume XIV, n. 14, set. 2020
ISSN: 1982-3657 | Prefixo DOI: 10.29380

EIXO 14 - EDUCAÇÃO E ENSINO DE MATEMÁTICA, CIÊNCIAS EXATAS E CIÊNCIAS DA NATUREZA

Editores responsáveis: Veleia, A. M. da Silva, Bernardi, C. A. S.

DOI: <http://dx.doi.org/10.29380/2020.14.14.33>

Recebido em: 29/07/2020

Aprovado em: 02/08/2020

PRODUZINDO APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA ATRAVÉS DE JOGOS E
SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL □ O CASO DO ENSINO DE CONCEITOS DE
HIDRODINÂMICA PRODUCING SIGNIFICANT LEARNING THROUGH GAMES AND
COMPUTATIONAL SIMULATION - THE CASE OF TEACHING HYDRODYNAMICS
CONCEPTS PRODUCIR APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO A TRAVÉS DE JUEGOS Y
SIMULACIÓN COMPUTACIONAL: EL CASO DE ENSEÑAR CONCEPTOS
HIDRODINÁMICOS

LUIZ ADOLFO DE MELLO

<http://orcid.org/0000-0003-4939-7742>

Apresenta-se aqui uma revisão dos resultados e da metodologia empregada na tese de Souza (2014) sob a perspectiva da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Criamos uma sequência didática em que se utilizam jogos, experimentos de baixo custo e um campeonato de avião de papel como situação problema. Faz-se um estudo comparativo, sob o ponto de vista das unidades de ensino potencialmente significativa, dos resultados e das componentes da sequência didática criada nesta dissertação. Para avaliar essa dissertação utilizou-se a teoria das concepções alternativas através do banco de questões tiradas do force concept inventory. Deste modo, estuda-se a parte da sequência didática que serviram como organizadores prévios, qual seriam os conceitos ou conhecimento prévios destes e como estes influenciaram na aprendizagem significativa (AS) destes.

ABSTRACT: We present here a review of the results and the methodology employed in Souza's (2014) thesis from the perspective of Ausubel's meaningful learning theory. We created a didactic sequence using games, low-cost experiments and a paper airplane championship as a problem situation. A comparative study is made, from the point of view of potentially significant teaching units, of the results and components of the didactic sequence created in this dissertation. To evaluate this dissertation the theory of alternative conceptions was used through the bank of questions drawn from the force concept inventory. In this way, we study the part of the didactic sequence that served as previous organizers, what would be the previous concepts or knowledge of these and how they influenced the meaningful learning (ML) of these. We will analyze the type of ML used and how this experiment could be generalized to other didactic sequences.

RESUMEN: Presentamos aquí una revisión de los resultados y la metodología empleada en la tesis de Souza (2014) desde la perspectiva de la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel. Creamos una secuencia didáctica utilizando juegos, experimentos de bajo costo y un campeonato de aviones de papel como una situación problemática. Se realiza un estudio comparativo, desde el punto de vista de unidades de enseñanza potencialmente significativas, de los resultados y componentes de la secuencia didáctica creada en esta disertación. Para evaluar esta disertación, se utilizó la teoría de las concepciones alternativas a través del banco de preguntas extraídas del force concept inventory. De esta manera, estudiamos la parte de la secuencia didáctica que sirvió como organizadores anteriores, cuáles serían los conceptos o conocimientos previos de estos y cómo influyeron en el aprendizaje significativo (ML) de estos.

INTRODUÇÃO:

O grande problema com o ensino tradicional de Física é que esse é muito matematizado e possui pouca relação com a realidade dos estudantes. A diminuição da carga horária e a obrigação (produção de resultados) de preparar os alunos para os exames classificatórios para a universidade limitam consideravelmente a quantidade e a profundidade de certos tópicos da disciplina. Deste modo a ideia de se trabalhar com o conteúdo de hidrodinâmica usando como situação problema a física do voo de um avião como uma opção de trabalho é muito desafiadora.

Em Mendes [2009] encontra-se uma proposta muito interessante de se abordar este tema, mas que não é uma UEPS (unidades de ensino potencialmente significativa). Eles usaram o experimento de confecção de um foguete de baixo custo lançado por pressão d'água como atividade experimental motivadora para o projeto e um simulador de voo de avião confeccionado usando o software Modellus [Teodoro, 2003]. Assim, na UEPS a seguir vamos propor trocar a situação problema da sequência didática de Mendes [2009] por um campeonato de avião de papel. É muito intrigante o fato da sequência didática deles não ter obtido resultados promissores apesar dela conter, em princípio, os elementos básicos para a elaboração de uma UEPS. Deste modo, foi possível transformá-la em uma sequência didática em que se utilizam jogos, experimentos de baixo custo e um campeonato de avião de papel como situação problema e organizador prévio.

