

Programa  
**Conversa Periódica**  
Ligações Covalentes

Ligações Químicas

Química  
3ª Série | Ensino Médio

CONTEÚDOS DIGITAIS MULTIMÍDIA

### Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

### Redação

Gabriel Neves

Tito Tortori

### Revisão

Alessandra Muylaert Archer

### Projeto Gráfico

Eduardo Dantas

### Diagramação

Isabela La Croix

### Revisão Técnica

Nadia Suzana Henriques Schneider

### Produção

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

### Realização

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

Ministério da Ciência e Tecnologia

Ministério da Educação

---

### Vídeo (Audiovisual)

Programa: Conversa Periódica

Episódio: Ligações Covalentes

Duração: 13 minutos

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Ligações Químicas

Conceitos envolvidos: afinidade eletrônica, camada de valência, configuração eletrônica, distância de ligação, eletronegatividade, eletrosfera, estabilidade eletrônica, ligação covalente, ligação iônica, nanotubos, potencial de ionização.

Público-alvo: 3ª série do Ensino Médio

---

### Objetivo geral:

Conceituar ligações covalentes a partir do conhecimento da estrutura do núcleo atômico, associando-as ao compartilhamento de elétrons.

### Objetivos específicos:

Associar as ligações químicas à estrutura da eletrosfera atômica;

Explicar por que os elementos químicos formam ligações químicas;

Diferenciar ligações iônicas de covalentes;

Citar exemplos de ligações químicas em nosso cotidiano;

Citar as características fundamentais dos compostos covalentes;

Identificar que a versatilidade do carbono na formação das substâncias orgânicas está associada a sua valência.

### Pré-requisitos:

Não há pré-requisitos.

### Tempo previsto para a atividade:

Consideramos que uma aula (45 a 50 minutos cada) será suficiente para o desenvolvimento das atividades propostas.

## Introdução

O programa *Conversa Periódica* possui o formato de um programa de entrevistas, com o apresentador convidando especialistas para explicar diferentes temas de Química. O episódio *Ligações Covalentes* integra o subtema *Ligações Químicas*, tendo como foco as ligações covalentes, suas propriedades e os fenômenos químicos envolvidos nessas ligações.

O assunto abordado neste episódio está relacionado ao fenômeno das ligações químicas e, conseqüentemente, à combinação entre os átomos e à formação das substâncias químicas. É importante que você, professor, ressalte para a turma a importância do tema, pois, por causa das ligações químicas o mundo existe como o conhecemos. Considere, porém, que, por tratar-se de um fenômeno microscópico, invisível a olho nu, os alunos podem sentir-se distantes, devido à dificuldade de imaginar como essas ligações ocorrem. Você deve manter como objetivo em relação a esse tema a aproximação com o cotidiano dos alunos, dando exemplos de substâncias comuns formadas pelas ligações covalentes.

Promova um clima de confiança, liberdade e respeito durante a dinâmica, de modo que os alunos possam sentir-se seguros para pedir explicações, levantar hipóteses e explicar dúvidas. A intenção é levá-los a refletir sobre a relação entre o conhecimento químico, os fenômenos do nosso mundo e a vida como a conhecemos. Quando possível, inicie discussões que relacionem o que está sendo estudado com a visão de mundo dos alunos, pois o entendimento das ligações covalentes explica, em parte, a formação dos elementos do nosso universo.

Verifique com antecedência a disponibilidade dos recursos necessários para a apresentação do vídeo no dia previsto: um computador ou um equipamento específico de DVD conectado a uma TV ou projetor multimídia.

### professor!

Tente criar um clima descontraído, que permita aos alunos se sentirem à vontade para trazer seus conhecimentos prévios.

