



Ministério da Saúde
FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ
Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde
Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde

Cooperação ou competição? Avaliação de uma estratégia lúdica de ensino de Biologia para o Ensino Médio e o Ensino Superior

LEANDRA MARQUES CHAVES MELIM

RIO DE JANEIRO

2009



Ministério da Saúde
FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ
Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde
Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde

LEANDRA MARQUES CHAVES MELIM

Cooperação ou competição? Avaliação de uma estratégia lúdica de ensino de Biologia para o Ensino Médio e o Ensino Superior

Dissertação apresentada ao Instituto Oswaldo Cruz como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino em Biociências e Saúde

Orientador (es): Dr. Maurício Roberto M. P. Luz
Dra. Carolina N. Spiegel

RIO DE JANEIRO

2009



Ministério da Saúde
FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde
Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde

LEANDRA MARQUES CHAVES MELIM

Cooperação ou competição? Avaliação de uma estratégia lúdica de ensino
de Biologia para o Ensino Médio e o Ensino Superior

ORIENTADOR: Dr. Maurício Roberto M. P. Luz

Dra. Carolina N. Spiegel

Aprovada em ____/____/____

EXAMINADORES:

Prof. Dra. Simone de Souza Monteiro (Presidente)

Prof. Dra. Márcia Serra Ferreira (Titular)

Prof. Dra. Eleonora Kurtenbach (Titular)

Prof. Dr. Ricardo Francisco Waizbort (Revisor e Suplente)

Prof. Dra. Helena Carla Castro (Suplente)

Rio de Janeiro, 01 de setembro de 2009.

Aos meus pais, Lúcia e Cezar, que me guiaram com amor e sabedoria para que eu chegasse até aqui.

Agradecimentos

Aos meus pais, por todo o esforço que fizeram para me educar, por cada palavra de incentivo proferida, pela paciência comigo nos momentos delicados e por todo amor que sempre tiveram por mim.

À minha família pelo apoio, pelo carinho e por acreditar em mim.

Aos meus amigos que em muitos momentos compreenderam que eu não podia estar presente em todos os encontros. Em especial as minhas amigas: Milena, Monique, Roberta e Carol que há muitos anos acompanham a minha trajetória. E aos amigos Shazzam, Alessandro, Monique e Amanda que mesmo após o término da faculdade continuam presentes em minha vida.

Aos amigos Celso, Christiane, Angélica, Eliene, Cíntia, Paola e Bruno do Laboratório de Tecido Conjuntivo, onde iniciei minha carreira científica. Juntos, desfrutamos de muito aprendizado, muita bioquímica e muitas risadas.

Ao Dr. Mauro Pavão que me proporcionou grandes oportunidades em seu laboratório e que me apresentou aos meus atuais orientadores.

Aos meus orientadores Maurício Luz, Carolina Spiegel e Gutemberg Alves por serem orientadores e amigos, pela competência e pela arte de ensinar e orientar, não só no mestrado, mas também na vida. Sem eles essa dissertação não teria existido.

Aos amigos do LAEFIB, Michele, Fátima, Théa, Kátia, Giselle, Lívia, Leandro e Filipe, pela amizade, companheirismo e inúmeras sugestões durante o trabalho.

Ao Dr. Ricardo Waizbort que cuidadosamente fez a revisão desta dissertação.

A Marcela e Tayana que contribuíram muito para o trabalho nesta reta final. E pelos encontros sempre produtivos e descontraídos.

A todos os professores e alunos que fizeram parte desta pesquisa e que colaboraram conosco.

Aos amigos da EBS pelas discussões e trabalhos realizados durante as disciplinas.

Aos membros da banca por terem aceitado o convite para participar e contribuir para este trabalho.

"A mente que se abre a uma nova idéia,
jamais voltará ao seu tamanho original+.

Albert Einstein

ÍNDICE

Resumo	x
Abstract	xi
1 Introdução	1
1.1 . Jogos	1
1.2 . Jogos no Ensino	4
1.3 . Jogos no Ensino de Biociências	9
1.4 . Jogos Cooperativos	11
1.4.1 . Aprendizagem Cooperativa	13
1.4.2 . Jogos Cooperativos no Ensino	18
1.5 . O jogo <i>%Célula Adentro+</i>	21
1.5.1 . Objetivos do jogo <i>%Célula Adentro+</i>	22
1.5.2 . História e origem do jogo <i>%Célula Adentro+</i>	23
1.5.3 - Função pedagógica do <i>%Célula Adentro+</i>	23
1.5.4 . Público-alvo do <i>%Célula Adentro+</i>	24
1.5.5 . Breve descrição do <i>%Célula Adentro+</i>	25
1.5.6 . Avaliação do <i>%Célula Adentro+</i>	27
2 Objetivo Geral	29
2.1 . Objetivos específicos	29
3 Metodologia	29
3.1 . O jogo	30
3.2 . Casos e Conteúdo das Pistas	30
3.2.1 É O %Hóspede do Barulho+	31
3.2.2 . <i>%Surfando na Célula++</i>	32
3.3 . Estratégias competitiva e cooperativas	33
3.3.1 . Competitiva	33
3.3.2 . Cooperativa EC (Esforço Coletivo)	34
3.3.3 . Cooperativa DT (Divisão de Tarefas)	35
3.4 . Sujeitos da Pesquisa	36
3.5 . Avaliação das estratégias	37
3.5.1 . Caderno de Anotações	37
3.5.2 . Questionário de Avaliação	37

3.5.3 . Observações simples	39
3.5.4 - Análises Estatísticas	39
4 Ë Resultados	41
4.1 . Avaliação comparativa das estratégias competitiva e cooperativas no Ensino Médio	41
4.2 . Avaliação comparativa das estratégias competitiva e cooperativas no Ensino Superior.....	59
4.3 . Análise comparativa dos resultados dos Ensinos Médio e Superior	75
4.4 . Por quê utilizar duas estratégias cooperativas?	77
5 - Discussão	79
Anexo I . Tabuleiro do Jogo	94
Anexo II . Cartões do <i>Caso, Pistas e Soluções do Hóspede do Barulho</i>	95
Anexo III - Cartões do <i>Caso, Pistas e Soluções do Surfando na Célula</i>	99
Anexo IV . Caderno de Anotações	103
Anexo V . Questionário de Avaliação Competitivo para o Ensino Médio	104
Anexo VI . Questionário de Avaliação Cooperativo para o Ensino Médio	105
Anexo VII . Questionário de Avaliação Competitivo para o Ensino Superior (Pergunta Relacionada 1)	106
Anexo VIII . Questionário de Avaliação Cooperativo para o ensino Superior (Pergunta Relacionada 2)	107
Anexo IX . Tabuleiro do Jogo modificado	108
Anexo X . Exemplos de Cartas de Sorte ou Azar . Cooperativo DT	109
6 Ë Referências Bibliográficas	110

Resumo

Atividades lúdicas como jogos podem criar situações favoráveis à aquisição de conhecimento. Entretanto a maioria dos jogos possui um caráter competitivo. Uma alternativa a competição é o uso de jogos cooperativos, cujas estruturas favorecem o jogo com o outro e não contra o outro. No presente trabalho avaliamos comparativamente um jogo de tabuleiro para o ensino investigativo de Biologia baseado na solução de problemas, testado em uma abordagem competitiva e duas cooperativas: Esforço Coletivo (EC) e Divisão de Tarefas (DT). Foram avaliados parâmetros relativos à aceitação e aplicabilidade, bem como à sua efetividade no ensino do temas propostos. As avaliações foram feitas em 26 turmas de escolas federais e particulares do Ensino Médio do Rio de Janeiro, totalizando 675 alunos. A mesma avaliação foi feita em 18 turmas (630 alunos) de primeiro período da área biomédica em uma Universidade Pública Federal do Estado do Rio de Janeiro. Os resultados obtidos em todas as estratégias utilizadas mostraram que a maioria dos participantes foi capaz de apresentar uma solução correta para o problema proposto. A estratégia cooperativa EC foi a que obteve menor aceitação por parte dos alunos do Ensino Médio, por ser considerada menos dinâmica e divertida. Além disto, nesta estratégia os alunos tiveram a percepção de que aprenderam menos. De fato, os alunos tiveram pior desempenho individual na solução, posterior ao jogo, de uma pergunta relacionada ao Caso proposto. A estratégia de jogo cooperativo DT apresentou níveis de aceitação e de resolução da pergunta relacionada altos e semelhantes aos obtidos com a estratégia competitiva. No Ensino Superior houve ampla aceitação, sem diferenças significativas em relação aos parâmetros de aquisição de conhecimentos avaliados nas diferentes estratégias. Os resultados indicam que, para os alunos de ensino médio, o lúdico e dinâmico são de extrema importância para o envolvimento, comprometimento e aceitação da atividade, o que se reflete na aquisição de conhecimentos. A cooperação com divisão de tarefas mostrou-se, portanto, válida como uma estratégia de ensino e foi considerada pelos alunos até mais divertida do que a estratégia competitiva. Em conjunto, nossos resultados contribuem para destacar o potencial das atividades cooperativas no ensino de Biologia, tanto em nível médio quanto superior.

Palavras-chave: competição, cooperação, ensino baseado na solução de problemas, Ensino Médio, Ensino Superior, jogos didáticos.

Abstract

Games and other playful activities may help to create favorable situations for the acquisition of knowledge. However, most of the games have the competitive component. An alternative for competition is the use of cooperative games, which favor the game with each other rather than against each other. In the present work, we comparatively evaluated a problem-based-learning investigative board game for Biology teaching. The game was evaluated in one competitive and two cooperatives approaches: Collective Effort (CE) and Task Division (TD). Parameters concerning the acceptance and applicability, as well as the effectiveness in learning were evaluated. Evaluations in high schools were conducted with 675 students (organized in pairs or groups) from private and federal public schools from the Rio de Janeiro State. The same evaluation was conducted with 630 students from the first semester of Biomedical careers from a Federal Public University of the State of the Rio de Janeiro. The results with all the strategies utilized showed that the majority of the participants were able to present a correct solution for the problem proposed. The CE cooperative strategy had the lowest acceptance among secondary students, being considered less dynamic and fun. Moreover, students had the perception that they have learned less while playing under this strategy. Indeed, those students had the worse individual performance in solving a posterior question related to the Case. The overall results concerning the TD cooperative strategy were similar to those obtained with the competitive strategy. The results obtained with higher education students show that there are no differences among the three strategies both concerning acceptance and learning. The results indicate that, for the students of secondary education, the playfulness and dynamic features are of extreme importance for their involvement and acceptance of the activity, with effects also in the acquisition of knowledge. The cooperation with task division was shown, therefore, to be not only valid as a strategy of education but was even considered by the students as being more fun than the competitive strategy. Altogether, our results highlight the potential of cooperative learning in Biology Education.

Keywords: Competition; Cooperation; Problem Based Learning, High School, University, Didactic Games

1. Introdução

O papel do jogo e do brinquedo na formação do sujeito tem sido amplamente discutido entre pesquisadores das mais diversas áreas, incluindo a psicologia, a sociologia, a filosofia e a educação (Volpato, 2002). No contexto educacional, os jogos podem facilitar o processo de ensino-aprendizagem, promover interação entre os alunos e ainda ser prazeroso, interessante e desafiante (Grübel e Bez, 2006). O fato dos alunos aprenderem jogando em um ambiente descontraído e desafiador faz com que encarem a aprendizagem de modo natural, superando as dificuldades encontradas durante o processo de assimilação dos conteúdos (Cabrera, 2007).

Entretanto, um problema apresentado por muitos jogos é o apelo a competição, que pode desviar a atenção do conceito de interesse e mesmo estimular atitudes indesejáveis entre os participantes. Segundo Kohn (1992) estamos condicionados a ser sempre os melhores do que+, a estarmos envolvidos em situações em que alguém tem que perder ou ganhar, portanto, faz-se necessário buscarmos alternativas para essa competição extrema. Uma alternativa para o problema da competição nos jogos educativos, portanto, é o uso de jogos cooperativos ou colaborativos, cujas estruturas favorecem o jogo com o outro e não contra o outro. Os jogos cooperativos, organizados de maneira a atender a necessidade de promoção de habilidades interpessoais e de auto-estima, têm se mostrado ferramentas extremamente importantes para o ensino. No entanto, jogar cooperando funciona? É válido? Cooperar pode ser divertido?

No presente trabalho, foi avaliada comparativamente uma estratégia lúdica com abordagens competitiva e cooperativa, quanto à aceitação, aplicabilidade e efetividade dessas estratégias no ensino de temas atuais da Biologia. Para tal, utilizamos o *Célula Adentro* (Cardona e cols., 2007; Melim e cols., 2007; Spiegel e cols., 2008; Melim e cols., 2009), um jogo de tabuleiro investigativo, baseado na solução de problemas (Silva & Nuñez, 2002). Os resultados indicam que estratégias cooperativas com forte caráter lúdico são bastante eficazes no ensino de biologia, mostrando-se até mais eficazes do que estratégias competitivas na maioria dos aspectos avaliados neste trabalho.

1.1. Jogos

Os jogos sempre fizeram parte da história, sendo até mesmo mais antigos do que a cultura. Segundo Huizinga (2004), os animais praticam jogos entre si, uma vez

que convidam uns aos outros para brincadeiras, em um ritual de atitudes e gestos, respeitando regras relacionadas ao controle da violência como, por exemplo, não morder a orelha uns dos outros com muita força. Já nas sociedades antigas, os jogos eram um dos principais meios de se estreitarem os laços entre as pessoas, uma vez que, segundo o autor, o trabalho não tinha o valor elevado que lhe é atribuído hoje.

Com relação à história da humanidade, Huizinga (2004) compara ainda os jogos aos rituais e cultos. Tanto os jogos quanto os rituais apresentam características em comum como tensão, movimento, entusiasmo, ordem, tempo e espaço. Ambos transportam os participantes para além da vida cotidiana e seus efeitos não cessam após seu término. O jogo é uma atividade livre, conscientemente tomada como não-séria e exterior à vida habitual, mas ao mesmo tempo é capaz de absorver o jogador de maneira intensa e total. O autor define jogo (p. 33), portanto, como:

Uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da vida cotidiana.

Para o autor (p. 41), o jogo e o lúdico eram sinônimos, tendo adquirido significados e usos diferentes ao longo do tempo:

Contrastando fortemente com a heterogeneidade e instabilidade das designações da função lúdica em grego, o latim cobre todo o terreno do jogo, com uma única palavra: *ludus*, de *ludere* (...). É interessante notar que *ludus*, como termo equivalente a jogo em geral, não apenas deixa de aparecer nas línguas românicas, mas igualmente, tanto quanto sei, quase não deixou nelas qualquer vestígio (...). Em todas essas línguas, desde muito cedo, *ludus* foi suplantado por um derivado de *jocus* cujo sentido específico (gracejar, troçar) foi ampliado para o de jogo em geral.

No entanto, para outros autores, a definição de jogo não é tão explícita ou consensual. Para Kishimoto (1996), por exemplo, é extremamente complexo definir o que é jogo, devido à variedade de fenômenos considerados como jogos. A autora cita, como exemplo, a boneca. Para uma criança, uma boneca é um brinquedo que representa uma filha, enquanto para determinadas tribos a boneca pode ser objeto de adoração. Além disso, o que é considerado jogo por alguns pode não ser considerado

por outros. Por exemplo: para um observador externo, uma criança indígena se divertindo tentando acertar animais com flechas pode parecer uma brincadeira; para os índios, no entanto, esse ato é um treinamento de caça de subsistência. A existência de uma variedade de jogos conhecidos como jogos verbais, de faz de conta, individuais ou coletivos, dentre outros, mostra a multiplicidade de fenômenos incluídos na categoria jogo, dificultando ainda mais sua definição.

Para Carneiro (2008) a palavra jogo tornou-se polissêmica. Esta palavra pode ser usada para definir, por exemplo, flexibilidade (~~jogo~~ de cintura+), estratégias e artimanhas (~~jogo~~ político+) ou apostas (~~jogo~~ de azar+). Apesar dos diferentes significados que a palavra assume, existem características que parecem ser comuns às definições de diversos autores. Entre elas podemos citar o prazer, a liberdade, o divertimento, a incerteza, as regras, o simbolismo e a limitação no espaço e no tempo.

Apesar da falta de consenso entre autores acerca da definição de jogo, muitos deles (Carneiro, 2008; Lopes, 2007; Thomaz & Silva, 2006; Spigolon, 2006) destacam a classificação utilizada por Piaget. Esta classificação é especialmente importante para o presente trabalho. Piaget divide as atividades lúdicas em três categorias principais: jogo de exercício, jogo simbólico e jogo de regras. O jogo de exercício é muito comum entre crianças de até um ano de idade e é caracterizado pela repetição de gestos e diversão, ou seja, quando uma ação é repetida pela criança pelo simples prazer. Neste jogo não há aquisição de conhecimento, a criança apenas repete o que já sabe. Aos dois anos de idade a criança já é capaz de fazer representações e inicia-se, portanto, o jogo simbólico ou do faz de conta. Este jogo é caracterizado pela ausência de regras e envolvimento da fantasia. À medida que a criança se socializa com os demais, surge o jogo de regras, que é caracterizado pelos acordos realizados entre os jogadores. Nos jogos de regras, os indivíduos desempenham papéis que podem ser individuais, opostos ou cooperativos.

Segundo Spigolon (2006), os jogos de regras coletivos permitem um maior envolvimento entre os sujeitos, pois, ao jogarem em grupo, as crianças têm a oportunidade de conhecer o modo de agir e pensar dos outros, de trocar opiniões, de entrar em confronto ou acordo. Os jogos de regras necessitam de um objetivo claro a ser alcançado, regras e possibilidades de formulação de estratégias.

Respeitar as regras estimula o raciocínio na medida em que o sujeito usa a criatividade para inventar várias possibilidades de estratégias. Uma jogada malsucedida

vai passar a ser prevista e evitada, sendo substituída por outra. As jogadas que dão certo, por sua vez, serão registradas na memória e reutilizadas. Quando jogamos utilizando regras, as habilidades e competências sociais aí desenvolvidas passam a fazer parte da estrutura mental, podendo ser generalizadas para outras situações quaisquer (Barros de Oliveira, 2004). Segundo esta autora:

Devido à sua grande variedade e versatilidade aplicativa, os jogos de regras possibilitam diferentes enfoques, propondo os mais variados desafios. Individuais ou coletivos, todos criam condições favoráveis a que se aprenda a pensar de forma refletida e criativa na solução de problemas (p. 9).

Assim a autora defende que os jogos de regras voltados para a resolução de problemas convidam a pensar, a descobrir e inventar soluções. Estes jogos, portanto, podem promover situações favoráveis à aprendizagem. Macedo e cols. (2000) também defendem a idéia de que os jogos criam situações favoráveis à resolução de problemas

(...) jogos são propostos com objetivo de coletar informações importantes sobre como o sujeito pensa, para ir simultaneamente transformando o momento de jogo em um meio favorável à criação de situações que apresentam problemas a serem solucionados (p. 13).