Atualmente há varias metodologias de ensino capazes de propiciar condições aos estudantes de adquirir uma aprendizagem que não seja memorística ou bancária na definição de Paulo Freire [19xx]. A grande queixa com a aprendizagem memorística é que apesar desta ser baseada na memorização de textos e resoluções de problemas para as avaliações, constatou-se que poucas horas após a aplicação das provas os estudantes não lembram mais o que estudaram e muito menos não sabem aplicar o conhecimento em outras situações que não sejam as decoradas para a prova [ref. 20xx]. Assim, após anos de pesquisa sobre concepções alternativas, mapas de conceitos, modelos mentais e teorias da aprendizagem Novak [199x] desenvolveu na universidade de Cornell a teoria da aprendizagem significativa (AP). Esta teoria se tornou tão importante que criaram um congresso internacional em 1992 e em 2005 ocorreu o 1º congresso nacional. Já em 2011 um grupo de pesquisadores perceberam que a produção de pesquisas em AP demandava a criação de uma revista especializada sobre esta metodologia de ensino. Assim, surgiu a Aprendizagem Significativa em Revista [2011].

O primeiro Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa (EIAS), ocorrido em 1992, na Universidade de Cornell nos Estados Unidos, visou à divulgação da Teoria e de estratégias facilitadoras da Aprendizagem Significativa. Os Encontros seguintes, em decorrência da crescente produção e interesse sobre esse referencial, centraram-se no seu aprimoramento e foram realizados, respectivamente, em Burgos, Espanha, em 1997, em Peniche, Portugal, em 2000, em Alagoas, Brasil, em 2003, em Madrid, Espanha, em 2006 e, o último, em São Paulo, Brasil, em 2010.

REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Ausubel (2003), para que a aprendizagem não passe de mera decoração de conteúdo ela deve fazer “algum sentido” para o aprendiz. Isto é, o conteúdo novo apreendido deve se relacionar ou interagir de forma significativa aos conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Deste modo o educador deve se certificar os conteúdos pré-existentes na estrutura cognitiva do aluno. No decorrer da atividade de ensino o educador deve avaliar se os estudantes estão conseguindo correlacionar os novos conceitos com os existentes e operacionalizar os novos conceitos. Deste modo Ausubel denomina de organizadores prévios os conceitos relevantes que o educador deve garantir que os estudantes tenham apreendido antes de começar uma nova instrução.

Após 40 anos de pesquisa em ensino em geral alguns pesquisadores (Ausubel, 2003; Moreira, 1999; Novak, 1984; etc.) delinearam os princípios ou/e elementos básicos que constituiriam uma unidade de ensino ou sequência didática que produziria aprendizagem significativa no sentido de Ausubel (2003). Estes princípios básicos estão resumidos no artigo de Moreira “**Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) (2013)**” de modo que não os reproduziremos estes aqui na íntegra. Vamos citar adiante, na medida em que a descrição de nossa UEPS for solicitando, os pontos essenciais de uma UEPS. Em linhas gerais para que uma sequência didática seja classificada como uma UEPS ela deve levar em conta os conhecimentos prévios dos estudantes, conquistar o interesse deste e introduzir o conteúdo e seus conceitos de forma que este se articule com a estrutura cognitiva do instruendo.

Após 50 anos de pesquisa sobre concepções prévias e alternativas, ver Salem (2012) e referências, e depois da consolidação da teoria dos modelos mentais de Jhonson-Laird (1987) adquirimos um repertório de questões (FCI), problemas e situações problemas que nos auxiliam na determinação do conhecimento prévio dos estudantes de Física e Ciências em geral. Assim, a confecção de UEPS ficou mais restrita à confecção de sequências didáticas que contenham:

- a) situações-problema que possam funcionar como organizadores prévios e ao mesmo tempo deem sentido a novos conhecimentos (Vergnaud);
- b) que levem em consideração os níveis de complexidade do conteúdo a ser ensinado e que desperte a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- c) que esta ou aquelas situações estimulem ou induza o estudante a construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- d) A organização do ensino leve em conta a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação;
- e) E que esta tenha uma linguagem que se adeque ao nível de compreensão dos estudantes e os estimule à interação social (Moreira, 2006).

