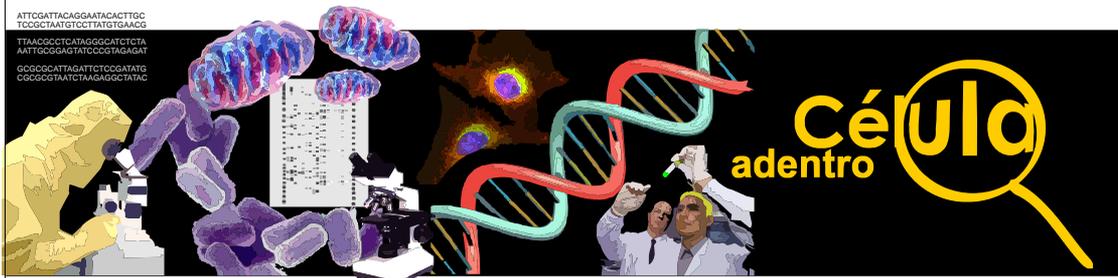


As páginas à seguir devem ser cortadas e grampeadas na lateral, formando um caderno.



Caderno do Professor

Este material foi desenvolvido especificamente para você, professor. Ele complementa e aprofunda questões práticas e pedagógicas relacionadas ao *Célula Adentro*. Sugerimos sua leitura após travar conhecimento com as regras do jogo, já que faremos referências a elas.

O jogo Célula Adentro

Célula Adentro é um jogo de tabuleiro, investigativo, no qual os Casos propostos abordam questões que envolvem a Biologia Celular e Molecular. O jogo permite que os alunos entendam, de forma lúdica, como os cientistas construíram alguns conceitos atuais fundamentais relacionados às células. O jogo se baseia na interpretação de Pistas que podem conter esquemas, figuras, experiências ou resultados com os quais a comunidade científica se deparou, além de informações atuais. Os jogadores agem como investigadores, fazendo anotações, discutindo e chegando às suas próprias conclusões para solucionar os Casos. Grupos de até 12 alunos divididos em duplas ou trios são desafiados a encontrar a solução correta para o Caso. O *Célula Adentro* pode ser jogado de duas maneiras: competitiva ou cooperativa. Nos dois casos o professor tem o papel de coordenador e orientador das discussões. Cabe a ele também receber e avaliar as diferentes soluções apresentadas pelos alunos, assim como guiar uma rica discussão ao final do jogo.

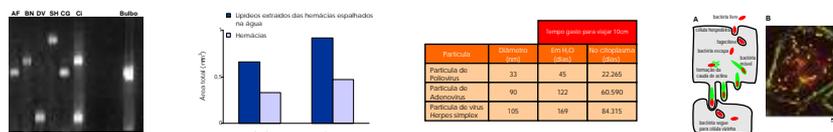
O *Célula Adentro* apresenta oportunidades para o desenvolvimento de habilidades de raciocínio, interpretação, síntese e associação de idéias, além de possibilitar a interpretação de figuras e gráficos, típicos da linguagem científica. Este jogo possibilita aos alunos a construção do conhecimento de temas atuais relacionados à Biologia Celular e Molecular de forma lúdica. Alguns temas podem ser explorados no Ensino Médio e outros no Ensino Superior, dependendo do contexto de ensino. No caso do Ensino Superior, o jogo contempla áreas de interesse de Bioquímica, Evolução, Microbiologia, Biofísica e Imunologia.

O tempo da atividade, incluindo explicação das regras, o jogo e a discussão final com a turma, dura em média 90 minutos (uma hora e meia), o que o torna compatível com os tempos de aula comuns no ambiente escolar e universitário .

De forma resumida, no *Célula Adentro* os jogadores são desafiados a resolver os Casos por meio da coleta , interpretação e discussão de Pistas . Para isso ,eles movimentam seus peões pelo tabuleiro que representa de forma esquemática uma célula eucariótica .Ao resolverem o Caso, os estudantes descobrem algumas das características e funções da célula, como sugere o nome do Jogo .