Neste contexto, os jogos de regra são excelentes ferramentas para promover a interação social e o desenvolvimento de habilidades, como por exemplo, o raciocínio e a tomada de decisões. Por essas características, os jogos, em especial os jogos de regras, vêm sendo utilizados no campo do ensino.

1.2. Jogos no Ensino

Atividades de caráter lúdico e também os jogos estiveram presentes em várias épocas, entre diferentes povos, para divertir adultos e crianças. No entanto, os jogos podem ser utilizados também para o aprendizado. Segundo Cabrera (2007), o uso de atividades lúdicas para fins didáticos se faz cada vez mais importante. Para a criança, seu uso seria indispensável, por ser a linguagem preferida delas. Para o autor, o mesmo poderia ser dito dos adolescentes. O lúdico estreita os laços entre os indivíduos, devido ao clima de descontração, que é condição necessária para estabelecer o clima para a aprendizagem. Além disso, a aquisição de conhecimento pode ser facilitada quando toma a forma de atividade lúdica, pois os alunos ficam entusiasmados ao

receberem a proposta de aprender de uma forma mais interativa e divertida (Campos e cols., 2003).

Segundo McKeachie e cols. (1990) o ensino depende de pelo menos três tipos de conhecimento: 1) conhecimento do assunto - ter o domínio não apenas do assunto a ser ensinado, mas também saber como organizar o assunto da maneira mais simples até a mais complexa, saber como partir do particular para o geral e vice versa; 2) conhecimento dos estudantes . levar em consideração o conhecimento prévio dos estudantes e, sempre que possível, fazer ligações entre esse conhecimento e o assunto a ser ensinado; 3) e, finalmente, o conhecimento de estratégias de ensino e habilidades que motivem os estudantes e facilitem a aprendizagem. Portanto, a fim de motivar os alunos e facilitar a aquisição de conhecimento, vários estudos têm sido conduzidos com a perspectiva de desenvolvimento e adoção de estratégias lúdicas de ensino. Macedo e cols. (2000) destacam que as estratégias escolares devem valorizar não só a aquisição de conhecimentos, como também e em maior proporção a curiosidade, a solução de problemas e a capacidade de concentração. Esses aspectos certamente tornarão o ambiente da sala de aula favorável à aprendizagem de qualquer conteúdo a ser trabalhado.

Em um contexto lúdico e educacional destaca-se o papel dos jogos, que apresentam entre suas principais vantagens o fato de tornarem os estudantes participantes mais ativos e não apenas observadores: tomando decisões, resolvendo problemas e reagindo aos resultados de suas decisões (Lewis e cols., 2005; Macedo e cols., 2000). Segundo Zanon e cols. (2008) jogos podem ser considerados educativos se desenvolverem habilidades cognitivas importantes para o processo de aprendizagem tais como: resolução de problemas, percepção, criatividade, raciocínio rápido, dentre outras habilidades. Para ser denominado como Jogo Didático, o jogo deve, desde seu planejamento, ser elaborado com o objetivo de atingir conteúdos específicos e ser utilizado no âmbito escolar. Macedo e cols. (2000) destacam também a utilização do jogo e da resolução de problemas no ensino:

(...) elaborar situações problemas, utilizando-as em sala de aula e clínica, é um excelente recurso para relacionar jogos com atividades escolares. É fundamental considerar que desenvolvimento e aprendizagem não estão nos jogos em si, mas no que é desencadeado a partir das intervenções e dos desafios propostos aos alunos. A prática com jogos permeada por tais situações (problemas) pode resultar

em importantes trocas de informações entre os participantes, contribuindo efetivamente para a aquisição de conhecimento (p. 22).

Macedo e cols. (2000) destacam também que jogar favorece a aquisição de conhecimentos, ao estabelecer uma relação positiva com o saber. Conhecer passa a ser percebido como uma real possibilidade pelos alunos, uma vez que os jogos aproximam o aluno do conteúdo. Por meio de atividades com jogos os sujeitos vão ganhando autoconfiança e são incentivados a questionar e corrigir suas ações. Além disso, a ação de jogar vai exigir a realização de interpretação, classificação e operação de informações, que são características que têm relação direta com as situações escolares. O jogo não é o fim visado, mas o eixo que conduz a um conteúdo didático determinado. Ele resulta de um empréstimo da ação lúdica para servir à aquisição de informações (Kishimoto, 1993). Os jogos promovem a cooperação nos grupos (Chung e cols., 1996) e criam um nível de envolvimento dos estudantes, o que, segundo McKeachie e cols. (1990), contribui para o ensino efetivo. Os jogos didáticos permitem ainda que diversos objetivos pedagógicos relacionados à cognição, afeição, socialização, motivação e criatividade sejam atingidos (Miranda, 2001).

Dentro das orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para a área de Biologia (BRASIL, 2000a), destaca-se também o papel do jogo dentre as estratégias que propiciam o estabelecimento de uma relação dialógica em sala de aula e, por isso, devem ser privilegiadas no ensino da Biologia:

Os jogos e brincadeiras são elementos muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento. Permitem o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação entre cooperação e competição em um contexto formativo. O jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica e prazerosa e participativa, de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos (p.28).

E ainda destaca-se a importância dos jogos na resolução de problemas:

Os jogos constituem uma forma interessante de propor problemas, pois permitem que estes sejam apresentados de modo atrativo e favorecem a criatividade na elaboração de estratégias de resolução e busca de soluções. Propiciam a simulação de situações problema que exigem soluções vivas e imediatas, o que estimula o planejamento das ações; possibilitam a construção de uma atitude positiva perante os erros, uma vez que as situações sucedem-se rapidamente e podem ser corrigidas de forma natural, no decorrer da ação, sem deixar marcas negativas. (p.46)

Com a utilização de jogos no ensino, o professor muda de comunicador do conhecimento para orientador, mediador, organizador e incentivador da aprendizagem e do processo de construção do saber do aluno. Para tal, só irá interferir quando isso se faz necessário, através, por exemplo, de questionamentos que levem os alunos a mudanças de hipóteses, apresentando situações que forcem a reflexão ou ainda através de intervenções para a socialização das descobertas dos grupos. O professor apresenta questões, ajuda os alunos a se apoiarem para superarem as dificuldades, leva os alunos a pensarem, aguardando o tempo necessário para isso, acompanha suas explorações e resolve, quando necessário, problemas secundários (Silva & Kodama, 2004).

Vale ressaltar que o trabalho com jogos, assim como qualquer outra atividade pedagógica, requer um planejamento. Este planejamento, segundo Macedo e cols. (2000), deve abranger diversos aspectos como: 1) objetivo . finalidade da utilização do jogo; 2) público . quais os sujeitos e a faixa etária a qual o jogo se destina; 3) adaptações . modificações em termos de simplificar ou propor novas situações tornando a atividade mais significativa para o aluno; 4) tempo . verificar o tempo disponível para a realização da proposta; 5) espaço . conhecer o local onde a atividade será realizada para o bom funcionamento do jogo e, finalmente, 6) proximidade a conteúdos . escolher os jogos de acordo com o conteúdo a ser valorizado em sala.

A escolha dos jogos deve ser feita de acordo com o conteúdo que será trabalhado em sala de aula, com o intuito de fazer o aluno ultrapassar a fase da mera tentativa e erro, ou de jogar pela diversão apenas. É importante que o professor já tenha domínio do jogo antes de aplicá-lo aos alunos, domínio este que só será obtido jogando. Com isso, o professor estará totalmente preparado para as eventuais dúvidas que possam surgir ao longo do processo. Outro fator muito importante é a realização de discussões com os alunos sobre os conteúdos abordados no jogo, ao término de cada partida.

Esse *feedback* entre o professor e o aluno é necessário para que todas as dúvidas a respeito do conteúdo trabalhado sejam superadas e para que os alunos exponham suas conclusões e discutam as diferentes opiniões. Ao jogar e discutir as partidas, muitos conceitos são reavaliados, bem como diferentes aspectos do conhecimento são ampliados e aprofundados (Macedo e cols., 2000).

Apesar das diversas potencialidades inerentes aos jogos, muitas das quais discutidas acima, sua utilização como meio educativo demorou a ser aceita no ambiente educacional pelo fato de estarem associados ao prazer, caráter por muito tempo considerado como de pouca importância na formação de jovens (Gomes & Friedrich 2001). Kishimoto (2001), por exemplo, fez um levantamento sobre a disponibilidade e o uso de jogos por 482 professores de 84 escolas infantis do Estado de São Paulo, com o objetivo de avaliar se os jogos estavam sendo utilizados pelos professores. A autora percebeu que os jogos menos utilizados eram os jogos educativos de regra. Além disso, apenas 10% eles eram voltados para o aprendizado de outros temas que não a língua materna e matemática. Na verdade, a maior parte dos materiais lúdicos encontrados era voltada para o ensino de Artes e Educação Física. Além disso, a autora relatou que, mesmo em escolas infantis, parece haver uma clara separação entre os momentos de aprendizado e de brincadeira, com pouca incorporação de atividades lúdicas associadas ao aprendizado.

Chung e cols. (1996) descrevem e ressaltam em seu estudo a importância dos chamados jogos de *display* que são jogos realizados em quadro brancos magnéticos. Nesses quadros podem ser utilizadas letras confeccionadas com material magnético para que sejam feitos jogos como, por exemplo, palavras cruzadas com temas biológicos (para mais exemplos de jogos de *display* ver Chung e cols., 1996). Esses quadros permitem ainda que sejam feitos desenhos e esquemas com uma caneta apropriada, com a vantagem de poderem ser facilmente transportados devido ao seu tamanho, de aproximadamente 1m x 1,5m. A vantagem desses jogos é que eles podem ser aplicados tanto de forma individual, quanto em pequenos grupos ou com toda a turma. No entanto, a utilização desses jogos sofre resistência por parte dos professores que acreditam serem os mesmos eficazes apenas para crianças e não para adolescentes. Os autores aplicaram, portanto, um questionário acerca da utilização de jogos de *display* a 41 professores de disciplinas científicas de uma universidade de Hong Kong, onde 80% dos professores afirmaram que os alunos gostaram mais do jogo

do que dos exercícios propostos ao final do capítulo do livro texto adotado. Além disso, 71% dos professores concordaram que o jogo abrangeu a maior parte dos temas previstos no currículo da universidade. Apesar desses comentários favoráveis ao jogo, alguns professores declararam não terem tempo e nem suporte financeiro para desenvolver tais atividades. Outros afirmaram não disporem de tempo suficiente para terminar o conteúdo previsto no currículo e que por isso não poderiam perder tempo com jogos. Outros afirmaram ainda ser muito trabalhoso carregar o quadro branco para o laboratório ou para a sala de aula. Em conjunto, esses trabalhos (Kishimoto, 2001, Chung e cols., 1996) mostram que atividades lúdicas sofreram, e ainda sofrem, resistências por parte de alguns professores em sala de aula.

1.3. Jogos no Ensino de Biociências

Apesar da resistência, diversos jogos para o ensino de ciências e de biologia para alunos de diferentes níveis de ensino foram desenvolvidos e avaliados. No ensino de biociências os jogos podem ser utilizados tanto para a introdução de um novo conceito, quanto para a integração de diversos temas ou ainda para revisar aspectos importantes do conteúdo. Dentre estes jogos encontram-se jogos de cartas, *puzzles*, jogos de tabuleiro, jogos computacionais, dentre outros. Franklin e cols. (2003) desenvolveram e avaliaram o uso de jogos de cartas e quebra-cabeças em aulas de biologia para estudantes do primeiro período de uma universidade australiana. Os jogos abordam temas como reprodução animal, célula e digestão. Os resultados das observações feitas durante o estudo apontam para uma ampla utilização dos jogos de modo espontâneo por parte dos estudantes durante as aulas práticas, com uma preferência por jogos de cartas. Além disso, segundo os próprios alunos, estes ajudaram na compreensão de termos biológicos.

Em um ambiente institucional, dentre os jogos de tabuleiro desenvolvidos na Fundação Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro, podemos destacar o *Por Dentro da Esquistossomose* e o *Jogo da Onda*. Oliveira e cols. (2008) avaliaram o uso do jogo *Por dentro da Esquistossomose*, no qual os sujeitos têm a oportunidade de testar seus conhecimentos e descobrir curiosidades sobre a esquistossomose, além de aprender as situações de risco para a população exposta. O jogo foi utilizado por alunos entre 18 e 23 anos de uma escola pública do município de Sumidouro, localizado no interior do Estado do Rio de Janeiro. A fim de analisar se o jogo promove a aquisição de

conhecimentos, os autores aplicaram questionários individuais antes e após o jogo e realizaram grupos focais sobre os temas abordados no jogo. Os resultados do trabalho mostraram que o jogo promoveu a aquisição de conhecimentos, sendo um recurso que pode contribuir para a compreensão das formas de transmissão e prevenção da doença. No entanto, os autores ressaltaram que o jogo precisará sofrer algumas mudanças a fim de esclarecer melhor aos alunos sobre a transmissão da esquistossomose. Outros autores como Macedo e cols. (2000) também destacam a importância de constantes reformulações nos jogos, a fim de torná-los cada vez mais adequados ao público destinado.

Monteiro e cols. (2003) avaliaram o uso do *Jogo da Onda+*, desenvolvido pelos próprios autores. O jogo aborda temas relacionados ao uso de drogas como, por exemplo, efeitos de drogas lícitas e ilícitas relacionados a conflitos pessoais. Em um primeiro momento da pesquisa, o jogo foi utilizado com 62 jovens, entre 12 e 18 anos, matriculados no nono ano do ensino fundamental e no primeiro ano do ensino médio de 4 estabelecimentos de ensino da rede pública do Rio de Janeiro. Segundo os alunos, o jogo foi informativo, promoveu a reflexão e estimulou o debate. 79% dos alunos atribuíram ao jogo o conceito *“muito bom”* e 98,4% dos alunos concordaram que o jogo ajudou a compreender temas referentes ao uso de drogas.

Miller e cols. (2006) desenvolveram e testaram um jogo computacional também para o ensino do efeito de drogas no sistema nervoso. O jogo foi dividido em três episódios, que abordavam temas, como por exemplo: identificação de partes e funções do cérebro afetadas pelos estimulantes (episódio 1); análise de uma substância desconhecida utilizando um espectrofotômetro de massa (episódio 2) e como o *ecstasy* altera a comunicação normal entre os neurônios (episódio 3). O jogo foi utilizado por 289 estudantes do Ensino Médio de cinco escolas do estado do Texas nos Estados Unidos. A fim de avaliar se o jogo promoveu a aquisição de conhecimentos, foi utilizado um pré-teste e um pós-teste com 35 questões, divididas por episódio. As questões aplicadas no pré-teste foram as mesmas aplicadas no pós-teste, mudando-se apenas a ordem das questões. As notas obtidas no pós-teste foram significativamente maiores do que as notas obtidas no pré-teste, em todas as escolas que participaram do estudo, indicando que o jogo computacional promoveu a aquisição de conhecimento sobre os efeitos de drogas no sistema nervoso.

Como exemplificado acima, há vários jogos desenvolvidos e descritos na literatura para o ensino de biociências, porém, a maioria destes é pautada na competição, o que, segundo alguns autores (Kohn, 1992; Zahn & Hildebrandt, 2005), pode desviar a atenção do conceito de interesse e mesmo estimular atitudes indesejáveis entre os participantes. Cabe ao professor saber lidar com eventuais problemas que a competição pode gerar entre os alunos, tais como conflitos internos, desânimo por ter perdido o jogo, etc. Por outro lado, a competição pode ser um estímulo a mais aos alunos que, na ânsia de vencerem, sentem-se mais motivados durante as partidas e adquirem mais conhecimento. Segundo Macedo e cols. (2000) a competição não é boa nem má. Ela caracteriza uma situação onde dois indivíduos desejam a mesma coisa ou dela necessitam ao mesmo tempo. Esses fatos também ocorrem na vida humana e no mundo biológico, sendo o ponto principal a forma de como reagir diante dos mesmos. Segundo o autor, a melhor maneira de lidar com a competição nos jogos em grupo é desenvolver desde o início uma atitude saudável e natural em relação à vitória ou à derrota. Silva e Kodama (2004) destacam que, se o professor não der tanta importância ao ganhador, este minimiza os impactos da competição, tornando o sentimento de derrota provisório.

1.4. Jogos Cooperativos

É freqüente a associação entre o conceito de jogo e competição. De fato, Huizinga (2004, p. 39), afirma a presença de um caráter competitivo inerente aos jogos, quando afirma que:

A idéia de ganhar está estreitamente relacionada com o jogo. Todavia, para alguém ganhar é preciso que haja um parceiro ou adversário.

O autor (Huizinga, 2004, p. 57) prossegue afirmando que, pelo menos as competições poderiam ser, necessariamente, vistas como jogos:

Assim, para voltar a nosso ponto de partida, (...) podemos afirmar que a língua latina tinha toda razão ao designar as competições sagradas pela simples palavra jogo.

No entanto, o próprio Huizinga (p. 39) admite que a associação entre jogo e competição é, no mínimo, controversa, destacando que:

(...) Já vimos, portanto, três línguas em que as palavras que designam competição são diferentes das que designam jogo (...). Querirá isto dizer, afinal de contas (...) que esta divisão lingüística corresponde a uma diferença sociológica, psicológica e biológica profundamente arraigada entre o jogo e a competição?

Em seu livro, Brotto (2001) destaca que a competição só é boa para o vencedor, pois a maioria tem o sentimento de derrota. De acordo com o autor (p. 60) temos sido condicionados a competir:

E que sendo um condicionamento ele é fruto de um processo de aprendizagem, inserido num contexto cultural mais amplo. Fomos treinados . via escola, família, mídia e por tantos outros meios . para acreditar que não temos escolhas e para aceitar a competição como a opção natural para nosso crescimento e realização.

Brotto (2001) define então os jogos cooperativos como jogos nos quais os indivíduos jogam uns com os outros e não uns contra os outros, buscando superar desafios e unir pessoas.

Segundo Terry Orlick, um dos pioneiros na implantação, desenvolvimento e utilização de jogos cooperativos, este tipo de jogo é utilizado por diversas culturas há séculos (Orlick, 2006). Eles teriam sido utilizados pelos Inuítes e por outras tribos de esquimós do Alasca para celebrar a vida desde tempos pré-históricos. Depois que tomou conhecimento destes jogos, o próprio autor relatou (Orlick, 2006, p. 2):

Essas experiências influenciaram de tal forma minha visão sobre o que os jogos poderiam ser, que iniciei uma jornada para elaborar meus próprios jogos cooperativos.

