

## APÊNDICE I - O PRODUTO

### ***A proposta***

Abaixo, segue proposta de aplicação dos 3MPs. Lembrando que as séries ideais para aplicação desta proposta são o segundo e terceiro ano do ensino médio, preferencialmente alunos do período noturno, pois há facilidade de saídas a campo para observação das estrelas.

### ***O Primeiro Momento Pedagógica – A Problematização***

Neste momento o professor deve separar os alunos preferencialmente em grupos e prestar atenção para a promoção do debate, levantamento de hipóteses e organização dos diálogos. Pede-se para esta proposta que o professor utilize turmas noturnas para facilitar a observação das Estrelas (figura 1) e, também a discussão. Prepare uma avaliação diagnóstica com perguntas que pertencem ao universo que será pesquisado para que o professor possa saber o grau do conhecimento sobre o tema (tabela1).

**Figura 1:** Aglomerado Estelar Caixinha de Joias.



**Fonte:** <http://antwarp.gsfc.nasa.gov/apod/qp010618.html>

**Tabela 1: Plano de atividades a serem realizadas no primeiro momento pedagógico.**

<b>Duração da atividade</b>	2 aulas (mínimo 40 minutos cada aula)
<b>Objetivo geral</b>	Reconhecer que a luz é uma onda eletromagnética e que as diferenças de temperaturas provocam

	emissões de ondas em faixas diferentes do espectro.
<b>Objetivos específicos</b>	Relacionar Temperatura e radiação eletromagnética
<b>Conteúdos</b>	Ondulatória- Ondas eletromagnéticas Astronomia - Brilho e cor das Estrelas
<b>Metodologia</b>	<p><b>1ª aula</b> - Aplicação de avaliação diagnóstica: Avaliação objetiva com 10 questões e 5 alternativas para resposta, contendo questões básicas sobre ondulatória.</p> <p>Saída a campo: Ida até o pátio da escola ou outro ambiente que permita a observação do Céu, verificando as diferenças dos brilhos das estrelas e suas respectivas cores.</p> <p><b>2ª aula</b> – Aplicar questão problematizadora: As estrelas possuem a mesmas cores e brilhos? Separar os alunos em grupos para debates e questionamentos, levantamentos de hipóteses. A seguir a sugestão é que assistam aos vídeos estão no próximo campo. Os dois vídeos explicam sucintamente a relação entre as temperaturas das estrelas e sua emissão de radiação térmica relacionando as suas cores e o espectro eletromagnético.</p>
<b>Vídeos</b>	<p>A cor das estrelas: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=iAMQ5naSKxk">https://www.youtube.com/watch?v=iAMQ5naSKxk</a></p> <p>Como funcionam as estrelas   Estrelas, Anãs brancas, Estrelas de Nêutrons e Buracos negros: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=k53XNWFnGc">https://www.youtube.com/watch?v=k53XNWFnGc</a></p>
<b>Recursos</b>	Quadro branco

	Canetas para quadro branco
	Projektor de slides
	Computadores com acesso a rede de internet
<b>Avaliação</b>	Diagnóstica, conforme anexo II.

### ***O Segundo Momento Pedagógico – A Organização do Conhecimento***

A etapa a seguir é mais longa do produto. Assim, para facilitar a compreensão, o segundo momento pedagógico foi separado em três sequências. Na primeira sequência (tabela 2) deverá ser trabalhado as características de ondas. A sua natureza: mecânica ou eletromagnética, o tipo de propagação transversal ou longitudinal, e suas características da frequência, amplitude, comprimento de onda, período e velocidade de propagação.

Nessa sequência o professor poderá usar as metodologias de sua preferência, mas sempre mantendo o protagonismo do aluno. Ou seja, as metodologias de preferência devem ser ativas. Deve promover a mediação do conhecimento sobre os elementos da luz e suas características, convergir para o fato dos corpos emitirem luz de cores distintas no espectro conforme sua temperatura, lembrando que o tema de partida é exatamente o brilho e a cor das Estrelas.

Nesta proposta utilizaremos a sala de aula invertida, simuladores e *gamificação*, laboratório e outras metodologias. Neste momento o professor deverá ficar em alerta para reconhecer e flexibilizar se possível as aulas e metodologias para alcançar o engajamento porque cada turma reage de um jeito e, portanto, não devemos engessar a possibilidade de alcançar o conhecimento.

