

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO – UFRSA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO DE MOSSORÓ – RN

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE
MICROGRAVIDADE COM UTILIZAÇÃO DE UM APARATO
EXPERIMENTAL**

VALGNÉSIO BATISTA DA SILVA

ORIENTADOR: PROF. DR. RAFAEL CASTELO GUEDES MARTINS
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. HIDALYN THEODORY C. MATTOS DE
SOUZA

MOSSORÓ – RN

2019

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1A
2. CONSTRUÇÃO DO APARATO EXPERIMENTAL	2A
3. EXPERIMENTOS.....	8A
3.1. CHAMA DA VELA	8A
3.2. REPULSÃO ENTRE OS ÍMÃS.....	8A
3.3. DEFORMAÇÃO DE UMA MOLA.....	8A
3.4. PÊNDULO SIMPLES	9A
4. AULA 01: APRESENTAÇÃO DO PROJETO.....	9A
5. AULA 02: CONCEITOS FÍSICOS SOBRE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL	10A
6. AULA 03: DISCUSSÃO DO FILME “GRAVIDADE”	11A
7. AULA 04: UTILIZAÇÃO DO APARATO EXPERIMENTAL.	12A
8. CONCLUSÕES	14A
9. REFERÊNCIAS.....	15A

1. INTRODUÇÃO

O produto educacional aqui apresentado faz parte da dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física e tem como título ***Sequência didática para o ensino de microgravidade com utilização de um aparato experimental***. Este produto educacional é uma sequência didática que visa trabalhar a microgravidade, um dos tópicos da Gravitação Universal, com alunos do Ensino Médio. Nele é possível demonstrar aos alunos do 1º ano do Ensino Médio como a microgravidade influencia o comportamento de alguns fenômenos físicos. Para isso foi construído um aparato experimental que simula a queda livre, criando um ambiente de microgravidade que pudesse ser utilizado para as demonstrações e comprovações já citadas na literatura científica. O aparato de simulação de ambiente de microgravidade foi construído com materiais de baixo custo acessível a qualquer professor ou pessoa interessada em aplicar o referido produto educacional.

A sequência didática é um conjunto de atividades que se articulam em torno de um objetivo didático, que no caso aqui é a apropriação dos conceitos de microgravidade. Esta estratégia de ensino precisa ser muito bem organizada para que os objetivos a que se propõe sejam atingidos. Assim, definir o assunto a ser abordado, o tempo dedicado a ele e as atividades que serão realizadas são etapas importantes, porque não dizer fundamental, na construção de uma sequência didática.

Como toda sequência didática eficiente, para que o resultado deste produto seja satisfatório é necessário adotar alguns procedimentos lógicos que irá orientar o professor ao longo da aplicação deste produto educacional. Estes procedimentos são:

1º) realizar diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos para saber quais conceitos precisarão ser mais enfatizados;

2º) apresentar a proposta para os alunos para que eles tomem conhecimento de que fazem parte de um trabalho voltado ao seu aprendizado;

3º) realizar avaliação dos conhecimentos ao final das etapas para averiguar a eficácia do produto.

A escolha do tema microgravidade foi uma proposta do Professor Rafael Castelo da UFERSA que tinha como objetivo produzir um ambiente de

microgravidade que pudesse ser utilizado em sala de aula. Após essa proposta, realizamos uma pesquisa literária com a finalidade de identificar os trabalhos já produzidos com esse objetivo. Basicamente, usei a internet para a realização da pesquisa. Encontrei alguns trabalhos semelhantes ao que aqui desenvolvi, mas com finalidades diferentes.

Com a finalidade de orientar o professor na construção do aparato experimental iremos descrever passo a passo o que será necessário para a construção do aparato completo desde os materiais necessários até a aplicação do produto. É importante salientar que as adequações que o professor julgue necessário para a sua realidade estão livres, desde que não prejudique a finalidade para a qual o aparato experimental foi pensado.

