

## *Situações de Aprendizagem – Física*

# **A**presentação

Desde as diretrizes apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), a Física busca contribuir para a formação de um cidadão contemporâneo e atuante, com condições de compreender, intervir e participar do mundo em que vive, mesmo que não dê prosseguimento a seus estudos em Física após o Ensino Médio. (BRASIL, 2002)

Para tanto, a Física deve ser trabalhada também em termos de competências e habilidades.

*“A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos.”*

(Idem, p. 59)

Claro que, para a compreensão do mundo físico, as competências e habilidades em Física devem ser trabalhadas de forma articulada com as de outras áreas e com outros conhecimentos. Por isso é importante o trabalho conjunto com os professores da mesma área e, se possível, com os de outras áreas também. Com certeza o trabalho diagnóstico aqui proposto não deve resolver nem identificar todos os problemas, mas, em conjunto com análises de outros professores, pode contribuir com elementos importantes para o caminho a ser definido pela escola durante o planejamento escolar.

*“Nem sempre se estabelecem fronteiras nítidas entre as disciplinas. A Química, que surgiu há alguns séculos, apresenta interesses comuns com a Física, como a constituição atômica da matéria, e outros em comum com a Biologia, como processos bioquímicos e o estudo das substâncias orgânicas. Todas as Ciências da Natureza fazem uso de instrumentais matemáticos em seus procedimentos de quantificação, análise e modelagem.”*

(SÃO PAULO, 2008)

Portanto, com as atividades sugeridas, propomos que sejam trabalhadas algumas competências e habilidades que também são necessárias em Química e Biologia, assim como na atividade de Química são trabalhadas outras que também são necessárias para Física e Matemática. O conjunto dessas competências e habilidades é que contribuirá para o planejamento da escola.

A atividade aqui proposta refere-se à elaboração e utilização de modelos. É importante que os alunos conheçam a importância dos modelos no desenvolvimento das Ciências e também o que é um modelo, já que trabalharão constantemente com eles. Um modelo científico busca representar a realidade do que os cientistas estudam, e, de acordo com novas evidências ou buscando solucionar problemas, um modelo pode ser modificado ou mesmo substituído por outro. Como exemplo, temos o modelo atômico que evoluiu desde a ideia do átomo como partícula indivisível, passou pela descoberta de novas partículas (elétrons, prótons e nêutrons) que seriam seus constituintes elementares, chegando ao modelo padrão em que temos os quarks constituindo os prótons e nêutrons (o elétron continua como partícula elementar) e tantas outras partículas e interações que constituem o objeto de estudo da chamada Física de partículas. Tal modelo poderá sofrer modificações ou se consolidar por meio dos experimentos que serão realizados no *Large Hadron Collider* (LHC), ou simplesmente “grande acelerador de partículas”, assunto tão comentado no ano de 2008 em várias mídias.

Outro exemplo é o modelo geocêntrico, que colocava a Terra como centro do sistema solar, e, depois, o modelo heliocêntrico, que coloca o Sol no centro, com a Terra girando a seu redor juntamente com outros planetas. A importância de atualizações e modificações pode ser representada aqui pela reclassificação de Plutão, que recentemente deixou de ser considerado um planeta.

Cito aqui dois exemplos, mas você, professor, pode trabalhar com vários outros, conforme considerar mais apropriado, lembrando sempre da importância em observar as competências e habilidades dos alunos para obter um pequeno diagnóstico que sirva de orientação no planejamento escolar.

A seguir, fornecemos as três sugestões de atividade. As duas primeiras foram adaptadas de uma proposta do Prof. Ms. Guilherme Brockington, apresentada no projeto “A Transposição das Teorias Modernas e Contemporâneas para a Sala de Aula: Dualidade Onda-Partícula”, coordenado pelo Prof. Dr. Maurício Pietrocola, e encontra-se disponível no seguinte endereço eletrônico: <http://nupic.incubadora.fapesp.br/portal/projetos-1>, em “Dualidade”. Já a terceira foi elaborada com base na ideia geral do tema.