## I. Desenvolvimento

Sugerimos que a apresentação de novos conhecimentos em Química seja feita com cuidado. Respeite a dificuldade do aluno em compreender e localizar no mundo ao nosso redor o fenômeno abordado. Também consideramos produtivo adotar um equilíbrio entre a teoria e os exemplos práticos para aumentar a fluidez da aprendizagem através da curiosidade dos alunos. Conduza a aula de maneira que os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao assunto possam ser considerados. Aconselhamos que você, professor, demonstre que o aprendizado de Química pode ser divertido, enriquecedor e prazeroso!

A abordagem da matéria sobre **ligações covalentes** não é simples, por isso recomendamos incluí-la em um contexto mais amplo no que se refere às ligações químicas. É necessário levar em conta diversos conhecimentos, como a eletronegatividade dos elementos, o número de elétrons na camada de valência e outras **propriedades periódicas**, relacionadas com os diferentes tipos de ligações químicas. É importante estabelecer uma relação entre esses conceitos, de modo claro, ao mesmo tempo em que se mantém o foco no objetivo desta aula: ligações covalentes.

Quando falamos em **ligações interatômicas**, efetivamente estamos nos referindo à composição básica de tudo o que existe no universo, pois tudo é formado por átomos. Essa ideia pode cativar a imaginação dos seus alunos, fazendo-os levantar hipóteses sobre o tema, gerando discussões produtivas. Você poderá fazer uso dessas informações trazidas pelos alunos para a aula, após a apresentação do vídeo, e aproveitá-las na aplicabilidade do tema, contextualizando os conhecimentos e tornando a aula mais palpável e interessante.

### ÁTOMOS: CONSTRUTORES DO UNIVERSO

*Então, como isso é possível? Isso é possível porque os átomos podem se unir das mais diversas formas. E a união entre os átomos é que é chamada de ligação.*

Entrevistado

Para introduzir o tema você pode usar uma afirmação bastante poderosa: o universo, e tudo nele, é feito de **átomos**. Todas as coisas são formadas a partir de átomos de um tipo de elemento que se une a outros átomos, gerando uma infinidade de combinações possíveis, que constituem uma determinada substância no universo. Você pode ilustrar isso com um exemplo comum: a água, formada pela reunião de trilhões de moléculas, em que cada uma é composta por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio. Mas, isso só é possível porque os átomos conseguem se unir através de **ligações químicas** do tipo covalentes, que se formam segundo regras específicas para essa combinação.



O poder que os átomos possuem para formar substâncias vem das ligações que realizam entre si. Considere que boa parte dos alunos tende a ter dificuldades para perceber que as ligações químicas resultam na produção de substâncias que são mais do que apenas misturas dos elementos que a compõem. Explique que quando os elementos envolvidos se ligam quimicamente, a substância tem as suas próprias características, porque os átomos envolvidos agora estão formando um novo agregado de partículas com sua própria estrutura e propriedades.

Algumas combinações podem ser feitas pela **transferência de elétrons** (ligações iônicas), enquanto outras ocorrem através do **compartilhamento de elétrons** (ligações covalentes). Avise para a turma que vocês irão aprofundar-se nas regras que estão relacionadas às ligações covalentes, isto é, como essas ligações unem os átomos e que produtos podem ser observados a partir dessas uniões.