Por três décadas, Orlick dedicou-se aos jogos cooperativos, tornando-se um dos autores mais freqüentemente citado na literatura sobre o tema. De acordo com esse autor, os jogos cooperativos são aqueles em que os jogadores jogam uns com os outros e não contra os outros. Eles eliminam, portanto, o medo e a sensação de derrota. Os jogos cooperativos são caracterizados por promoverem situações de colaboração, sucesso, estímulo e diversão. Vale ressaltar, porém, que estas características também podem estar presentes em jogos competitivos.

Ainda segundo Orlick (2006, p. 2), as experiências com jogos cooperativos são raras:

(...) Muito pouco jogos são desenvolvidos especificamente para que todos os jogadores . crianças ou adultos busquem um objetivo comum. Jogos cooperativos (jogos sem perdedores) são extremamente raros (...) a beleza desses jogos reside nos valores que eles promovem . inclusão, cooperação, empatia e alegria (...).

A fim de compreendermos melhor o que são jogos cooperativos e como estes se aplicam na área de ensino, alguns conceitos acerca das interações que podem ocorrer dentro da sala de aula devem ser esclarecidos. Além disso, será feito um breve histórico da utilização de métodos cooperativos no ensino que não necessariamente incluam a utilização de jogos.

1.4.1. Aprendizagem cooperativa

Dentro da sala de aula podem ocorrer diversos tipos de interações. Essas interações podem ser entre os professores e os alunos, entre os alunos e os materiais didáticos e os alunos entre si. As interações entre os alunos por sua vez podem ser competitivas ou cooperativas. Por outro lado, o individualismo é caracterizado pela ausência de interação ou pela independência.

Para que haja interação, deve haver também uma interdependência social entre os alunos. Segundo Johnson & Johnson (1994; 2007), renomados pesquisadores que vêm estudando esta área desde a década de 60, a interdependência social existe quando a realização da meta de cada indivíduo depende do desempenho de outros. Existem dois tipos de interdependência social: positiva (cooperação) e negativa (competição). A interdependência positiva ocorre se, e somente se, os indivíduos perceberem que só conseguirão atingir suas metas caso os demais indivíduos aos quais estão ligados também alcancem os seus objetivos. Por outro lado, a interdependência negativa existe quando os indivíduos percebem que só alcançarão seus objetivos, caso seus pares com os quais estão competindo falhem. E por último, quando não há interdependência, o indivíduo é capaz de alcançar seus objetivos, mesmo que os outros indivíduos fracassem ou obtenham sucesso em suas metas. A não interdependência, portanto,

caracteriza as estratégias individualistas, nas quais o indivíduo atua sem qualquer preocupação com seus pares.

As estratégias individualistas podem desmotivar alguns alunos. Quando estudantes com dificuldade de aprendizado atuam de forma individual, há maiores chances que eles desistam de aprender, frente a um conteúdo de difícil entendimento. Por outro lado, quando os estudantes trabalham em grupo, eles persistem na tarefa, pois os alunos que têm mais facilidade em aprender ajudam e estimulam os alunos com mais dificuldade no aprendizado. Ao ajudar os demais, o indivíduo pode perceber e preencher suas próprias lacunas no aprendizado (Felder & Brent, 2007). As interações entre os alunos em sala de aula podem, portanto, facilitar a aquisição de conhecimentos, em especial a cooperação, pois cria uma interdependência positiva entre os alunos. A aprendizagem cooperativa existe quando os estudantes trabalham em grupo para dividir conhecimentos e atingir um objetivo comum (Johnson & Johnson, 2000).

A aprendizagem cooperativa vem sendo amplamente utilizada desde a década de 1960 por educadores que acreditam no potencial destas estratégias na preparação dos estudantes para sua formação pessoal e profissional (Torres e Irala, 2007). Essa ampla utilização da aprendizagem cooperativa se deve a múltiplos fatores. O primeiro é que a aprendizagem cooperativa é baseada em várias teorias sólidas de ciências como a antropologia, sociologia e psicologia. Além disso, existem mais de 900 estudos que validam a eficiência da cooperação. Estudos estes que foram conduzidos em diferentes países, em diferentes décadas, com indivíduos de diferentes culturas, idades e classes sociais. Finalmente, existe uma grande variedade de métodos cooperativos disponíveis para serem utilizados pelos professores. Atualmente, aprendizagem cooperativa é uma expressão para referir-se a uma variedade de métodos cooperativos (Jonhson & Jonhson, 2000).

Os métodos cooperativos mais utilizados principalmente na área de ensino no exterior são chamados de *Student Team Learning*, que consistem em métodos como: *Students Team-Achievement Division* (STAD), *Teams Games-Tournament* (TGT) e *Jigsaw*. Os métodos STAD e TGT foram propostos pelo psicólogo Robert Slavin e seu grupo em 1977 na Universidade Johns Hopkins (Slavin, 1985). No método STAD, os alunos são divididos em grupos de 4 a 5, para juntos estudarem um determinado conteúdo. Em seguida o professor faz uma argüição com cada membro do grupo. Cada

resposta correta individual, conta ponto para todo o grupo. O grupo que fizer mais pontos ganha uma recompensa e o reconhecimento do professor. O método TGT é semelhante ao método STAD, mas ao invés de serem argüidos, os estudantes deverão participar de torneios acadêmicos. Os pontos obtidos pelos indivíduos são contabilizados para o grupo (Slavin, 1985). É interessante destacar que esses dois métodos criados por Slavin, apesar de serem métodos de aprendizagem cooperativa, pressupõem uma cooperação dentro do grupo e competição entre os grupos. O método do *Jigsaw* foi um dos primeiros métodos de ensino cooperativo. O *Jigsaw* foi desenvolvido também por um psicólogo, Elliot Aronson em 1978, no Texas. Neste método o professor divide os alunos em pequenos grupos e cada membro do grupo recebe um texto com parte do assunto que será tratado. Os alunos de diferentes grupos que possuem o mesmo texto deverão, então, reunir-se para discutir e tirar suas conclusões acerca do material que receberam. Em seguida, os alunos deverão voltar para os seus grupos de origem e explicar uns aos outros o que entenderam de seus textos. O objetivo é entender primeiro as partes, para posteriormente se ter uma compreensão do todo. Ao final todos os alunos fazem um teste individual para obterem suas notas. Slavin, em 1980, desenvolveu o método *Jigsaw II*, que mantém a forma original, com algumas modificações. No método *Jigsaw* cada membro lê apenas uma parte do material, já no *Jigsaw II* todos os membros do grupo tem acesso ao material, não dependendo unicamente da explicação dos demais (Slavin, 1985).

É importante destacar que, independente do método, segundo alguns autores (Johnson & Johnson, 1994; Felder & Brent, 2007; Tanner e cols., 2003; Zakaria & Iksan, 2007), o aprendizado cooperativo é caracterizado por promover: 1) interdependência positiva entre os membros do grupo, na qual o sucesso do grupo vai depender do desempenho de cada membro; 2) interação *face-a-face* . os membros do grupo deverão trocar recursos, confrontar opiniões, promover *feedbacks* e ensinar e encorajar uns aos outros; 3) responsabilidade individual . cada membro deverá ter uma responsabilidade individual a desempenhar dentro do grupo; 4) habilidades colaborativas . os membros do grupo devem praticar o exercício da confiança, da comunicação, da liderança e da resolução de conflitos e por último 5) reflexões em grupo (*group processing*) . os membros do grupo definem os objetivos e as melhores formas de alcançá-lo, reformulando as estratégias sempre que preciso a fim de melhorar o desempenho do grupo.

A aprendizagem cooperativa promove 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 o conceito de uma forma mais autônoma, permitindo assim um aprendizado mais centrado no aluno do que no professor. O professor deve atuar de forma a criar um ambiente adequado para que o aluno possa desenvolver suas habilidades sociais (Torres e Irala, 2007). Em nenhum momento a intenção é minimizar a figura do professor em sala-de-aula; o que se defende são aulas mais interativas, nas quais há uma maior participação do aluno no processo ensino-aprendizagem, em oposição a aulas meramente expositivas que são centradas na figura do professor. Tanner e cols. (2003) destacam que o professor tem um papel fundamental na aprendizagem cooperativa. Se os professores ficarem apenas circulando pelos grupos para tirar dúvidas, o grupo não se sentirá motivado para discutir o assunto. O professor deverá estimular a discussão entre os alunos, sem fornecer a resposta correta. Outro ponto importante é ficar atento às discussões nos grupos, a fim de saber como os alunos estão entendendo aquele assunto e se o estão fazendo de maneira correta, para que ao final do trabalho todas as dúvidas possam ser superadas.

Apesar de em todos os métodos de aprendizagem cooperativa os estudantes formarem grupos, vale ressaltar que o simples trabalho em grupo não caracteriza uma estratégia como cooperativa. Estratégias cooperativas dependem da criação e do reconhecimento de condições de interdependência entre os componentes do grupo ou turma. Johnson & Johnson (2000) definem, portanto, o aprendizado cooperativo como:

O aprendizado cooperativo é a relação entre estudantes dentro de um mesmo grupo que requer interdependência positiva (afundamos ou nadamos juntos), responsabilidade individual (cada um de nós deve contribuir e aprender), habilidades colaborativas (comunicação, confiança, liderança, tomada de decisões e resolução de conflitos), interação cara a cara e reflexões em grupo (refletir como está o andamento do grupo e o que pode ser feito para melhorar).

O trabalho realizado por Gillies (2004) mostra que, quando a aprendizagem cooperativa é estruturada seguindo os critérios de interdependência positiva mencionados acima, os resultados são mais promissores. O autor realizou um estudo com 234 adolescentes nas aulas de matemática para o ensino médio em seis escolas na Austrália. Os alunos foram divididos em dois grupos. O grupo estruturado recebeu

instruções de como trabalhar cooperativamente e contou com os elementos principais (interdependência positiva, responsabilidade individual e etc.) da aprendizagem cooperativa. O segundo grupo, não estruturado, não recebeu instruções de como trabalhar cooperativamente e não contou com os elementos principais da aprendizagem cooperativa. Os resultados mostraram que o grupo estruturado apresentou atitudes mais cooperativas, como escutar o que o outro tinha a dizer, dividir idéias e dar explicações quando solicitados ou não. Além disso, no grupo estruturado os estudantes interrompiam muito menos uns aos outros durante a discussão e se mostraram mais dispostos a falar e ouvir.

No aprendizado cooperativo os estudantes devem ser divididos em pequenos grupos ou equipes heterogêneas. Alguns autores como Barbosa e Jófili (2004), Slavin (1985) e Johnson & Johnson (1994) destacam a importância da formação de grupos heterogêneos. Segundo esses autores, sempre que possível os indivíduos de um mesmo grupo deverão pertencer a raças e classes sociais diferentes, para que haja uma maior inclusão de grupos menos favorecidos da sociedade. É importante também que alunos com mais dificuldade no aprendizado formem grupos com alunos com maior facilidade, para que ocorra a ajuda mútua.

Johnson e cols. (2007) analisaram os resultados de 168 estudos conduzidos no período de 1924 a 1997, com indivíduos de 18 anos ou mais, comparando o ensino cooperativo ao competitivo e ao individualista. Os resultados mostram que o ensino cooperativo promoveu uma maior retenção do que foi aprendido, aumento do desempenho individual, aprimoramento do pensamento crítico, transferência do que foi aprendido para outras situações, persistência na realização de tarefas difíceis, maior criatividade e objetividade na solução de problemas, maior aprendizado individual, aumento da auto-estima e realização de tarefas em menor tempo. Os autores destacam ainda que, quando os indivíduos trabalham em grupo, os mesmos têm a oportunidade de resolver os conflitos de uma maneira construtiva. Nem sempre todos os membros do grupo possuem a mesma opinião acerca de um determinado assunto, o que provavelmente vai gerar debates. Esses debates provocarão incertezas, forçando os indivíduos a reverem seus conceitos, procurarem o professor para esclarecimentos e maiores informações sobre o assunto, o que conseqüentemente contribuirá para uma maior retenção do conteúdo.

Lord (2001), em sua revisão de mais de 300 artigos sobre a aprendizagem cooperativa no ensino de ciências, destaca 101 razões para seu uso no ensino de biologia. A maioria dos artigos destaca que os estudantes tornaram-se mais participativos e entusiasmados durante as aulas. E apenas 8% dos artigos relataram experiências negativas com o uso da aprendizagem cooperativa. Dentre as razões citadas pelo autor para este alto grau de sucesso, podemos destacar que os estudantes, ao se reunirem em grupo para solucionar um problema, sentem-se desafiados, formulam hipóteses e tentam achar meios para corroborar ou refutar suas idéias. Além disso, ao discutirem o conteúdo de gráficos, tabelas e figuras de trabalhos científicos, acabam por adquirir o linguajar científico.

Diferentes estratégias podem ser utilizadas para a criação de ambientes cooperativos em situações de ensino formal, tais como a distribuição de diferentes tarefas e objetivos, visando uma conclusão que só é possível com a participação de todos ou o estabelecimento de bônus individuais conseqüentes do desempenho dos demais membros do grupo. Pode-se ainda atribuir o papel de monitoramento da compreensão de membros do grupo, o que torna possível este tipo de estratégia, mesmo com grupos de alunos relativamente grandes e coordenados por um único professor (Rosenshine e Stevens, apud Johnson e Johnson, 1994).

Apesar de vários estudos destacarem os benefícios da aprendizagem cooperativa, ela sofreu forte resistência por parte daqueles que acreditavam que os alunos deveriam ser preparados para sobreviver em uma sociedade competitiva (Barbosa e Jófili, 2004). Resistências à parte, atualmente o ensino através da cooperação é aceito e utilizado em diferentes níveis de educação (Johnson e cols., 2007). No entanto, segundo Barbosa e Jófili (2004) a aprendizagem cooperativa deveria ser mais utilizada em sala de aula:

A cooperação entre os pares ainda não está presente de forma sistemática nas escolas. É uma virtude que precisa ser incentivada e, para isso, são necessárias intervenções do professor para desenvolver nos alunos o sentimento da importância dessa cooperação (p. 60).

1.4.2. Jogos cooperativos no ensino.

Retomando a esfera dos jogos no ensino, uma alternativa para o problema da competição nos jogos educativos é o uso de jogos cooperativos. Apesar de existirem

muitos estudos que relatam e avaliam o uso de jogos cooperativos na educação. A maior parte desses relatos ocorreu no campo da Educação Física, tanto no exterior quanto no Brasil.

Em um dos seus primeiros trabalhos experimentais, Orlick (1981) realizou um estudo com 71 crianças de cinco anos do jardim de infância de quatro turmas de duas escolas canadenses. Em cada uma das escolas, o autor dividiu as turmas em grupo controle e grupo experimental. O grupo controle participou de aulas de educação física com jogos tradicionais que na maioria das vezes eram competitivos. O grupo experimental participou de aulas de educação física com jogos cooperativos. As aulas tiveram duração de 30 minutos e foram ministradas ao longo de 18 semanas para os dois grupos. O autor realizou um pré-teste e um pós-teste com os alunos de ambos os grupos a fim de analisar o que ele mesmo chamou de *%partilha+* e *%felicidade+*. A *%partilha+* consistia na divisão de balas entre os alunos de uma mesma turma. Cada aluno recebia 5 balas e tinha a opção de partilhar com os outros ou guardá-las para si. As balas compartilhadas eram colocadas em uma sacola preta no meio da sala. Os alunos poderiam colocar na sacola preta desde todas as balas até nenhuma. Ao final, as balas da sacola seriam divididas igualmente entre todos os alunos da turma. A *%felicidade+* foi medida utilizando uma escala com 5 *%faces+* que variavam desde muito feliz até muito triste. Os alunos deveriam assinalar como se sentiam ao jogar jogos fora da escola. Os resultados mostraram que todas as turmas mostraram um aumento na *%felicidade+*. Por outro lado, os estudantes que jogaram jogos cooperativos aumentaram significativamente a partilha de balas após a semana de jogos. O autor conclui, portanto, que os jogos cooperativos promoveram uma maior socialização entre os alunos, uma vez que estes partilharam uma maior quantidade de balas com seus pares.

Um dos grupos mais atuantes no estudo de jogos cooperativos na educação física é o de Ben Dyson. Em um dos seus trabalhos, realizado nos Estados Unidos (Grenier e cols., 2005), o grupo mostrou que os jogos cooperativos na Educação Física promovem a inclusão de alunos com necessidades especiais. Neste caso a cooperação foi essencial para motivar a interação entre os alunos e promover um aumento da auto-estima. Em um trabalho publicado no ano de 2004 (Dyson e cols., 2004), os autores defenderam que é possível criar uma zona de intersecção entre educação esportiva, jogos táticos e aprendizado cooperativo. Dyson & Grineski (2001), descrevem e incentivam a implementação de uma série de atividades cooperativas para a educação

física. Essas atividades visam o desenvolvimento de habilidades cognitivas, físicas e a promoção das interações sociais.

Alguns autores relataram ainda que os jogos cooperativos diminuem o comportamento agressivo nos alunos, como mostra o trabalho realizado por Bay-Hinitz e cols. (1994) com 70 crianças entre 4 e 5 anos de idade. Neste trabalho constatou-se um comportamento mais agressivo por parte dos alunos durante jogos competitivos. Por outro lado, os alunos que jogaram cooperando, demonstraram atitudes cooperativas e menor agressividade. Este último estudo inspirou o trabalho feito por Zan & Hildebrant (2005). Estas autoras defendem que competição e agressão são atitudes distintas. Para as mesmas, a competição é definida como: "jogar para ganhar" enquanto a agressão seria definida como: "bater alguém de uma maneira grosseira". Isto significa dizer, portanto, que os jogos competitivos não necessariamente são jogados de maneira agressiva pelos seus participantes. Por outro lado, segundo as autoras, para haver competição deve haver algum nível mínimo de cooperação, uma vez que todos os envolvidos devem concordar com as regras e aceitar as conseqüências das mesmas. O trabalho desenvolvido incluiu 37 crianças de duas turmas de uma escola construtivista em Iowa. Nas primeiras cinco semanas os alunos jogaram jogos competitivos, nas cinco semanas seguintes jogos cooperativos e novamente mais cinco semanas de jogos competitivos. As autoras observaram as atitudes dos alunos durante as partidas em intervalos regulares de 15 segundos. Os resultados mostraram não haver diferenças nas atitudes dos alunos nas duas modalidades de jogos aplicados. As autoras concluíram, portanto, que cada modalidade de jogo tem seu valor e que ambas devem ser utilizados pelos professores. De uma maneira geral, a principal característica dos jogos cooperativos seria o aperfeiçoamento e desenvolvimento de habilidades cognitivas e físicas e potencial transformação de atitudes.

