

Tintura de Iodo como Potencial Reagente para a Experimentação no Ensino de Química

Lucas S. Fernandes e Arenaldo R. A. Silva

Este estudo refere-se à proposição de experimentos de baixo custo utilizando a tintura de iodo (solução alcoólica de iodo e iodeto de potássio) como reagente principal. A opção por esse reagente se deu por alguns motivos, a saber: 1- baixo custo; 2- disponibilidade; 3- alta reatividade; 4- cinética reacional rápida; 5- evidências colorimétricas aparentes da ocorrência de reações químicas. Baseando-se nesses aspectos e na literatura sobre experimentação, foram elaborados seis roteiros experimentais. Recomenda-se que os experimentos propostos sejam inseridos em uma estratégia didática investigativa que articule aspectos teóricos e práticos dos conhecimentos químicos. Espera-se que a realização das atividades experimentais propostas proporcione aos estudantes o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes.

► tintura de iodo, experimentação, ensino de Química ◀

Recebido em 19/11/2020, aceito em 06/02/2021

406

As atividades experimentais, quando realizadas de forma investigativa, proporcionam o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes pelos estudantes (Silva e Zanon, 2000). Essas atividades podem ser inseridas em sequências de ensino investigativas (SEI), que podem ser definidas como sequências de aulas sobre determinados conteúdos planejadas visando à participação ativa dos estudantes na construção de conhecimentos científicos, sob orientação do professor. A estruturação de uma SEI experimental contempla as seguintes etapas gerais (i) proposição de um problema experimental; (ii) resolução do problema; (iii) sistematização em grupo e individual dos conhecimentos construídos (Carvalho, 2013).

A experimentação investigativa é citada em diversas habilidades e competências previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). De uma forma geral, esse documento oficial estabelece que os estudantes proponham experimentos, formulem e testem hipóteses, colem e interpretem dados visando à resolução de situações-problema (Brasil, 2018).

Os principais obstáculos à adoção da experimentação investigativa relacionam-se às condições físicas das escolas (ausência de laboratórios, equipamentos e reagentes) e à formação deficitária sobre experimentação por parte dos professores de Química (Machado e Mól, 2008a). Diante dessa realidade, este estudo teve como objetivos compilar e adaptar, para o contexto da educação básica, seis experimentos de baixo custo utilizando a tintura de iodo.

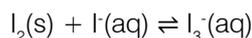
Tintura de Iodo

A tintura de iodo, um medicamento antisséptico de uso externo (tópico), é composta pela mistura de uma solução alcoólica de iodo (I_2) e de uma solução aquosa de iodeto de potássio (KI). Essa mistura contém 2% em massa de iodo. A apresentação do iodo como tintura ocorre por dois motivos: 1- o iodo sólido é volátil; 2 - a presença de íons iodeto auxilia a dissolução do iodo na água devido à formação de íons tri-iodeto. As tinturas, conhecidas desde os tempos antigos, são definidas como preparações médicas coloridas provenientes da digestão de animais ou vegetais em álcool puro ou diluído em água (Nicholson, 1808).



Em 1819, o químico francês Jean Baptiste André Dumas (1800-1884) buscava produzir um medicamento à base de iodo para ser administrado oralmente no tratamento de pacientes com bócio (crescimento anormal da glândula tireoide causado, principalmente, pela deficiência de iodo). A saída de Dumas envolveu a preparação de uma solução alcoólica de iodo e iodeto de potássio, que ficou conhecida como tintura de iodo (Weeks, 1960). As primeiras evidências científicas da ação germicida do iodo emergiram em 1873, quando o bacteriologista francês Casimir Davaine (1812-1882), demonstrou que tintura de iodo inibia a proliferação do *bacillus anthracis*, causador do antraz (Davaine, 1873).