## EM BUSCA DA ESTABILIDADE: CONFIGURAÇÃO ELETRÔNICA

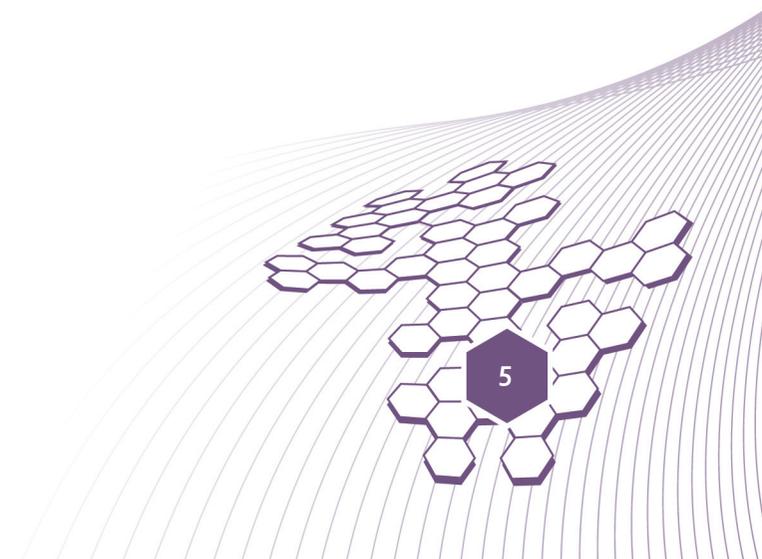
*Átomos que não tiveram a sorte de nascer "nobres", por assim dizer, procuram, através da transferência ou do compartilhamento de elétrons, chegar a ficar parecidos com os gases nobres.*

### Entrevistado

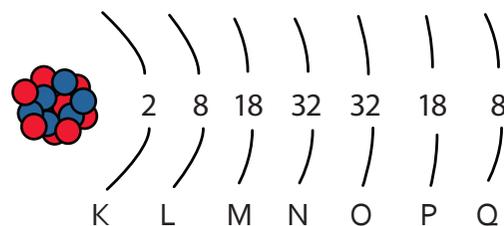
É importante que você lembre com os seus alunos o conceito de **camadas eletrônicas**, porque é fundamental para entender as necessidades de reajuste na busca de uma configuração eletrônica estável. Informe que cada elemento químico possui um determinado número de elétrons, que poderá distribuir-se em sete níveis ou camadas. Relembre junto à turma que o núcleo atômico e sua composição de prótons (carregados positivamente) e nêutrons (sem carga) mantém o núcleo com uma carga positiva. Dessa forma, as camadas de elétrons que possuem carga elétrica negativa são atraídas e mantidas próximas ao núcleo, formando a **eletrosfera** (as camadas de elétrons).

Lembre que há um número máximo de elétrons em cada camada, conforme a ordem a seguir:

- K - 2 elétrons;
- L - 8 elétrons;
- M - 18 elétrons;
- N - 32 elétrons;
- O - 32 elétrons;
- P - 18 elétrons;
- Q - 8 elétrons.



Discuta com os alunos que os elétrons das camadas mais externas da eletrosfera possuem um nível a mais de energia.



Lembre que, em se tratando de ligações químicas, as interações entre os átomos envolvem apenas os elétrons na última camada eletrônica, também chamada de **camada de valência**.

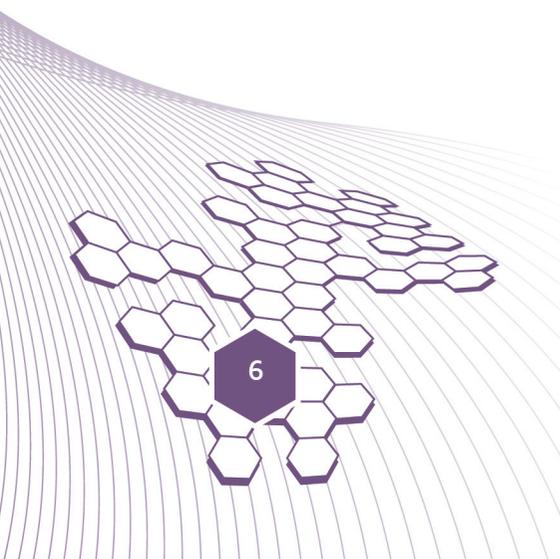
É possível que os alunos perguntem: por que os átomos formam interações? Por que eles se associam? Nesse ponto sugerimos que os alunos tenham uma tabela periódica com a distribuição eletrônica nas camadas para consulta.