**Tabela 2: Plano de atividades a serem realizadas no segundo momento pedagógico sequência didática I.**

<b>Duração da atividade</b>	2 aulas (mínimo 40 minutos cada aula)
<b>Objetivo geral</b>	Reconhecer as características das ondas como: Natureza, propagação e tipo de onda; relacionando suas grandezas.
<b>Objetivos específicos</b>	Compreender a propagação, o tipo e a natureza de uma onda eletromagnética
<b>Conteúdos</b>	Ondulatória – Características e Ondas eletromagnéticas

---

**Metodologia**

**1ª aula** - Aplicação da sala de aula invertida. Solicitar que os conceitos básicos de ondulatória. O professor deverá orientar a pesquisa e dar a devolutiva posteriormente. É sugerido que o professor preencha juntos com os alunos no quadro branco, a tabela disponível no anexo III.

**2ª aula** – Aplicação do simulador PHET (figura 2) com o intuito de auxiliar os alunos a reconhecer os tipos de ondas, a sua natureza e propagação, definindo e diferenciando onda eletromagnética de onda mecânica.

O simulador PHET está disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/waves-intro](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/waves-intro)

Após a aplicação do simulador, aplicar a atividade formativa 1, conforme anexo I

**3ª aula** - Explorar os simuladores para entender o espectro emitido por diferentes corpos em diferentes temperaturas (Estrelas) relacionando as Leis de Planck e Wien ao corpo negro e ao brilho e cor das estrelas (figuras 3 e 4).

Os simuladores estão disponíveis em:

Radiação do corpo negro:

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/blackbody-spectrum](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/blackbody-spectrum)

O corpo negro:

[https://www.vascak.cz/data/android/physicsat\\_school/template.php?s=opt\\_model&l=en](https://www.vascak.cz/data/android/physicsat_school/template.php?s=opt_model&l=en)

---

[https://www.vascak.cz/data/android/physicsat/school/template.php?s=opt\\_certeleso&l=en](https://www.vascak.cz/data/android/physicsat/school/template.php?s=opt_certeleso&l=en)

Organizar numa tabela, com os alunos, conforme anexo III, as grandezas relacionadas as ondas eletromagnéticas, temperatura do corpo e sua cor.

A partir da primeira simulação junto com os dados de temperatura, intensidade e irradiância obtidas afins de visualizar as características e relações entre as grandezas envolvidas com as cores e brilhos das estrelas ou qualquer corpo quente (com temperatura > 2K).

---

**Recursos**

Quadro branco  
Canetas para quadro branco  
Projeter de slides  
Computadores com acesso a rede de internet  
Smartphones e/ou celulares;  
Caneta, régua e papel.

---

**Avaliação**

Avaliação será baseada através da observação da interação e engajamento dos alunos nesta etapa e na entrega da tabela sugerida com atividade formativa(anexo III)

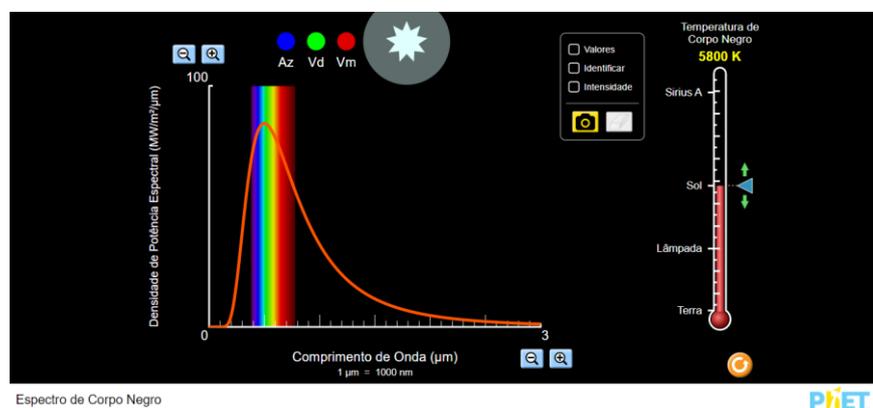
---

**Figura 2:** Simulador PHET abordando o tema de ondas.



**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/waves-intro](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/waves-intro)

**Figura 3:** Simulador PHET abordando tema de radiação do corpo negro.



Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/blackbody-spectrum](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/blackbody-spectrum)

Figura 4: Simulador Vascak abordando tema de radiação do corpo negro.