Apesar das reclamações quanto ao nível de complexidade da disciplina de Física e da dificuldade de ensiná-la em um linguajar que se adeque ao nível de compreensão dos estudantes, é consenso geral que é mais difícil determinar a fonte de motivação de um estudante. Em geral podemos dizer que há alguns estudantes que estão motivados por si mesmo ou intrinsecamente motivados e outros que necessitam de um estímulo externo para serem motivados. Um aluno intrinsecamente motivado empreende uma atividade por si só, pelo prazer que proporciona, pelo aprendizado que permite ou pelos sentimentos de realização que evoca (Bergin, 2005). Em geral um estudante extrinsecamente motivado é motivado por alguma recompensa ou com a intenção de evitar alguma punição externa à atividade em si, como notas (Lepper, 1988). Um número de estudos, por exemplo (Lumsden, 1994), comprovaram que os alunos que são mais intrinsecamente motivados têm um desempenho melhor que os extrinsecamente motivados, e que usar motivadores extrínsecos para envolver os alunos na aprendizagem em alguns casos pode tanto diminuir a performance quanto afetar negativamente a motivação do aluno (Bergin, 2005).

Por exemplo, se o instrutor puder explicar aos alunos como um assunto específico pode se relacionar com situações da vida real, é mais provável que os alunos tenham interesse pessoal em aprender o que está sendo apresentado a eles. Baseado nessas pesquisas e conjecturas surgiu várias metodologias de ensino, tais como: a) aprendizagem baseada em problemas; b) aprendizagem baseada em projetos; c) as tecnologias, informática, ciência e sociedade; d) Just in-time teaching; etc. No nosso caso usamos jogos e uma competição para produzir a motivação em nossos estudantes.

METODOLOGIA

Neste caso começamos a elaboração da UEPS pelo tema motivador – campeonato de avião de papel. Logo, o tema da UEPS ficou definido como - ensino de conceitos de hidrodinâmica da Física do voo de um avião. Deste modo o público alvo da sequência didática (SD) ficou restrito às turmas do 2º e do 3º ano das escolas participantes do projeto, de modo a termos certeza de que os estudantes tinham conhecimento prévio dos conceitos básicos da mecânica. Isto foi garantido por estarmos atuando em dois centros de excelência. Uma das escolas é uma escola padrão e a outra é o CODAP (escola de aplicação da UFS). Mas, como ocorre em geral nas escolas públicas estas turmas não tinham estudado o tópico de hidrodinâmica. Sob a orientação da professora da escola padrão[1] Souza preparou uma sequência de duas aulas introdutórias de revisão e apresentação dos conceitos-chaves da UEPS, ou seja, dos organizadores prévios. Nestas aulas fez-se o convite para o campeonato de avião de papel e apresentação do projeto de ensino. Como motivação adiantamos que utilizaríamos um simulador computacional ou matemático feito usando o software Modellus, uso de jogos e atividades lúdicas.

Em seguida se apresentou um vídeo sobre campeonato mundial de aviões de papel e aplicou-se um questionário do tipo investigativo, composto por cinco questões do tipo aberta. Este questionário serve para fazermos um diagnóstico da turma, no que diz respeito ao interesse em participar do projeto, como também sobre seus conhecimentos da Física e curiosidades sobre aviões. Em seguida aplicou-se um questionário contendo 12 questões do tipo conhecimento prévio (Hestenes, 1992).

Vejam agora esta sequência didática (SD) sob a visão de uma UEPS. Fez-se a apresentação da SD na forma de uma preparação para uma viagem aérea. Assim, cada tópico era apresentado como um requisito para um voo e fomos integrando os conceitos de forma lúdica e que fizesse sentido aos instruídos. Deixou-se eles fazerem aviões de papel e brincarem por alguns instantes na sala de aula. Devido ao fato de muitos deles nunca terem feito aviões de papel ou saberem fazer um só modelo tivemos que fazer uma oficina de confecção de aviões de papel. Após eles testarem modelos diferentes realizamos vários questionamentos do tipo: a) Por que tal modelo voa mais longe? B) Porque tal modelo fica mais tempo no ar? c) Porque tal modelo voa em linha reta e outro faz círculos? E a moda da metodologia da aprendizagem por descoberta, deixamos eles fazerem suas próprias hipóteses para serem confrontadas com as aulas expositivas posteriores.