Objetivos Pedagógicos do jogo

O *Célula Adentro* foi desenvolvido por um grupo de educadores e pesquisadores das áreas de Bioquímica, Biologia Celular e Ensino que, vivenciando o ensino de Biologia em vários níveis, se uniram para criar uma estratégia que pudesse resgatar o prazer da descoberta e do aprendizado , por meio de uma atividade lúdica que estimulasse o raciocínio e o trabalho em grupo. Os principais objetivos deste jogo são: 1) convidar os alunos a serem mais ativos no processo de aprendizagem ;2) oferecer uma oportunidade interativa e lúdica para o aprendizado de Biologia ;3) estimular a curiosidade e o trabalho em equipe ,a discussão e troca de idéias ;4) promover a interpretação de dados científicos sua linguagem representações (gráficos, tabelas, imagens) e 5) simular, até certo ponto, etapas do processo de pesquisa científica, estimulando os alunos a relacionarem diferentes informações para a resolução de um problema. Em cada Pista procuramos sempre explorar resultados de experiências , introduzindo formas de apresentação de dados comuns na linguagem científica, tais como :gráficos, tabelas, micrografias ,sempre tendo como objetivo o uso destes recursos em associação com uma linguagem acessível aos estudantes .Nenhuma pista sozinha é capaz de fornecer a solução para o Caso. É importante portanto interpretar cada uma delas e relacioná las com as demais para chegar à solução do Caso .



O *Célula Adentro* pretende trazer para a sala de aula a discussão sobre temas importantes, interessantes e atuais sobre a célula, sua fisiologia, função, interação com outras células e microrganismos, além de sua homeostase e evolução. A compreensão das Pistas permite ao aluno desvendar algum mistério em relação à célula e aprender ,ao mesmo

tempo um pouco mais sobre suas organelas e estruturas. O objetivo maior é fazer com que os alunos construam autonomamente os conceitos de forma lúdica. O jogo não pretende substituir o professor em sala de aula, e sim servir como um instrumento adicional para estimular os alunos, ao abordar temas complexos de Biologia Celular e Molecular. O clima de descontração gerado pelo "jogar" em grupo é fundamental para o processo de aprendizagem relacionado ao *Célula Adentro*.

O Papel do Professor no Jogo

O professor desempenha um papel fundamental antes, durante e após a partida. Apresentaremos aqui algumas sugestões para orientação dos alunos, que ajudam a tornar o jogo mais eficiente e divertido. Como o tempo de aula é normalmente curto, é importante uma rápida separação dos grupos e uma explicação clara das regras do jogo. O ideal é que joguem, no máximo, 4 duplas ou trios por tabuleiro. No entanto, quando a turma for grande e a disponibilidade de tabuleiros pequena, pode-se dividir em grupos maiores dos quais um representante deverá rolar o dado, movimentar o peão e levar a pista para o restante do grupo. Ou seja, ao invés de 4 duplas em torno de um tabuleiro, poderá haver 4 grupos de até 5 alunos cada. Lembramos que o jogo está disponível gratuitamente na internet para impressão, bastando dispor de dados e objetos que substituam os peões (botões, peões de outros jogos, etc). Sendo assim, aconselhamos a jogar com grupos menores, a fim de obter melhor desempenho individual. Deve-se também, antes de começar o jogo, salientar a importância dos alunos coletarem e lerem o maior número de Pistas possível (de preferência todas as 10 Pistas de cada Caso). Os alunos devem ser orientados para escreverem no Caderno de Anotações apenas um resumo da pista. Eles não devem copiar a pista, pois isso comprometeria o dinamismo do jogo, sem aumentar as chances de resolução do Caso. Além disso, deve-se frisar a importância de que, ao apresentarem uma proposta de solução para cada Caso, os alunos devem incluir explicitamente as evidências que os levaram a formular aquela hipótese.

Durante a partida: é comum os alunos solicitarem ajuda do professor para entender as Pistas. Não aconselhamos que isto seja feito, a menos que eles tenham uma carta de sorte "ajuda do professor". A busca autônoma das respostas pelos alunos estimula a discussão nas equipes e, em geral, à medida que vão conseguindo outras Pistas, suas dúvidas são esclarecidas. A ideia do jogo é que os alunos tenham tempo para ler, interpretar, discutir e raciocinar para poder elaborar suas próprias conclusões. Os problemas de interpretação que eventualmente

permanecerem até o fim da partida serão sanados no momento da discussão após a partida.