Na primeira sugestão, trabalhamos com a ideia da caixa preta. Uma das versões a seu respeito afirma que ela surgiu na eletrotécnica: uma caixa lacrada, com terminais de entrada, na qual podem ser aplicadas tensões, correntes ou realizados outros testes para que o observador possa deduzir o que existe em seu interior sem abri-la. Ela pode ser utilizada em várias áreas de conhecimento e tem rendido boas atividades relacionadas ao ensino de Ciências. Você pode preenchê-la com objetos como madeira, ímãs, pedras, entre outros, para que os alunos elaborem um modelo que explique os sons, odores, massas e outras características que possam ter notado. Apresentamos algumas sugestões de questionamento para ajudar no processo. Com as apresentações dos modelos dos alunos por meio de esquemas e com a discussão organizada por você, pode-se chegar à ideia do significado de modelo e mais especificamente de modelos nas Ciências. Na parte final da atividade, você pode verificar que visão cada grupo de alunos tem sobre determinado modelo (conforme a série ou o modelo proposto) e o que eles pensam sobre a construção desses modelos, reforçando a parte inicial da aula.

Na segunda sugestão, seguimos o mesmo caminho da primeira. Porém, como a caixa utilizada apresenta um sistema mecânico mais aprimorado, você pode aproveitar um pouco mais a discussão sobre como os alunos elaboraram seus modelos. Sugerimos algumas outras questões em virtude da natureza da caixa, mas a ideia principal é a mesma e a sequência, muito similar à da primeira sugestão.

Com a terceira sugestão, trabalhamos sem a caixa propriamente dita, já que utilizamos não uma caixa material, mas um recurso muito mais importante, que é a imaginação. Os alunos também terão de formular hipóteses e justificá-las; no entanto, como não terão o objeto para manusear, não poderão realizar uma observação direta. Em seguida, você solicitará a representação de um modelo científico e questionará sobre sua elaboração pelos alunos, finalizando com a apresentação do modelo atual e questionando sobre como os cientistas elaboraram esse modelo.

As três sugestões trabalham principalmente a questão dos modelos nas Ciências, mas fica a seu critério verificar qual deve utilizar como referência para suas aulas, de acordo com suas possibilidades e interesses.

### **Primeira sugestão**

Adaptação feita por João Freitas da Silva a partir da atividade proposta pelo Prof. Ms. Guilherme Brockington no projeto “A Transposição das Teorias Modernas e Contemporâneas para a Sala de Aula: Dualidade Onda-Partícula”, coordenado pelo Prof. Dr. Maurício Pietrocola.

Recomendada para Ensino Médio.

### **Atividade com a caixa preta**

## **O** bjetivo

Apresentar a importância da utilização de modelos no processo de construção de conhecimento das Ciências (no caso específico da Física, mas cuja ideia é válida também para outras áreas das Ciências).

Os alunos devem propor um modelo que explique o que existe dentro da caixa preta, bem como as justificativas para esse modelo.

## **C** onteúdos

Noção de Modelo. Modelo no cotidiano e na Física e nas Ciências.

## **R** ecurso

Para esta atividade, você precisará de uma caixa com tampa, que deverá ser bem fechada. Também necessitará de pequenos objetos para colocar dentro da caixa, como ímãs, bolinhas de gude, areia, entre outros, que

servirão para que os alunos atentem aos sons, massas e interações com outros materiais para elaborarem seus modelos.

# E

## estratégia/desenvolvimento

### 1ª aula

Os alunos podem formar grupos para a realização da atividade.

Apresente o problema: mostre a caixa preta e permita que os alunos a observem atentamente e a manuseiem.

Proponha questões que estimulem os alunos a elaborar um modelo que explique como a caixa é por dentro, de acordo com suas observações e conhecimentos.