Informe que existem alguns elementos que, na natureza, permanecem sem formar substâncias, ou seja, sem se combinar com outros elementos. Pergunte se os alunos sabem quais são esses elementos. Talvez eles citem os gases nobres. Questione o porquê e peça para os alunos consultarem a tabela periódica e descobrirem se os gases nobres têm alguma coisa em comum que os difere dos demais elementos. Informe que essa característica comum está relacionada com a distribuição dos elétrons nas camadas. Oriente o olhar dos alunos pela tabela periódica e aponte a distribuição eletrônica nas camadas. É possível que alguns alunos percebam que os gases nobres, com exceção do hélio, têm oito elétrons na sua última camada e, por isso, não reagem com nenhum outro elemento.

É importante notar que o hélio é uma exceção, porque é o único gás nobre com apenas uma camada eletrônica (camada **K**), logo, a sua estabilidade é atingida quando ela comporta apenas dois elétrons (número máximo da camada **K**).

Informe que esse número está relacionado à **estabilidade eletrônica** dos átomos. Quando dois ou mais átomos formam uma ligação, o objetivo é rearranjar suas camadas eletrônicas mais externas – camadas de valência – com a finalidade de alcançar a estabilidade que ocorre quando a camada de valência fica com oito elétrons (a exceção, como já foi dito, é a camada **K**, que se completa com apenas dois elétrons).

Resuma, explicando que para alcançar uma **configuração eletrônica estável**, os elementos interagem com outros átomos, formando associações que resultam naquilo que conhecemos como substâncias.



Haverá diferentes tipos de exigências e arranjos eletrônicos, dependendo do tipo de átomo em questão e da distribuição de elétrons na eletrosfera (distribuição eletrônica).

Essas propriedades demonstram que os diferentes tipos de ligações químicas estão relacionados, em último caso, ao fato de os átomos receberem e doarem elétrons, ou, se não for possível transferi-los, de compartilharem um elétron. De acordo com sua configuração eletrônica, um determinado átomo vai ligar-se a outro usando um tipo de ligação química diferente, de tal forma que ambos estarão mais estáveis e produzirão uma substância química.

## LIGAÇÕES IÔNICAS

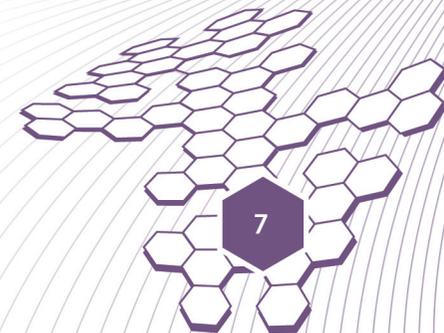
O objetivo deste vídeo é explicar as **ligações covalentes**, mas é importante citar, resumidamente, o que são **ligações iônicas**. Explique que esses dois tipos de ligações estão fundamentalmente relacionados com a maneira como as eletrosferas dos átomos interagem. As ligações podem acontecer quando os átomos doam, recebem ou mesmo compartilham elétrons da camada de valência.

A **ligação iônica** ocorre quando um átomo cede elétrons para outro átomo. Nesse tipo de ligação há sempre átomos que perdem e outros que ganham elétrons. Explique que átomos com **eletronegatividade** muito alta tendem a ter facilidade em arrancar elétrons e dificuldade em perder elétrons. Assim, um átomo mais eletronegativo arrancará os elétrons de outro de menor **eletronegatividade**. Explique que eletronegatividade é a medida qualitativa da capacidade de um átomo receber elétrons, sendo o resultado da soma de potencial de ionização com a afinidade eletrônica.

Informe que a interação entre átomos com eletronegatividades diferentes tende a formar **compostos iônicos**. Entretanto, nessa interação, haverá, devido ao desequilíbrio entre o número de prótons e o de elétrons em ambos os átomos, a formação de íons positivos (cátions) ou negativos (ânions). É importante destacar para os alunos, também, que a diferença entre as eletronegatividades dos átomos envolvidos nesse tipo de ligação – e que permite a transferência de elétrons – é muito grande.