Ao fim do jogo: Na forma competitiva a regra indica que a partida acaba quando a primeira dupla apresentar uma solução correta para o Caso. Sugerimos, porém, que o professor dê mais tempo para que outras duplas tentem escrever suas soluções – mesmo que ainda não tenham coletado todas as Pistas. Eventualmente se pode fazer algum tipo de pódio, com diferentes colocações. Na forma cooperativa, deve-se fazer um controle rígido do tempo, para que ele seja um desafio real. O momento de escrever a solução também é de fundamental importância para que os alunos desenvolvam e pratiquem a interpretação, síntese e articulação de idéias. Mesmo que não cheguem à solução totalmente correta, a discussão em grupo é sempre uma boa oportunidade para organizar, consolidar e estruturar as idéias.

A discussão final: Consideramos a discussão como parte do jogo do ponto de vista pedagógico apesar de ocorrer após o final da partida. É nesse momento que o professor desempenha um papel fundamental: discutir as dúvidas dos alunos acerca dos conteúdos das Pistas, de levantar questões sobre o Caso e/ou temas do programa de ensino a ele relacionados. Para isto o professor deve coordenar a discussão, apresentando pista por pista para garantir que as dúvidas, questionamentos e curiosidades em relação ao vocabulário, aos gráficos, experimentos e o papel de cada pista no Caso, sejam abordados. Por favor, entrem em contato conosco através de nosso site: www.celulaadentro.com.br para qualquer dúvida e/ou sugestão.

Por que jogar de forma cooperativa?

A aprendizagem cooperativa vem sendo amplamente utilizada desde a década de 1960 por educadores que acreditam em seu potencial na formação pessoal e profissional dos estudantes. A cooperação pode promover uma aprendizagem mais ativa, estimulando o pensamento crítico, desenvolvendo capacidades de interação, negociação de informações e resolução de problemas. Essas características levam o aluno a assimilar e construir conceitos de modo mais autônomo, permitindo assim um aprendizado mais centrado no aluno do que no professor. A cooperação aumenta ainda a sociabilidade dos indivíduos, visto que todos os membros do grupo devem aprender a dialogar organizadamente, resolver conflitos democraticamente, dividir igualmente as tarefas e levar em consideração outras idéias (Johnson & Johnson, 1994). É fundamental destacar que o simples trabalho em grupo não caracteriza uma estratégia como cooperativa: é extremamente importante que cada membro do

grupo desempenhe uma tarefa reconhecida como importante para o coletivo .

Nossa equipe acredita que a melhor maneira de jogar o *Célula Adentro* é de forma cooperativa. Nessa estratégia, os jogadores dividem-se em equipes que cooperam para coletar e interpretar as Pistas, tendo como único adversário o tempo que, por esse motivo, deverá ser rigorosamente controlado. As regras deste modo de jogar encontram-se no caderno de Regras do Jogo. Os resultados das pesquisas e avaliações do *Célula Adentro* jogado de forma cooperativa mostram que os alunos não sentem falta da competição. Os alunos reconhecem que trabalhar em grupo facilita o aprendizado e citam mais a diversão como um aspecto positivo do jogo do que quando estão competindo. Além disso, avaliamos que jogar cooperando funciona, pois o desempenho do grupo e de cada aluno é igual ou maior do que competindo (Melim e cols., 2000). Dessa forma, além de trabalhar aspectos relacionados à cognição, a cooperação aumenta o diálogo entre os alunos, uma vez que ao final do jogo as duplas devem relatar umas às outras o conteúdo das Pistas por elas coletadas, a fim de propor a solução do grupo. Isto estimula a participação de todos os alunos durante a atividade e exercita a capacidade dos alunos lidarem com diferentes pontos de vista sobre um mesmo assunto, sem que se perca o caráter lúdico do jogo.

Quando Jogar *Célula Adentro*?

O *Célula Adentro* possui cinco Casos que foram desenvolvidos, abordando diferentes temas relacionados ao estudo da célula: 1) a origem evolutiva da mitocôndria; 2) a apoptose no desenvolvimento embrionário; 3) biologia molecular forense; 4) a estrutura da membrana plasmática e 5) a utilização do citoesqueleto na infecção viral. Segue um quadro com uma breve descrição dos diferentes Casos com o objetivo a ser alcançado, a pergunta contida em cada um deles e os temas abordados (veja os detalhes no [Quadro 1](#) na próxima página) .