Fonte: [https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt\\_certeleso&|=en](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_certeleso&|=en)

Nessa segunda sequência (tabela 3) o professor deverá manipular os simuladores com antecedência e orientarão seus alunos no manuseio do simulador. O importante e que os alunos manipulem o simulador pelo menos com os valores sugeridos na tabela (anexo III). A dificuldade que poderá aparecer nesta etapa é a falta de estímulo dos alunos ou até a falta de equipamentos para a manipulação do simulador na escola ou em casa.

**Tabela 3 – Plano de atividades a serem realizadas no segundo momento pedagógico sequência didática II.**

<b>Duração da atividade</b>	2 aulas (mínimo 40 minutos cada aula)
<b>Objetivo geral</b>	Relacionar temperatura de um corpo com a emissão de radiação e sua cor.
<b>Objetivos específicos</b>	Reconhecer que quanto mais quente um corpo está, mais radiação ele emitirá e, portanto, sua cor tenderá para a cor Azul e, ao contrário para a cor vermelha devido ao seu comprimento de onda e frequência

<b>Conteúdos</b>	Ondulatória - Ondas eletromagnéticas Termometria e calorimetria- Intensidade luminosa
<b>Metodologia</b>	<p><b>1ª aula</b> - Aula no laboratório da escola. Neste momento o professor poderá dispor de alguns materiais que possam ser aquecidos sem a possibilidade de toxicidade. Aquecendo estes materiais de compostos diferentes para verificar diferentes cores – radiação eletromagnética (figura 5). Podemos utilizar o próprio fogão que utiliza o gás GLP para verificar esta diferença.</p> <p>O professor também pode propor o aquecimento de ferro, cobre e alumínio, bem como o próprio gás GLP e, construir outra tabela ou mapa mental, mencionando os materiais e as cores emitidas, supondo a fonte sempre com a mesma potência.</p> <p><b>2ª aula</b> – Aula expositiva organizando e corrigindo dúvidas junto aos alunos.</p> <p>Nesta aula deve-se discutir os dados levantados nas aulas anteriores, ajudando os que não conseguiram entendimento; melhorando ideias e conhecimento dos que avançaram. O intuito é tirar e elucidar as dúvidas sobre as propriedades e características básicas das ondas eletromagnéticas relacionando a sua devido a temperatura que o corpo possui. Assim será possível observar que as estrelas emitem cores diferentes por possuírem temperaturas diferentes. Sugerimos aqui também que o professor construa com os alunos um espectrômetro caseiro de baixo custo, conforme o vídeo a seguir:</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=QNJxLrH18A">https://www.youtube.com/watch?v=QNJxLrH18A</a></p>
<b>Recursos</b>	Quadro branco. Canetas para quadro branco. Laboratório de ciências equipado com bico de Bunsen, materiais de compostos diferentes como

---

alumínio, cobre, entre outros). Neste trabalho utilizaremos um pedaço de cobre, um pedaço de ferro e um de alumínio.

Caneta, régua e papel.