Também pode utilizar questões sobre como construirão esse modelo:

- *Você consegue enxergar o que tem dentro da caixa preta?*
- *Como pode descrever o que há lá dentro? Que recursos utilizará para elaborar um modelo para essa caixa?*

É importante que os alunos não abram a caixa em nenhum momento – sugerimos que você a guarde após o manuseio dos alunos. Estes devem ter cuidado para não quebrá-la; no entanto, no caso de algum acidente, é interessante que você tenha uma caixa de reserva, mas que seja diferente da primeira.

Favoreça a discussão entre os alunos de cada grupo para que decidam a melhor representação para o que supõem haver dentro da caixa, sem impor nenhuma condição inicial, permitindo que utilizem a criatividade, o conhecimento e suas observações. Isso é importante para que, num momento seguinte, você possa discutir com todos os grupos quais respostas foram elaboradas com elementos mais próximos dos da Ciência.

Os alunos podem apresentar esquemas e pequenos textos explicando o modelo elaborado por eles. Em seguida, após cada grupo expor suas ideias, a classe, sob sua coordenação, realiza uma discussão geral, buscando semelhanças e diferenças entre os modelos e discutindo a validade de cada um. Você pode até mesmo sugerir que um modelo final seja construído coletivamente pela classe.

Uma sugestão final é que os alunos construam uma caixa com o modelo elaborado por eles para verificarem se ela apresenta os mesmos aspectos

e comportamento da utilizada por você. Os alunos podem fazer isso em casa e trazer posteriormente para discussão.

## **2ª aula**

Discuta com os alunos a ideia de modelos de uma forma geral e enfatize-a no contexto da Física. Dependendo do tempo, a concepção de modelo em outros contextos pode ser mais ou menos trabalhada; já no contexto da Física, ela terá de ser bem detalhada.

Para essa discussão, utilize questões como:

- *O que você entende por modelo? Para que servem os modelos?*
- *Qual a importância dos modelos para as Ciências e, mais especificamente, para a Física?*
- *Como os físicos constroem seus modelos? Em que se baseiam e o que utilizam para tanto?*
- *Os modelos nas Ciências são absolutos? Eles sofrem modificações? Por quê?*

Nessa discussão, é importante que você destaque que os cientistas utilizam muito a observação, a experimentação, a troca de informações com outros cientistas, dando relevo à importância da Matemática nesse processo.

Importante destacar também que os modelos buscam a melhor representação para a realidade estudada pelos cientistas, mas não são essa realidade, podendo, portanto, sofrer alterações com o passar do tempo.

Após a discussão, solicite uma representação por meio de desenhos, de esquemas e de um pequeno texto sobre modelos utilizados na Física – por exemplo, modelo do sistema solar (1ª série do Ensino Médio), modelo atômico (3ª série do Ensino Médio) e modelo de calor (2ª série do Ensino Médio). Essa representação pode ser entregue em grupo ou individualmente.

No final da aula, apresente um desses modelos científicos e questione os alunos sobre como acham que os cientistas chegaram a ele, pedindo-lhes que destaquem as alterações que sofreram até os dias de hoje.

# **A**valiação

Realize sua avaliação durante toda a atividade com base nas competências e habilidades presentes na proposta. Isso lhe permitirá diagnosticar possíveis dificuldades dos alunos em sua realização, as quais deverão ser apresentadas e trabalhadas com os demais professores no planejamento da escola.

## **Competências e habilidades que podem ser trabalhadas na atividade**

### **C**ompetências gerais

- Representar.
- Comunicar-se.
- Conviver.
- Investigar e intervir em situações reais.

### **H**abilidades gerais e específicas

- Realizar observações.
- Registrar observações.
- Descrever situações.
- Argumentar.
- Trabalhar em grupo.