Quadro 1: Conteúdo dos 5 Casos do Jogo

CASO	OBJETIVO	PROBLEMA PROPOSTO	TEMAS ABORDADOS	SUGESTÕES DE QUANDO JOGAR
Hóspede do Barulho	Entender como surgiu a mitocôndria na célula primitiva, causando mudanças tão drásticas na evolução dos seres complexos.	Você deverá descobrir como a mitocôndria surgiu na célula eucariota.	<ul style="list-style-type: none"> - Evolução Simbiose - Fagocitose - Estrutura e função da mitocôndria 	<ul style="list-style-type: none"> - Ao abordar a origem da célula eucariota - Quando estiver discutindo o tópico de mitocôndria e respiração celular
O Caso da Membrana Plasmática	Entender como os lipídeos estão organizados na membrana plasmática, e como isso foi descoberto.	Você deverá, à partir das pistas deixadas por Gorter e Grendel, descobrir como os lipídeos estão organizados na membrana plasmática das células.	<ul style="list-style-type: none"> - Lipídeos e membranas celulares 	<ul style="list-style-type: none"> - Quando estiver abordando as biomoléculas da célula - Ao iniciar o tema membrana plasmática
Surfando na Célula	Através do exemplo do caminho utilizado pelo vírus Herpes para chegar no núcleo da célula, abordar a estrutura e funções do citoesqueleto da célula eucariota.	Descubra o meio através do qual o Vírus da Herpes consegue chegar rapidamente ao núcleo de uma célula eucariótica.	<ul style="list-style-type: none"> - Função e estrutura do citoesqueleto - Infecção viral - Transmissão da Herpes 	<ul style="list-style-type: none"> - Ao abordar os temas de organelas e estruturas celulares - Para introduzir o tema do citoesqueleto
Um por Todos	Discutir a importância da apoptose não apenas no desenvolvimento embrionário (tema do caso), mas também ao longo da vida do organismo, sendo necessária ao seu bom funcionamento e à sobrevivência.	Como as células das membranas entre os dedos de um feto desaparecem para que eles se formem?	<ul style="list-style-type: none"> - Apoptose - Necrose 	<ul style="list-style-type: none"> - Ao introduzir o desenvolvimento embrionário - Ao discutir morte celular - Ao final do ciclo celular
A pérola do Nilo	Exemplificar como os conhecimentos de DNA e da biologia forense são importantes numa investigação criminal.	Quem roubou a jóia "A Pérola do Nilo"? Como foi possível, a partir de um único fio de cabelo, encontrar o criminoso?	<ul style="list-style-type: none"> - Técnicas de biologia molecular - DNA - Biologia Forense 	<ul style="list-style-type: none"> - Ao terminar de estudar o tema DNA e replicação

Um pouco de teoria...

Este jogo foi formulado baseando-se na abordagem do aprendizado pela solução de problemas (PBL - Problem Based Learning) (Pozo, 1998 ;Stevens e cols . 2 0 0 5). Neste tipo de estratégia, os estudantes devem colaborar para resolver situações-problema. No contexto do jogo, estes problemas relacionam-se a importantes questões do campo da biologia celular e molecular. Diferente de abordagens educacionais mais tradicionais, envolvendo somente aulas expositivas, o ensino baseado na solução de problemas envolve a discussão entre pequenos grupos de estudantes, discussões essas apoiadas e facilitadas pela figura do tutor ou professor (Aspy e cols., 1993).

A formulação didática das situações problema apresentadas no jogo levam em conta a preparação e as limitações inerentes ao nível educacional dos jogadores . Houve a orientação para uma ação investigativa, com caráter dinâmico e, acima de tudo, com uma solução que resulte na construção do conhecimento. Ao jogar o *Célula Adentro* o aluno deve ser capaz de pesquisar, buscar informações, abalizar as e selecioná las ,em lugar de praticar exercícios de memorização .É preciso que sejam realizadas diferentes atividades ,acompanhadas de situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo, envolvendo resolução de problemas e levando à introdução de conceitos novos, para que os alunos possam construir seu conhecimento. Utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma das maneiras de levar o aluno a sair de uma postura passiva, tornado-se mais participativo no processo de aprendizagem e ativo sobre o seu objeto de estudo (Carvalho e cols . 2, 0 0 4) .