2. CONSTRUÇÃO DO APARATO EXPERIMENTAL

O aparato experimental é um simulador de queda livre que foi construído com o objetivo de trabalhar, nas aulas de Física, o tema microgravidade (Figura A1). Com ele os alunos conseguem observar o fenômeno de microgravidade de forma realística por alguns décimos de segundos. O aparato é constituído de uma parte estrutural que funciona como sustentação e a câmara, onde é realizado os experimentos. Assim, o aparato é composto por duas partes. Uma estrutural e a câmara.

Os materiais utilizados na construção da estrutura de sustentação foram adquiridos por menos de R\$ 50,00 e todos de fácil aquisição. Segue a relação do material necessário para a construção da estrutura. Os materiais são:

- ✓ 2 caibros de 1,85 m;
- ✓ 1 caibro de 2,10 m;
- ✓ 4 pedaços de madeira de 30 cm;
- ✓ 4 parafusos de 6 cm;
- ✓ 2 parafusos de 6 cm com espessura maior;
- ✓ 8 arruelas para os parafusos;
- ✓ 4 porcas para os parafusos;
- ✓ 5 ganchos pequenos;
- ✓ 4 parafusos auto fixante de 4 cm;
- ✓ Tábua de madeira de 40 cm x 80 cm;

- ✓ Nylon nº 0,70 mm (cabos guias);
- ✓ Cordão (cabo de elevação).

Figura A1: Estrutura do aparato experimental montada.



Serão necessárias algumas ferramentas para a realização do serviço. Furadeira e/ou parafusadeira, brocas de espessuras diversas, trena métrica, lápis, serra, lixa para madeira, formão, chaves de fenda ou Philips (caso não disponha de parafusadeira) e estile grande.

A seguir demonstrarei o passo a passo de como realizar a montagem da estrutura de sustentação que pode sofrer algumas adaptações dependendo da realidade a qual se encontra a escola ou o espaço onde será montada. Incluir o aluno no processo de construção do aparato experimental pode estimular a participação mais efetiva dos mesmos no processo, aumentando as chances de aprendizado. Afinal a aprendizagem significativa ocorre quando os alunos estão pré-dispostos a aprender e assim conseguem reformular seus conhecimentos prévios alcançando um novo patamar cognitivo.

1º PASSO: realização das medidas dos caibros.

Meça com a trena o tamanho exato dos dois caibros que servirão de base (neste trabalho 1,85 m). Em seguida meça o caibro que servirá de sustentação (neste trabalho 2,10 m). Meça quatro pedaços de madeira de 30 cm (aqui usei os restos dos caibros)(Figura A6).

2º PASSO: encaixe dos caibros.

Nas extremidades de cada caibro faça um corte até a metade da espessura do caibro e nivele para realizar o encaixe entre os caibros formando uma trave (Figura A2). Utilizando uma furadeira faça dois furos em cada extremidade dos caibros para em seguida fixar com os parafusos, arruelas e porcas. O mesmo deve ser feito com os pedaços de 30 cm que deverão servir de sustentação para os cabos guias e para a base da estrutura. A estrutura deve ficar com o formato da Figura A2.

3º PASSO: Fixação dos cabos guias

Com uma furadeira ou outra ferramenta de perfuração faça um furo em cada canto do fundo da caixa. Estes servirão de referência para os furos que deverão ser feitos na tampa da caixa por onde passarão os cabos guias. Isso é necessário para a caixa descer livre pelos cabos. Nos dois pedaços de madeira de 30 cm (resto dos caibros) faça os furos usando os furos da tampa da caixa como referência. Em seguida atarraxe os ganchos autofixante nos pedaços de madeira conforme Figura A3. Após isso, arrame os cabos guias (nylon nº 0,70 mm) nos ganchos e passe pelos furos na caixa. Os cabos deverão ser presos a parafusos que ficarão na tábua que servirá de apoio. Mas isso será feito apenas no final.

Figura A2: Indicação dos encaixes do *kit* experimental.