- Formular questões.
- Estabelecer relações.
- Formular e verificar hipóteses.
- Diagnosticar e enfrentar problemas, individualmente ou em equipe.
- Analisar o papel da Ciência e da Tecnologia no presente e ao longo da História.

### **Roteiro para construção da caixa preta – versão 1 (somente para o professor)**

## **M**ateriais

- Caixa de madeira ou de papelão pequena com tampa.
- Objetos para colocar dentro da caixa. Sugestão: ímãs, bolinhas de gude, pedaços de madeira.
- Fita adesiva.
- Papel preto ou tinta preta (opcional – afinal, o nome “caixa preta” é uma alusão ao fato de não podermos abrir a caixa para enxergarmos o que há dentro e não necessariamente por ela ter essa cor).





Um exemplo de caixa de madeira



Exemplos de objetos a serem colocados na caixa: um ímã em barra, bolinhas de gude, ímã cilíndrico, bolinha de tênis de mesa e um anel de fita adesiva. Mas a escolha fica a seu critério.

Você pode simplesmente dispor os objetos dentro da caixa para em seguida vedá-la.



A caixa deve ficar bem fechada para evitar que os alunos vejam o que há dentro. É fundamental que eles não vejam, para trabalharem com a elaboração de modelos.

Você pode utilizar fita adesiva para lacrar a caixa. Se achar necessário, utilize papel ou tinta preta para revesti-la, embora não seja essencial para a atividade.



Depois de fechada, a caixa não deve ser aberta.

Após a montagem da caixa, coloque-a à disposição dos alunos para manuseio. Eles devem observar os sons produzidos em seu interior, sua massa, a interação com outros materiais e tudo aquilo que acharem conveniente. É importante que, inicialmente, você deixe que os próprios alunos descubram o que podem fazer e o que devem observar para a elaboração de seus modelos.



Exemplo de interação da caixa preta com outros materiais. No caso, com tachinhas e grampos de metal.

Lembramos que esta é apenas uma sugestão. Você pode incrementar mais sua caixa, preenchendo-a, por exemplo, com outros objetos, ou ainda dividindo-a em compartimentos internos, como um pequeno labirinto, o que obviamente aumentará o grau de dificuldade. É importante que você atente ao tempo disponível para a realização da atividade.

## Segunda sugestão

Adaptação feita por João Freitas da Silva da atividade proposta pelo Prof. Ms. Guilherme Brockington no projeto “A Transposição das Teorias Modernas e Contemporâneas para a Sala de Aula: Dualidade Onda-Partícula”, coordenado pelo Prof. Dr. Maurício Pietrocola.

Recomendado para Ensino Médio.

### Atividade com a caixa preta

## O bjetivo

Apresentar a importância da utilização de modelos no processo de construção de conhecimento das Ciências (no caso específico da Física, mas cuja ideia é válida também para outras áreas das Ciências).

Os alunos devem propor um modelo que explique o que existe dentro da caixa preta, bem como as justificativas para esse modelo.

## C onteúdos

Noção de Modelo. Modelo no cotidiano e na Física e nas Ciências.

## R ecursos

Para esta atividade, você precisará de uma caixa com tampa, que deverá ser bem fechada. Também necessitará de elástico, palitos de churrasco (sem pontas) e de sorvete, arame ou fio grosso, fita adesiva e papel ou tinta preta (opcional).

# E estratégia

## 1ª aula:

Os alunos podem formar grupos para a realização da atividade.

Apresente o problema: mostre a caixa preta e permita que os alunos a observem atentamente e a manuseiem.

Proponha questões que estimulem os alunos a elaborar um modelo que explique como a caixa é por dentro, de acordo com suas observações e conhecimentos.