A partir deste momento tem-se a sala pronta para se ministrar uma aula revisando os conceitos envolvidos de mecânica clássica e a introdução dos conceitos de hidrodinâmica, isto é, proporcionar a eles a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora dos conteúdos e conceitos da SD. A professora da sala junto com Souza ministrou uma aula sobre a equação de Bernoulli ilustrada com experimento de baixo custo (Souza, 2014). Através da exposição dos conceitos básicos da Física do voo do avião e de revisão da conservação da energia integramos de forma significativa os conceitos-chaves da hidrodinâmica e com a explicação detalhada dos conceitos envolvidos nos controles e no simulador do voo fizemos a diferenciação progressiva dos mesmos. Tudo de uma forma lúdica e divertida. Com esta abordagem conseguimos satisfazer os cinco itens básicos de uma UEPS.

Antes da atividade de simulação computacional fiz uma revisão usando material de um curso de preparação para um curso de brevê de modo que reforçasse o interesse e a importância da simulação computacional. O nosso software permitia que fizéssemos uma simulação de voo com empuxo (turbina) e com lançamento (sem empuxo) (Souza, 2014). Deste modo criamos condições visuais, conceitual e experimental suficiente para que eles criassem seus próprios modelos mentais e científicos da Física do voo de avião.

No final do projeto fizemos uma avaliação usando jogos de caça palavras, jogo dos sete erros, cruzadinha e reapplicamos o teste sobre concepções alternativas (Souza, 2014). E terminamos a atividade com um campeonato de avião de papel envolvendo as duas escolas.

RESULTADOS.

Apresentaremos aqui um resumo dos resultados quantitativos resultante da aplicação da sequência didática nas duas escolas.^[2] Aproximadamente 80 alunos participaram das nossas atividades, somando os alunos das duas escolas. Apesar do número de alunos participantes não ser muito expressivo em relação às pesquisas realizadas em outras pesquisas^[3], os resultados estatísticos são concludentes. Corroborando este fato apresentamos um resumo dos resultados qualitativos.

Todos os testes, questionários e depoimentos foram feitos sem identificação dos nomes dos discentes, tendo apenas que definir o sexo e a idade. Por isso, não podemos afirmar se foram os mesmos alunos que participaram de todas as atividades no período da coleta. As análises dos dados coletados serão separadas por escolas, para que assim, se possa fazer uma comparação do rendimento dos alunos. Note-se que na escola A nossa sequência foi interrompida por aproximadamente cinco semanas devido à greve e ao período de avaliações dos alunos.

Após o campeonato de aviação de Papel aplicou-se um questionário do tipo Pós-Teste. Objetivou-se primeiramente em analisar a aprendizagem significativa dos alunos em relação ao conteúdo abordado no material de apoio, verificar se os mesmos passaram em média a usar mais explicações aos fenômenos Físicos baseadas em concepções científicas do que em alternativas e a consolidação desse método. Foi observado que mesmo ocorrendo na escola A uma quebra na aplicação da sequência didática devido a uma greve que durou cinco semanas e logo em seguida vieram os feriados devido aos jogos da copa do Mundo de 2014, obtivemos resultados extremamente positivos. A média geral nas duas escolas ocorreu um aumento de mais de 84%. Ver figura abaixo. Quanto às questões do tipo concepções alternativas observou-se um aumento, em geral, de mais de 70% no uso de concepções científicas em contraposição às alternativas. Em alguns itens essa melhora foi de 200% até 440%. Ver (Souza, 2014).

Tabela 1 - Tabela da média dos resultados comparativos do pré-teste e pós-teste das duas escolas.

Escola A	Média		Escola B	Média
Pré-teste	4,2		Pré-teste	5,3
Pós-teste	8,6		Pós-teste	9,7

Para podermos avaliar com mais propriedade a aquisição de aprendizagem significativa por parte dos estudantes das duas escolas aplicamos nestes um conjunto de 13 questões do tipo múltipla escolha, sendo que destas 5 eram do tipo avaliação proposta por livro texto e o restante (8) eram do tipo concepções alternativas (force inventory concepts). Vamos começar por uma questão do tipo livro texto para termos uma ideia do domínio básico da teoria, ou seja, se estes estavam preparados para uma prova tipo ENEM, para termos uma ideia mais objetiva se estes estavam preparados para serem avaliados sob conceitos de Física, e constatar se a nossa UEPAS foi efetiva ao produzir uma AS nos estudantes.

