



SEQUÊNCIA DIDÁTICA

APRENDENDO ONDAS COM O ZUM

JÉSSICA MARTINS

Sumário

1. Ao professor	2
2. Instrução pelos colegas, ensino sob medida e aprendizagem baseada em projetos	3
3. Jogo zum	5
4. Sequência didática	7
Aula 1.....	8
Aula 2.....	8
Aula 3.....	10
Aula 4.....	11
Aula 5.....	12
Aula 6.....	14
Aula 7.....	16
Aula 8.....	17
Aula 9.....	17
Aula 10	17
Referências.....	19

1. AO PROFESSOR

Este material constitui uma proposta de uma sequência didática, com utilização de metodologias que pretende colocar o aluno como ser ativo no processo de ensino aprendizagem e utilizando um jogo digital, no estudo de ondulatória.

As aulas foram planejadas de forma que os alunos, possuam uma maior autonomia, com o professor atuando como mediador do processo de ensino – aprendizagem.

A sequência didática proposta, de recursos tecnológicos, em momentos extraclasse e durante as aulas. Portanto o professor deve verificar a viabilidade de sua aplicação com antecedência.

A princípio será apresentado ao leitor uma breve explicação das metodologias adotadas e em seguida, Instrução pelos Colegas (IpC), Ensino sob Medida (EsM) e Aprendizagem baseada em projetos (ABP), em seguida a sequência didática é descrita.

2. INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS, ENSINO SOB MEDIDA E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS.

A técnica instrução pelos colegas (*Peer Instruction*), foi desenvolvida por Eric Mazur, professor de Física da Universidade de Harvard, ao perceber a dificuldade dos alunos em compreender conceitos físicos. Essa técnica tem como base dois objetivos: o primeiro consiste em promover a interação dos estudantes durante as aulas e o segundo diz respeito ao foco dos estudantes nos conceitos fundamentais. Assim as aulas se iniciam com uma breve apresentação do professor dos conceitos chaves a ser compreendido naquela aula, ao final são apresentados testes conceituais aos estudantes. Estes testes deverão ser respondidos em princípio individualmente, em seguida os estudantes discutir com seus colegas acerca da resposta que consideraram correta. Os alunos podem responder utilizando cartões de respostas (*flash cards*). Após a discussão os estudantes devem apresentar suas novas respostas ao professor. Esse processo permite que o professor consiga obter a quantidade de alunos que responderam corretamente ou não as perguntas. Caso a porcentagem de respostas corretas da sala seja menor que 30%, o professor deve retomar o conteúdo e abordá-lo com maior detalhe. Posteriormente, deve apresentar um novo teste conceitual. Caso a porcentagem de respostas corretas seja maior do que 70% ele prosseguirá com o próximo tópico a ser estudado, entre 30% a 70% de acertos a discussão entre os colegas deve acontecer, se a quantidade de acertos for menor que 30%, o professor deve retomar o conceito de uma forma mais aprofundada e aplicar outro teste conceitual.

A metodologia intitulada Just-in-time (*Ensino sob Medida*, foi criada na década de 90 por Gregor M. Novack juntamente com seus colegas Andrew D. Gavrin, Evelyn T. Patterson e Wolfgang Christian com o propósito de favorecer a aprendizagem de ciências na sala de aula. Essa técnica é composta por três etapas: na primeira, os estudantes devem resolver tarefas que o professor irá indicar antes da aula, com um tempo hábil. Essa tarefa pode ser de própria autoria do professor, ou de uma referência na internet, ou capítulo de um livro. Após o estudo do material, os estudantes devem responder algumas questões dissertativas que envolvam os principais tópicos da aula, denominados testes de leitura. As respostas poderão ser postadas (via *e-mail* ou em uma plataforma de aprendizagem como a Moodle) em um

prazo estipulado pelo professor e anterior a aula. A segunda etapa é aquela em que o professor deverá analisar as respostas dos estudantes com intenção de identificar os pontos nos quais os alunos apresentaram maior dificuldade. Por fim o professor montará a sua aula levando em consideração os pontos de maior confusão por parte dos alunos e em sala apresentar breves explicações intercalando com atividade de fixação ou experimentais, que provoque interação entre os educandos.