A tintura de iodo contém poli-iodetos (Weller *et al.*, 2014), principalmente o ânion tri-iodeto (I_3^-), formados quando iodo (I_2) é dissolvido numa solução de íons iodeto (I^-):



Apesar da baixa solubilidade em água, a dissolução de poucas moléculas de iodo produz soluções marrons formadas principalmente por poli-iodetos (I_3^- , I_5^- , etc.). Soluções resultantes da dissolução de sais formados por cátions de metais alcalinos (Na^+ , K^+ , etc.) e ânions iodeto (I^-), iodato (IO_3^-) e hipiodito (IO^-) são incolores. A tintura de iodo apresenta potencial para ser utilizada como reagente de baixo custo, por causa da sua elevada reatividade e cinética reacional rápida. Além disso, a formação de uma variedade de compostos coloridos e incolores permite evidenciar diversas reações químicas.

Atividades experimentais sugeridas

Este estudo compilou e adaptou, para o contexto da educação básica, um conjunto de seis experimentos utilizando materiais de baixo custo, tendo a tintura de iodo como reagente principal. Os experimentos sugeridos foram baseados na literatura sobre experimentação no ensino de Química (Silva *et al.*, 1995; Machado Junior, *et al.*, 2006; Cruz, 1995; Hess, 1997; Remião *et al.*, 2003), porém, houve uma fase de testes e adaptação para que fossem realizados de forma segura nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio.

Durante a realização de todas as atividades experimentais sugeridas, recomenda-se o uso de equipamentos de proteção individual (jaleco, luvas e óculos de proteção) por professores e alunos. Na ausência de um laboratório de Ciências / Química, os experimentos poderão ser realizados em ambientes abertos e ventilados ou na sala de aula. O Quadro 1 apresenta os roteiros simplificados dos seis experimentos propostos.

Ao final das atividades experimentais sugeridas, os

resíduos líquidos poderão ser descartados na pia e os sólidos no lixo comum, pois, em baixas quantidades, apresentam baixa toxicidade para o meio ambiente (Machado e Mól, 2008b). Recomenda-se ainda que os professores adotem estratégias experimentais que gerem o mínimo de resíduos.

Explicações dos experimentos sugeridos

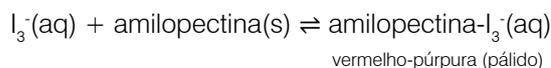
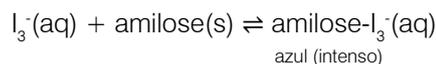
Para facilitar a compreensão, as explicações referentes aos experimentos propostos serão apresentadas separadamente. Em seguida, será realizada uma breve discussão sobre os aspectos didáticos da realização dos experimentos sugeridos no contexto escolar.

Experimento 1 - Detecção de Amido em Alimentos

Nesse experimento, a tintura de iodo foi utilizada para detectar qualitativamente amido em alimentos. O amido é um polissacarídeo formado por moléculas de glicose distribuídas em dois arranjos poliméricos: amilose e amilopectina.

A amilose forma um complexo de coloração azul intensa na presença de íons tri-iodeto (I_3^-), que são atraídos e tornam-se oclusos no centro da cadeia carbônica (Damodaran *et al.*, 2010). Por outro lado, a estrutura ramificada da amilopectina também permite a complexação dos íons tri-iodeto, mas de uma forma fraca, resultando em um complexo vermelho-púrpura. O íon tri-iodeto tem mais afinidade pela estrutura da amilose, por esse motivo, a cor do complexo amilose-tri-iodeto é intensa e pre-

domina em relação à do complexo amilopectina-tri-iodeto (Jarvis e Walker, 1993). As reações de complexação entre os íons tri-iodeto e o amido são apresentadas a seguir:



Essas reações químicas são usadas em análises químicas qualitativas e quantitativas de amostras de amido. A detecção qualitativa do amido em alimentos pode ser um procedimento útil para realizar uma dieta equilibrada de carboidratos.