Também pode utilizar questões sobre como construirão esse modelo:

- *Você consegue enxergar o que há dentro da caixa preta?*
- *Como pode descrever o que há lá dentro? Que recursos utilizará para elaborar um modelo para essa caixa?*
- *Como você justifica os movimentos dos palitos? O que é necessário para que tenham esse comportamento?*

É importante que os alunos não abram a caixa em nenhum momento. Sugerimos que guarde a caixa após o manuseio dos alunos. Estes devem ter cuidado para não quebrá-la; no entanto, no caso de algum acidente, é interessante que você tenha uma caixa de reserva, mas que seja diferente da primeira.

Favoreça a discussão entre os alunos de cada grupo para que decidam a melhor representação para o que supõem haver dentro da caixa, sem impor nenhuma condição inicial, permitindo que utilizem a criatividade, o conhecimento e suas observações. Isso é importante para que, num momento seguinte, você possa discutir com todos os grupos quais respostas foram elaboradas com elementos mais próximos dos da Ciência.

Os alunos podem apresentar esquemas e pequenos textos explicando o modelo elaborado por eles. Em seguida, após cada grupo expor suas ideias, a classe, sob sua coordenação, realiza uma discussão geral, buscando semelhanças e diferenças entre os modelos e discutindo a validade de cada um. Você pode até mesmo sugerir que um modelo final seja construído coletivamente pela classe. Por se tratar de uma caixa com um mecanismo mais elaborado, conduza a discussão de forma mais direcionada para que o tempo não extrapole.

Uma sugestão final é que os alunos construam uma caixa com o modelo elaborado por eles para verificarem se ela apresenta os mesmos aspectos e comportamento da utilizada por você. Os alunos podem fazer isso em casa e trazer posteriormente para discussão.

## **2ª aula:**

Discuta com os alunos a ideia de modelos de uma forma geral e enfatize-a no contexto da Física. Dependendo do tempo, a concepção de modelo em outros contextos pode ser mais ou menos trabalhada; já no contexto da Física, ela terá de ser bem detalhada.

Para essa discussão, utilize questões como:

- *O que você entende por modelo? Para que servem os modelos?*
- *Qual a importância dos modelos para as Ciências e, mais especificamente, para a Física?*
- *Como os físicos constroem seus modelos? Em que se baseiam e o que utilizam para tanto?*
- *Os modelos nas Ciências são absolutos? Eles sofrem modificações? Por quê?*

Nessa discussão, é importante que você destaque que os cientistas utilizam muito a observação, a experimentação, a troca de informações com outros cientistas, dando relevo à importância da Matemática nesse processo.

Importante destacar também que os modelos buscam a melhor representação para a realidade estudada pelos cientistas, mas não são essa realidade, podendo, portanto, sofrer alterações com o passar do tempo.

Após a discussão, solicite uma representação por meio de desenhos, de esquemas e de um pequeno texto sobre modelos utilizados na Física – por exemplo, modelo do sistema solar (1ª série do Ensino Médio), modelo atômico (3ª série do Ensino Médio) e modelo de calor (2ª série do Ensino Médio). Essa representação pode ser entregue em grupo ou individualmente.

No final da aula, apresente um desses modelos científicos e questione os alunos sobre como acham que os cientistas chegaram a ele, pedindo-lhes que destaquem as alterações que sofreram até os dias de hoje.

# Avaliação

Realize sua avaliação durante toda a atividade com base nas competências e habilidades presentes na proposta. Isso lhe permitirá diagnosticar possíveis dificuldades dos alunos em sua realização, as quais deverão ser apresentadas e trabalhadas com os demais professores no planejamento da escola.

**Competências e habilidades que podem ser trabalhadas na atividade:**

## Competências gerais

- Representar.
- Comunicar-se.
- Conviver.
- Investigar e intervir em situações reais.

## Habilidades gerais e específicas

- Realizar observações.
- Registrar observações.
- Descrever situações.
- Argumentar.
- Trabalhar em grupo.

- Formular questões.
- Estabelecer relações.
- Formular e verificar hipóteses.
- Diagnosticar e enfrentar problemas, individualmente ou em equipe.
- Analisar o papel da Ciência e da Tecnologia no presente e ao longo da História.