Figura A3: Fixação dos ganchos



Para a câmara onde os experimentos serão realizados, serão necessários apenas adquirir:

- ✓ Caixa de plástico do tipo organizador;
- ✓ Abraçadeiras plásticas;
- ✓ Caixinha de MDF tipo porta bijuterias;

4º PASSO: a câmara

A montagem da câmara é muito simples. Reserve a caixa plástica e com o auxílio da furadeira ou outra ferramenta perfurante, faça furos na lateral da caixa (lateral mais estreita) por onde passarão as abraçadeiras plásticas que prenderão a caixinha de MDF que servirá de base para os experimentos da chama da vela e da repulsão dos ímãs. Na lateral oposta da caixa plástica faça outros furos para prender o equipamento que irá registrar os experimentos com as abraçadeiras, nesse trabalho usei o celular. Veja as Figuras A1 e A4.

Figura A4: base de apoio



5º PASSO: montagem final

Após a estrutura pronta, faça um furo no centro do caibro de sustentação, exatamente entre os dois pedaços de madeira que sustentarão os cabos guias, para fixar a roldana plástica (Figura A3). A 50 cm deste furo, faça outro para fixar a segunda roldana. Passe um cordão pelas roldanas e prenda a extremidade do cordão na tampa da caixa plástica conforme figura A5.

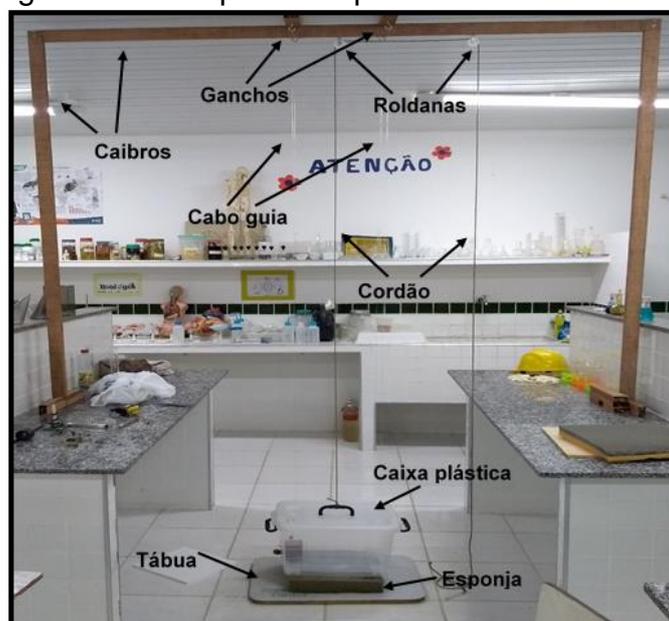
Para concluir a montagem do aparato experimental, deve-se posicionar a estrutura no local onde será realizado os experimentos, no meu caso foi na bancada do laboratório de ciências da escola (Figura A6). Após o posicionamento da estrutura, passar os cabos guias pelos furos da caixa plástica e prender nos parafusos fixados na tábua de madeira que deve ficar no solo.

Figura A5: Fixação das roldanas e cabos de elevação



Salientamos que a tábua deve ser pesada o suficiente para evitar o deslocamento da mesma durante a queda da caixa plástica. Após posicionar os cabos guias, prenda a extremidade do cordão de elevação na caixa de forma que ela fique equilibrada. Passe o cordão pelas roldanas e realize o movimento de elevação da caixa plástica para verificar os ajustes nos cabos guias, que devem permitir que a caixa plástica deslize livremente com o mínimo de atrito. Coloque a esponja na base da tábua para absorver o impacto quando a caixa plástica cair. A estrutura final deve ficar conforme a Figura A6.

Figura A6: Montagem final do aparato experimental.



3. EXPERIMENTOS

Os experimentos realizados foram retirados do artigo do Professor Marcelo Saba publicado na revista Física na Escola de 2000. Foram escolhidos 4 experimentos que julgamos ser mais práticos e ser mais fácil a observação das alterações ocorridas. Os experimentos escolhidos foram a chama da vela, a força de repulso de ímãs, a deformação de uma mola e o pêndulo simples.

3.1. chama da vela

A chama da vela sob a ação da gravidade tem um formato específico. A chama evolui para cima devido a presença das correntes de convecção que surgem devido ao aquecimento dos gases. Ocorre uma diferença de densidade entre os fluidos envolvidos, o que provoca o formato alongado. No ambiente de microgravidade não há presença das correntes de convecção o que provoca alteração no formato da chama para uma chama esférica. É o que tentamos demonstrar com esse aparato experimental.