Resultados da Avaliação do Jogo

Em estudo recente, verificamos a grande aceitação do jogo entre o público jovem (Spiegel e cols . 2 0 0 8). Neste trabalho ,envolvendo 6 0 5 alunos da rede pública e privada do Rio de Janeiro, 94% dos jogadores declararam que gostariam de jogar o *Célula Adentro* novamente, porque consideravam o jogo divertido e bom para seu aprendizado . A maioria dos alunos chegou à solução dos Casos propostos ,construindo conceitos de Biologia de forma dinâmica e reforçando ainda seus conhecimentos de outros conteúdos. Além disso, as observações realizadas neste trabalho sugeriram um importante papel do trabalho em grupo (em pares ou trios) para atingir os principais objetivos educacionais do jogo . O *Célula Adentro* foi avaliado e obteve boa aceitação tanto em universidades quanto em escolas públicas e privadas do ensino médio no Rio de Janeiro (Spiegel e cols . 2, 0 0 8) e na Suíça (Cardona e cols . 2, 0 0, 7)

Nossos resultados também apontam para uma boa aceitação do jogo como estratégia de ensino por parte dos professores entrevistados (Cardona e cols. , 2007) apenas por seu caráter lúdico mas também pelo desenvolvimento de importantes habilidades .Os resultados indicam , portanto ,que o *Célula Adentro* é motivador ,estimula o raciocínio, gera o entrosamento e troca de idéias entre os alunos e, principalmente, torna lúdico o aprendizado em temas de biologia celular e molecular. Dessa forma, este jogo tem grande potencial para uso na difusão de ciências entre jovens de diferentes faixas etárias e níveis de escolaridade.

Para saber mais sobre o *Célula Adentro*

Cardona TS, Spiegel CN, Alves GG, Ducommun J, Pons AH, Araújo-Jorge TC (2007) Introducing DNA Concepts to Swiss High School Students Based on a Brazilian Educational Game .*Biochemistry and Molecular Biology Education* 35(6), 416-421.

Melim LMC, Alves GG, Spiegel CN, Araújo-Jorge TC & Luz MRMP (2009) “ Surfing in the Cell ” - an investigative game for teaching cytoskeleton concepts for undergraduate students . *Enseñanza de las Ciencias*, volume extra , VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Enseñanza de las Ciencias .

Melim LMC, Spiegel CN, Alves GG & Luz MRMP (2000) Cooperação ou competição? Avaliação de uma estratégia lúdica de ensino de Biologia para estudantes do ensino médio. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.

Spiegel CN, Alves GG, Cardona TS, Melim LMC, Luz MRMP, Araújo-Jorge TC & Henriques-Pons A (2008). *Célula Adentro* (Discovering the Cell)an educational game in cell and molecular biology for secondary-level students. *Journal of Biology Education*, 43(1), 27-35.

Bibliografia

Aspy DN, Aspy CB and Quimby PM (1993). What doctors can teach teachers about problem-based learning. *Educational Leadership*, 50 (7), 22-24.

Carvalho AMP, Azevedo MCPS, Nascimento VB, Cappechi MCM, Vannuchi AI, Castro R S, Pietrocola M, Vianna DM & Araújo RS (2004). *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. Ed. Thomson.

Johnson T & Johnson DW (1994) Overview of Cooperative Learning. <http://www.co-operation.org/pages/overviewpaper.html> Originalmente publicado em: J. Thousand, A. Villa and A .Nevin (Eds) *Creativity and Collaborative Learning* Brookes Press Baltimore .

Pozo JI, Echeverría MPP & Castill JD (Eds.) (1998) *Resolução de Problemas*. Artmed, RS, Brasil .

Stevens R, Johnson DF & Soller A (2005) Abilities and Predictions: Modeling the Development of Scientific Problem-Solving Skills. *Cell Biology Education*, 4, 42-57.