Explique que, além da eletronegatividade, outras **propriedades periódicas** influenciam no tipo de ligação formada:

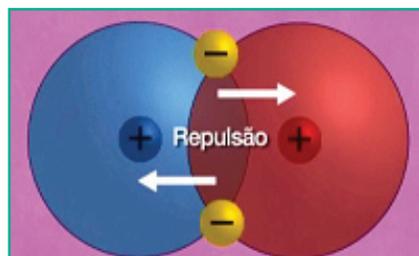
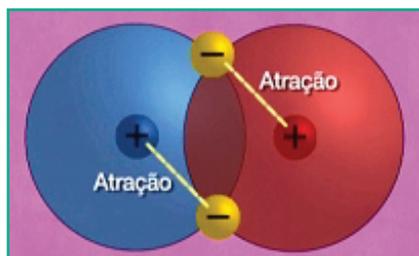
- **Potencial de ionização**: representa a energia necessária para retirar um elétron de um átomo.
- **Afinidade eletrônica**: representa a energia liberada pelo átomo, em estado gasoso, ao receber um elétron.



## LIGAÇÕES COVALENTES

*Quando as diferenças de eletronegatividade não são muito grandes ou são inexistentes – por exemplo, dois átomos de carbono se unindo – não têm mais essa transferência de elétrons, portanto, não temos mais formação de íons. O que se une aí são átomos. E aí é o que chamamos de ligação covalente, porque essa ligação, união, ocorre por compartilhamento de elétrons.*

Entrevistado



Explique para os seus alunos que a **ligação covalente** é um tipo de ligação que ocorre quando os átomos envolvidos não podem doar ou ceder elétrons e, ao invés de realizar uma transferência definitiva, aproximam-se e compartilham elétrons, estabilizando suas camadas eletrônicas. Informe que, nessa interação, os átomos possuem eletronegatividades semelhantes, tendendo a formar compostos covalentes. Nesse caso, como as eletronegatividades são semelhantes, então um átomo não consegue roubar o elétron do outro e vice-versa. A atração da eletrosfera pelo núcleo resulta no compartilhamento de elétrons e gera as ligações covalentes.

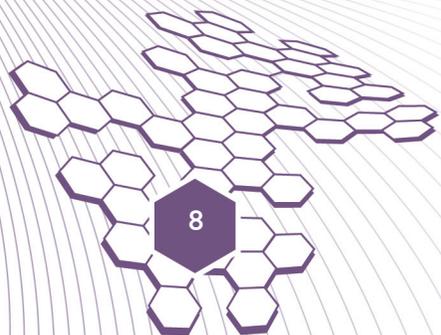
Lembre-se de apontar que não há formação de íons nesse tipo de ligação, pois não há efetivamente o ganho ou a perda de elétrons, mas sim um compartilhamento.

Destaque a imagem do vídeo que mostra a dinâmica gerada pelas cargas dos núcleos e eletrosferas com os efeitos de atração e repulsão entre os átomos. Quando essa movimentação alcança um equilíbrio, os átomos conseguiram estabelecer uma **distância de ligação**.

Indique para os alunos alguns exemplos dessa ligação, como, por exemplo, o gás cloro, formado pela combinação de dois átomos de cloro ( $\text{Cl}_2$ ):

O cloro (Cl) possui 17 elétrons em sua eletrosfera, sendo que sua última camada tem 7 elétrons. Com isso, necessita de mais 1 elétron para atingir a estabilidade. Nesse caso, ambos têm a mesma eletronegatividade, o que os impede de realizar uma transferência, pois os dois querem receber elétrons. Desse modo, compartilham um mesmo elétron e alcançam a estabilidade ficando com uma configuração eletrônica semelhante a do neônio.

Explique que as moléculas formadas pela união dos átomos possuem uma força de atração muito forte, constituindo-se numa ligação difícil de separar.