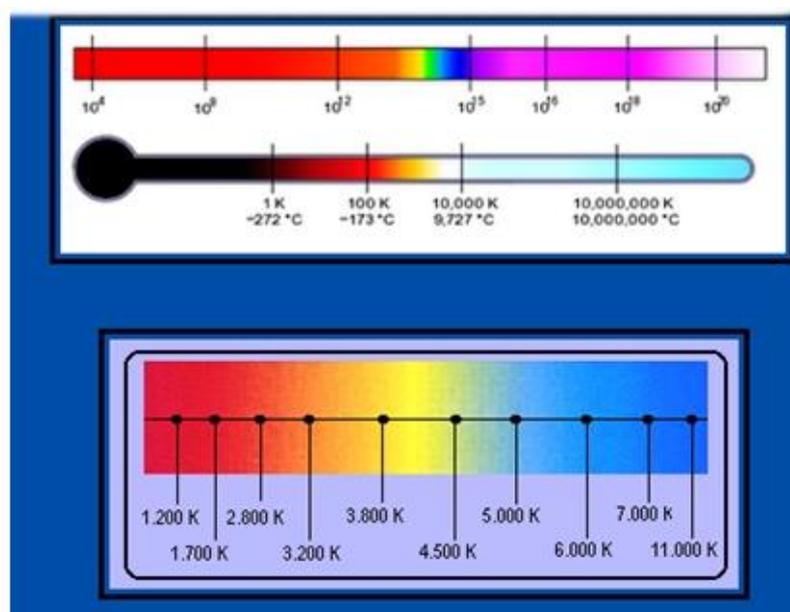
---

**Avaliação**

Avaliação será baseada através da observação da interação e engajamento dos alunos. Também poderá ser sugerida a confecção de uma outra tabela (anexo IV) com os dados obtidos através da observação

---

**Figura 5:** Escala de temperatura de cor



**Fonte:** <http://acquaticos.blogspot.com/2010/06/temperaturas-de-cor-na-escala-kelvin.html>

Nesta sequência a sugestão é que o professor aplique a metodologia da sala de aula invertida [5] orientando os alunos a assistirem vídeos, lerem artigos, aulas e seminários, filmes e outras produções, como também manipular simuladores e, anotar e organizar todas as informações referentes a cor e temperatura, faixa de frequência e comprimento de onda, a posição no espectro eletromagnético, a observação deste espectro e tudo o que possa ser relacionado a natureza, tipo ,propagação e qualidades das ondas eletromagnéticas.

**Tabela 4 – Plano de atividades a serem realizadas no segundo momento pedagógico sequência didática III.**

---

<b>Duração da atividade</b>	2 aulas (mínimo 40 minutos cada aula)
-----------------------------	---------------------------------------

---

<b>Objetivo geral</b>	Relacionar os comprimentos de ondas e frequências obtidas nas tabelas com as cores do espectro eletromagnético.
<b>Objetivos específicos</b>	Reconhecer o espectro eletromagnético e saber relacionar as cores emitidas pelas estrelas na faixa do espectro de forma correta, verificando que as cores com maior frequência estão tendendo para o violeta e as de menores frequências para o vermelho e, da forma inversa o comprimento de onda diminui para o violeta e aumenta para o vermelho.
<b>Conteúdos</b>	Espectro eletromagnético Ondas eletromagnéticas Cores e o espectro
<b>Metodologia</b>	<p><b>1ª aula</b> – Aplicação da metodologia da Sala de Aula Invertida.</p> <p>O professor irá propor aos alunos que pesquisem o espectro eletromagnético, desenhem ou coleem a imagem deste espectro no caderno. Relacione e encontre as faixas de frequências, relativas a quatro cores das Estrelas (Branca, Azul, Vermelha e amarela, conforme figura 6 e 7). Para a pesquisa os alunos poderão utilizar o simulador: <a href="https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/blackbody-spectrum">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/blackbody-spectrum</a></p> <p>Bem como poderão assistir aos vídeos sugeridos abaixo:</p> <p>1) Radiação eletromagnética: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=w21vHbbNXC8">https://www.youtube.com/watch?v=w21vHbbNXC8</a></p> <p>2) Radiação no Espectro da Luz Visível e Invisível <a href="https://www.youtube.com/watch?v=X48GwFHOWcU">https://www.youtube.com/watch?v=X48GwFHOWcU</a></p> <p>3) Cores: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=GDN8Uyw1uRI&amp;t=74s">https://www.youtube.com/watch?v=GDN8Uyw1uRI&amp;t=74s</a></p> <p><b>2ª aula</b> – Organizando e corrigindo as tabelas junto com os alunos.</p> <p>Nesta aula discutiremos novamente os dados levantados nas aulas anteriores, ajudando os que não conseguiram</p>

fazer a tabela e melhorando aquelas já feitas, com o intuito de retirar e elucidar as dúvidas sobre as ondas eletromagnéticas relacionando estas com a emissão devido a temperatura que o corpo possui. Assim, poderemos observar que as estrelas emitem cores diferentes por possuírem temperaturas diferentes.