Segundo Teixeira (2001), os jogos cooperativos começaram a serem implementados no Brasil a partir da década de 1980, tendo Fábio Brotto como seu principal representante. Mais uma vez a maioria dos jogos conhecidos estão na área de educação física. A descrição desses jogos são encontradas, por exemplo, no livro do Brotto (2001), no livro de Correia (2006) e em alguns sítios como: www.jogoscooperativos.com.br (lançada em agosto de 2001, a Revista Jogos Cooperativos está presente em 25 estados do Brasil e recebe o selo UNESCO) .

Mesmo na área de educação física, na qual os jogos cooperativos são mais difundidos do que nas outras áreas da educação, ainda há um predomínio maior da utilização de jogos competitivos. Essa afirmação é corroborada pelo trabalho de (Brandl-Neto & Alves, 2008) realizado em nove escolas da rede pública do município de Cascavel no Paraná. Os autores observaram as aulas de educação física e entrevistaram os professores da disciplina. Das 65 atividades realizadas pelos alunos durante as aulas, 52 atividades foram atividades competitivas.

Como exemplificado anteriormente, os relatos de jogos cooperativos na área de ensino ocorrem principalmente na área de educação física e na educação infantil. A maior parte desses estudos se concentra na avaliação de mudanças de atitudes (Zan & Hildebrandt, 2005), o que permitiu demonstrar que tais jogos estimulam a afetividade e a solidariedade, assim como reduzem a agressividade (Bay-Hinitz e cols., 1994, Street e cols., 2004). A aquisição de informações ou a construção de conhecimentos por meio de jogos cooperativos, porém, têm sido pouco estudadas no contexto escolar brasileiro. Até onde sabemos, existem poucos relatos de desenvolvimento (Arnoni e cols., 2008) e avaliação de jogos cooperativos (Lopes, 2007) no ensino de Biociências no Brasil, assim como trabalhos que comparem os resultados obtidos com a utilização de um jogo aplicado de forma competitiva e cooperativa para alunos dos Ensinos Médio e Superior.

O jogo *“Célula Adentro”*, desenvolvido e testado por nosso grupo (Cardona e cols., 2007; Melim e cols., 2007; Spiegel e cols., 2008; Melim e cols., 2009), foi escolhido para este trabalho por tratar-se de um jogo de regras que pode ser aplicado tanto como uma estratégia competitiva quanto cooperativa. A seguir encontra-se uma descrição mais detalhada deste jogo.

1.5. 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 chegaram aos conceitos atuais relacionados à célula, através de Pistas compostas por esquemas, figuras, experimentos e resultados publicados pela comunidade científica, além de informações atuais. A forma como o jogo foi estruturado permite aos jogadores agirem como verdadeiros detetives, fazendo anotações, discutindo e chegando à suas próprias conclusões para a solução dos Casos. O jogo pode ser jogado em diversos grupos de

até 8 alunos divididos em duplas ou trios que competem ou cooperam para encontrar a solução correta para o Caso. Em sala de aula, o professor assume o papel de coordenador das discussões ao final do jogo, e deve receber e avaliar as soluções das diferentes duplas, trios ou grupos. O jogo *%Célula Adentro+* possibilita aos alunos a construção do conhecimento de Biologia Celular e Molecular de forma lúdica. Ao mesmo tempo é uma oportunidade para o desenvolvimento do raciocínio, interpretação, capacidade de síntese e associação de idéias, além de possibilitar a exploração da interpretação de figuras e gráficos.

Este jogo apresenta como tema Central a Biologia Celular e Molecular abrangendo as seguintes áreas de interesse: Bioquímica, Evolução, Microbiologia, Biofísica, Fisiologia e Imunologia. É um jogo direcionado para alunos de ensino médio e ensino superior. O tempo da atividade, incluindo a explicação das regras, o jogo e a discussão com a turma, dura em média 1h e 30min.

1.5.1. Objetivos do jogo *Í Célula Adentro*

O jogo foi desenvolvido por um grupo de educadores e pesquisadores das áreas de bioquímica, biologia celular e ensino de biociências que, vivenciando os problemas do ensino em biologia, se uniram para criar estratégias que pudessem resgatar o prazer da descoberta e do aprendizado através de uma atividade lúdica que estimulasse o raciocínio e o trabalho em grupo. Este jogo desafia os estudantes a decifrar uma questão científica (Caso) através da coleta, interpretação e discussão de informações contidas em *Cartões de Pistas*. 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 e representações (gráficos, tabelas, imagens) e 5) estimular os alunos a relacionarem diferentes informações para a resolução de um problema (Spiegel e cols., 2008).

O *%Célula Adentro+* tem como objetivo trazer para a sala de aula a discussão sobre temas importantes e interessantes sobre a célula, sua fisiologia, função, interação com outras células e microorganismos, além de sua manutenção e evolução. A compreensão das Pistas permite o 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 alcancem por conta própria os conceitos de forma lúdica, aprendendo a interpretar, a raciocinar a partir do problema proposto e relacionar informações. O jogo não pretende substituir o professor em sala de aula, e sim servir como mais uma ferramenta de ensino que desperte o interesse dos alunos e promova a aquisição de conhecimentos por temas da Biologia Celular e Molecular.

1.5.2. História e Origem do jogo *Í Célula Adentro*

A escolha dos temas dos Casos existentes baseou-se na identificação pelo menos um dos seguintes critérios: 1) temas complexos e relevantes para a biologia; 2) temas explorados pela mídia; 3) correlação com a realidade ou dia a dia dos estudantes; 4) temas não abordados ou pouco discutidos nos livros-texto e 5) temas que os autores consideraram como capazes de despertar o interesse ou a curiosidade dos alunos.

Para a elaboração dos Casos foi utilizado como base livros textos universitários e artigos originais da área de Biologia Celular e Molecular. Cada Caso foi também apresentado a um especialista convidado, que desenvolvesse uma linha de pesquisa próxima ao tema abordado. Desses convidados foram utilizadas as sugestões quanto a acurácia das informações apresentadas nos *Cartões de Pista*, *Caso* e *Solução* do jogo. Os experimentos e resultados da comunidade científica, esquemas, fotos, evidências atuais e comentários foram colocados sob a forma de Pistas, permitindo aos jogadores agir como cientistas, fazendo anotações, discutindo e chegando às suas próprias conclusões para a solução dos Casos.

1.5.3. Função Pedagógica do *Í Célula Adentro*

O *Í Célula Adentro* foi formulado baseando-se na abordagem do aprendizado pela solução de problemas (PBL . Problem Based Learning) (Pozo, 1998; Stevens e cols., 2005). Neste tipo de estratégia, os estudantes devem colaborar para resolver situações-problema. No contexto do jogo *Í Célula Adentro*, 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 normalmente envolve a discussão entre pequenos grupos de estudantes, discussões essas apoiadas e facilitadas pela figura do tutor ou professor (Aspy e cols., 1993). O *Í Célula Adentro* apresenta também algumas

características em comum com o ensino baseado na investigação (Chinn & Malhotra 2002, Zion e cols., 2004), na medida em que desafia os jogadores a desenvolverem suas próprias teorias ao relacionar os resultados de diferentes trabalhos de pesquisa e conceitos previamente descritos.

A formulação didática das situações problema apresentadas no jogo levam em conta a preparação e as limitações inerentes ao nível educacional dos jogadores, assim como a orientação para uma busca investigativa, com caráter dinâmico e, acima de tudo, com uma solução que envolva estratégias adequadas que impliquem em uma nova construção do conhecimento (Silva & Núñez, 2002). Essas características estão de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2000b), que preconizam:

A aprendizagem de concepções científicas atualizadas do mundo físico e natural e o desenvolvimento de estratégias de trabalho centradas na solução de problemas [...] de forma a aproximar o educando do trabalho de investigação científica tecnológica (p. 20).

Ainda de acordo com os PCNs, o aluno deve ser capaz de pesquisar, buscar informações, abalizá-las e selecioná-las, ao invés de praticar simples exercícios de memorização, o que está de acordo com os principais objetivos deste jogo (BRASIL, 2000b).

É preciso que sejam realizadas diferentes atividades, que devem ser acompanhadas de situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo, envolvendo resolução de problemas e levando à introdução de conceitos 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 ser mais participativo no processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo (Carvalho e cols., 2004).

1.5.4. Público-Alvo do *Í Célula Adentro*

O *Í Célula Adentro* foi inicialmente desenvolvido tendo como público-alvo estudantes do Ensino Médio, e toda a linguagem científica contida em seu material foi revisada e adaptada para este objetivo. Diversos temas abordados em diferentes Casos também se mostraram adequados aos alunos dos primeiros períodos de cursos da área da saúde do Ensino Superior, para quem ele representa uma estratégia de aprendizagem (Melim e cols., 2009).

1.5.5. Breve descrição do *Í Célula Adentro!*

Os jogadores são desafiados a resolver Casos relacionados a temas de Biologia Celular e Molecular por meio da coleta, interpretação e discussão de Pistas, ao mesmo tempo em que se movimentam com peões pelo interior de uma célula esquematizada em forma de desenho, visitando as diversas organelas e estruturas representadas no tabuleiro (Anexo I). Ao decifrarem o Caso, os estudantes têm a oportunidade de descobrir algumas das características e funções da célula, como sugere o nome do Jogo.

Para resolver um Caso, os jogadores devem coletar os cartões de Pistas, escondidos em 10 diferentes locais nomeados no tabuleiro: 1) Matriz Extracelular, 2) Membrana Plasmática, 3) Golgi, 4) Retículo Endoplasmático, 5) Citoesqueleto, 6) Mitocôndria, 7) Peroxissoma, 8) Centríolo, 9) Núcleo e 10) Lisossomo.

O jogo, em sua concepção original, é composto de um tabuleiro, 5 peões coloridos (cada peão representando uma dupla de jogadores), 1 dado, blocos de anotações e sete diferentes Casos. Cada Caso contém: 1) um *Cartão do Caso*, apresentando uma breve introdução ao tema geral do problema e uma questão a ser resolvida; 2) dez diferentes *Cartões de Pistas*, contendo as informações necessárias para a solução do Caso e 3) um *Cartão de Solução*, a ser consultado ao fim do jogo, apresentando a solução detalhada do problema.

O tabuleiro apresenta um ponto de partida, que é uma Instituição de pesquisa representada pelo logotipo da Fundação Oswaldo Cruz. Diversos caminhos conectam as diferentes estruturas e organelas do tabuleiro, permitindo as duplas seguirem diferentes caminhos enquanto coletam Pistas e tentam solucionar o Caso.

O sete Casos que foram desenvolvidos abordam diferentes temas relacionados ao estudo da célula: 1) a origem evolutiva da mitocôndria; 2) a apoptose no desenvolvimento embrionário; 3) biologia molecular forense; 4) resposta inflamatória; 5) a estrutura da membrana plasmática; 6) a utilização do citoesqueleto na infecção viral e 7) co-evolução parasita/hospedeiro. Segue abaixo uma tabela com uma breve descrição dos diferentes Casos com o objetivo a ser alcançado, a pergunta contida em cada um deles e os temas abordados (Tabela 1.1).

Tabela 1.1: Descrição dos sete Casos do jogo Í Célula Adentroí.

CASO	OBJETIVO	PROBLEMA PROPOSTO	TEMAS ABORDADOS	SUGESTÕES DE QUANDO JOGAR
O 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.	- Evolução - Simbiose - Fagocitose - Estrutura e função da mitocôndria	- Ao abordar a origem da célula eucariota - Quando estiver discutindo o tópico de mitocôndria e respiração celular
O Caso da Membrana Plasmática	Através dos experimentos de Gorter & Grendel, entender como os lipídeos estão organizados na membrana plasmática.	Você deverá, à partir das pistas deixadas por Gorter e Grendel, descobrir como os lipídeos estão organizados na membrana plasmática das células.	-Lipídeos e membranas celulares	- 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.	- Função e estrutura do citoesqueleto - Infecção viral - Transmissão da Herpes	- Ao abordar o tema organelas e estruturas celulares para introduzir o tema do citoesqueleto
Todos por Um	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?	- Apoptose - Necrose - Desenvolvimento embrionário	- Ao introduzir o desenvolvimento embrionário
A pérola do Nilo	Exemplificar como os conhecimentos de DNA e da biologia forense são importantes numa investigação criminal.	Quem roubou a jóia % Pérola do Nilo? Como foi possível, a partir de um único fio de cabelo, encontrar o criminoso?	- Técnicas de biologia molecular - DNA - Biologia Forense	- Ao terminar de estudar o tema DNA e replicação
Corta essa!	Entender o que é a reação inflamatória e sua importância para o organismo.	O que é a reação inflamatória? Qual sua importância?	- Mecanismos da resposta inflamatória e sua importância	- Ao terminar sistema imune
Corra que a polícia vem aí!	Através de uma visão evolutiva mostrar os mecanismos que os parasitas apresentam para escapar do sistema imune e invadir a célula hospedeira.	Como você imagina que alguns parasitas são capazes de causar infecções que, como na doença de Chagas, podem durar mais de 40 anos?	- Mecanismos de escape de parasitas - Sistema imune - Evolução	- Ao abordar evolução - Ao abordar citologia -Ao terminar relações ecológicas

Na descrição das Pistas houve sempre a preocupação em explorar resultados de experimentos, introduzir a notação científica, na forma de: gráficos, tabelas, micrografias, entre outros. Mais uma vez, houve o cuidado com uma linguagem acessível ao público-alvo. Nenhuma *Pista* sozinha é capaz de fornecer a solução para o Caso. É importante que o jogador consiga interpretar cada uma delas e relacioná-las para chegar à solução do Caso proposto. O desenvolvimento do jogo ocorreu junto com

sua avaliação prévia em sala de aula, o que permitiu a realização de algumas mudanças necessárias (Spiegel e cols., 2008).

1.5.6. Avaliação do *Í Célula Adentro*

Em estudo recente, verificamos a grande aceitação do jogo entre o público jovem (Spiegel e cols., 2008). Neste trabalho, envolvendo 605 alunos da rede pública e privada do Rio de Janeiro, 94% dos jogadores declararam que gostariam de jogar *Í Célula Adentro* novamente, tanto por considerar o jogo divertido, como pela percepção de aprendizado. Os alunos chegaram à solução dos Casos propostos, construindo conceitos de Biologia Celular de forma mais dinâmica do que na sala de aula tradicional, reforçando ainda outros conteúdos (Spiegel e cols. 2008). Além disso, as observações realizadas neste trabalho sugeriram um importante papel do trabalho em grupo (em pares ou trios) para que esta estratégia possa atingir seus principais objetivos educacionais. O jogo foi avaliado e obteve boa aceitação em escolas públicas e privadas do ensino médio no Brasil (Spiegel e cols., 2008) e na Suíça (Cardona e cols., 2007). Resultados também apontam para uma boa aceitação do jogo como estratégia de ensino por parte de professores entrevistados (Cardona e cols., 2007). Os professores entrevistados discutiram não apenas o caráter lúdico do jogo no processo de aprendizagem, mas também o uso do jogo para desenvolver habilidades, tais como reunir várias informações para chegar a uma conclusão.

Os resultados indicam, portanto, que o jogo *Í Célula Adentro* mostrou-se motivador, atendendo à proposta de estimular o raciocínio, provocar o entrosamento e troca de idéias entre os jogadores e, principalmente, tornar mais lúdico o aprendizado em biologia celular e molecular. Dessa forma, este jogo apresenta potencial para uso na difusão de ciências entre jovens de diferentes faixas etárias e níveis de escolaridade.

O uso de jogos cooperativos no Ensino de Ciências constitui-se, como dito anteriormente, em um campo pouco explorado, ainda que eles apresentem grande potencial para o ensino de temas biológicos e para a construção de conhecimento em sala de aula. O presente trabalho pretende contribuir para o preenchimento desta lacuna, avaliando, sob condições de cooperação ou competição, o uso deste jogo de tabuleiro, de caráter investigativo. Além disso, o *Í Célula Adentro* possui Casos que são adequados tanto aos alunos do Ensino Médio quanto aos alunos do Ensino Superior,

permitindo assim a avaliação desta estratégia de forma cooperativa e competitiva em diferentes contextos.

2. Objetivo Geral

Investigar as diferenças quanto à aplicabilidade, efetividade e aceitação de um jogo baseado na solução de problemas com enfoque cooperativo ou competitivo no ensino formal de temas de Biologia.

2.1. Objetivos Específicos

1) Verificar se há diferenças quanto à receptividade/aceitação do jogo quando aplicado em diferentes níveis de cooperação/competição no Ensino Médio e Superior.

2) Analisar qual abordagem (cooperativa ou competitiva) é mais eficaz para a compreensão das Pistas e a solução do problema proposto no Ensino Médio e Superior.

3) Avaliar (nos Ensinos Médio e Superior) se há diferenças, dependendo da forma com a qual o jogo é aplicado, na resposta dos alunos a um problema relacionado ao conteúdo abordado no jogo.

4) Comparar os parâmetros avaliados para cada abordagem (competitiva ou cooperativa) quando aplicada a alunos do Ensino Médio e Superior.

3. Metodologia

3.1. O jogo

Conforme detalhado na Introdução desta dissertação, o *%Célula Adentro+* é um jogo de tabuleiro, baseado em princípios da solução de problemas e em ensino investigativo. O tabuleiro representa um corte de uma célula eucariótica animal com algumas organelas e estruturas celulares conectadas por vários *%caminhos+* (Anexo I). Para resolver o Caso os jogadores devem rolar o dado, a partir do número obtido no dado, movimentar seus peões pelos caminhos trilhados no tabuleiro e coletar os cartões de Pistas escondidos em 10 pontos diferentes em destaque no tabuleiro (Matriz Extracelular, Membrana Plasmática, Golgi, Retículo Endoplasmático, Citoesqueleto, Mitocôndria, Peroxissomo, Centríolo, Núcleo e Lisossomo). Cada uma dos dez cartões de Pistas distribuídos nas organelas em destaque no tabuleiro contém informações relacionadas ao Caso e irão ajudar os estudantes a resolver o problema proposto. Não existe relação entre o conteúdo de cada *Pista* e a organela à qual ela está associada, nem uma ordem definida para coletar as Pistas. Terminado o jogo, o professor e os membros da nossa equipe discutem a solução do Caso e as informações contidas nas Pistas com os alunos (Spiegel e cols., 2008). Vale ressaltar que a autora desta dissertação esteve presente em todos os momentos que o jogo foi utilizado.

O *%Célula Adentro+* em seu modelo original, foi desenvolvido para ser jogado de forma competitiva. No entanto, a estrutura e o conjunto de regras podem ser facilmente adequados para utilização tanto de forma competitiva quanto cooperativa. Devido a essa flexibilidade, o jogo foi escolhido como uma ferramenta para o estudo da competição e da cooperação no ensino de Biologia entre alunos dos Ensinos Médio e Superior.