Como exemplo de questão do tipo encontrada em livros textos e em exames nacionais temos a questão 6.

06- A figura abaixo (omitida) mostra o movimento de uma pedra que foi lançada verticalmente para cima, a partir do solo. A medida que a pedra SOBE livremente no campo gravitacional terrestre, AUMENTA:

- O módulo da **velocidade** da pedra.
- O módulo da **aceleração** da pedra.
- A **energia cinética** da pedra.
- A **energia potencial gravitacional** da pedra.

A questão 06 é tipicamente uma questão de vestibular e envolve conceitos de energia potencial e cinética. A alternativa correta é a “D”. Este item apresentou 59% de acertos no pré-teste para a Escola A e 79% para Escola B, como se pode ver na Tabela 2. Comparando os resultados da questão 02 percebemos que 56% do total de alunos das duas escolas acertaram-na e 65% no total dos alunos tiveram êxito na questão 06. Ou seja, os alunos estão mais acostumados e lhe darem com questões mais diretas.

Como podemos ver na tabela 2 abaixo, como a maioria dos estudantes compreendiam inicialmente esta questão houve pouco incremento na quantidade de estudantes que acertaram no pós-teste. Isto é, podemos perceber na Tabela 2 que a escola C.E.M.M.M apresentou um aumento de 3% no item correto que é a alternativa “D”. Já para o CODAP essa variação foi de 13% no aumento dos acertos. Vemos assim, que os estudantes que participaram deste projeto estavam bem preparados e possuíam domínio e lembravam-se da teoria.

Tabela 2 – Tabela da média dos resultados comparativos dos itens da questão 6 no pré-teste e no pós-teste das duas escolas.

Escola A	Pré-teste	Pós-teste	Escola B	Pré-teste	Pós-teste
A	12%	9%	A	13%	4%
B	12%	10%	B	4%	4%
C	17%	19%	C	4%	0%
D	59%	62%	D	79%	92%

Vejamos agora como estes estudantes se saíram nas questões tipo concepções alternativas. Escolhemos abaixo duas questões exemplo das questões pré-testes e pós-testes que avaliaram as concepções prévias dos estudantes. Como o exemplo de questão deste tipo temos a questão 4.

04 - Um avião está voando horizontalmente em linha reta. Nessa situação atuam sobre ele durante o voo as seguintes forças (omitimos a figura):

- A força peso P (para baixo).
- A força de sustentação S (para cima).
- A força de propulsão das turbinas E (para frente).
- A força de resistência do ar R (para trás).

Qual das opções a seguir relaciona corretamente os módulos dessas FORÇAS, se o movimento ocorre COM VELOCIDADE CONSTANTE?

- a. $P = S$ e $E > R$
- b. $P < S$ e $E > R$
- c. $P = S$ e $E = R$
- d. $P = S$ e $E < R$

A quarta questão aborda a distribuição das forças que atuam no avião em movimento, com um detalhe a velocidade é constante, logo as forças se igualam. Por isso a alternativa correta é a letra “C”. A opção “A” indica que o aluno pensa que para o avião estar em movimento a força de Propulsão (sentindo para frente) deve ser maior que a força de resistência. Os alunos que escolheram a alternativa “B”, deduziram que para o avião subir a força de Sustentação deve superar a força Peso, juntamente com a força das turbinas necessita ser superior a força de resistência do ar. Apenas 23% dos alunos do C.E.M.M.M acertaram essa questão no pré-teste e no CODAP este valor foi de 29%. As alternativas “A” e “B” tiveram a mesma porcentagem de 33% na primeira escola.

Aplicamos esta questão meses depois após a aplicação da sequência didática e observamos que ambas as escolas apresentaram um aumento de mais de 70% na alternativa correta que corresponde à alternativa “C”, comparando os valores do pré-teste e pós-teste. Ou seja, grande parte dos alunos passou a entender que as forças peso e sustentação se igualam, assim como também a força do empuxo e arrasto sofre o mesmo processo. As demais alternativas obtiveram redução significativa nos valores no pós-teste, mas observamos em ambas as escolas que mais de 30% dos estudantes ainda continuam utilizando concepções alternativas.

Tabela 2 – Tabela da média dos resultados comparativos dos itens da questão 4 no pré-teste e no pós-teste das duas escolas.