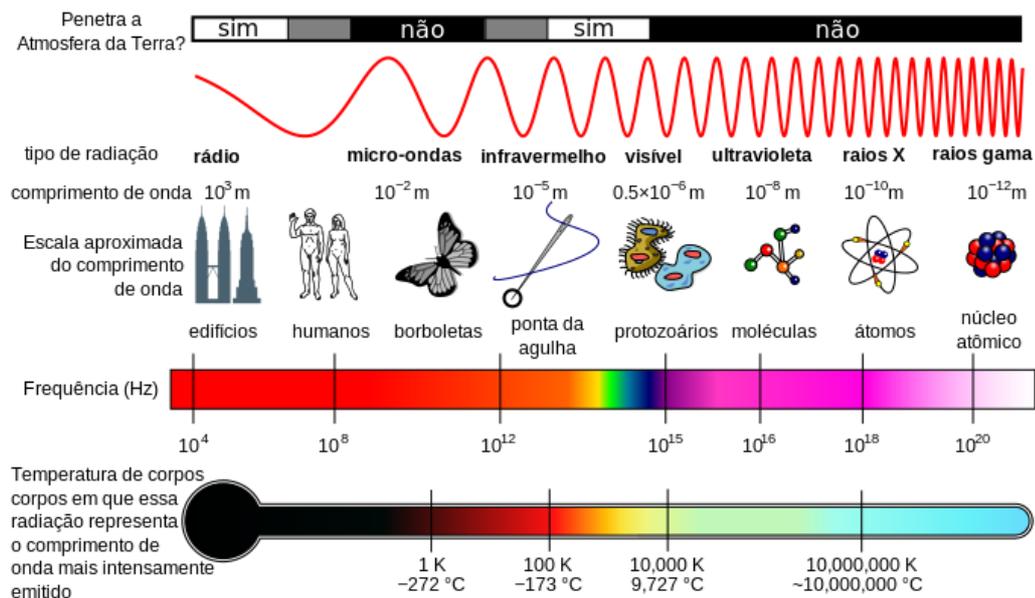
**Recursos**

Quadro branco.  
 Canetas para quadro branco.  
 Computadores com acesso a internet  
 Projetor multimídia.  
 Caneta.  
 Régua.  
 Papel.

**Avaliação**

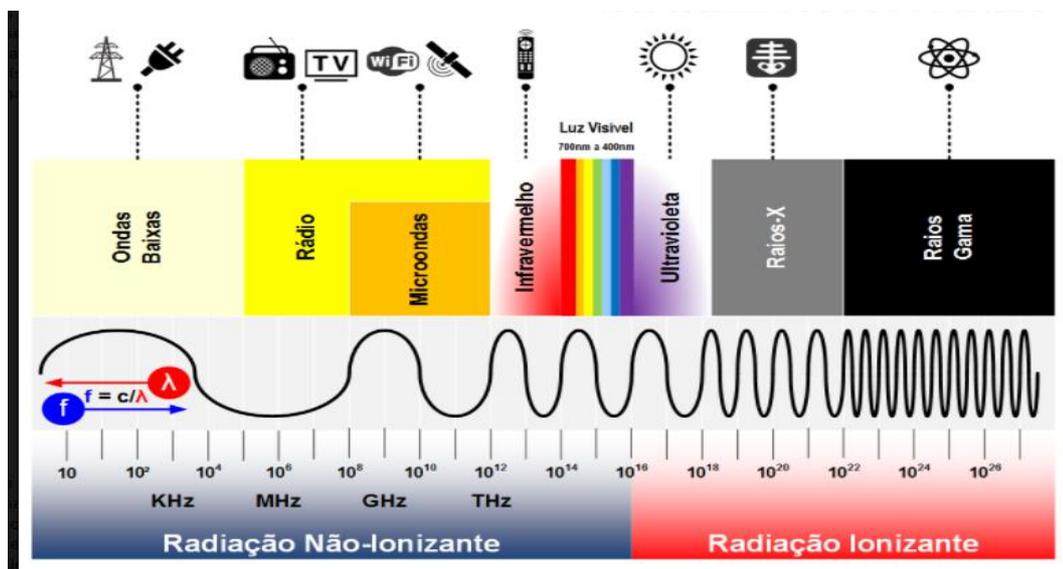
Avaliação será baseada através da observação da interação e engajamento dos alunos nesta etapa junto com a entrega da tabela corrigida.