3.2. Casos e Conteúdo das *Pistas*

O *%Célula Adentro+* possui sete diferentes Casos. Cada Caso trata de assunto específico no campo da Biologia Celular. Há Casos que apresentam conteúdos adequados para o Ensino Médio, outros voltados para o Ensino Superior e alguns que podem ser utilizados em ambos. No presente trabalho, utilizamos no Ensino Médio o Caso denominado de *%O Hóspede do Barulho+*, abordando a origem endossimbiótica das mitocôndrias. Para uso no Ensino Superior foi escolhido o Caso *%Surfando na*

Célula+, que trata dos mecanismos de deslocamento do vírus Herpes pelo citoplasma de células eucarióticas. Os dois Casos, com seus respectivos cartões de Pistas e Solução são apresentados de modo completo nos Anexos II e III. Tanto no Ensino Superior quanto no Ensino Médio o jogo precedeu as aulas que abordariam o conteúdo presente nos Casos. Os momentos de inserção do jogo foram escolhidos após consulta e acordo com os docentes de cada turma na qual o jogo foi avaliado. Esse arranjo permitiu que os docentes inserissem o jogo em momento adequado de suas disciplinas e que o tema de interesse não fosse abordado previamente, portanto, os alunos não tiveram contato com os temas do Caso antes do jogo.

3.2.1. **Í O Hóspede do Barulho**

Na introdução do Caso **Í O Hóspede do Barulho** há uma breve descrição do aparecimento dos seres aeróbicos e de sua importância na evolução Biológica. Considerando o papel essencial da mitocôndria no desenvolvimento das espécies com mais níveis de organização, os alunos devem então descobrir como a mitocôndria surgiu na célula eucarionte. A escolha deste Caso deveu-se ao fato da origem evolutiva da mitocôndria em células eucarióticas ser explicada pela teoria da endossimbiose (Sagan, 1967) sendo, portanto, um assunto que integra diversos conteúdos de Biologia do Ensino Médio. Ele permite a integração da biologia celular a aspectos ecológicos, uma vez que trata de interações harmônicas entre seres vivos, além de trabalhar conceitos evolutivos como pressão seletiva, e discutir importantes aspectos da origem da vida na Terra primitiva. O estudo deste tema demanda conhecimentos sobre as alterações da atmosfera terrestre, o surgimento dos primeiros seres fotossintetizantes, a produção e toxicidade dos radicais livres derivados do oxigênio, entre outros conteúdos, permitindo o estabelecimento do conceito de adaptação entre os seres vivos e o meio ambiente. Esta riqueza de aspectos da Biologia e o conjunto de evidências a nível celular tratados no Caso **Í O Hóspede do Barulho** do jogo *Célula Adentro+*, fazem deste uma interessante opção para uma discussão científica e ao mesmo tempo lúdica da teoria endossimbiótica da origem da mitocôndria nas células eucarióticas (Melim e cols., 2007). A tabela 3.1 mostra o assunto abordado em cada *Pista* do Caso **Í O Hóspede do Barulho** e sua função no Caso proposto.

Tabela 3.1: Conteúdo dos Cartões de *Pistas* do Caso Í Hóspede do Barulho

Pista	Assunto	Função no jogo
1	Texto + Gráfico: Surgimento do oxigênio na atmosfera	Mostrar o aumento dos níveis de oxigênio na atmosfera e explicar o seu efeito nocivo.
2	Texto + Imagem microscopia eletrônica: Surgimento de bactérias aeróbias	Informações sobre o surgimento das bactérias aeróbias, destacando sua forma de respirar semelhante à mitocôndria.
3	Texto: Efeitos do oxigênio	Explicar as conseqüências do surgimento do oxigênio para os seres vivos.
4	Texto + Imagem microscopia eletrônica: Tamanho das mitocôndrias	Mostrar que o tamanho das mitocôndrias é parecido com o das bactérias.
5	Texto: Ribossomos	Informações sobre a função dos ribossomos e sua sensibilidade a certos antibióticos.
6	Texto + Esquema: DNA	Mostrar que nas células eucariontes o DNA é linear, enquanto que nas bactérias, ele é circular.
7	Texto + Imagem microscopia de fluorescência e eletrônica: DNA mitocondrial	Mostrar que a mitocôndria possui seu próprio DNA e que este DNA é circular.
8	Texto + Imagem microscopia eletrônica: Fagocitose	Informações sobre o processo de fagocitose, mostrando como exemplo a fagocitose de bactérias.
9	Texto + Imagem microscopia eletrônica: Estrutura da mitocôndria	Mostrar que a mitocôndria possui duas membranas diferentes entre si.
10	Texto + Figura: Simbiose	Explicar o que é simbiose, usando como exemplo a simbiose entre cupins e protozoários.

3.2.2. Í Surfando na Célula

O Caso %*Surfando na Célula*+ aborda as funções do citoesqueleto na célula. Na introdução do Caso há uma breve descrição do mecanismo de invasão do vírus causador da Herpes, o *Herpes simplex*. Os alunos têm que descobrir como o vírus da Herpes chega ao núcleo (seu local de multiplicação) após fundir-se com a membrana plasmática da célula e injetar o nucleocapsídeo contendo seu DNA no citoplasma. Este Caso foi escolhido por estar adequado ao currículo dos alunos do Ensino Superior da área Biomédica, uma vez que o citoesqueleto é um dos temas abordados durante as aulas de Biologia Celular no primeiro período nas instituições em que a presente pesquisa foi desenvolvida (Melim e cols., 2009). O Caso permite um estudo mais aprofundado das funções do citoesqueleto, com destaque para os microtúbulos, abordando funções que geralmente não são encontradas em livros didáticos do Ensino Médio. A Tabela 3.2 mostra o assunto encontrado em cada *Pista* do Caso %*Surfando na Célula*+.

Tabela 3.2: Conteúdo dos Cartões de *Pistas* do Caso *Í Surfando na Célula*

<i>Pista</i>	Assunto	Função no jogo
1	Texto: Como prevenir a Herpes	Mostrar os meios de prevenção da herpes.
2	Tabela: Descrição dos componentes do citoesqueleto	Mostrar e descrever por meio de esquemas a estrutura, composição funções e localização dos microtúbulos, filamentos intermediários e microfilamentos de actina.
3	Texto + Esquema + Imagem de microscopia de fluorescência: Bactérias movendo-se na célula	Mostrar como outros organismos invasores, como as bactérias, conseguem se movimentar dentro da célula e infectar células vizinhas.
4	Texto + Imagem microscopia eletrônica + Esquema: Transporte de vesículas por proteínas motoras	Mostrar que as proteínas motoras transportam vesículas na célula associada aos microtúbulos.
5	Texto: Citoesqueleto	Descrever a estrutura e a função do citoesqueleto na célula.
6	Texto + Imagem de microscopia de luz: Mitocôndrias	Mostrar que as mitocôndrias se movimentam ligadas aos microtúbulos.
7	Texto + Esquema + Imagem de microscopia eletrônica: Transporte de vesículas	Mostrar que vesículas contendo pigmentos de células de escamas de peixe se movem ao longo dos microtúbulos.
8	Texto + Imagem de microscopia eletrônica + Esquema: Posição dos vírus na célula	Mostrar a posição dos vírus dentro da célula quando utilizadas drogas que desfazem ou enrijecem a rede de microtúbulos.
9	Texto + Tabela: Difusão	Mostrar o tempo gasto por determinadas partículas para se moverem no interior da célula por simples difusão.
10	Texto + Microscopia eletrônica: Deslocamento	Mostrar o deslocamento do vírus ao longo do axônio de uma célula infectada.

3.3. Estratégias competitiva e cooperativas

Tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior o jogo foi aplicado utilizando três estratégias distintas, descritas em detalhes a seguir.

3.3.1. Competitiva

As turmas são divididas em 6 a 8 grupos. Cada grupo recebe um kit do jogo contendo o tabuleiro, peões, dados, Cartão do Caso e Cartões de *Pistas*. Dentro de cada grupo, os jogadores formam duplas (3 a 5 duplas por tabuleiro), representadas por peões de cores diferentes, que se movem ao longo do tabuleiro coletando *Pistas*, de acordo com o número de pontos obtido no dado. Cada vez que o peão alcança uma casa associada a uma organela ou estrutura em destaque, a dupla tem o direito de ler a *Pista* referente àquela casa. Cada dupla coleta o número de *Pistas* que considerar

suficiente para propor uma solução. Quando uma dupla entende que já tem informações suficientes para solucionar o Caso, dirige-se à Instituição de Pesquisa (local de início do jogo). Ao chegar, a dupla deve apresentar sua solução por escrito. A solução deve ser escrita e anunciada em separado para o professor ou um dos membros de nossa equipe presentes no momento. Vence o jogo a dupla que primeiro propuser uma solução correta para o Caso. No entanto, para fins pedagógicos e de avaliação, mesmo após o anúncio do vencedor, as demais duplas continuam jogando até proporem suas soluções para o Caso. Essa estratégia encontra-se descrita em detalhes em trabalhos anteriores de nosso grupo (Spiegel e cols., 2008; Melim e cols., 2007)

3.3.2. Cooperativa EC (Esforço Coletivo)

Esta abordagem cooperativa é caracterizada pela ausência de vencedores, e, portanto de perdedores, em contraste com a abordagem competitiva. O único adversário que os jogadores devem enfrentar é resolver o Caso proposto em um determinado tempo (ver detalhes adiante). As turmas são divididas em equipes compostas de 5 a 8 pessoas. Cada equipe recebe um tabuleiro, cinco peões e um dado. O jogo é realizado em três etapas, cada uma das quais ocorrendo em um período predeterminado:

Etapa 1: em 10 (dez) minutos cada equipe deve definir autonomamente uma estratégia de movimentação no tabuleiro para coletar o maior número possível de Pistas no menor tempo possível. Para tal, os alunos podem utilizar quantos peões julgarem necessários e seguir em qualquer direção no tabuleiro. Os alunos devem se organizar para cooperar da maneira que considerem a melhor possível dentro do tempo determinado.

Etapa 2: definida a estratégia, todas as equipes têm trinta minutos para jogar, o que inclui: ler o cartão do Caso, se movimentar ao longo do tabuleiro, coletar as Pistas e fazer as anotações necessárias.

Etapa 3: encerrada a coleta de Pistas, as equipes têm 20 minutos para propor uma solução para o Caso, com base apenas em suas anotações feitas durante o jogo e em suas idéias, sem qualquer consulta adicional às Pistas. Encerrado os 20 minutos cada equipe deve entregar sua solução.

3.3.3. Cooperativa DT (Divisão de Tarefas)

Novamente, nesta proposta o único adversário que as equipes enfrentam é o tempo. Porém delimitamos *a priori* uma divisão de tarefas dentro de cada equipe. Para tanto, nesta estratégia os alunos de uma mesma equipe são divididos em duplas (3 ou 4 por tabuleiro). Cada dupla é responsável por um peão, cujo ponto de partida no tabuleiro corresponde à Instituição de Pesquisa com a cor do mesmo (ver detalhes no Anexo IX). As duplas dispõem de 30 minutos para coletar as Pistas independentemente, sem comunicação entre os jogadores das diferentes duplas. Em cada equipe é eleito um aluno responsável pela entrega das Pistas às duplas de sua equipe (aluno banqueiro). O aluno banqueiro pode ou não pertencer a uma dupla. Esta modalidade conta também com cartas de sorte ou azar, a serem coletadas quando, em uma rodada, o peão se posiciona em uma das casas marcadas com a lupa, distribuídas ao longo do tabuleiro (Anexo X). Cada carta contém situações aleatórias de vantagens ou desvantagens para os jogadores. Como exemplos destas situações temos: perda de uma rodada ou o avanço de casas no tabuleiro (Anexo X). Ao final, um período de 20 minutos é disponibilizado para que as duplas de uma mesma equipe discutam entre si os conteúdos das Pistas por elas coletadas. Ao final desse período, uma única solução escrita é apresentada por toda a equipe. Cada equipe, portanto, apresenta sua solução. Também nesta estratégia não há duplas vencedoras ou competição entre equipes ou indivíduos, apenas um limite coletivo de tempo para apresentação da solução. A figura 3.1 apresenta um esquema das três estratégias propostas.

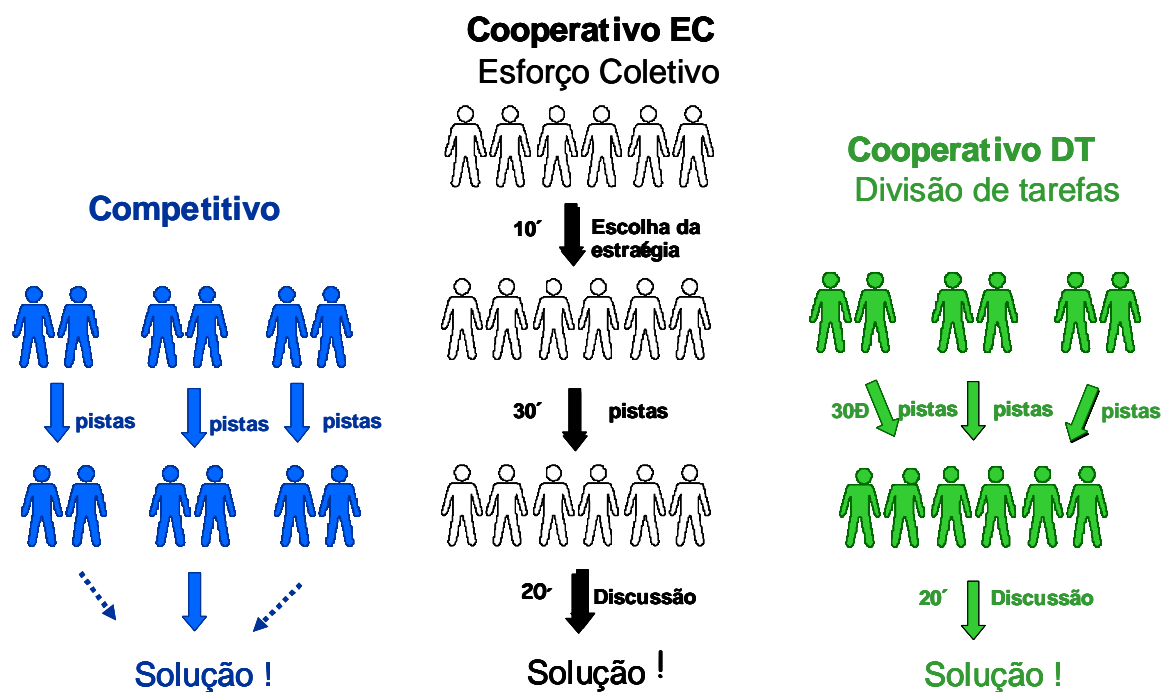


Figura 3.1: Esquema representando as estratégias competitiva e cooperativas.

3.4. Sujeitos da pesquisa

O jogo foi utilizado com um total de 675 alunos de 30 turmas do primeiro ano do Ensino Médio de 7 escolas, públicas federais ou privadas, localizadas no estado do Rio de Janeiro. Deste modo, 278 alunos jogaram de forma Competitiva, formando 137 duplas em 12 turmas; 178 alunos jogaram a forma Cooperativa EC (Esforço Coletivo), formando 39 grupos em 8 turmas e 219 alunos jogaram a forma Cooperativa DT (Esforço Coletivo com Divisão de Tarefas), formando 38 grupos em 8 turmas.

No Ensino Superior o jogo foi utilizado com 630 alunos do primeiro período de cursos da área Biomédica de uma Universidade Pública Federal do Estado do Rio de Janeiro. A Tabela 3.3 mostra o número de alunos e duplas/equipes por curso e por estratégia. Neste caso, procurou-se equilibrar a utilização das estratégias nos cursos de baixa demanda com cursos de alta demanda.

Tabela 3.3: Número de alunos por curso e estratégia utilizada no Ensino Superior

	Competitivo			Cooperativo EC			Cooperativo DT		
	Alunos	Turmas	Duplas	Alunos	Turmas	Equipes	Alunos	Turmas	Equipes
Odontologia	64	2	30	35	1	5	70	2	11
Biomedicina	-		-	20	1	4	40	2	8
Farmácia	83	2	42	42	1	6	-		-
Enfermagem	42	1	21	28	1	4	43	1	4
Medicina	33	1	15	39	1	7	-		-
Veterinária	-		-	-		-	39	1	6
Biologia	-		-	26		6	26	1	4
Total	222	6	108	190	5	32	218	7	33

3.5. Avaliação das estratégias

A seguir serão descritos os instrumentos utilizados para a avaliação da Competição e da Cooperação no Ensino Médio e no Ensino Superior.

3.5.1. Caderno de Anotações

Tanto na abordagem competitiva quanto nas abordagens cooperativas, não é permitido aos alunos manterem consigo as Pistas coletadas. Cada vez que uma dupla ou equipe for coletar uma nova *Pista*, deve devolver a *Pista* que foi coletada anteriormente. Antes do jogo, todas as duplas/equipes recebem um Caderno de Anotações para anotarem as informações mais importantes contidas em cada *Pista* durante a partida (Anexo IV). O conteúdo de cada *Pista* coletada deve também ser avaliado pelas duplas/equipe com relação a sua compreensão em uma escala de 1 a 7, sendo 1 equivalente a *não compreendi* e 7 a *compreendi tudo*. O Caderno de Anotações é também utilizado pelas duplas/equipes para a redação da solução do Caso, assim como para anotarem a ordem em que cada *Pista* é coletada.

3.5.2. Questionário de Avaliação

Ao término de cada partida do jogo todos os Cadernos de Anotações são recolhidos e inicia-se a discussão da solução do Caso liderada por pelo menos um membro da nossa equipe. A discussão é iniciada pela explicação do conteúdo de cada

cartão de *Pista* e em seguida é feita a leitura do cartão de solução do *Caso*. Tal critério garante que as discussões sejam conduzidas da mesma maneira nas diferentes turmas, nas diferentes estratégias. Durante a discussão os alunos têm a oportunidade de tirar dúvidas surgidas durante a partida.

Após o jogo e a discussão, cada aluno recebe um Questionário de Avaliação (Anexo V, VI, VII e VIII) a ser respondido individualmente. Neste questionário é solicitado ao aluno que estime sua percepção quanto a itens de interesse para a pesquisa (aquisição de conhecimentos, interesse em jogar mais vezes, entre outros).

Além disso, no Questionário de Avaliação os alunos devem utilizar uma escala de 1 a 7 para avaliar sua percepção da facilidade na solução do *Caso*, sendo 1 equivalente a *muito difícil* e 7 equivalente a *muito fácil*.

O questionário inclui ainda uma pergunta (Pergunta Relacionada) com o objetivo de aferir se os alunos conseguem aplicar o conteúdo apresentado no jogo e na solução em um problema relacionado.