Escola A	Pré-teste	Pós-teste	Escola B	Pré-teste	Pós-teste
A	33%	19%	A	50%	23%
B	33%	15%	B	13%	9%
C	26%	59%	C	29%	64%
D	8%	7%	D	8%	4%

Como segundo exemplo de questão do tipo concepção alternativa temos a questão 07. A questão de número 07 aborda conceitos referentes a Hidrostática, tem como objetivo do aluno interpretar a figura e fazer uma análise o porquê o palhacinho está parado no ar. Essa questão tem um nível de dificuldade elevado, já que muitas vezes os alunos não conseguem visualizar a Hidrostática em gases apenas em líquidos, como uma boa parte das questões dos livros didáticos abordam.

07-(Cesgranrio) Um palhacinho de papelão está suspenso a uma bola de aniversário. O conjunto paira no ar, sem subir nem descer. (Omitimos a figura)

Assim, é correto afirmar que a (o):

- Densidade do palhacinho é menor que a densidade da bola;
- Densidade do conjunto é igual à densidade do ar;
- Empuxo que o ar exerce sobre a bola é igual ao peso do palhacinho;
- O peso da bola é menor que o peso do palhacinho.

Quando corpos, como o conjunto formado pelo palhacinho e balão, flutuam em um fluido, no caso o ar, implica dizer que o empuxo que o fluido aplica no corpo tem valor igual ao peso. Isto ocorre devido a densidade do conjunto ser igual a densidade do ar. Logo a alternativa correta é a “B”. No pré-teste 36% dos alunos da Escola A acertaram esta questão e na Escola “B” 42%. A partir da tabela 4 abaixo podemos observar as porcentagens para cada item dessa questão. Esta tabela apresenta os resultados comparativos desta questão. Ao observamos a coluna esquerda da alternativa C, a qual é a correta, percebemos que se obteve um aumento de 139% no C.E.M.M.M. Já no lado direito da tabela percebemos que o CODAP apresentou um aumento de 76% na alternativa “C”.

Tabela 4 – Tabela da média dos resultados comparativos dos itens da questão 7 no pré-teste e no pós-teste das duas escolas.

Escola A	Pré-teste	Pós-teste	Escola B	Pré-teste	Pós-teste
A	17%	17%	A	4%	13%
B	36%	11%	B	42%	13%
C	28%	67%	C	42%	74%
D	19%	5%	D	12%	0%

Para sondarmos a opinião dos estudantes sobre o que achavam de nossa SD solicitamos que eles

respondessem a seguinte questão:

Questão 01: (*O tema do projeto lhe despertou interesse? Justifique*). Fazendo uma análise dos resultados encontrados na escola A percebemos que os alunos se demonstraram interessados e motivados para a participação do projeto foram 84,4% (49 alunos) responderam que Sim, sentiram motivados e interessados e apenas 15,5% (09 alunos) afirmaram que o projeto interessava mais ou menos. Para a escola B 78,2 % dos alunos responderam Sim e 21,7% afirmaram que mais ou menos. Notamos que para as duas escolas todos os alunos demonstraram interesse em participar do projeto. Apresentaremos algumas justificativas utilizada pelos alunos de ambas as escolas para responder questão 01:

ALUNOS DA ESCOLA A	ALUNOS DA ESCOLA B
<i>“pois quero saber como um objeto tão pesado pode voar”.</i>	<i>“me despertou curiosidade, a relação de avião de papel com um avião de verdade”.</i>
<i>“porque é um termo que esta em discussão na mídia no momento”.</i>	<i>“me causa interesse em saber como vamos aprender Física com um avião de papel”.</i>
<i>“apesar de ver aviões todos os dias eu não sei como eles voam, vai ser interessante entender”.</i>	<i>“não gosto de Física mas acho que vai bom esse projeto pois vai ser diferente das aulas que é só formulas e contas”</i>
<i>“porque acho interessante algo tão pesado e grande conseguir voar, é intrigante”.</i>	<i>“curiosidade, pois é ótimo entender com funciona a aerodinâmica do avião”.</i>
<i>“nunca parei para pensar sobre o assunto, mas quando o projeto apareceu fiquei empolgado”.</i>	<i>“apesar de ver aviões todos os dias eu não sei como eles voam, vai ser interessante entender”.</i>

CONCLUSÕES

Não descartamos o fator mediador de Souza e dos professores envolvidos no resultado positivo obtido, principalmente pelo fato dela ter usado um linguajar adequado ao nível de compreensão dos estudantes. A participação ou engajamento dos professores da escola foi aumentando com a motivação positiva dos estudantes.