Converse com seus alunos que a ideia de que a água possui ligações fracas é comum, devido ao fato de evaporar-se ou solidificar-se com relativa facilidade. Porém, esse modo de pensar está equivocado. As moléculas de água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) são unidas por ligação covalente (muito forte), mas são ligadas entre si por um tipo de ligação intermolecular bastante fraca: as ligações pontes de hidrogênio. Então, quando a água muda de estado físico, transformando-se de gelo em líquido **não** há o rompimento das ligações entre o oxigênio e o hidrogênio, mas apenas uma mudança na arrumação das moléculas.

## COMPOSTOS MOLECULARES E COVALENTES

Quando um átomo compartilha elétrons para estabilizar suas camadas eletrônicas forma substâncias ou compostos químicos.

Existem alguns modos através dos quais essas moléculas podem se unir e formar uma substância.

- **Compostos Covalentes:** substâncias formadas unicamente por um arranjo tridimensional de ligações covalentes. São resistentes e difíceis de mudar seu estado fundamental.

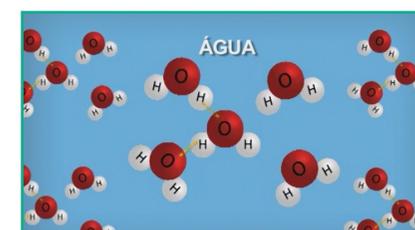
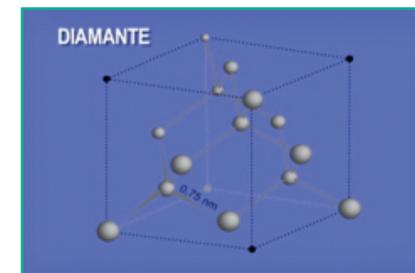
Destaque a imagem do vídeo que mostra a estrutura cristalina do diamante e aponte que as bolinhas cinzas representam átomos de carbono. Explique que eles estão fortemente atraídos pelo compartilhamento de elétrons.

- **Compostos Moleculares:** substâncias cujos átomos são unidos por ligações covalentes, contudo, as moléculas são atraídas por forças intermoleculares.

Destaque a imagem do vídeo que mostra as moléculas de água e explique que as ligações covalentes existem entre os átomos de hidrogênio e o de oxigênio.

## LIGAÇÕES MÚLTIPLAS

É possível que os átomos compartilhem mais do que apenas um par de elétrons entre si, podendo ser o compartilhamento de duas duplas de elétrons, chamada ligação dupla, ou o compartilhamento de três duplas, chamada ligação tripla. Isso aumenta muito a possibilidade da existência de diversas substâncias formadas pelos mesmos elementos químicos!



## LIGAÇÃO COVALENTE DATIVA

A ligação covalente não explica todas as possíveis substâncias formadas pelo compartilhamento de elétrons entre átomos. Desse modo, criou-se a teoria das ligações covalentes dativas, em que um átomo, apesar de já ter oito elétrons na camada de valência (estável), pode compartilhar seus elétrons com um átomo de configuração eletrônica ainda instável. Uma vez que a ligação seja feita, assume as qualidades de uma ligação covalente simples. Para facilitar o aprendizado, você pode criar um momento de descontração com a turma, brincando com a ideia de que existem átomos muito “camaradas” no mundo da Química, que não hesitam em compartilhar com outros, mesmo quando estão “bem de vida”.

## CARBONO: A BASE DA VIDA

*O carbono é o elemento mais versátil em termos estruturais que temos.*

### Entrevistado

Você pode começar brincando com a turma, dizendo que o carbono é um elemento tão versátil que está em todo lugar! Isso permite que, na sua forma pura, componha elementos extremamente variados, como o frágil grafite, os duros diamantes, o carvão comum ou as modernas ligas de **nanotubos** (substâncias muito pequenas, mas muito resistentes) usadas em nanotecnologia.