A terceira metodologia empregada é a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) que é uma técnica de ensino, cuja concepção baseia em propor uma tarefa, problema ou questões que seja envolvente e motivadora para os alunos. Assim os alunos irão trabalhar cooperativamente ao longo do processo da aprendizagem. Nesse sentido, em sua aplicação, os alunos deverão estar informados do processo. Outro ponto importante é em relação a questão motriz, já que esta deve manter o aluno focado durante a abordagem, além do auxílio e feedback do professor ao longo do processo. O professor também deve proporcionar períodos de reflexão aos alunos. Para o encerramento da técnica é fundamental que os estudantes tenham oportunidade de apresentar os resultados do projeto.

3. JOGO ZUM

O desenvolvimento do jogo digital ZUM foi realizada de forma colaborativa a partir dos integrantes do Núcleo de Pesquisa em Tecnologias (NUTEC) da Universidade Federal de Uberlândia. Este foi construído com o uso da plataforma de desenvolvimento de jogos Unity¹ em sua versão gratuita.

O personagem do jogo é um celular, que dá o nome ao jogo, e que tem como objetivo inicial escapar do vilão “Gaiola”, cujo nome faz referência ao princípio da Gaiola de Faraday. A medida que avança no cenário, Zum, deve coletar fótons, impedindo que sua bateria descarregue e conseqüentemente seja capturado pelo vilão. O personagem apresenta como característica emitir diferentes frequências, o que lhe permite destruí caixas feitas, de vidro, metal, madeira ou aquecer um recipiente com água ao entrar em ressonância com eles. O jogador poderá alterar a frequência emitida pelo Zum trocando a antena de acordo com o material que deverá ser destruído. O jogo também apresenta algumas pontes levadiças que funcionam por meio de dois dispositivos diferentes, uma delas está conectada a um painel solar com uma bateria e a outra a um recipiente de água. O primeiro, refere-se ao conceito de transformação de energia, será acionado pelo personagem Zum quando ele ligar sua lanterna e direcionar para o painel solar, isso fará com que a bateria da ponte carregue possibilitando a passagem do personagem. A segunda ponte é acionada através do aquecimento da água, esse aquecimento também é devido ao fenômeno de ressonância, contudo a energia é suficiente apenas para aquecer a água.



Figura 1-Imagem inicial do Jogo.

¹ Unity, <https://unity3d.com/pt>.



Figura 2-Visualização dos personagens e cenário do jogo.

O jogo apresenta duas versões para download: uma versão Android e outra Windows, o que amplia sua possibilidade de aplicação. A fase inicial do jogo pode ser instalado através do link:

<https://drive.google.com/open?id=1vftGthTQZwHHllxatlAhUE5gUodu0a>

4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática propõe 10 aulas presenciais em sua utilização.

A aula 1 deve ser destinada para colocação da proposta para os alunos e explicação de como as aulas irão funcionar. Durante a exposição da proposta o professor deve levar em consideração as colocações dos alunos. Permitindo que eles se sintam parte integrante e central do processo.

As aulas 2 a 4 propõe a utilização das metodologias EsM e IpC, portanto o professor, deverá manter o material de estudo para os alunos com antecedência para que eles possam enviar em tempo hábil ao professor o questionário respondido. O material poderá ser colocado em uma plataforma, Moodle, ou enviado por email. Nos momentos em sala o professor poderá utilizar, *flash cards*, ou o aplicativo *Plickers*²². Caso opte pela utilização de cartões o professor poderá confeccioná-los anteriormente da forma que achar melhor.

Se optar pela utilização do aplicativo, o professor deverá fazer um cadastro, conforme solicitado após download do aplicativo, e assim pode montar questionários de múltipla escolha. Os alunos portando os cartões, próprios para serem utilizados com o aplicativo, responderam às perguntas. O professor, utilizando seu celular, faz a leitura dos códigos impresso nos mesmos, permitindo assim uma análise dos números de respostas corretas.



Figura 3 - Cartões respostas.

²² *Plickers* é um aplicativo que pode ser utilizado em Android e iOS além da web, que permite a elaboração de questionários de múltipla escolha que permite que professores visualizem as respostas dos alunos imediatamente.

Aula 1

Na primeira aula, presencial, o professor deverá apresentar a proposta das aulas e as metodologias: Ensino sob Medida, Instrução por pares e Aprendizagem baseada em projetos, que vão ser utilizadas e também o tema que será trabalhado, ondulatória. Esta apresentação preparara os alunos para a alteração do formato das aulas deixando-os informados sobre o processo.

O professor deverá falar sobre o Jogo Zum rapidamente, sem muitos detalhes do que se passa no jogo e os conceitos que possui. A apresentação deverá apenas colocar que eles criaram um roteiro de sequência para o jogo envolvendo o conteúdo trabalhado.

Nesta aula o professor deve informar os alunos sobre o material que utilizarão e a forma que terão acesso, já que eles deverão estudá-lo anteriormente as aulas presenciais.

O material de estudo, poderá ser preparado pelo professor ou ele poderá indicar um material que tenha selecionado, sobre os conceitos a ser estudado naquela aula. Caso o professor escolha fazê-lo em *Power Point*, ou outro recurso de sua preferência, é importante colocar o conteúdo de forma clara, com imagens, e se possível utilizar recursos que complemente o material.

Aula 2

Objetivo: Definir o conceito de onda, suas características e sua classificação em relação à natureza de propagação.

Conceitos: Ondas, velocidade de propagação, comprimento de onda, período, frequência, amplitude, classificação em relação a natureza da onda: onda eletromagnética e mecânica.

Em um momento anterior a aula presencial os estudantes deverão realizar as atividades propostas abaixo:

1. Os estudantes devem fazer uma representação do que entende por Onda e enviar para o e-mail informado na plataforma Moodle do Nutec (<http://nutec.ufu.br/moodle>) / Email.

2. Os estudantes serão orientados a estudar a apresentação de slides (material de estudo) disponibilizada pelo professor na plataforma Moodle/ Email.

3. Os estudantes devem responder ao questionário disponibilizado na plataforma Moodle/ Email.

Sugestão

O professor, pode criar os questionários que serão utilizados ao longo das aulas ou pelo Moodle ou através do Google Formulário³. As questões dos questionários extraclasse podem ser criadas pelo professor, retiradas de algum material, ou de provas de vestibular.

Com o acesso as respostas, o professor deve identificar os conceitos cientificamente corretos e incorretos e preparar uma breve explicação para a aula presencial e testes conceituais, focando nos problemas detectados e reforçando os conceitos corretos.

Aula presencial:

1. Discussão do princípio de onda através das representações feitas pelos estudantes.

Questão geradora
Por que você representou uma onda desta forma?

2. Breve apresentação da explicação preparada anteriormente pelo professor.

3. Pergunta conceitual formulada a partir da identificação dos conceitos expressos pelos estudantes nas atividades extra sala.

4. Análise das respostas individuais à pergunta formulada

5. Discussão em grupo da pergunta conceitual.

³ Google Formulários (*Google Forms*) é uma ferramenta do *Google Docs*, que permite criar e analisar questionários.

6. Apresentação, pelos grupos, da nova resposta à pergunta conceitual

7. Mostra do vídeo “Som no vácuo”, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rEGO8-zUcEI> . O professor pode retomar através do vídeo a discussão sobre a classificação da natureza da onda.