Apesar das avaliações terem um papel muito importante na metodologia por aprendizagem significativa e termos usado várias delas nesta UEPS, neste caso muitas destas foram realizadas na forma de jogos lúdicos, o que fez com que os estudantes se sentiram bastante motivados em realizá-las.

Apesar desta atividade ter sido descontinuada durante meses de greve os conceitos chaves e científicos não somente ficaram memorizados, mas foram reestruturados e generalizados em seu campo conceitual, no linguajar de Ausubel (Moreira, 2000), como pudemos avaliar através dos testes de concepções alternativas e de entrevistas com os mesmo durante o campeonato de aviões. Detalhes em Souza (2014). Quase a totalidade deles sabia explicar com suas próprias palavras as razões da classificação dos aviões de papel segundo os critérios: a) tipo de asa, b) tipo de voo e c) tempo de voo. A aplicação de questões tipo livro texto em contraposição as questões do tipo concepções alternativas foi fundamental à nossa conclusão de que apesar destes estudantes estarem bem preparados para avaliações tipo ENEM estes não conseguiam relaborar e reestruturar o conteúdo que já tinham aprendido.

Questionando-nos sobre as razões do sucesso da sequência confeccionada por Souza (2014) e aplicada em duas escolas de forma fracionada por períodos de greve e o fracasso de uma sequência didática similar produzida por Mendes (2009) nos levou a concluir que os princípios de uma UEPS

descritos por Moreira, principalmente o item “é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel, 1980; Novak, 1984)”, nos levou a conclusão que nossa sequência didática é genuinamente uma UEPS.

A tese de Souza não foi pensada para ser uma UEPS. Esta foi sendo gerada de forma espontânea. A situação problema da tese dela gerou espontaneamente uma UEPS. O campeonato de aviões de papel além de ser um excelente organizador prévio este estimula a competição entre os estudantes. Como afirma Irion (2016) a competição de forma geral motiva os alunos para a busca constante do conhecimento, estimula a sua criatividade, além de incentivarem o trabalho em equipe. Para Javaroni e Bastos (2012) competições acadêmicas têm como característica a integração, proporcionando a interação entre diversos alunos, docentes e profissionais da área. Maitland (2002) afirma que a motivação “é a força ou o impulso que leva os indivíduos a agir de uma forma específica”. Competições escolares além de motivar os alunos envolvidos são atividades que podem estimular e potencializar o desenvolvimento de autonomia e a habilidade de se trabalhar em equipe (Irion, 2016).

Por algum tempo nos perguntamos quais as razões da sequência didática de Mendes (2009) ter tido resultado dúbios e a nossa ter sido um grande sucesso. E a resposta talvez esteja nos itens a, b e c listado acima. Enquanto que na sequência de Mendes (2009) a situação-problema ser um tanto abstrata, construção de um foguete com pressão de água, a nossa situação problema era menos abstrata e próxima do modelo físico a ser modelado – aviões de papel produzem modelos mentais mais próximos da realidade da física do voo dos aviões. Outra possível razão pode ser o fato deles terem dividido as turmas na mesma escola em quatro grupos, a saber: a) controle, b) grupo que só fez o experimento com o foguete, c) que fizeram somente a modelagem computacional e finalmente d) o grupo que fizeram o experimento e a simulação. Isto talvez tenha levado aos estudantes da escola a sentirem diferenciado entre si. No nosso caso aplicamos a sequência didática em todas as salas da escola. No nosso caso fizemos um campeonato interno em cada escola para selecionar os melhores alunos antes da competição final. Isto manteve o nível de interesse elevado dos estudantes até o final da atividade, que como dissemos ter sido fragmentada por períodos de greve. Além disso, os colegas de sala ficavam incentivando os colegas a melhorar a confecção dos aviões para serem vencedores da disputa entre escola.

Concluimos nesta análise comparativa que para uma SD funcione efetivamente como uma UEPS esta deva integrar organicamente os cinco requisitos básicos de uma UEPS, como descrito por Moreira (2000). Que a escolha correta do organizador prévio é de fundamental importância na motivação dos estudantes para o aprender. Que o uso de jogos e competições são fatores positivos para manter o interesse e a motivação elevada dos estudantes quando a SD depende de muitas aulas. Que experimentos e simulações ou modelagens matemáticas são muito importantes para ajudar os instruindo a construir ou elaborar seus modelos cognitivos e científicos correto.

[1] Maiores detalhes ver Souza (2014)

[2] Em comparação com pesquisas típicas realizadas por exemplo nos E.U.A.