Experimento 2 - Reações Químicas

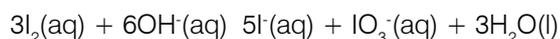
Nesse experimento, foram realizadas duas reações químicas evidenciadas pela mudança de coloração, a primeira ocorreu entre o iodo dissolvido na tintura e os íons hidróxido (OH^-) presentes na água sanitária (solução básica de hipoclorito de sódio - $NaClO$):

Em 1819, o químico francês Jean Baptiste André Dumas (1800-1884) buscava produzir um medicamento à base de iodo para ser administrado oralmente no tratamento de pacientes com bócio (crescimento anormal da glândula tireoide causado, principalmente, pela deficiência de iodo). A saída de Dumas envolveu a preparação de uma solução alcoólica de iodo e iodeto de potássio, que ficou conhecida como tintura de iodo (Weeks, 1960).

Quadro 1: Objetivos, materiais, reagentes e procedimentos dos experimentos com tintura de iodo.

Experimento 1 - Detecção de amido em alimentos utilizando a tintura de iodo	
Objetivo	Detectar amido em amostras de alimentos utilizando tintura de iodo.
Materiais	Amido de milho (5 g); Sal de cozinha (5 g); Tintura de iodo (20 mL); Água (200 mL); Ovo de galinha (1 unidade); Batata (1 unidade); Arroz (5 g); Farinha de mandioca (5 g); Leite (25 mL); Cebola (1 unidade); Copo descartável de café (10 unidades); Colher (5 unidades); Faca (2 unidades).
Procedimentos	Antes de iniciar os testes com os alimentos é necessário elaborar padrões de coloração com a tintura de iodo, com o amido e com uma amostra sem amido. Elaboração dos Padrões: Preencha três copos com água até a metade (cerca de 25 mL), insira 5 gotas de tintura de iodo e agite com uma colher. Reserve o primeiro copo, adicione amido de milho ao segundo e sal de cozinha ao terceiro. Agite as amostras e anote as cores. Detecção de amido nos alimentos: Distribua as amostras de alimentos nos copos, adicione 5 gotas de tintura de iodo em cada um deles. Observe e compare com as cores dos padrões.
Experimento 2 - Reações químicas utilizando a tintura de iodo	
Objetivo	Realizar duas reações químicas utilizando a tintura de iodo.
Materiais	Tintura de iodo (5 mL); Água (50 mL); Água sanitária (10 mL); Amido de milho (0,5 g); Vitamina C (1 comprimido de 1 g); Copo transparente (2 unidades); Colher (2 unidades); Conta-gotas (1 unidade).
Procedimentos	Reação Química 1: Em um copo, adicionar cerca de 25mL de água (meio copo de cafezinho) e 10 gotas de tintura de iodo. Após, adicionar com um conta-gotas água sanitária até a mudança de coloração. Reação Química 2: Em um copo, adicionar cerca de 25mL de água (meio copo de cafezinho), 0,1 g (ponta de colher de café) de amido e 03 gotas de tintura de iodo. Triturar um comprimido de vitamina C e inserir no copo. Observe o que ocorre.
Experimento 3 – Produção do antisséptico iodofórmio utilizando a tintura de iodo	
Objetivo	Produzir o medicamento antisséptico iodofórmio utilizando a tintura de iodo.
Materiais	Tintura de iodo (5 mL); Soda cáustica (20 g); Água (50mL); Acetona (50mL); Colher (1 unidade); Copo (2 unidades).
Procedimentos	Dissolver em um copo cerca de 20 g (1 colher de sopa cheia) de soda cáustica em 50 mL (1 copo descartável de cafezinho) de água. Em outro copo, acrescentar 50mL de acetona e 30 gotas de tintura de iodo. Adicione a solução de soda cáustica ao segundo copo e observe.
Experimento 4 – Demonstração da atividade enzimática da amilase salivar utilizando a tintura de iodo	
Objetivo	Observar a atividade enzimática da amilase salivar utilizando a tintura de iodo.
Materiais	Tintura de iodo (5 mL); Água (200 mL); Amido de milho (0,5 g); Copo (2 unidades); Saliva (2 mL).
Procedimentos	Preencha 2 copos até a metade com água, em seguida, adicione em cada um deles uma ponta de colher de café de amido de milho e agite até homogeneizar. Reserve o primeiro copo e adicione ao segundo 1 copo 1 mL de saliva. Espere 30 minutos e adicione duas gotas de tintura de iodo em cada copo. Observe o que ocorre.
Experimento 5 - Produção de iodo a partir da tintura de iodo	
Objetivo	Produzir iodo a partir da tintura de iodo.
Materiais	Tintura de iodo (10 mL); Vinagre (15 mL); Água Oxigenada 10 volumes (25 mL); Garrafa de vidro com tampa (1 unidade); Colher (1 unidade); Água quente (500 mL); Bacia (1 unidade).
Procedimentos	Insira em uma garrafa de vidro quatro colheres de sopa de tintura de iodo, quatro colheres de sopa de vinagre e oito colheres de sopa de água oxigenada. Tampe a garrafa e a coloque dentro de uma bacia com água quente. Observe o que ocorre.
Experimento 6 – Análise qualitativa da vitamina C em frutas utilizando a tintura de iodo	
Objetivo	Detectar o teor de vitamina C em alimentos utilizando a tintura de iodo.
Materiais	Amido de milho (1 g); Copo grande (1 unidade); Água (200 mL); Colher (1 unidade); Tintura de iodo (5 mL); Conta-gotas (2 unidades); Copo descartável de cafezinho (3 unidades); Suco de acerola (5mL); Suco de laranja (5 mL); Suco de limão (5 mL).
Procedimentos	Preencha o copo com água, adicione meia colher de café de amido de milho e agite com uma colher até homogeneizar. Preencha até a metade três copos descartáveis de cafezinho com essa solução. Ao primeiro copo, adicione dez gotas de suco de limão, agite e acrescente gota a gota tintura de iodo até perceber mudança na coloração, repita o procedimento mais duas vezes, substituindo o suco de limão por suco de laranja e de acerola.

Fonte: Elaborado pelos autores.



O descoloramento da solução de iodo se dá pela formação dos ânions iodeto (I^-) e iodato (IO_3^-), que formam soluções incolores.

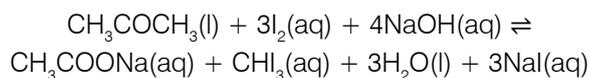
A segunda reação química ocorreu entre o iodo dissolvido na tintura e a vitamina C (ácido ascórbico – $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$):



O descoloramento da solução ocorre porque todo o iodo presente na tintura é reduzido a iodeto (I^-) pelo ácido ascórbico (Silva *et al.*, 2008). A mudança de coloração é um indicativo da ocorrência de reações químicas.

Experimento 3 - Produção Antisséptico Iodofórmio

No terceiro experimento foi produzido o medicamento antisséptico iodofórmio (tri-iodometano - CHI_3) por meio da reação química entre o iodo presente na tintura (I_2) e a acetona (propanona – CH_3COCH_3), em meio alcalino:



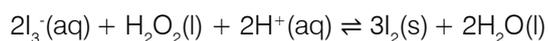
Essa reação química é evidenciada pelo aparecimento da coloração amarela do iodofórmio, que se precipita. O iodofórmio entrou em desuso nos últimos anos, principalmente por causa do desenvolvimento de substâncias antissépticas mais eficazes, contudo, ele ainda é utilizado na odontologia e na medicina veterinária (Hess, 1997).

Experimento 4 - Atividade Enzimática da Amilase Salivar

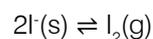
No quarto experimento foi observada a ação da enzima amilase salivar (α -amilase) sobre o amido. A amilase salivar provoca a hidrólise do amido transformando as moléculas grandes de amilose e amilopectina em maltose e em pequenos polímeros constituídos de três a nove moléculas de glicose (Guyton e Hall, 2017). A hidrólise do amido pela amilase salivar provoca o colapso da estrutura da amilose e impede a formação do complexo amilose- I_3^- (Experimento 1), por esse motivo, a tintura de iodo não coloriu de azul o amido.

Experimento 5 - Produção de Iodo

Nesse experimento houve a produção de iodo a partir da reação química entre íons tri-iodeto, presentes na tintura, e a água oxigenada, em meio ácido (Machado Junior *et al.*, 2006):



Com o aquecimento gradativo, o iodo precipitado sublima e o recipiente reacional adquire coloração violeta cada vez mais intensa devido ao seguinte equilíbrio:



O iodo é o halogênio de abundância natural mais escasso ocupando o 64º lugar na lista dos elementos químicos mais abundantes (Krebs, 2006).

Experimento 6 – Análise da Vitamina C em Frutas

Nesse experimento foi possível analisar, de forma qualitativa e quantitativa, a presença e o teor da vitamina C (ácido ascórbico - $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) nos sucos de limão, laranja e acerola. Isso foi possível porque o ácido ascórbico não reagiu com o amido, mas com o iodo presente na tintura, oxidando-o a iodeto (segunda reação química do Experimento 2). Dessa forma, à medida que a tintura de iodo foi adicionada, o ácido ascórbico foi consumido. Após todo o ácido ascórbico ser consumido, o iodo adicionado em excesso pôde então reagir com o amido da solução e produzir um complexo de coloração azul intensa (Experimento 1). O químico norte-americano Linus Pauling (1901-1994) foi um dos maiores defensores dos benefícios da vitamina C, que segundo ele, contribuía para a longevidade (Pauling, 1988).

Aspectos didáticos

Recomenda-se que o professor estruture algumas SEI de caráter experimental inserindo os experimentos apresentados anteriormente. Nesse contexto, a avaliação da aprendizagem escolar consiste em analisar se o problema foi solucionado e se houve desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes (Carvalho, 2013).

No entanto, antes de planejar e aplicar uma SEI, é preciso superar a concepção verificacionista, bastante disseminada entre docentes e discentes, de que os experimentos têm a função de provar teorias (Silva e Zanon, 2000). Para isso, é necessária uma reflexão epistemológica que não privilegie aspectos racionais ou empíricos, mas que articule teoria e prática numa concepção investigativa na qual os problemas propostos abordem os níveis submicroscópicos, macroscópicos e representacionais do conhecimento químico.

Durante a realização das atividades experimentais sugeridas neste estudo, poderão ser abordados os conceitos, procedimentos e atitudes apresentados no Quadro 2.

Além dos conteúdos apresentados no Quadro 2, o professor poderá articular outros conhecimentos teóricos e práticos, de acordo com os conteúdos previstos na BNCC.

Considerações Finais

Os experimentos sugeridos indicam a potencialidade da tintura de iodo como reagente de baixo custo para as aulas experimentais de Química. A realização dos experimentos propostos inseridos em estratégias investigativas poderá contribuir para o desenvolvimento de visões adequadas sobre o processo da ciência e da tecnologia e suas relações entre si e com a sociedade, pois apresenta o trabalho científico de uma maneira didática.

Quadro 2: Conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que poderão ser desenvolvidos.

Experimento	Conceitos	Procedimentos	Atitudes
1	Carboidratos; Complexação; Esteo- reioquímica.	Análise qualitativa do amido.	Atenção para o consumo de carboi- dratos na dieta.
2	Reações químicas de oxirredução.	Escrita de equações químicas; Cál- culo do número de oxidação.	Reconhecimento de substâncias químicas de uso cotidiano.
3	Antissépticos; Cetonas; Haletos; Reações Orgânicas.	Escrita de mecanismos de reações orgânicas.	Utilização correta de substâncias antissépticas.
4	Cinética; Catálise; Proteínas; Enzi- mas; Amilases.	Uso de catalisadores homogêneos em reações químicas.	Importância da amilase para o pro- cesso digestivo.
5	Substância Simples; Gás; Halogê- nio; Pressão de vapor; Equilíbrio de sublimação.	Método de preparação do Iodo.	Vigilância quanto à escassez do Iodo na crosta terrestre.
6	Vitaminas; Reagente limitante e em excesso.	Análise química qualitativa e quanti- tativa da Vitamina C.	Benefícios da vitamina C para a saúde.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Lucas dos Santos Fernandes (lucas.fernandes@univasf.edu.br), licenciado em Química e mestre em Ensino de Ciências pela UFRPE, doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela UFBA/UEFS. Professor Adjunto na UNIVASF, campus

Serra da Capivara. São Raimundo Nonato, PI – BR. **Arenaldo Rogério da Silva** (arenaldo.rogerio@gmail.com), licenciando em Ciências da Natureza na UNIVASF, campus Serra da Capivara. São Raimundo Nonato, PI – BR.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, 2018.

CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

CRUZ, R. *Experimentos de Química em Microescala: Química Orgânica*. São Paulo: Scipione, 1995.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. e FENNEMA, O. R. *Química de Alimentos de Fennema*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAVAINE, C. Recherches relatives a l'action des substances dites antiseptiques sur le virus charbonneux. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances d'Académie des Sciences*, v. 77, p. 821-825, 1873.

GUYTON, A. C. e HALL, J. E. *Tratado de Fisiologia Médica*. 13. ed. São Paulo: Elsevier, 2017.

HESS, S. *Experimentos de Química com Materiais Domésticos*. São Paulo: Moderna, 1997.

JARVIS, C. E. e WALKER, J. L. E. Simultaneous, rapid, spectrophotometric determination of total starch, amylose and amylopectin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 63, n. 1, p. 53-57, 1993.

KREBS, R. E. *The History and Use of Our Earth's Chemical Elements: a reference guide*. 2. ed. Westport: Greenwood Press, 2006.

MACHADO JUNIOR, I.; ASSIS, R. B. e BRAATHEN, P. C. Termômetro de iodo: discutindo reações químicas e equilíbrio de sublimação usando material de baixo custo e fácil aquisição. *Química Nova na Escola*, v. 24, p. 35-38, 2006.

MACHADO, P. F. L. e MÓL, G. S. Experimentando química com segurança. *Química Nova na Escola*, v. 27, p. 57-60, 2008a.

MACHADO, P. F. L. e MÓL, G. S. Resíduos e rejeitos de aulas práticas experimentais: o que fazer? *Química Nova na Escola*, n. 29, p. 38-41, 2008b.

NICHOLSON, W. *A Dictionary of Practical and Theoretical Chemistry: with its application to the arts and manufactures, and to the explanation of the phenomena of nature*. London: Richard-Phillips, 1808.

PAULING, L. *Como Viver Mais e Melhor: o que os médicos não dizem sobre sua saúde*. Rio de Janeiro: Best Seller, 1988.

REMIÃO, J. O. R.; SIQUEIRA, A. J. S. e AZEVEDO, A. M. P. *Bioquímica: guia de aulas práticas*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

SILVA, L. H. A. e ZANON, L. B. A Experimentação no Ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.). *Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens*. São Paulo: CAPES/ UNIMEP, 2000. p. 120-153.

SILVA, S. L. A.; FERREIRA, G. A. L. e SILVA, R. R. À Procura da Vitamina C. *Química Nova na Escola*, v. 2, p. 31-32, 1995.

WEEKS, M. E. *Discovery of the Elements*. 6. ed. Easton: Journal of Chemical Education, 1960.

WELLER, M.; OVERTON, T.; ROURQUE, J. e ARMSTRONG, F. *Química Inorgânica*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

Abstract: *Tincture of iodine as a potential reagent for experimentation in chemistry teaching.* This study refers to the proposition of low cost experiments using tincture of iodine (alcoholic iodine solution and potassium iodide) as the main reagent. This reagent was chosen for some reasons, namely: 1- low cost; 2- availability; 3- high reactivity; 4-rapid reaction kinetics; 5- apparent colorimetric evidence of the occurrence of chemical reactions. Based on these aspects and on the literature about experimentation, six experimental scripts were developed. It is recommended that the realization of the proposed experimental activities be inserted in an investigative didactic strategy that articulates theoretical and practical aspects of chemical knowledge. It is expected that the proposed experimental activities will provide students the development of concepts, procedures and attitudes.

Keywords: tincture of iodine, experimentation, Chemistry teaching.