3.2. Repulsão entre ímãs

A força de repulsão que existe entre os ímãs é provocada pelo campo magnético que os ímãs produzem ao seu redor. Quando um ímã está posicionado um sobre o outro com os mesmos polos percebemos essa força de repulsão muito facilmente. Quando esses ímãs estão sob ação da gravidade, um sobre o outro, essa força é adicionada da força Peso, o que intensifica a força de repulsão magnética diminuindo a distância que separa os ímãs.

No ambiente de microgravidade a força Peso é quase ausente. Assim, a força de repulsão magnética atua exclusivamente sobre os ímãs aumentando a distância entre eles em relação a distância inicial.

3.3. Deformação de uma mola

Quando penduramos uma massa em uma mola, esta fica sob a ação da força gravitacional que deforma a mola na direção do centro da Terra. Resistindo

a ação da força peso existe a força de resistência da mola que tende a fazer a mola a voltar ao seu estado de equilíbrio original. Se não houvesse a ação da força peso, a deformação da mola não existiria, pois não haveria mais uma força atuando para baixando deformando a mola. No experimento realizado buscamos observar este fenômeno.

3.4. Pêndulo simples

O pêndulo simples possui uma oscilação específica que é controlada pela força gravitacional. A medida que o movimento do pêndulo atinge determinada altura, ele perde velocidade devido dentre outras coisas, a força da gravidade que o puxa pra baixo. Se este pêndulo simples estivesse em um local onde a força peso não atuasse, o alcance do pêndulo seria maior, pois a força que o puxa pra baixo deixaria de atuar. Isso seria possível em ambiente de microgravidade.

4. AULA 01: APRESENTAÇÃO DO PROJETO

Objetivos:

- ✓ Identificar os conhecimentos prévios (subsunçores) dos alunos sobre microgravidade através de um pré-teste;
- ✓ Apresentar a sequência didática aos alunos, informando-os das atividades que serão desenvolvidas.

Recursos: Cópia dos pré-testes, notebook, projetor de imagem (*Datashow*).

Tempo estimado: 1 aula de 50 min

Orientações

O professor deve organizar a turma para a aplicação do questionário (pré-teste) que servirá como parâmetro ao final dessa sequência didática para verificar a eficácia do produto educacional. O questionário deve ser respondido

individualmente ou em duplas ou em pequenos grupos de acordo com a intenção do professor. É importante não haver consulta a nenhuma fonte de pesquisa sob pena de mascarar o resultado. Estipule um tempo máximo de 30 minutos e recolha o questionário.

QUESTIONÁRIO DO PRÉ-TESTE

- 01) Existe diferença entre Peso e massa? Explique.
- 02) Por que os objetos caem espontaneamente em direção ao centro da Terra?
- 03) Por que a Lua não se choca com a Terra?
- 04) O que significa um corpo em queda livre?
- 05) Você sabe o que é microgravidade? Explique.
- 06) Por que os astronautas flutuam no interior da Estação Espacial Internacional?

Após o recolhimento do questionário, o professor deve apresentar aos alunos a proposta de trabalho na qual eles iram participar. O professor deve chamar a atenção para o fato de que eles, os alunos, deverão ser os personagens principais deste processo didático, portanto devem participar ativamente

5. AULA 2: CONCEITOS FÍSICOS SOBRE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

Objetivo:

- ✓ Reconhecer a gravitação como uma lei de caráter universal;
- ✓ Identificar as variáveis que participam da lei da gravitação universal;
- ✓ Reconhecer a microgravidade como um fenômeno da ausência de peso aparente.

Recursos: Livro didático, notebook ou computador, projetor de imagem (*Datashow*).

Tempo estimado: 2 aulas de 50 min

Orientações

O professor deve preparar *slides* sobre a Lei da Gravitação Universal de Newton focando nos conceitos de gravidade, atração gravitacional, peso aparente e peso real, microgravidade e movimento orbital. É importante que os alunos já tenham algum conhecimento sobre velocidade e as leis de Newton para facilitar a compreensão das discussões.

O foco aqui não é realizar cálculos matemáticos, muito embora o professor possa adequar aos seus objetivos, mas discutir os conceitos físicos que permeiam o conteúdo abordado. O aluno deve perceber que a gravidade é uma força atrativa e que atua a distância e nunca é eliminada. Também deve compreender que a força de atração gravitacional está relacionada com as massas e a distância que as separa. O aluno deve perceber que a força de atração entre os corpos na superfície terrestre é muito pequena que chega a ser imperceptível, mostrar que isso se deve ao fato de estarmos sobre a ação da força gravitacional da Terra e possuímos massas insignificante comparada a massa da Terra. O professor deve deixar claro a diferença entre peso aparente e peso real para que possa relacionar esta diferença com a imponderabilidade e com a microgravidade. O professor deve fazer uso de fotos e vídeos que abordem o assunto para facilitar a compreensão e a discussão acerca do assunto. Para concluir a aula o professor deve propor discussões em pequenos grupos com questões conceituais. Como sugestão de questões pode-se utilizar o livro Física Conceitual de Paul G. Hewitt da editora Bookman.

6. AULA 03: DISCUSSÃO DO FILME “GRAVIDADE”

Objetivo: identificar os conceitos físicos discutidos na aula 02 no filme GRAVIDADE.

Recursos: Filme GRAVIDADE, notebook ou computador, projetor de imagem (*Datashow*) e caixa de som.

Tempo estimado: 2 aulas de 50 min

Orientações

O professor deve providenciar o filme GRAVIDADE de Alfonso Cuarón protagonizado pelos atores Sandra Bullock e George Clooney. O filme foi

lançado em 2013 e foi muito bem recomendado pelos cientistas espaciais em virtude de ter sido capaz de retratar com muita fidelidade o que de fato acontece com corpos em movimento no espaço. Obviamente que existem alguns erros científicos, mas de forma geral o filme acertou mais do que errou.

O professor deve providenciar um espaço para a exibição do filme, que pode ser a própria sala de aula, e orientar os alunos que atentem para os conceitos físicos que foram discutidos em sala de aula até o momento.

Após a exibição do filme, o professor deve promover uma discussão acerca dos conceitos de gravidade zero (imponderabilidade), queda livre, movimento orbital, efeitos da microgravidade no ser humano dentre outros conceitos que o professor julgue pertinente.

7. AULA 04: UTILIZAÇÃO DO APARATO EXPERIMENTAL

Objetivos:

Realizar experimentos em ambiente de microgravidade;

Observar alterações provocadas em experimentos em microgravidade;

Identificar o fenômeno da microgravidade.

Recursos: aparato experimental, câmera fotográfica ou celular, vela, fósforo ou isqueiro, massa de 15 g, dois ímãs circulares, suporte para os ímãs, mola de constante elástica baixa e massa de 50 g.

Tempo estimado: 2 aulas de 50 min

Orientações

O professor deve dividir a turma em pequenos grupos de no máximo cinco alunos e organizar a atividade. O aparato experimental deve estar montado no local onde serão realizados os experimentos. Cada grupo deve receber o roteiro de cada experimento, realizar os lançamentos e fazer os registros. Os materiais necessários para a realização de cada experimento devem estar disponíveis para cada grupo. Caso não tenha uma câmera fotográfica a disposição, pode-se utilizar o celular no modo câmera lenta. Segue abaixo os roteiros de cada experimento. É importante salientar que os procedimentos

adotados em cada roteiro a seguir, podem ser ajustados pelo professor para atender as suas necessidades e as necessidades da sua turma.

Chama da vela

Levante a tampa da caixa plástica e posicione uma vela acesa sobre a base de apoio. Para fixá-la, pingue a parafina da vela na base de apoio e cole a base da vela na parafina. Posicione a câmera digital e prenda com as abraçadeiras plásticas de forma que a vela fique bem em frente a câmera. Tampe a caixa e inicie a gravação. Suspenda a caixa plástica com a vela acesa pelo cordão de elevação até o topo da estrutura. Solte o cordão de elevação permitindo a queda livre da caixa sobre a esponja na tábua de apoio. Pare a gravação e verifique as imagens para identificar o momento em que ocorre a ação da microgravidade. Se julgar necessário, repita o procedimento. Anote as observações para futuras discussões.

Repulsão entre ímãs

Com a caixa no solo, levante a tampa da caixa e posicione os ímãs sobre o suporte de forma que fiquem com os polos de mesmo nome um de frente para o outro promovendo uma repulsão entre eles. Coloque o conjunto sobre a base de apoio dentro da caixa plástica e posicione câmera digital de acordo com o procedimento da chama da vela. Inicie a gravação e eleve a caixa até o topo da estrutura. Solte a caixa plástica deixando-a cair livremente até o solo sobre a esponja. Pare a gravação e veja o vídeo para identificar se os ímãs se distanciaram. Caso não esteja satisfeito com o resultado, repita o procedimento. Anote as observações para as discussões posteriores.

Deformação de uma mola

Coloque a caixa plástica no solo sobre a esponja e com a tampa aberta perfure a lateral da caixa com o gancho autofixante do lado que fica a base de apoio. A fixação do gancho deve ficar a altura suficiente para que quando a mola distender não toque na base de apoio. Após a fixação do gancho, prenda uma das extremidades de uma mola no gancho e na outra extremidade da mola prenda uma massa de 15 g. Lembre-se de utilizar uma mola flexível (constante elástica baixa). Após esse procedimento, posicione a câmera digital conforme foi

feito nos procedimentos anteriores e acione a gravação no modo câmera lenta. Eleve a caixa plástica até o topo da estrutura e procure evitar que o conjunto massa-mola fique oscilando. Solte a caixa e quando ela atingir a esponja sobre o solo pare a gravação. Verifique em seguida o vídeo e observe se o efeito de microgravidade ficou visível. Caso contrário, repita o procedimento. Anote as observações para as discussões futuras.

Pêndulo simples

Com a caixa plástica no solo, a tampa aberta e o gancho fixado na mesma altura que foi usada para a deformação da mola, prenda uma das extremidades de um fio rígido no gancho e na outra prenda uma massa de 50 g. Ponha o pêndulo para oscilar, posicione a câmera digital conforme procedimentos anteriores e acione a gravação no modo de câmera lenta, eleve a caixa até o topo da estrutura e realize a queda livre. Pare a gravação e observe o momento em que o pêndulo deve aumentar sua amplitude de oscilação. Caso julgue necessário repita o procedimento. Anote as observações realizadas para futuras discussões.

8. CONCLUSÕES

O uso de sequências didáticas para desenvolver um tema específico ou até um tema mais abrangente é uma boa estratégia pedagógica, pois mobiliza diversas atividades que se complementam. Assim, o produto educacional aqui desenvolvido se mostrou uma ferramenta muito útil, apesar de bastante simples, nessa direção, pois conseguiu atingir o propósito ao qual foi pensado, que é ajudar o aluno na sua aprendizagem.

O produto educacional aqui desenvolvido pode ser utilizado com outros experimentos de mesma finalidade, ou pode ser usado para trabalhar outros assuntos da Física, como por exemplo, a determinação do valor da aceleração da gravidade local através da medida do tempo e da altura de queda. Também é possível adaptar o aparato experimental para trabalhar oscilação de um pêndulo simples, dentre outras possibilidades que o professor possa visualizar.

9. REFERÊNCIAS

BALISCEI, M. P. **EXPLICANDO A MICROGRAVIDADE**. 2011. 44 f. Monografia (Licenciatura em Física) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2011.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WAKER, J. **Fundamentos de Física: gravitação, ondas e termodinâmica**, v. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

SABA, M. M. F. **Microgravidade na sala de aula**. Física na Escola. v. 1, n. 1, 2000.

SANDRA, M. **What Is Microgravity?**. 2017. Disponível em <<https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/what-is-microgravity-58.html>>, Acesso em: 23 nov. 2018.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. Vol. 1: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica. Grupo Gen-LTC, 2000.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física II: Termodinâmica e ondas**. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2008