Universidade Federal de Sergipe/DFI/ ladmello@ufs.br

Ausubel, D.P. (2003). **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva** (1ªed.) Lisboa: Plátano Editora.

AUSUBEL, D.P. (1980) et al. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Internamericana, 1980. 216p.

Bergin (2005), S. and R. Reilly. **The influence of motivation and comfort-level on learning to program**. In Proceedings of the 17th Annual Workshop of the Psychology of Programming Interest Group pages 293-304, University of Sussex, Brighton UK 29 June - 1 July, 2005. University of Sussex.

HABGOOD, MP (2011), Jacob and AINSWORTH, Shaaron E. - Motivating children to learn effectively: exploring the value of intrinsic integration in educational games. **Journal of the Learning Sciences**, 20 (2), 169-206.

Hestenes (1992), D., Malcolm Wells, and Gregg Swackhamer. Force Concept Inventory. **The Physics Teacher**, Vol. 30, March 1992, 141-158

Hidi, S. (2000). An interest researcher's perspective: The effects of extrinsic and intrinsic factors on motivation. In C. Sansone & J. M. Harackiewicz (Eds.), **Intrinsic and extrinsic motivation: The search for optimal motivation and performance**. New York: Academic.

Irion (2016) C., D.H. Pelegrino e M.P.S. Botelho. **A Motivação Através Da Competitividade - A Busca Pela Qualidade Da Educação No Estudo Da Computação**. Simpósio Internacional de Educação à Distância (SIED). Disponível em: <http://www.sied-enped2016.ead.ufscar.br/ojs/index.php/2016/article/viewFile/1221/517>. Ac

essado em: 10/02/2019.

JAVARONI, C. E. (2012); BASTOS, P. S. S.; AZA MBUJA, M. A. Interpontos – **Projeto de evento acadêmico na Faculdade de Engenharia da Unesp, Campus de Bauru**. In: Anais: XL COBENGE. Belém.

>

JOHNSON-LAIRD, P. N. (1987) **Modelos mentales en ciencia cognitiva** /strong>. NORMAN, D. A. **Perspectivas de la ciencia cognitiva**. Barcelona: Ediciones Paidós. p. 179 - 231.

Lumsden, L.S. (1994): **Student motivation to learn** (ERIC Digest No. 92). Eugene, OR: ERIC Clearinghouse on Educational Management. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 370 200). 1994

MAITLAND, I. (2002) - **Como motivar pessoas**. São Paulo : Nobel.

J.F. Mendes (2009), **O Uso do Software Modellus na Integração Entre Conhecimentos Teóricos e Atividades Experimentais de Tópicos de Mecânica sob a Perspectiva da Aprendizagem Significativa**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 2009.

MOREIRA, M.A (1999) - **Teoria**

s de aprendizagem. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária. 101p.

MOREIRA, M. A. (2006) - A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

MOREIRA, M.A. (2000) - Aprendizagem Significativa Crítica (Critical Meaningful Learning). In: NOVAK, J. D. et al. Teoria da Aprendizagem Significativa: contributos do III encontro internacional sobre aprendizagem significativa. Penche, 2000. Cap. 5, p. 121- 134.

Novak (1984), Joseph D.; GOWIN, D. Bob. Learning how to learn. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

Präss, A.R. (2012) - Teorias De Aprendizagem. Acessado em: 21/12/2018. Disponível em: https://www.fisica.net/monografias/Teorias_de_Aprendizagem.pdf

Salem, Sonia (2012) - Perfil, evolução e perspectivas da pesquisa em ensino de física no Brasil. Tese de Doutorado em Ciências/Ensino de Física - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Souza, E. J. (2014) - O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de Hidrodinâmica. Dissertação (Mestrado) - UFS. Disponível em: https://www.acervo.ufs.br/bitstream/riufs/5148/1/ERICARLA_JESUS_SOUZA.pdf. Acesso em 21/04/2018.

TEODORO, V. (2003). *Modellus: Learning Physics with Mathematical Modelling*. Tese de doutoramento não publicada, Lisboa: Universidade Nova de Lisboa. Disponível em: <http://modellus.fct.unl.pt/mod/resource/view.php?id=33>. Acesso em 02/06/2013

Vollmeyer, R. (2000), F. Rheinberg - Does motivation affect performance via persistence? Vollmeyer, R., & Rheinberg, F. Learning and Instruction, 10, 293–309.