Não deixe de lembrar que mais importante ainda é o fato do carbono estar presente na maior parte das substâncias que compõem o corpo dos seres vivos. Os compostos orgânicos, como carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos são basicamente formados por longas cadeias de carbono, sendo, por esse motivo, considerados como a base da vida em nosso planeta. Mas, por que o carbono está tão presente?

Como foi dito neste episódio, o carbono possui uma característica muito especial: uma alta capacidade para realizar ligações covalentes com outros elementos. Isso ocorre porque ele possui quatro elétrons em sua camada de valência, e isso faz com que seja muito difícil para esse elemento químico doar ou receber elétrons. Sendo assim, recorre bastante ao compartilhamento eletrônico, ou seja, à ligação covalente simples ou múltipla.

Essa capacidade de fazer muitas ligações se deve a algumas propriedades que o carbono possui e que o torna tão especial.

## 2. Atividades

- a) **Divida** a turma em pequenos grupos e **apresente** exemplos de ligações covalentes. **Peça** que os alunos **produzam** modelos usando massa de modelar e palitos. Ao final da aula faça uma exposição dos modelos e discuta as coerências e ruídos nas conclusões dos alunos.
- b) **Peça** para os alunos **pesquisarem** sobre nanotecnologia e especificamente sobre as aplicações relacionadas com a resistência dos nanotubos de carbono (sugira que eles **pesquisem** se sua resistência está ligada às ligações covalentes). Uma fonte interessante para a pesquisa on-line pode ser acessada no link <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/meta.php?meta=Nanotubos>;
- c)

**Sugira** que os alunos ajudem a **produzir** um jogo do tipo “perguntas e respostas” envolvendo o tema ligações químicas. **Distribua** pequenas fichas pautadas brancas de papel para os alunos e **peça** que cada um deles **crie** na frente uma questão com cinco opções de respostas e que, atrás, **escreva** a resposta com uma explicação objetiva. **Revise** as perguntas, **retire** as redundâncias e **permita** que os alunos **joguem** uma partida ao final de algumas aulas, até que eles dominem o tema.

## 3. Avaliação

É interessante tentar adotar uma **avaliação formativa** durante o uso desses recursos pedagógicos para que possamos orientar nossa tomada de decisões em relação à dinâmica do processo de ensino-aprendizagem. A avaliação começa quando nos envolvemos com a **definição** de objetivos, a proposição de **critérios** e a atribuição de **parâmetros** geradores de conceitos e notas. Os momentos de avaliação do grupo constituem, também, excelentes oportunidades para **avaliar seu próprio trabalho** e os objetivos propostos inicialmente, reformulando e repensando ações futuras.

Os debates estabelecidos após as projeções, mesmo sendo livres, são momentos importantes para avaliar a construção de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Os questionamentos apresentados pelos alunos são importantes indicadores para determinar se os **objetivos** foram atingidos ou se haverá necessidade de aprofundar mais algum conhecimento.

Questões baseadas no conteúdo apresentado no programa podem ser elaboradas e incluídas em **instrumentos formais** de avaliação, como provas e testes.

## VÍDEO - AUDIOVISUAL

### EQUIPE PUC-RIO

#### Coordenação Geral do Projeto

Pércio Augusto Mardini Farias

#### Departamento de Química

Coordenação de Conteúdos

José Guerchon

Revisão Técnica

Nádia Suzana Henriques Schneider

Assistência

Camila Welikson

Produção de Conteúdos

Nicolás A. Rey

#### CCEAD - Coordenação Central de Educação a Distância

Coordenação Geral

Gilda Helena Bernardino de Campos

Coordenação de Audiovisual

Sergio Botelho do Amaral

Assistência de Coordenação de Audiovisual

Eduardo Quental Moraes

Coordenação de Avaliação e Acompanhamento

Gianna Oliveira Bogossian Roque

Coordenação de Produção dos Guias do Professor

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Assistência de Produção dos Guias do Professor

Tito Tortori

Redação

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson

Gislaine Garcia

Design

Isabela La Croix

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson