

UMA PROPOSTA DE DRAMATIZAÇÃO COMO COMPLEMENTO DIDÁTICO PARA O ESTUDO SOBRE CROMATINA E CROMOSSOMOS

Maria Luiza S. Mello e Angelo Luiz Cortelazzo

Departamento de Biologia Celular, Instituto de Biologia, Unicamp, 13083-863 Campinas, SP, Brasil

E-mail: mlsmello@unicamp.br; angelo@unicamp.br

Palavras-chave: Ensino, Drama, Cromatina, Cromossomo

Esta é uma proposta de representação teatral como um recurso didático para aulas de Genética e Biologia Celular e com a finalidade de esclarecer, aprofundar e fixar os conhecimentos sobre as características diferenciais dos elementos moleculares da cromatina e dos cromossomos, a organização espacial e de funcionamento desses mesmos elementos.

Summary

A drama is proposed as a complementary activity for teaching differential characteristics of the molecular components of the chromatin and chromosomes, their spatial arrangement and function, in Genetics and Cell Biology classes.

Introdução

Nas atividades de ensino médio e superior o entendimento e a fixação de conhecimentos teóricos sobre assuntos mais complexos podem se deparar com dificuldades que afetem o aprendizado. O ensino de conhecimentos biológicos sobre a fisiologia de organelas celulares como cloroplastos e mitocôndrias, por exemplo, tem como obstáculo o entendimento de muitas reações químicas complexas. O mesmo ocorre no ensino de conhecimentos sobre a cromatina e os cromossomos, que são estruturas celulares de relevante importância, pois seu principal componente químico, estrutural e funcional é o DNA. No ensino de um conhecimento moderno sobre cromatina e cromossomos, em aulas de Genética ou de Biologia Celular, as atividades práticas laboratoriais são dificultadas pela complexidade desse assunto, por falta de infraestrutura especializada e pelo fato de atividades práticas, se factíveis, serem dispendiosas. A compreensão e a re-

tenção do conhecimento teórico podem ser então muitas vezes comprometidas. Isso ocorre mesmo em instituições equipadas com bons laboratórios de microscopia e bioquímica e recursos audiovisuais, por não atenderem à especificidade do assunto.

Como recurso didático para este caso, foi desenvolvida uma proposta de dramatização, aplicada em disciplinas de Biologia Celular para diferentes cursos de Graduação (Ciências Biológicas, Medicina, Farmácia, entre outros) ministrados no Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas. O sucesso de tal realização vem sendo comprovado pelo melhor entendimento sobre o assunto por parte dos estudantes, atestada pelos docentes. Comprova-se ainda este sucesso pelo interesse do corpo discente que, em suas avaliações, vem considerando a atividade como excelente (Cortelazzo e Gallão, 2005).

Objetivo

O presente trabalho propõe a montagem de uma encenação, visando induzir a compreensão e a fixação de conhecimentos sobre os componentes da cromatina e de seus níveis crescentes de organização e de sua funcionalidade, até a conceituação do cromossomo, fazendo uso desta atividade lúdica. Esta atividade complementar a uma exposição teórica e mesmo uma demonstração prática sobre o assunto (exemplos: observações ao microscópio, exame de fotomicrografias ou softwares educativos).

A encenação prevê o desenvolvimento de um roteiro subdividido em atos, com o envolvimento de alunos. Alguns, como apresentadores dos atos ou narradores e outros caracterizados como moléculas diversas (DNA, RNA, histonas, condensina, proteínas Sir ou HP1) e suas modificações (exemplo: acetilação de histonas H3 e H4), ou como partes da estrutura da

cromatina.

A encenação

A encenação deverá ocorrer numa das extremidades da sala de aula tornada livre para a movimentação dos “atores”, ou numa sala relativamente vazia. A clássica representação dos graus de organização do material cromatínico, desde a molécula de DNA à estrutura de um cromossomo metafásico (Alberts et al., 2002; Mello, 2001), poderá ficar exposta (desenho) ou projetada (retroprojetor) numa das paredes ou tela, de sorte que a platéia, não diretamente atuante, possa acompanhar o desenrolar da apresentação associada às imagens projetadas.

Um “script” deverá ser delineado e divulgado para os alunos. É também necessário que a distribuição de tarefas e o preparo das caracterizações dos alunos sejam estabelecidos e ensaiados. As caracterizações poderão variar desde as mais simples (nomes das moléculas em cartões apensos como colares individuais) até ao uso de camisetas coloridas às quais as denominações apareceriam coladas e que representariam os tipos de moléculas. Camisetas de mesma cor representariam mesmas moléculas, como as duas histonas H2A, H2B, H3 e H4 do nucleóide de cada nucleossomo. Acetilações poderiam ser representadas por enfeites na cabeça dos atores “H3” e “H4”, possíveis de serem facilmente removidos por ação de uma “desacetilase”. O personagem “molécula de DNA”, por facilidade operacional, poderia ser instrumentado com uma longa fita na qual a dupla hélice fosse desenhada, tendo assim facilidade de movimentação para envolver histonas e delas se descomplexar. O ator (ou atores) “condensina”, por sua vez, poderia estar caracterizado com cartolinas nos braços, buscando se assemelhar à morfologia (estrutura) proposta para essa família de proteínas (Alberts et al., 2002), desempenhando papel na condensação (aproximação) de partes dos filamentos cromatínicos ou solenóides.

Para a representação visual de níveis superiores de organização da cromatina (solenóide e outros), os nucleossomos poderiam ser representados como bexigas coloridas (nucleóides) nas quais previamente se cole uma fita que se entenda por molécula de DNA. Nessa etapa cada aluno transportaria um nucleossomo para a constituição de um filamento cromatínico que irá adquirir uma arquitetura com nível de organização superior. Outras caracterizações poderiam também ser criadas, até por propostas dos estudantes.

Um fundo musical instrumental leve pode ser

planejado para acompanhar os atos desde que estimule, porém não distraia, a atenção para com a seqüência e o significado das ações programadas.

Esboço de um espetáculo em quatro atos

Prólogo

(Entra o Título - **CROMATINA e CROMOSSOMOS**.)

Apresentador: O assunto desta encenação é importante para que se compreenda como é a organização molecular do DNA e como é seu funcionamento no interior das células. O DNA é o responsável pela herança (hereditariedade) dos caracteres e é o que comanda o metabolismo celular.

Apresentador: É no interior da cromatina que se encontra o DNA, porém não apenas ele. Outras moléculas, que permitem o controle da expressão do DNA, acham-se também presentes. De modo geral, falamos da cromatina quando tratamos dos núcleos que não estão se dividindo e, de cromossomos, quando as células se acham em processo de divisão. Vai ter início o 1º. Ato.

(Sai o Título.)

1º. Ato

(Entra o Título - **COMPOSIÇÃO** -, saindo à medida que o Apresentador faz sua exposição.)

Apresentador: (Nomeia e apresenta as moléculas que compõem a cromatina, entrando estas em seqüência).

As moléculas que fazem parte da cromatina e dos cromossomos são: DNA, histonas H3-H4 (que formam pares na menor unidade da cromatina), H2A e H2B (ligadas entre si) e H1. Entrem agora as moléculas reguladoras da estrutura e função da cromatina: condensinas, Sir e HP1, bem como a molécula RNA, que pode fazer parte temporária da estrutura da cromatina.

Conhecidas as principais moléculas, passemos para o 2º. Ato, para vermos como elas se estruturam.

2º. Ato

(Entra o Título - **ORGANIZAÇÃO 1** -, saindo à medida que o Apresentador faz sua exposição.)

Apresentador: Na organização básica da cromatina e de cromossomos temos os componentes DNA e histonas, constituindo o nucleossomo. Mostraremos como se apresentam dois (três ou mais) nucleossomos em seqüência.

(Entram as moléculas, formando arranjos.)

Apresentador: No interior dos nucleossomos

organiza-se um octâmero de histonas; o DNA dará uma volta e $\frac{3}{4}$ de volta ao redor desse octâmero, terá algumas seqüências de bases não ligadas a essa estrutura e prosseguirá, ligando-se a outro octâmero de histonas e assim por diante.

Quando a histona H1 está presente, pode compactar a estrutura.

(Moléculas de histona H1 entram e assumem sua posição nos nucleossomos.)

(Nucleossomos em seqüência irão formar um nucleofilamento.)

(Saem todos os atores-moléculas.)

3º. Ato

(Entra o Título - ORGANIZAÇÃO 2 -, saindo à medida que o Apresentador faz sua exposição.)

Apresentador: Após visualizarmos como se organizam os nucleossomos, unidade básica da cromatina e de cromossomos, passemos para os níveis superiores de organização dessas estruturas.

O nucleofilamento, constituído pelos nucleossomos, enrola-se em forma de hélice, como um fio de telefone. Existem de 6 a 7 nucleossomos, por volta, formando o solenóide.

(Entram os alunos carregando bexigas, ou bolas, representando cada uma delas um nucleossomo; os nucleossomos devem ser circundados pela molécula de DNA. Os alunos então se dispõem formando a estrutura helicoidal do solenóide.)

Apresentador: O solenóide, por sua vez, forma alças e dobraduras, até toda essa estrutura se compactar como cromatina, no interior de um núcleo interfásico, ou poder fazer parte do cromossomo, em células em divisão.

As proteínas condensinas participam dos mecanismos de compactação, e a cada 50 nucleossomos podem substituir uma molécula de H1.

(Entra um ator-molécula condensina, remove uma molécula de H1 e encena a aproximação, condensação, da estrutura.)

(Saem os atores-nucleossomos e condensina.)

Apresentador: Finalmente, no próximo ato veremos como essa estrutura complexa pode se condensar ou descondensar, em associação a funções de expressão do código genético ou silenciamento do mesmo.

4º. Ato

(Entra o Título - FUNÇÃO DA CROMATINA -, saindo à medida que o Apresentador faz sua exposição.)

Apresentador: Em setores da cromatina em funcionamento, as histonas H3 e H4 apresentam modificações em alguns de seus constituintes químicos. Entre

essas modificações se encontram as acetilações. (Pode ser explicado o seu significado). Isso permite maior frouxidão da cromatina e conseqüente exposição do DNA dessa região à leitura de seu código genético e expressão de alguns genes.

(Entram alguns nucleossomos, sendo que os atores que representam as histonas mencionadas deverão estar caracterizados segundo a ocorrência de acetilações. Alguma movimentação dessa estrutura poderá ser realizada e moléculas de RNA poderão se aproximar e se afastar da estrutura.)

Apresentador: Há em alguns organismos um sistema protéico chamado Sir (“Silencing information regulator”) que pode promover desacetilação (remoção de grupamentos acetila) de H3 e H4, e formar uma estrutura própria que condensa a cromatina e impede a leitura e expressão gênica do DNA contido nessas regiões. Em outros organismos, proteínas chamadas HP1 podem, de modo semelhante, participar da condensação da cromatina e repressão da expressão de regiões específicas do DNA.

(Entram atores-sistema SIR, executando a desacetilação de histonas e recobrando a estrutura nucleossômica, tornando-a rígida e afastando o ator-molécula RNA. Poderá ser mostrada a participação de HP1 na condensação e repressão de atividade gênica em outros organismos. Executar os movimentos de condensação e de descondensação.)

Apresentador: Estamos finalizando este exercício de encenação e esperamos que vocês todos tenham compreendido melhor a complexa estrutura molecular da cromatina que: - não é composta unicamente por DNA; - ela pode estar contida em compartimentos de tamanho restrito; - a expressão do DNA é regulada por outras moléculas presentes no interior da célula. Agradecemos a colaboração de todos vocês e até a uma próxima vez!

Conclusão

A encenação relatada foi representada por estudantes do ensino médio em quatro oportunidades durante o Programa Ciência & Arte nas Férias, promovido pela Pró-Reitoria de Pesquisa da Unicamp, em 2005. Os estudantes se manifestaram entusiasmados com a atividade, expressando sua aprovação. A atividade valorizou-se com a participação de monitores devido ao apoio dado através de idéias que visavam aperfeiçoar a moldagem de conceitos, buscavam uma simplificação que trouxesse melhor assimilação por parte do público-alvo e que colaborassem para o estabelecimento de uma atmosfera cordial de

aprendizagem-entretenimento. Na visão dos autores, a dramatização é um recurso didático para os professores do ensino médio e superior, devendo ser adaptado à conveniência de cada programa de ensino.

Agradecimentos

Aos doutorandos Alberto S. Moraes e Estela Gonçalves e à graduanda Priscila Behning, pela atuação, como monitores, nas atividades desenvolvidas durante o Programa Ciência & Arte nas Férias, da Unicamp, no ano de 2005. Ao FAEPEX/Unicamp pelo suporte financeiro (Proc. 917/04).

Literatura citada

Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. & Walter, P. *Molecular Biology of the Cell*, 4th ed. Garland Sci., New York, 2002.

Cortelazzo, A. L. & Gallão, M.I. Drama to teach cellular organelle physiology: chloroplasts and photosynthesis. IX Ibero-American Congr. Cell Biol. and XII Congr. SBBC, Campinas 2004. Anais XII Congr SBBC e IX Congr Ibero-Amer. Biol. Celular – CD-Rom, Elsevier, São Paulo, p. 130, 2005.

Mello, M.L.S. Cromatina e Cromossomos. In: H.F. Carvalho & S.M. Recco-Pimentel (Eds.) *A Célula 2001*, Edit. Manole Ltda., São Paulo, pp. 88-100, 2001.