**Figura 6:** Faixas de frequência das ondas eletromagnéticas.



**Fonte:** [https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_eletromagn%C3%A9tico](https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro_eletromagn%C3%A9tico)

**Figura 7:** Faixas de frequência das ondas eletromagnéticas, demonstrando radiação ionizante e não-ionizante



Fonte: <http://labcisico.blogspot.com/2013/03/o-espectro-eletromagnetico-na-natureza.html>

### Terceiro Momento Pedagógico – Aplicando o conhecimento

Essa é o momento final. Aqui espera-se que o aluno aplique o conhecimento através de aplicação dos comprimentos de ondas e frequências, temperaturas e cores, analisando o espectro eletromagnético da luz com o espectro de emissão de materiais.

Esse momento foi separado em duas etapas. Na etapa I (tabela 5) espera-se que promovendo o debate o aluno entenda e reconheça o espectro eletromagnético e suas aplicações cotidianas e tecnológicas relacionando as cores das Estrelas com seu espectro de emissão e, dos materiais e componentes utilizados em alguns equipamentos que se utilizem desta tecnologia.

**Tabela 5 – Plano de atividades a serem realizadas no terceiro momento pedagógico.**

#### Etapa I

<b>Duração da atividade</b>	1 aula (mínimo 40 minutos)
<b>Objetivo geral</b>	Relacionar os comprimentos de ondas e frequências obtidas nas tabelas com as cores do espectro eletromagnético
<b>Objetivos específicos</b>	Reconhecer o espectro eletromagnético e relacionar os aparelhos e tecnologias que utilizam das ondas eletromagnéticas para seu funcionamento verificando sua importância social, tecnológica e humana. Verificar e aplicar os

	conhecimentos em situações cotidianas ou não, desenvolvendo uma criticidade e desenvoltura na aplicação das ondas eletromagnética.
<b>Conteúdos</b>	Espectro eletromagnético Ondas eletromagnéticas Cores e o espectro
<b>Metodologia</b>	Nesta aula o professor irá discutir a devolutiva da sala de aula invertida mediando o conhecimento adquirido pelos alunos, posicionando-os em relação as aplicações das ondas em vários campos do conhecimento e do desenvolvimento científico e tecnológico, proporcionando a capacidade de distinguir as aplicações e utilizações das ondas eletromagnéticas e, relacionar as cores das estrelas com suas respectivas temperaturas.
<b>Recursos</b>	Quadro branco. Canetas para quadro branco. Computadores com acesso à internet Projektor multimídia. Caneta. Régua. Papel.
<b>Avaliação</b>	Avaliação através da observação da interação e engajamento dos alunos.

Na etapa II (tabela 6) será verificado se o método 3MPs foi eficaz, através da observação das aulas e nas avaliações e atividades promovidas ao longo da aplicação do método.

**Tabela 6 – Plano de atividades a serem realizadas no terceiro momento pedagógico.**

#### **Etapa II**

<b>Duração da atividade</b>	1 aula (mínimo 40 minutos)
<b>Objetivo geral</b>	Verificar o Aprendizado comparando as avaliações e o processo formativo.
<b>Objetivos específicos</b>	Verificar se a metodologia dos 3 momentos pedagógicos é capaz de engajar os alunos para

	uma proposta de aula nas aulas de Física do ensino básico.
<b>Conteúdos</b>	Espectro eletromagnético Ondas eletromagnéticas Cores e o espectro
<b>Metodologia</b>	Aula para Avaliação Formativa. Nesta aula o professor irá aplicar uma avaliação com questões dissertativas e/ou objetivas a fim de verificar se houve aprendizado com significado; através da evolução e da observação das aulas, como também, através da comparação da avaliação diagnóstica e final.
<b>Recursos</b>	Caneta. Régua. Papel.
<b>Avaliação</b>	Avaliação formativa com questões objetivas conforme anexo V

Após a avaliação final e todo o registro feito pelo professor, este poderá verificar se houve ou não engajamento na aplicação do método e, se ele pode propiciar melhor aprendizagem dos conceitos aplicados.