O professor deve encerrar colocando mais uma vez os conceitos apresentados complementando as discussões em sala.

Sugestão

O professor pode escolher a quantidade de perguntas conceituais a ser discutidas pelos alunos, conforme o tempo disponibilizado. Essas questões podem ser elaboradas pelo professor, retiradas de algum material ou mesmo questões de vestibular. As questões devem também abordar o conteúdo no qual os alunos apresentaram maior dificuldade.

Aula 3

Objetivo: Definir sua classificação em ao modo de propagação e dimensão de propagação, fase da onda, interferência construtiva e interferência destrutiva.

Conceitos: Classificação das ondas, interferência, fase da onda.

Atividades anterior a aula presencial:

1. O professor deverá orientar os estudantes para que estudem a apresentação de slide (Material de estudo) disponibilizada pelo professor na plataforma Moodle. (<http://nutec.ufu.br/moodle>)/Email.

2. Os estudantes devem responder ao questionário disponibilizado na plataforma Moodle/Email.

O professor deve identificar os conceitos cientificamente corretos e incorretos e preparar uma breve explicação para a aula presencial e testes conceituais, focando nos problemas detectados e reforçando os conceitos corretos.

Sequência aula presencial:

1. Breve apresentação da explicação preparada anteriormente pelo professor.
2. Pergunta conceitual formulada a partir da identificação dos conceitos expressos pelos estudantes nas atividades extra sala.
3. Análise das respostas individuais à pergunta formulada
4. Discussão em grupo da pergunta conceitual
5. Apresentação, pelos grupos, da nova resposta à pergunta conceitual

O professor deve encerrar colocando mais uma vez os conceitos apresentados complementando as discussões em sala.

Aula 4

Objetivo: Compreender os conceitos de refração, reflexão, difração e polarização. Perceber aplicação desses conceitos em objetos no cotidiano.

Conceitos: Reflexão e Refração, Difração e Polarização.

Atividades anterior a aula presencial:

1. Orientar que os estudantes estudem a apresentação de slide (Material de Estudo) disponibilizada pelo professor na plataforma Moodle/Email. (<http://nutec.ufu.br/moodle>)
2. Solicitar que os estudantes respondam ao questionário disponibilizado na plataforma Moodle/Email.

O professor deve identificar os conceitos cientificamente corretos e incorretos e preparar uma breve explicação para a aula presencial e testes conceituais, focando nos problemas detectados e reforçando os conceitos corretos.

Aula presencial:

1. Breve apresentação da explicação preparada anteriormente pelo professor

Sugestão

Em sua explicação sobre o conteúdo abordado nesta aula, o professor pode utilizar-se de recursos, como simuladores que complemente a explicação dada. Como as simulações abaixo:

- *Desvio da Luz*
- *Onda em corda*

Ambas disponíveis no site Phet- Interactive simulations conforme o link:

<https://phet.colorado.edu/pt/simulations/category/physics/sound-and-waves>

Elas podem auxiliar na explicação sobre reflexão e refração de ondas.

2. Pergunta conceitual formulada a partir da identificação dos conceitos expressos pelos estudantes nas atividades extra sala
3. Análise das respostas individuais à pergunta formulada
4. Discussão em grupo da pergunta conceitual
5. Apresentação, pelos grupos, da nova resposta à pergunta conceitual
6. Vídeo reflexão e refração disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=N7NilzmSfwk>
7. Vídeo óculos escuro polarizado e não polarizado disponível em
<https://www.youtube.com/watch?v=TjItXUJsqwY>

O professor deve encerrar colocando mais uma vez os conceitos apresentados, complementando as discussões em sala.

Aula 5

Objetivo: Compreender os conceitos relacionado as ondas sonoras.

Conceitos: Qualidades fisiológicas do som, Efeito Doppler, Ressonância, Efeito Doppler da luz, Batimento, ondas estacionárias.