No Ensino Médio, a Pergunta Relacionada consiste em uma tabela com algumas organelas (Vacúolo, Cloroplasto e Retículo Endoplasmático) e suas respectivas características estruturais e funcionais. Baseados nesta informação, os estudantes devem identificar qual organela que, assim como a mitocôndria, pode ter sua origem explicada através da endossimbiose de bactérias, justificando a resposta dada (Item 8, Anexo VI).

No Ensino Superior, foram utilizadas duas Perguntas Relacionadas separadamente em diferentes turmas. Uma delas consiste em uma figura mostrando o transporte de uma vesícula contendo proteínas transportadoras de glicose em uma célula estimulada por insulina. Os alunos devem descobrir como as vesículas contendo essas proteínas transportadoras conseguem locomover-se e chegar à membrana plasmática da célula após o estímulo (Anexo VII). A outra Pergunta Relacionada aplicada afirma que um determinado antifúngico (Griseofulvina) ataca os microtúbulos da célula do fungo. Os alunos devem responder o que acontece com o transporte de vesículas e organelas dentro da célula do fungo com a aplicação da Griseofulvina (Item 8, Anexo VIII).

Nas abordagens cooperativas foram acrescentados itens ao questionário a fim de avaliar a aceitação dessas abordagens e do trabalho em grupo entre os alunos. Foi

questionado também à importância da competição sobre o interesse, a diversão e a dificuldade do jogo. (Anexos VI e VIII).

3.5.3. Observações simples

Nas estratégias cooperativas as atitudes dos alunos durante as partidas são observadas e anotadas por membros da nossa equipe.

3.5.4. Análises estatísticas

Os itens existentes no Questionário de Avaliação são estruturados de modo que o aluno expresse sua concordância ou discordância em relação a diversas afirmativas feitas sobre o jogo (Itens 6 e 7, Anexo VI e VIII). A concordância deve ser expressa utilizando uma de cinco categorias, desde a maior (concordo plenamente) até a menor (discordo totalmente). De modo geral, esta abordagem é denominada de %escala de Likert+ (Mark, 1996; Robson, 2001), uma vez que se encontra em uma escala de respostas gradativas. Para efeitos de análises estatísticas, realizamos uma conversão das respostas para valores numéricos. Esta abordagem é comum em análises estatísticas em geral e usual no campo do ensino de biociências especificamente (ver Piperakis e cols. 2004, para um exemplo). No presente trabalho, optamos por uma transformação que expressasse de modo mais claro a opinião dos alunos em relação ao quesito abordado em cada afirmativa. As afirmativas são apresentadas de tal modo que a discordância revela uma avaliação mais positiva do quesito. Por exemplo, ao assinalar a primeira opção (discordo totalmente) para a afirmativa %jogar em grupo tornou o jogo menos divertido+(Item 6, Anexo VIII) o aluno expressa de fato, com maior intensidade, que o jogar em grupo tornou o próprio jogo mais divertido. Assim, a melhor expressão da diversão atribuída ao jogo é alcançada quando é atribuído valor máximo 5 (cinco) à total discordância e o valor mínimo 1 (um) à total concordância com as diversas afirmativas. A Tabela 3.4 abaixo apresenta a escala de conversão utilizada para todas as afirmativas.

Tabela 3.4: Escala numérica adotada na transformação das opções dos alunos em relação às afirmativas do Questionário de Avaliação das estratégias cooperativas (Anexo VIII)

Opção de resposta	Valor atribuído
Discordo totalmente	5
Discordo	4
Concordo parcialmente	3
Concordo	2
Concordo totalmente	1

Após as conversões numéricas, as respostas são analisadas utilizando-se o teste de *one way ANOVA*, que é utilizado para a comparação de médias oriundas de grupos diferentes, considerando-se as diferenças significativas somente quando $p < 0,05$. Os resultados relativos à percepção de dificuldade na solução do Caso (Item 3 do Questionário de Avaliação do Jogo, anexo V) e de compreensão das Pistas (obtidos a partir dos Cadernos de Anotação . anexo IV) também são analisados utilizando-se o teste de *one way ANOVA*. As proporções de acertos na solução do Caso e das Perguntas Relacionadas, bem como a distribuição de respostas afirmativas e negativas às perguntas 3 e 4 do Questionário de Avaliação do Jogo são analisadas pelo testes do X^2 considerando-se as diferenças significativas somente quando $p < 0,05$.

4. Resultados

Nesta seção mostraremos os resultados obtidos quanto a Solução do Caso e da Pergunta Relacionada, facilidade de resolução do Caso e compreensão das Pistas, assim como resultados relativos a aplicabilidade e aceitação das diferentes estratégias. Para melhor compreensão, os resultados da avaliação no Ensino Médio e do Ensino Superior serão mostrados em seções separadas. Em uma terceira seção faremos a necessária análise conjunta e comparativa dos resultados obtidos nos dois níveis de ensino e por último serão descritas as modificações necessárias no jogo para a construção da estratégia Cooperativa . DT.

4.1. Avaliação comparativa das estratégias Competitiva e Cooperativas no Ensino Médio

Por meio da análise dos *Cadernos de Anotações* foi possível determinar a proporção de soluções corretas apresentadas pelos alunos para o Caso *Hóspede do Barulho*. Na presente análise foram consideradas como corretas apenas as soluções que identificavam que no passado (bilhões de anos) a mitocôndria era uma bactéria aeróbica que foi fagocitada por uma célula anaeróbica. Além disso, as respostas corretas deveriam apresentar justificativas coerentes com tal origem, baseadas no conteúdo das Pistas. Eram consideradas justificativas corretas evidências de origem comum (similaridade dos ribossomos e DNA circular de bactérias e mitocôndrias; sensibilidade de bactérias e mitocôndrias aos mesmos antibióticos) e similaridades morfológicas e funcionais (reprodução por divisão binária; respiração aeróbica semelhante).

Algumas respostas corretas eram bastante detalhadas, destacando conteúdos de Pistas (as palavras em caixa alta foram grifadas pelos próprios alunos). Vale ressaltar que as Pistas eram lidas, apenas durante a partida. Os alunos escreveram a solução utilizando apenas suas anotações. Foram grifados em negrito os trechos relacionados diretamente ao conteúdo de Pistas, que foram descritos pelos alunos em suas soluções para o Caso, como nos exemplos abaixo:

Acreditamos que mitocôndria antigamente era uma BACTÉRIA por semelhanças no DNA (**ambos possuem DNA circular**) e **tamanho parecidos**. Uma das formas

de defesa das células é a fagocitose (engloba partículas para defesa), sendo assim, como uma bactéria, ela era englobada e acabava tornando-se parte da célula, sendo responsável pela sua respiração. Sem uma organela específica para a respiração, uma célula não sobreviveria, **pois com o alto grau de oxigênio, a atmosfera se tornara tóxica, o que gera RADICAIS LIVRES**, que danificam as células e suas estruturas+.

Alguns grupos citavam explicitamente as Pistas a partir das quais tinham identificado similaridades entre mitocôndrias e bactérias, dispensando a repetição das informações, uma vez que as soluções para o Caso eram escritas no próprio Caderno de Anotações. Esses grupos por vezes redigiam explicações centradas no processo de evolução e seleção natural, apresentado os conceitos corretamente, como no exemplo a seguir (os trechos relacionados diretamente ao conteúdo de Pistas não citadas explicitamente foram grifados em negrito):

%As bactérias com capacidade de respirar podem ter **sido englobadas por uma célula por meio da fagocitose**. As células com bactérias englobadas teriam capacidade de respirar, e, por isso, iriam apresentar maior facilidade em se reproduzir e sobreviver, e, por isso, teriam sido favorecidas pela seleção natural, e, a partir de mutações e da seleção natural, a mitocôndria teria evoluído até o que é hoje. A pista da Membrana (existência de DNA circular em bactéria), sobre o DNA mitocondrial, ajuda a deduzir que a mitocôndria já foi um ser vivo separado. Inicialmente seria uma **relação mutualística**, e depois a mitocôndria teria se tornado parte da célula. As Pistas da Mitocôndria (dupla membrana) e do Peroxissomo (tamanho similar de mitocôndrias e bactérias) indicam o mesmo, que talvez a mitocôndria tenha evoluído de uma bactéria.+

Outras respostas foram consideradas corretas, uma vez que as evidências eram apresentadas de modo adequado, embora a compreensão do processo evolutivo apresentasse equívocos (no caso, a seguir, por exemplo, uma visão de evolução dirigida pela necessidade). Foram grifadas em negrito as menções a conteúdos de Pistas ou do próprio Caso:

%Quando a mitocôndria ainda era uma bactéria, **ocorreu um acúmulo de O₂ na atmosfera**. Mas este se tornou tóxico, pois **o O₂ gera radicais** livres, que danificam as células e suas estruturas, com isso, as células precisariam de uma organela para a função respiratória, para que não viessem a morrer. Então o lisossomo englobou a célula mitocondrial para função de defesa+

As soluções categorizadas como incorretas eram bastante heterogêneas, como mostram os exemplos abaixo:

%O Oxigênio gera radicais livres e as mitocôndrias surgiram para ajudar a proteger o organismo das bactérias+

%As mitocôndrias eram seres anaeróbicos que se protegeram em lugares anaeróbicos (sem oxigênio), que com o passar de tempo passaram a fazer parte da célula e com o passar do tempo se adaptaram ao oxigênio+

Os resultados obtidos em relação à porcentagem de soluções corretas obtidas com o uso das diferentes estratégias mostram que, tanto na estratégia Competitiva quanto nas duas estratégias cooperativas a maioria dos grupos consegue solucionar o Caso (Figura 4.1). As soluções deixadas em branco foram agrupadas com as respostas incorretas. Apesar da porcentagem de acertos na estratégia Cooperativa EC (82,1%) ser maior do que nas estratégias Competitiva (65,7%) e Cooperativa DT (71,1%), as diferenças encontradas entre elas não foram estatisticamente significativas (Figura 4.1).

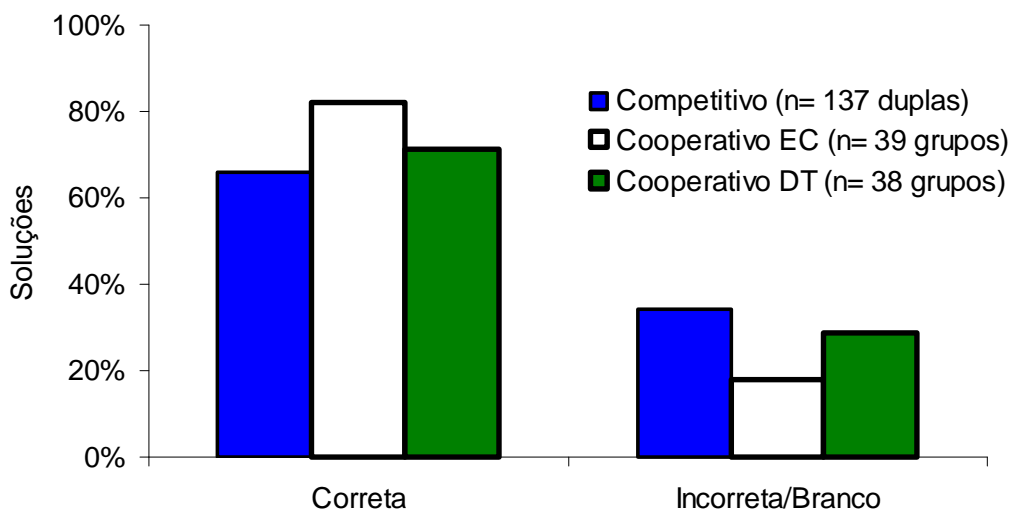


Figura 4.1: Porcentagem de respostas corretas e incorretas/branco relativas à Solução do Caso em dupla/trio (Competitivo) e em grupo (Cooperativa EC e Cooperativa DT) no Ensino Médio ($\chi^2 = 3.886$, 2gl e $p = 0.143$).

A análise dos Questionários de Avaliação individuais, aplicados após o jogo, permitiu a identificação de respostas corretas para a Pergunta Relacionada. Nesse caso, considerou-se que a solução estava correta somente quando o aluno indicou a

opção %cloroplasto+. Esta escolha, de acordo com a redação da pergunta, evidenciava o reconhecimento de que aquela organela, assim como a mitocôndria, surgiu nas células eucarióticas por endossimbiose. No entanto, a resposta só era considerada correta quando em associação com uma justificativa baseada nos dados apresentados na tabela presente na pergunta (Anexo VI). Ou seja, o aluno deveria indicar a organela correta (cloroplasto) e destacar uma das características que justificasse sua escolha como: existência de DNA, sensibilidade a antibióticos, produção local de proteínas, existência de ribossomos e de duas membranas. São apresentados a seguir alguns exemplos de respostas consideradas corretas para caracterização de nossos critérios de avaliação.

%Cloroplasto, pois é o único na tabela com características semelhantes às da mitocôndria, como DNA circular, ribossomos e sensível a antibiótico+

%Cloroplasto, pois é a única organela que é sensível a antibiótico, tem DNA circular e tem duas membranas+

As respostas consideradas incorretas continham, em geral, informações sem sentido associadas a uma característica correta:

%Cloroplasto, porque tem funções específicas, grande massa relativa e duas membranas+

Respostas com mais de uma organela assinalada também foram consideradas incorretas, independentemente das justificativas:

%Cloroplasto e retículo, pois são semelhantes à mitocôndria+

Os resultados obtidos revelaram um padrão similar ao obtido com a solução do Caso, ou seja, a maioria dos alunos solucionou corretamente a Pergunta Relacionada - vale lembrar que ela foi respondida imediatamente após o jogo e a discussão da solução (Figura 4.2). No entanto, a análise estatística revelou que a porcentagem de acertos da Pergunta Relacionada na estratégia Cooperativa EC . esforço coletivo era significativamente menor do que aquelas obtidas nas duas outras estratégias (Figura 4.2).

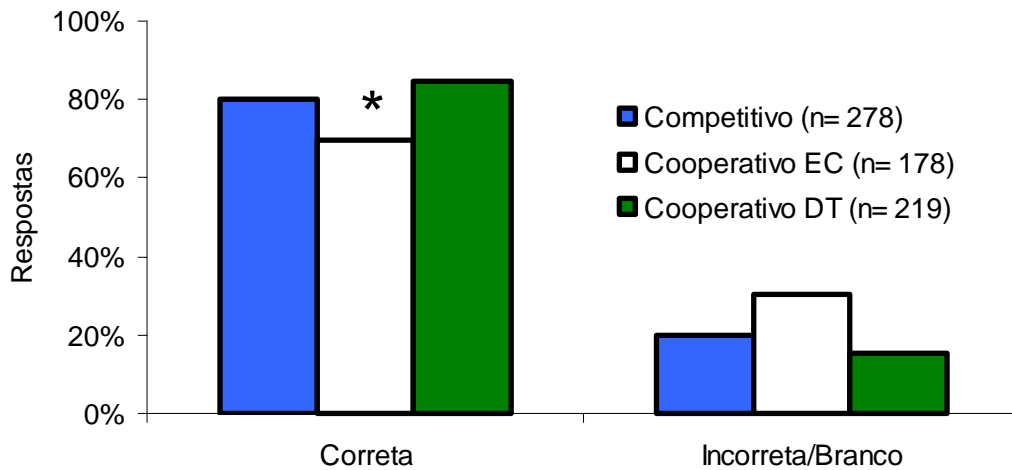


Figura 4.2: Porcentagens de respostas corretas e incorretas/branco relativas à solução individual e anônima da Pergunta Relacionada feitas após a discussão do jogo nas estratégias Competitiva, Cooperativa EC e Cooperativa DT no Ensino Médio ($\chi^2 = 13.22$, 2gl, $p = 0.0013$).

No Questionário de Avaliação, além de responder a Pergunta Relacionada, os estudantes informavam suas percepções quanto a várias características do jogo: dificuldade em solucionar o Caso, desejo de ter mais aulas com uso do jogo e aquisição de conhecimentos. É importante destacar que esse instrumento não visava aferir a aquisição de conhecimento propriamente dita, mas a percepção dos alunos quanto ao próprio aprendizado.

Os resultados obtidos a partir das respostas à pergunta que lidava especificamente com a percepção de aprendizado (Item 1, Anexo V) revelaram que a porcentagem de alunos que declararam ter aprendido algo novo é significativamente menor na estratégia Cooperativa EC . esforço coletivo em relação às duas outras estratégias utilizadas (Figura 4.3).

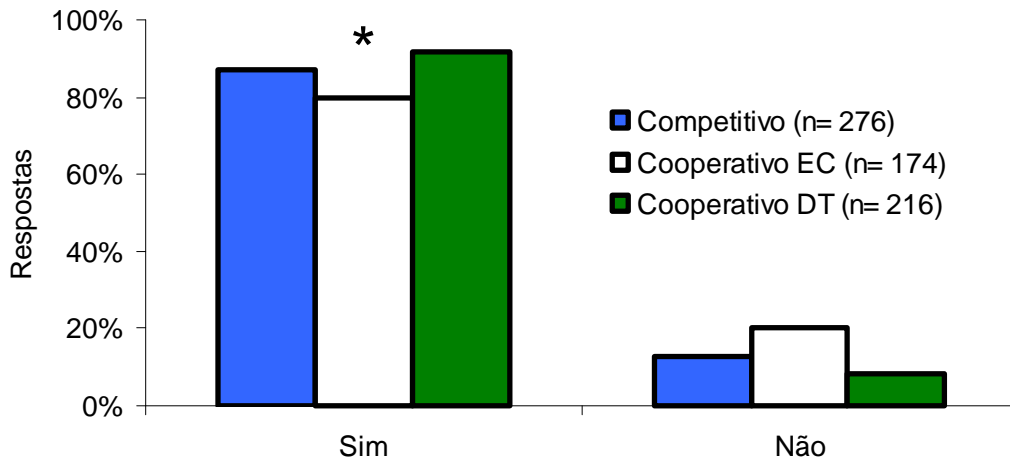


Figura 4.3: Porcentagem de respostas dadas pelos alunos à pergunta: *Í Você aprendeu algo novo com este jogo?Í* após o uso das estratégias Competitiva, Cooperativa EC e Cooperativa DT ($\chi^2 = 11.78$; 2gl: $p = 0.0028$).

A leitura e análise das justificativas dadas pelos alunos que afirmaram terem aprendido algo novo revelou a predominância do aprendizado de conteúdos abordados no Caso. Tanto na estratégia Competitiva quanto nas estratégias cooperativas, mais de 90% dos alunos justificaram que aprenderam com o jogo algo relacionado ao conteúdo de Biologia Celular, tais como a origem das mitocôndrias propriamente dita, além de outros temas a ela relacionados, como exemplificado abaixo.