**Roteiro para construção da caixa preta – versão 1  
(somente para o professor)**

Utilize o roteiro elaborado pelo Prof. Ms. Guilherme Brockington, que pode ser obtido no seguinte endereço eletrônico:

*<http://nupic.incubadora.fapesp.br/portal/projetos-1>, em "Dualidade" – Bloco 1 – Modelos no Cotidiano e na Física.*



### **Terceira sugestão**

Elaboração: João Freitas da Silva

Recomendado para Ensino Médio.

### **Atividade com a caixa preta**

## **O** bjetivo

Apresentar a importância da utilização de modelos no processo de construção de conhecimento das Ciências (no caso específico da Física, mas cuja ideia é válida também para outras áreas das Ciências).

Os alunos devem propor o que é necessário para a construção de um modelo que explique o que existe dentro da caixa preta imaginária. Devem também elaborar um modelo, de acordo com seus conhecimentos, sobre determinado tema solicitado por você e discorrer sobre como os cientistas podem ter chegado a esse modelo.

## **C** onteúdos

Noção de Modelo. Modelo no cotidiano e na Física e nas Ciências.

## **R** ecurso

Lousa, giz e imagens do modelo em questão, que pode ser obtido em livros didáticos, revistas e sites da internet.

# E estratégia

## 1ª aula:

Os alunos podem formar grupos para a realização da atividade.

Apresente o problema: peça para imaginarem uma caixa preta que não pode ser aberta em nenhuma hipótese. Em seguida, solicite que digam o que seria necessário para elaborarem um modelo sobre o que existe dentro da caixa, caso eles pudessem manuseá-la sem abri-la.

Durante o levantamento das hipóteses dos alunos, proponha questões que os estimulem a pensar sobre o que pode ser necessário para a elaboração de um modelo que explique como a caixa é por dentro:

- *Você conseguiria enxergar o que há dentro da caixa preta?*
- *Como descreveria o que há lá dentro? Que recursos utilizaria para elaborar um modelo para essa caixa?*

Após a discussão, solicite que os alunos apresentem o modelo que possuem para determinado tema, como o sistema solar ou o modelo atômico.

Nesse momento é importante que os alunos apresentem o modelo por grupo, sem consulta a nenhum tipo de material. Devem apresentar o modelo de acordo com os conhecimentos que possuem em mente.

Favoreça a discussão entre os alunos de cada grupo para que decidam a melhor representação para o que supõem haver dentro da caixa, sem impor nenhuma condição inicial, permitindo que utilizem a criatividade, o conhecimento e suas observações. Isso é importante para que, num momento seguinte, você possa discutir com todos os grupos quais respostas foram elaboradas com elementos mais próximos dos da Ciência.

Essa apresentação pode ser feita por meio de esquemas e pequenos textos explicando a representação elaborada por eles. Em seguida, após cada grupo expor suas ideias, a classe, sob sua coordenação, realiza uma discussão geral, buscando semelhanças e diferenças entre os modelos e discutindo a validade de cada um.

## 2ª aula:

Discuta com os alunos a ideia de modelos de uma forma geral e enfatize-a no contexto da Física. Dependendo do tempo, a concepção de modelo em outros contextos pode ser mais ou menos trabalhada; já no contexto da Física, ela terá de ser bem detalhada.

Para essa discussão, utilize questões como:

- *O que você entende por modelo? Para que servem os modelos?*
- *Qual a importância dos modelos para as Ciências e, mais especificamente, para a Física?*
- *Como os físicos constroem seus modelos? Em que se baseiam e o que utilizam para tanto?*
- *Os modelos nas Ciências são absolutos? Eles sofrem modificações? Por quê?*

Nessa discussão, é importante que você destaque que os cientistas utilizam muito a observação, a experimentação, a troca de informações com outros cientistas, dando relevo à importância da Matemática nesse processo.