Atividades anterior a aula presencial:

1. Orientar que os estudantes estudem a apresentação de slide disponibilizada pelo professor na plataforma Moodle/Email.
(<http://nutec.ufu.br/moodle>)
2. Os estudantes devem responder ao questionário disponibilizado na plataforma Moodle/Email.

O professor deve identificar os conceitos cientificamente corretos e incorretos e preparar uma breve explicação para a aula presencial e teste conceituais, focando nos problemas detectados e reforçando os conceitos corretos.

Aula presencial:

1. Breve apresentação da explicação preparada anteriormente pelo professor (Material de estudo).
2. Pergunta conceitual formulada a partir da identificação dos conceitos expressos pelos estudantes nas atividades extra sala
3. Análise das respostas individuais à pergunta formulada
4. Discussão em grupo da pergunta conceitual
5. Apresentação, pelos grupos, da nova resposta à pergunta conceitual
6. Vídeo frequência, ressonância e Batimento disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=UitcHO8PYt8>

Sugestão

O professor pode realizar nesta aula uma atividade experimental simples para que os alunos consigam visualizar uma onda estacionária.

Material necessário

Uma espiral de encadernação.

Instruções

O professor deve solicitar ajuda de um aluno para que ele segura e mantenha uma das extremidades da mola fixa.

Em seguida o professor deve mexer em movimentos verticais na outra extremidade da mola, até que a onda estacionária se forme.

Esse experimento foi adaptado conforme mostrado no vídeo Mago da Física- Ondas estacionárias. Conforme o link: <https://www.youtube.com/watch?v=pDkd-vO1x9k>

O professor deve encerrar colocando mais uma vez os conceitos apresentados complementando as discussões em sala.

As aulas 6 a 10 da sequência propostas, os estudantes irão trabalhar com o jogo digital ZUM (Figura 1). Ao abrirem o jogo, os estudantes terão a possibilidade de encontrar informações acerca de como jogá-lo no tópico Treinamento (Figura 4 e 5).



Figura 4 - imagem do início do jogo



Figura 5 - Imagem treinamento do jogo.

Aula 6

Atividades anterior a aula presencial:

O aluno irá acessar a plataforma Moodle/Email, onde estará a seguinte atividade:

- 1) Você deverá jogar observando com atenção os acontecimentos ao longo do percurso. Você deve registrar em vídeo, de curta duração, o momento em que estiver jogando, colocando-o em anexo.

Após o aluno entrar em contato com o jogo ele deverá responder o questionário com as perguntas abaixo, essas questões podem estar colocadas no Moodle ou no email, utilizando o Google Formulários:

QUESTÕES PROPOSTAS	
1)	Qual fenômeno físico está relacionado com a destruição das caixas no jogo?
2)	Explique a relação entre o fenômeno abordado na pergunta 1 com o fenômeno que permite o acionamento da ponte?
3)	Relate qual a finalidade do painel solar e qual a função do fóton para o funcionamento do celular?

Aula presencial:

Em sala os estudantes serão divididos em grupos para discutirem as perguntas respondidas extraclasse, possibilitando-os refletir e argumentar sobre os possíveis conceitos de ondas contidos no jogo. É importante que durante as aulas, caso os alunos sintam necessidade, eles tenham acesso ao jogo, ou por meio dos celulares pessoais ou por meio de um computador.

Sugestão

A divisão do grupo, pode ser realizada previamente pelo professor, ou deixar livre para os alunos. Caso o professor, faça a divisão, é importante montá-los de forma eclética. Esse grupo deve permanecer até o final da sequência metodológica.

Cada grupo fará um breve relato sobre a conclusão das perguntas colocadas, ao final, o professor fará um fechamento, apontando os equívocos e acertos sobre as questões que foram apresentadas.

Após a apresentação dos grupos o professor faz a explanação de alguns conceitos importantes abordados no jogo como: Fóton, Funcionamento do Painel solar e do aparelho de micro-ondas.