A maioria das respostas relacionadas ao aprendizado de conteúdo continha a idéia de compreensão do Caso como um todo:

- %Aprendi a relação entre a mitocôndria e a célula eucariótica+
- %Aprendi que mitocôndria era uma bactéria antes de ser englobada+
- %Aprendi como a mitocôndria entrou na célula+
- %Aprendi como começou o processo de respiração das células+

No entanto, em muitos casos o aprendizado era associado ao aprendizado de conteúdos das Pistas:

- %Que as mitocôndrias eram bactérias, que o O_2 pode ser tóxico+
- %Aprendi que a mitocôndria possui DNA próprio+

%Aprendi o que são radicais livres+

%A questão do mutualismo na evolução das células+

%De tudo, o que mais me chamou a atenção foi fato de as mitocôndrias serem sensíveis a antibióticos+

%Que os cupins não são capazes de digerir a celulose+

Em alguns casos as respostas evidenciavam aprofundamento ou ampliação de conhecimentos anteriores, como nas respostas a seguir:

%A possibilidade de através da fagocitose haver um englobamento mas **este não ser digerido**+

%Observar bem as características dos seres, assim poderemos deduzir como ele foi feito+

Finalmente, algumas respostas evidenciavam uma percepção de aprendizado sobre temas gerais, não diretamente presentes nas Pistas, nem na solução do Caso:

%Aprendi um pouco da vida primitiva e a relação com a respiração+

A importância do caráter lúdico da estratégia utilizada (jogo) para o ensino, também foi percebida, como mostram os exemplos a seguir:

%Aprendi que através de uma brincadeira fica até mais fácil aprender, porque sendo um jogo com pistas o aluno fica com vontade de querer saber a resposta+

%Aprendi que o trabalho em grupo torna as aulas mais divertidas+

O fato de o jogo propiciar uma forma diferenciada de aprendizado (talvez por comparação com aulas expositivas, mesmo as de caráter dialógico) foi destacado em repostas nas quais os alunos afirmam terem aprendido algumas habilidades, como por exemplo:

%Juntar informações para decifrar o acontecimento assim como acontece no método científico.+

Aprendi que com pequenos conhecimentos que temos sobre a matéria podemos deduzir coisas+

A análise do Caderno de Anotações nos permitiu ainda obter dados relativos à percepção dos alunos quanto à facilidade de compreensão das Pistas (informadas pelas duplas ou grupos). Adicionalmente, nos Questionários de Avaliação, os alunos avaliavam individualmente sua percepção quanto à dificuldade de solução do Caso *Hóspede do Barulho*. A análise conjunta dos dados obtidos nos pareceu importante, na medida em que se trata de atividades distintas: nas Pistas se lida com a compreensão de informações apresentadas de modo direto, por meio de textos, fotos, gráficos, tabelas, etc., enquanto a solução do Caso demanda não apenas a compreensão das informações de Pistas, mas sua articulação, no todo ou em parte, para a solução de um problema (uma vez que nenhuma pista isoladamente contém a resposta do Caso). Em todas as estratégias adotadas os alunos consideraram mais fácil compreender as Pistas do que solucionar o Caso (Figura 4.4). Esse resultado é compreensível, pelos motivos apresentados acima.

No que diz respeito apenas à interpretação das Pistas, os alunos que jogaram a estratégia Cooperativa EC, consideraram mais difícil interpretar as Pistas do que os alunos que jogaram a estratégia Competitiva. No entanto, a Cooperativa DT não se diferenciou significativamente das outras duas, sendo esse resultado de difícil interpretação.

De acordo com os estudantes, a solução do Caso fica mais fácil quando o jogo é aplicado de forma cooperativa, uma vez que a percepção de facilidade em resolver o Caso é significativamente maior nas estratégias Cooperativas em relação à estratégia Competitiva.

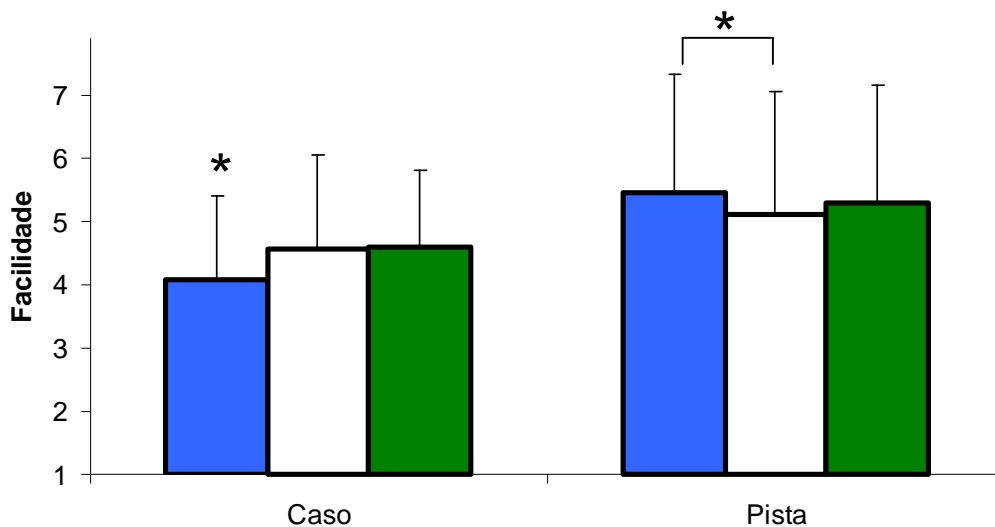


Figura 4.4: Avaliação média da percepção dos alunos do Ensino Médio quanto ao nível de facilidade na solução do Caso (Competitivo, n = 277; Cooperativa EC, n = 177 e Cooperativa DT, n=213) (ANOVA $p < 0.0001$) e na compreensão das Pistas (Competitivo, n=137; Cooperativa EC, n = 39 e Cooperativa DT, n=38) (ANOVA, $p < 0.0002$).

O Questionário de Avaliação permitiu ainda investigar a percepção dos alunos quanto à contribuição do trabalho em grupo para a solução do Caso nas estratégias Cooperativa EC e Cooperativa DT. De acordo com os resultados obtidos, os alunos consideram que o trabalho em grupo facilita a solução do Caso, uma vez que a média obtida por meio da análise da afirmativa: "O fato do jogo ter sido em grupo dificultou a solução do Caso", presente no Questionário de Avaliação, foi sempre maior do que 4.0 nas estratégias Cooperativas (Figura 4.5). Um valor superior a quatro indica um alto nível de facilitação, uma vez que o valor máximo na escala era de 5,0 (discordo totalmente). Esta mesma abordagem não foi possível no caso da estratégia Competitiva, uma vez que não ocorria a formação de grupos.

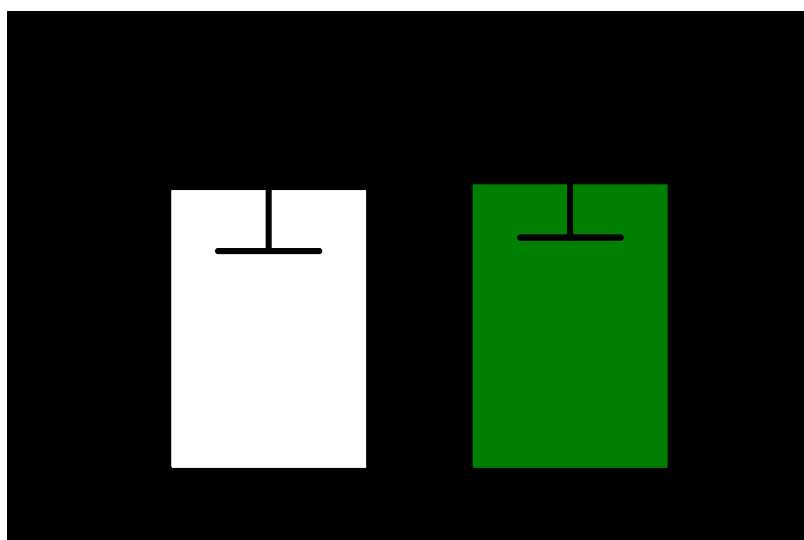


Figura 4.5: Facilitação da solução do Caso pelo trabalho em grupo inferida pela discordância dos alunos em relação à afirmativa *“O fato do jogo ter sido em grupo dificultou a solução do Caso”*. Respostas convertidas para valores numéricos conforme descrito na metodologia.

A preferência pelo trabalho em grupo não parece ser restrita ao uso do *“Célula Adentro”*, uma vez que nas duas estratégias cooperativas mais de 90% dos alunos declararam também no Questionário de Avaliação preferir que as atividades feitas em sala de aula ocorram em grupo e não individualmente (Figura 4.6).

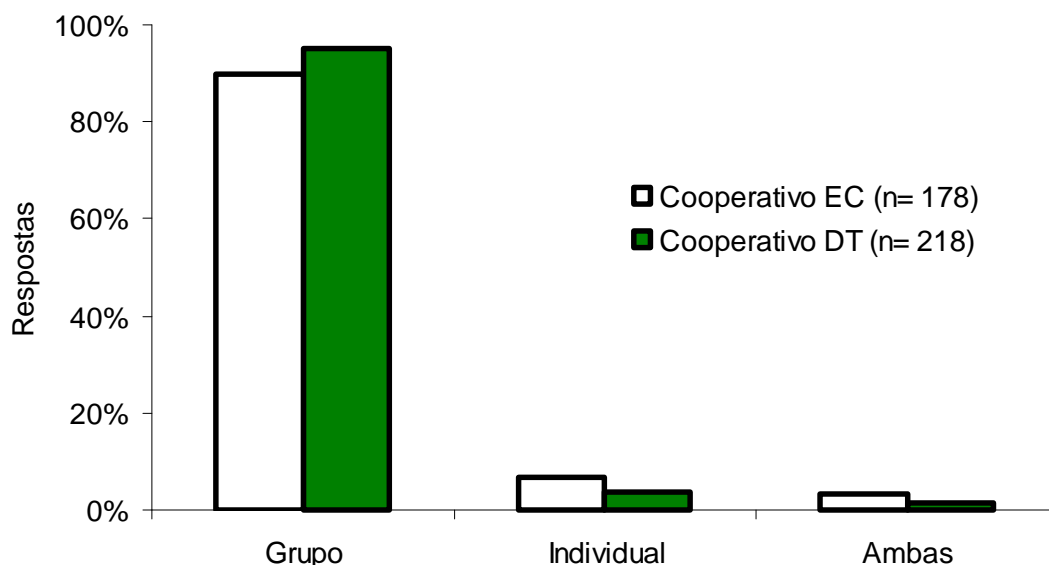


Figura 4.6: Porcentagem de respostas individuais dos alunos em relação à pergunta: *“Você prefere atividades em sala de aula feitas em grupo ou individualmente?”*.

Apesar de esta questão oferecer apenas duas opções referentes à preferência pelos trabalhos em grupo ou individuais, era disponibilizado um espaço para que os alunos justificassem suas escolhas. Tais justificativas eram feitas de modo livre. O conjunto de justificativas obtidas após o uso das duas estratégias Cooperativas foi lido e analisado. Nesta análise buscamos identificar as idéias mais freqüentemente encontradas (recorrentes) nos textos. Com base nesta identificação, foram criadas sete categorias, nas quais as justificativas foram classificadas, após releitura. O Quadro 4.1 mostra a síntese das idéias presentes em cada uma das categorias utilizadas. É importante esclarecer que, quando uma resposta continha informações que permitiam sua classificação em duas categorias, ela era computada uma vez para cada uma dessas categorias. Por esse motivo, o número de justificativas é maior do que o número de alunos. As porcentagens foram computadas sobre o total de justificativas.

A maioria dos alunos declarou que as atividades em grupo permitem reunir diferentes pontos de vista, maior discussão, integração e ajuda mútua entre os membros do grupo (Tabela 4.1). A análise estatística mostrou que as distribuições das respostas entre as categorias após jogar as diferentes estratégias eram significativamente diferentes, indicando que a forma de jogar (cooperativa EC ou DT) influenciou a resposta. Há uma citação menor do dinamismo e da diversão como uma das qualidades do trabalho em grupo na estratégia Cooperativa EC . esforço coletivo.

Quadro 4.1. Exemplos ilustrativos de respostas classificadas nas categorias utilizadas na análise das justificativas dos alunos para a preferência para o trabalho em grupo (*incluímos respostas classificadas em duas categorias, grifando os diferentes trechos que levaram à classificação).

Categoria	Respostas*
1) Interagir/Discutir mais	<p>%Porque os alunos interagem mais+</p> <p>%Pois podemos discutir juntos+</p> <p>%Pois assim temos a oportunidade maior de saber a opinião de nossos amigos e assim discutir o conhecimento+</p>
2) Reunir diferentes pontos de vista	<p>%Porque quatro cabeças pensam mais do que uma+</p> <p>%Porque com mais pessoas pensando junto o trabalho acaba sendo mais completo+</p>
3) Ajuda mútua	<p>%Pois de repente um dos componentes do grupo pode completar uma informação que falta para concluir meu pensamento+</p> <p>%É mais dinâmica e todos juntos, um ajudando o outro, todos conseguem entender e compreender a matéria+</p>
4) Divertido	<p>%Por ser mais fácil de compreender o que não entendo e ser mais divertido+</p>
5) Facilita o aprendizado	<p>Í Por ser mais fácil de compreender o que não entendo e ser mais divertido+</p>
6) Dinâmico	<p>%Pois a aula fica mais dinâmica, fugindo do comum+</p> <p>%É mais dinâmica e todos juntos, um ajudando o outro, todos conseguem entender e compreender a matéria+</p>
7) Outros	<p>%Nos sentimos mais à vontade com os amigos+</p> <p>%Pois sou comunicativa+</p>

Tabela 4.1: Justificativas dadas pelos alunos que preferem atividades em grupo feitas em sala de aula ($X^2 = 22,4$, 2gl, $p= 0,001$).

	Cooperativa EC (n= 159 alunos e 189 justificativas)	Cooperativa DT (n= 206 alunos e 241 justificativas)
Interagir/Discutir mais	25,5%	18,3%
Reunir diferentes pontos de vista	20,7%	10,4%
Ajuda mútua	16,5%	22,4%
Divertido	8,5%	14,5%
Facilita o aprendizado	9%	9,5%
Dinâmico	6,4%	14,5%
Outros	13,3%	10,4%

O número de alunos que declarou preferência exclusivamente por atividades individuais foi muito pequeno, o que não permitiu análises quantitativas. Porém, entre as justificativas dadas pelos alunos que preferem atividades individuais destacam-se algumas afirmativas individualistas, preocupações com a ação de trapaceiros e a existência de conflitos dentro dos grupos. Alguns estudantes mostravam preocupação com mais de um destes problemas. Exemplos das diferentes respostas encontradas são:

Individualistas:

%Porque você pode colocar sua opinião total na atividade+

Existência de trapaceiros:

%Porque sozinha dá para pensar melhor sem ter pessoas à volta conversando ou tentando colar.+

%Sempre há um que não faz nada+

%Muitas vezes as pessoas do grupo não colaboram+

Conflitos:

Porque nunca chegamos a um consenso ou o grupo não rende+

Bois tenho mais facilidade em desenvolver idéias sem divergência de outras pessoas+

Existência de trapaceiros e conflitos:

As atividades em grupo geram conflitos e sempre tem alguém que não faz nada+

Em grupo é mais desorganizando e sempre tem um que não ajuda.+

Com o objetivo de avaliarmos qual das estratégias foi mais aceita entre os alunos, consideramos relevante perguntar-lhes, por meio do Questionário de Avaliação, se gostariam de ter mais aulas com o jogo *Célula Adentro*. Foi observada uma ampla aceitação dos modos Competitivo (94%) e Cooperativa DT . divisão de tarefas (95%). No entanto, essa aceitação diminuiu significativamente quando se trata da estratégia Cooperativa EC . esforço coletivo, na qual 76% dos alunos afirmaram que gostariam de ter mais aulas com o jogo (Figura 4.7).

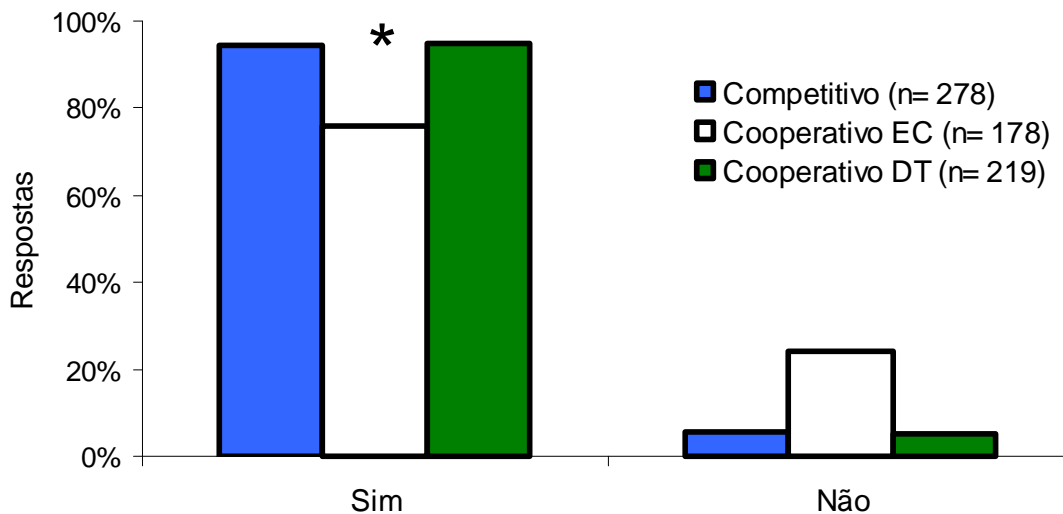


Figura 4.7: Porcentagem das respostas dadas pelos alunos à pergunta: 'Você gostaria de ter mais aulas com o *Célula Adentro* após o uso das estratégias Competitiva, Cooperativa EC e Cooperativa DT ($\chi^2 = 47.2$; 2gl, $p < 0.0001$).

Com o objetivo de compreender porque a aceitação do jogo diminui na estratégia Cooperativa EC, analisamos as justificativas das respostas dadas pelos alunos à pergunta em questão. As justificativas foram classificadas em cinco categorias, de modo análogo ao descrito anteriormente para a preferência pelo trabalho em grupo. O Quadro 4.2 mostra a síntese das idéias presentes nas respostas classificadas em cada uma das categorias utilizadas. Também neste caso, o número de justificativas é maior do que o número de alunos, devido à possibilidade de uma mesma justificativa poder ser classificada em duas categorias.

Dentre as justificativas dadas pelos alunos que gostariam de ter mais aulas com o jogo, observa-se uma menor citação do dinamismo como uma das características positivas do jogo na estratégia Cooperativa EC . esforço coletivo quando comparado às outras estratégias (Figura 4.8). Essa diminuição do dinamismo fica evidente quando analisamos as justificativas dadas pelos alunos, que jogaram a estratégia Cooperativa EC e que não gostariam de ter mais aulas (n= 35), dentre quais emergem principalmente aquelas que citam o jogo como chato (n= 11), complicado (n= 10) e cansativo (n= 5)

Quadro 4.2: Categorias utilizadas na classificação das justificativas dos alunos de Ensino Médio ao responderem à pergunta *“Gostaria de ter mais aulas com o Célula Adentro?”*.