Importante destacar também que os modelos buscam a melhor representação para a realidade estudada pelos cientistas, mas não são essa realidade, podendo, portanto, sofrer alterações com o passar do tempo.

Após a discussão, apresente o modelo do tema que pediu aos alunos, destacando as mudanças pelas quais passou até chegar aos dias de hoje.

Se optar pelo sistema solar, por exemplo, você pode destacar o modelo geocêntrico de Ptolomeu, a mudança e revolução com o surgimento do modelo heliocêntrico proposto por Nicolau Copérnico, as contribuições de Galileu Galilei para os estudos dos movimentos, de Kepler e Newton, dando relevo à importância das expressões matemáticas para esses estudos, bem como para a realização de previsões, como a expressão da Lei da Gravitação Universal de Newton ou a relação matemática da Terceira Lei de Kepler (Leis dos Períodos). Pode aproveitar inclusive para discutir a reclassificação feita pela União Astronômica Internacional, que recentemente considerou Plutão um planetóide ou um planeta anão, modificando o número de planetas para oito.

Caso opte pelo modelo atômico, você pode destacar a ideia de átomo da Grécia Antiga, que seria a menor partícula existente, passando pelos modelos de John Dalton, Thomson, chegando ao modelo clássico de Rutherford e Bohr, com uma estrutura mais elaborada, com prótons e

nêutrons no núcleo do átomo e elétrons girando a seu redor, ou seja, essas seriam as menores partículas existentes que constituiriam toda matéria. Seriam as partículas elementares. E chegando ao modelo padrão que apresenta os quarks como constituintes dos prótons e nêutrons, que deixam de ser partículas elementares (o elétron continua como partícula elementar). Esse modelo apresenta várias outras partículas elementares e suas interações e atualmente temos experiências que serão realizadas no CERN com o *Large Hadron Collider* (LHC), que consolidarão esse modelo ou mostrarão a necessidade de adequações ou de um novo modelo. Esse também é um assunto recente, que esteve em várias mídias no ano anterior.

Lembramos que o objetivo aqui não é detalhar esses modelos, mas destacar algumas mudanças que sofreram ao longo dos anos e sua importância para o desenvolvimento das Ciências e do mundo.

## **A**valiação

Realize sua avaliação durante toda a atividade com base nas competências e habilidades presentes na proposta. Isso lhe permitirá diagnosticar possíveis dificuldades dos alunos em sua realização, as quais deverão ser apresentadas e trabalhadas com os demais professores no planejamento da escola.

### **Competências e habilidades que podem ser trabalhadas na atividade**

## **C**ompetências gerais

- Representar.
- Comunicar-se.
- Conviver.

# Habilidades gerais e específicas

- Descrever situações.
- Argumentar.
- Trabalhar em grupo.
- Formular questões.
- Estabelecer relações.
- Formular e verificar hipóteses.
- Diagnosticar e enfrentar problemas, individualmente ou em equipe.
- Analisar o papel da Ciência e da Tecnologia no presente e ao longo da História.

## Referências bibliográficas

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTC, 2002. 244p.

FERRAZ NETTO, Luiz. A caixa preta. [online]. Disponível em <[http://www.feiradeciencias.com.br/sala17/17\\_10.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala17/17_10.asp)>. Acesso em 21/1/2009.

HAWKING, Stephen. Os gênios da Ciência: sobre os ombros de gigantes. Rio de Janeiro : Elsevier, 2005.

PIETROCOLA, Maurício (Coord.). A transposição das teorias modernas e contemporâneas para a sala de aula: dualidade onda-partícula. [online] Disponível em <<http://nupic.incubadora.fapesp.br/portal/dualidade-autoria>>. Acesso em 21/1/2009.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado da Educação. Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Física. São Paulo: SEE, 2008. p. 35.

**João Freitas da Silva**

**Equipe técnica de Física**

**CENP – SEE/SP**