Aula 7

Atividades anterior a aula presencial:

Nesta aula os estudantes serão estimulados a montar uma sequência para o jogo utilizando conceitos que foram trabalhados ao longo das aulas. Eles postarão suas propostas na plataforma Moodle, ou no Google formulários, permitindo o acesso do professor às suas ideias anteriormente a aula; assim, os eventuais equívocos dos estudantes poderão ser trabalhados durante a aula, otimizando o tempo em sala.

Aula presencial:

Em sala, o professor fará um experimento com os alunos que remete a um conceito abordado no jogo. Conforme apresentado na quadro 1.

Quadro 1 - Atividade Experimental.

Atividade Experimental – Celular fora de área	
<p>Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none">• Dois celulares• Uma folha de papel alumínio	<p>Instrução:</p> <ul style="list-style-type: none">• O professor deve solicitar a um aluno da turma que venha a frente com seu celular.• O professor deverá ligar do seu telefone próprio para o aluno, afim de mostrar para a turma que o celular recebe a chamada normalmente.• Em seguida, o professor deve embrulha o celular do aluno no papel alumínio.• O professor liga novamente para ao aluno.

Após a realização do experimento o professor deve solicitar que seus alunos tragam uma possível explicação, para o acontecimento do fenômeno observado no experimento para a próxima aula.

Em seguida os estudantes voltam a se agrupar para a discussão do roteiro do jogo. É importante que o professor fique atento as discussões que acontecem nos grupos. Auxiliando-os e indagando-os sobre possíveis equívocos conceituais que podem surgir ao longo da aula.

Sugestão

O professor também pode permitir que os alunos utilizem seus celulares para fazer pesquisas sobre o conteúdo, além do material que eles possuem em sala.

Aula 8

O professor deve iniciar a aula, solicitando a seus alunos a explicação sobre a atividade experimental realizada na aula 7. Ao término das apresentações das respostas pelos alunos, o professor deve fazer o fechamento a partir das explicações dos alunos sobre o fenômeno abordado na atividade experimental.

Caso os alunos não percebem a relação da atividade experimental com o jogo, o professor deve indagar sobre uma possível relação entre o experimento e um acontecimento presente no jogo.

Em seguida, o professor deve orientar seus alunos para continuarem na elaboração do roteiro do jogo.

Aula 9

Em sala, os estudantes discutirão suas propostas das fases do jogo em grupo, para construção do roteiro.

Sugestão

A necessidade da aula nove dependerá do andamento em sala. Caso o professor perceba que os alunos precisaram de mais uma aula para a construção do roteiro do jogo, ele deve utilizar esta aula.

Aula 10

Nesta aula o professor deve organizar, conforme achar conveniente, ou deixar a cargo dos alunos, a sequência de apresentação dos roteiros pelos grupos.

Os estudantes deverão apresentar a proposta de roteiro, utilizando o recurso que achar necessário.

É importante que o professor deixe os alunos livres para fazer questionamentos nas apresentações dos roteiros mostrados.

Sugestão

Ao término das apresentações o professor pode propor aos alunos, a montagem de um único roteiro pela turma, pegando as ideias de cada grupo.

É importante que o professor retome os conceitos abordados nos roteiros do jogo, relacionando com o conteúdo visto em sala. Caso seja apresentado um conceito de forma equivocada ele deve levar seu aluno a perceber e refletir sobre tal equívoco.

REFERÊNCIAS

MAZUR, E. Peer Instruction: **A revolução da Aprendizagem ativa**. Porto Alegre. Penso. 252 p., 2015.

ARAUJO, I. S., MAZUR, E. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida**: uma proposta para o engajamento dos estudantes no processo de ensino aprendizagem de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. V.30, n.2 p. 362-384, ago,2013.

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Penso, 2014.

PELIZER, G. **Celular fora de área**. Disponível em:<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/celular-fora-de-area/750> >. Acesso: em 20 de abril de 2016.