Divertido	%ficou mais divertido + %porque é uma maneira divertida e fácil de aprender+ %porque é um jogo que além de divertido você aprende o conteúdo com mais facilidade+
Facilita o aprendizado	%pois torna mais fácil o aprendizado + %porque assim é melhor o aprendizado +
Dinâmico	%porque descontra um pouco e aula fica mais dinâmica + %muito mais dinâmico , prende a atenção e faz você pensar+
Estimula o raciocínio	%muito mais dinâmico, prende a atenção e faz você pensar + %porque é uma atividade que estimula os alunos a pensar +
Outros	%porque com isso monta um grupo, a aula flui melhor, ajudando quem não sabe+

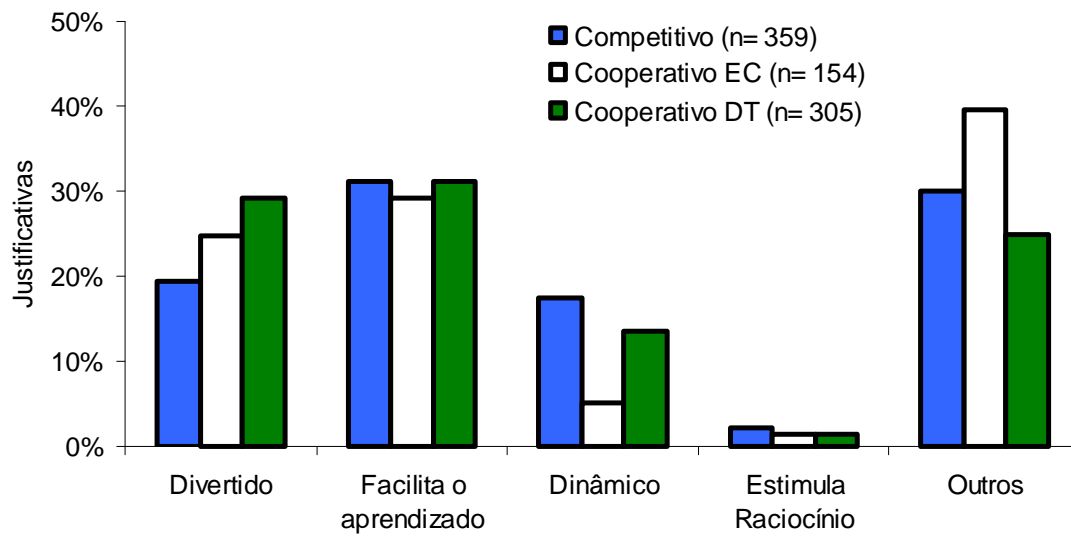


Figura 4.8: Análise das justificativas dadas pelos alunos que gostariam de ter mais aulas com o jogo realizado de forma Competitiva, Cooperativa EC e Cooperativa DT.

Finalmente, os Questionários de Avaliação das estratégias Cooperativa EC . esforço coletivo e Cooperativa DT . divisão de tarefas contou com três afirmativas diferentes. As afirmativas lidavam com três aspectos considerados fundamentais no estudo de jogos e estratégias de ensino em geral: o interesse, o caráter lúdico (referido aqui como %diversão+, por ser o termo usado pelos estudantes) e a adequação (expressa no quesito facilidade de solução do Caso). Estas perguntas tinham por objetivo avaliar se a ausência de competição durante a partida tornou o jogo menos interessante, menos divertido e mais difícil (uma vez que ela é uma das características mais evidentes em outros jogos). A média (em uma escala de 1 a 5) obtida através das respostas dada pelos alunos quanto ao interesse na estratégia Cooperativa EC foi de 3,5, enquanto na estratégia Cooperativa DT foi de 3,7. Não foram encontradas diferenças significativas entre essas médias, mostrando que, para os alunos, as duas estratégias são igualmente interessantes (Figura 4.9).

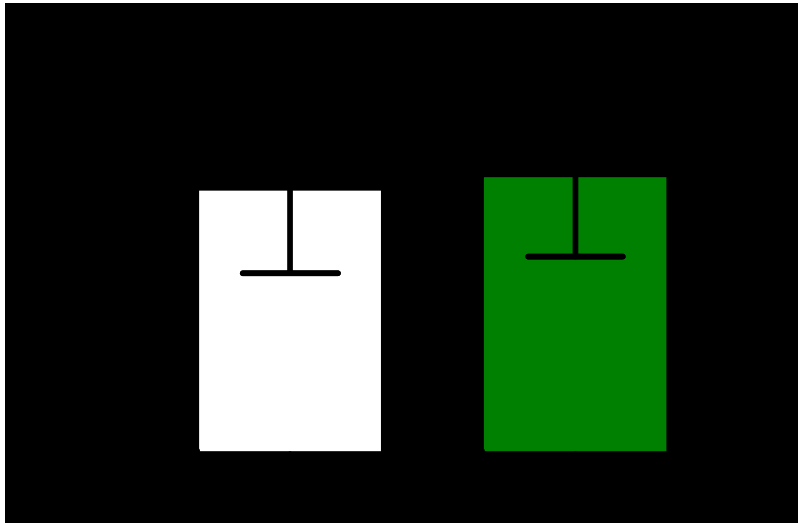


Figura 4.9: Opinião dos alunos acerca da afirmativa: *O fato de vocês não terem competido durante a partida tornou o jogo menos interessante nas estratégias Cooperativa EC (n= 175) e Cooperativa DT (n= 217) (respostas convertidas para valores numéricos conforme descrito na metodologia). NS = Não Significativo.*

No entanto, a estratégia Cooperativa EC parece ter comprometido mais a diversão e a dificuldade do jogo do que a estratégia Cooperativa DT. No que diz respeito à diversão, a estratégia Cooperativa EC obteve uma média significativamente menor (3,4) do que a estratégia Cooperativa DT (3,7) (Figura 4.10). Este padrão repetiu-se na última característica avaliada: a facilidade (Figura 4.11), em relação à qual a estratégia Cooperativa EC também obteve uma média significativamente menor (3,7) do que a estratégia Cooperativa DT (4,0).

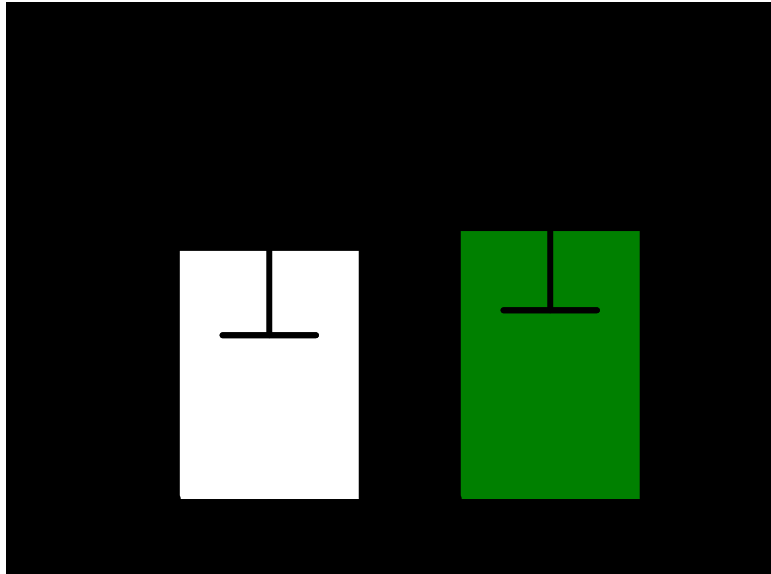


Figura 4.10: Opinião dos alunos acerca da afirmativa: *O fato de vocês não terem competido durante a partida tornou o jogo menos divertido nas estratégias Cooperativa EC (n= 173) e Cooperativa DT (n= 219)* (respostas convertidas para valores numéricos conforme descrito na metodologia); (*, $p < 0.0001$).

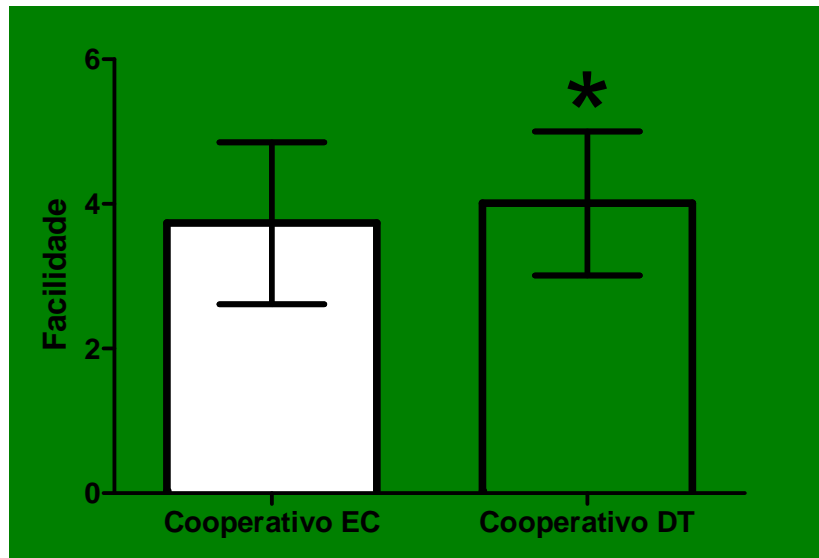


Figura 4.11: Opinião dos alunos acerca da afirmativa: *O fato de vocês não terem competido durante a partida tornou o jogo mais difícil* (respostas convertidas para valores numéricos conforme descrito na metodologia); (*, $p < 0.0001$).

Esses resultados apontam, portanto, para uma perda do dinamismo e do caráter lúdico na estratégia Cooperativa . EC, ainda que ela seja considerada tão interessante quanto a Cooperativa DT - Divisão de tarefas.

4.3. Avaliação das estratégias competitiva e cooperativas no Ensino Superior

É importante recordar, neste momento, que o Caso utilizado no Ensino Superior foi diferente daquele utilizado no Ensino Médio (ver metodologia para detalhes). No Ensino Superior lidou-se com a discussão da importância e principais funções do citoesqueleto na célula, abordando o papel dos microtúbulos na infecção viral . especificamente com a infecção pelo vírus da herpes.

A análise das soluções propostas implicou, portanto, na definição de critérios para avaliação específicos para este Caso. Foram consideradas corretas as respostas que identificaram os microtúbulos como a via de transporte do vírus na célula, justificando esse fenômeno com base nas informações contidas nas Pistas, como exemplificado abaixo:

Os vírus da herpes para chegar ao núcleo faz uso do mecanismo de transporte das organelas e vesículas da própria célula infectada. Ou seja, assim como as organelas o vírus associa-se por intermédio de proteínas motoras aos microtúbulos e estes o levam até o núcleo.

Outras respostas continham uma descrição detalhada das evidências que levaram o grupo a chegar a determinada solução também baseado no conteúdo contido nas Pistas:

O meio mais viável para o vírus da herpes chegar até o núcleo é através dos microtúbulos. O vírus utiliza as mesmas vias que vesículas e organelas para se locomover dentro da célula. Através das evidências: **as vesículas e organelas são transportadas ligadas a microtúbulos por proteínas motoras que utilizam ATP** (Pista Peroxissomo); **partículas menores do que 50 nm atravessam com mais facilidade o citoplasma** (Pista Membrana), como o vírus da herpes é maior enfrenta dificuldade nesta passagem; o vírus também utiliza assim como as **bactérias mecanismos presentes na célula para locomoção** (Pista Citoesqueleto); **a velocidade com que o vírus caminha sobre o microtúbulo é a mesma das organelas** (Pista Centríolo)+.

Outras respostas foram consideradas corretas, uma vez que as evidências e a solução correta eram apresentadas de modo adequado, embora houvesse pequenos erros conceituais do ponto de vista biológico. No exemplo destacado abaixo, afirma-se incorretamente que o vírus trafega no interior de vesículas, mas o princípio geral do acoplamento ao citoesqueleto e as evidências destacadas foram corretamente apresentados:

☞ vírus para chegar ao núcleo **é carregado por uma vesícula que se liga no microtúbulo**, que é responsável pelos movimentos intracelulares, ou seja, ele vai pelo microtúbulo que é um elemento do citoesqueleto. Se o vírus fosse pelo citoplasma ele demoraria dias, mas se ligando a esta estrutura, ele consegue mobilidade de uma organela comum+.

Por outro lado, em alguns casos, as respostas foram consideradas incorretas, pois embora combinassem informações corretas existentes nas Pistas, compunham um texto sem sentido do ponto de vista biológico, como no exemplo destacado abaixo:

☞ vírus se adere ao DNA mitocondrial e aos microtúbulos que estão na mitocôndria, responsáveis pelo movimento intracelular. Auxiliam na movimentação da mitocôndria, que é uma organela com muita mobilidade. Logo a seguir, passa para o retículo, que tem microtúbulos que vão para o núcleo. O citoesqueleto é responsável por essas migrações e aderência dos vírus aos microtúbulos+.

☞ vírus da Herpes simplex entra na célula envolto por uma proteína motora, dessa forma não é detectado como um microorganismo invasor; ao entrar se movimenta através dos microfilamentos de actina, logo após segue até o núcleo conduzido por microtúbulos. Ao chegar no núcleo deposita seu material deixando a célula deficitária. As organelas responsáveis pelo seu movimento são o citoesqueleto e os centríolos+.

As respostas incorretas e em branco foram agrupadas na mesma categoria. A análise do Caderno de Anotações revelou que a maioria das duplas/grupos conseguiu solucionar o Caso proposto. Apesar da porcentagem de acertos na estratégia Cooperativa EC ter sido maior (87,1%) do que nas outras duas, as diferenças entre elas não são significativas (Figura 4.12).

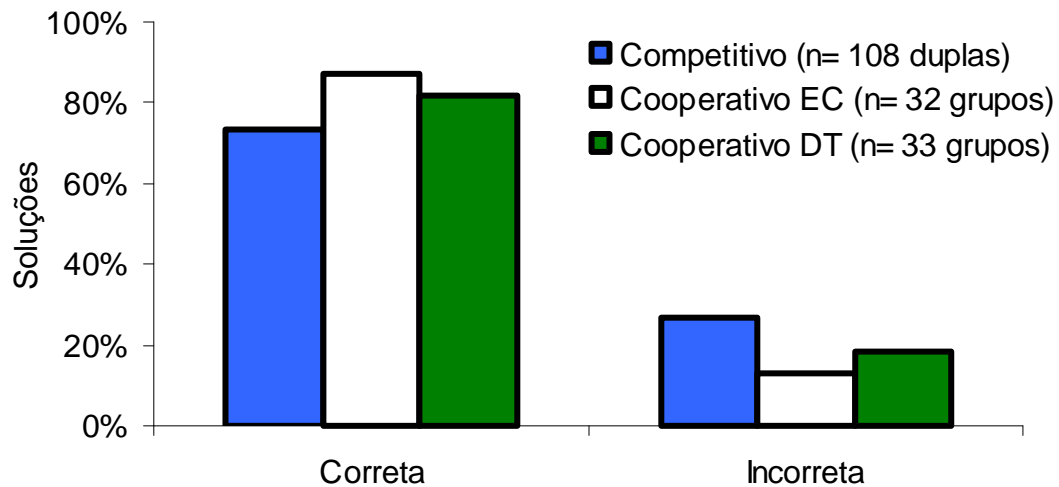


Figura 4.12: Porcentagem de respostas corretas e incorretas/branco relativas à Solução do Caso em dupla/trio (Competitivo) e em grupo (Cooperativa EC e DT) no Ensino Superior ($\chi^2= 3,1$; 2gl, $p= 0.207$).

Após o jogo e a discussão da solução, os alunos tiveram outro desafio: aplicar os conceitos aprendidos na solução do Caso em uma Pergunta Relacionada. No Ensino Superior foram usadas duas perguntas relacionadas diferentes nas três estratégias. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas na porcentagem de acertos entre as mesmas nas três estratégias (dados não mostrados). Portanto, as respostas às duas perguntas foram analisadas em conjunto para cada estratégia.

No caso da primeira Pergunta Relacionada (Item 4, Anexo VII), as respostas consideradas corretas mencionavam explicitamente que as vesículas se deslocavam associadas aos microtúbulos. A informação de que os vírus se associam às proteínas motoras e estas aos microtúbulos não foi considerada essencial, uma vez que estava contida em uma única pista e o objetivo do Caso era a compreensão geral do processo no qual os microtúbulos permitem o direcionamento do vírus ao núcleo, como mostrado nos exemplos a seguir.

%As vesículas se locomovem pela rede de microtúbulos do citoesqueleto+

%As vesículas se ligam aos microtúbulos e se dirigem à membrana através deles+

Apesar da ressalva feita acima, mais de um terço (38%) das respostas corretas continham menções explícitas também às proteínas motoras, indicando o aprendizado do fenômeno apresentado no Caso, como mostram os exemplos abaixo:

%As vesículas se associam a proteínas motoras que realizam movimento através dos microtúbulos de um modo que ligam o núcleo à membrana+

%As vesículas se locomovem e se orientam através da rede de microtúbulos responsável pelo movimento no interior das células. Elas se movem auxiliadas pelas proteínas motoras+

Algumas repostas incorretas sugeriam a participação de proteínas motoras (ver grifos a seguir), mas as identificavam de modo vago ou incorreto, por vezes em associação com processos sem relação com a pergunta.

%por meio de **proteínas com função de transporte** que estão inseridas nas vesículas+

%através de proteínas acopladas ao receptor. Quando o receptor recebe a insulina, ele ativa a vesícula+.

Para a Pergunta Relacionada 2 (Item 8, Anexo VIII) foram consideradas respostas corretas aquelas que mencionavam que o transporte de organelas na célula do fungo pararia, uma vez que o antifúngico desfaz a rede de microtúbulos que é responsável pelo transporte das organelas. Abaixo seguem alguns exemplos de respostas classificadas como correta:

%Haverá distúrbios no transporte, já que a Griseofulvina utilizada para tratamentos de micose interfere na estrutura dos microtúbulos do fungo. Os microtúbulos assim como as proteínas motoras auxiliam esse transporte+

o transporte ficará prejudicado, pois são os microtúbulos que realizam esse transporte e alterando sua estrutura, o transporte ficará deficiente+.

A análise dos questionários individuais revelou que a maioria dos alunos conseguiu aplicar o conteúdo aprendido no jogo em uma pergunta relacionada, após a discussão da solução do Caso com os membros da nossa equipe, não havendo diferenças significativas entre as três estratégias (Figura 4.13). Os alunos conseguiram, portanto, solucionar o Caso e a Pergunta Relacionada.

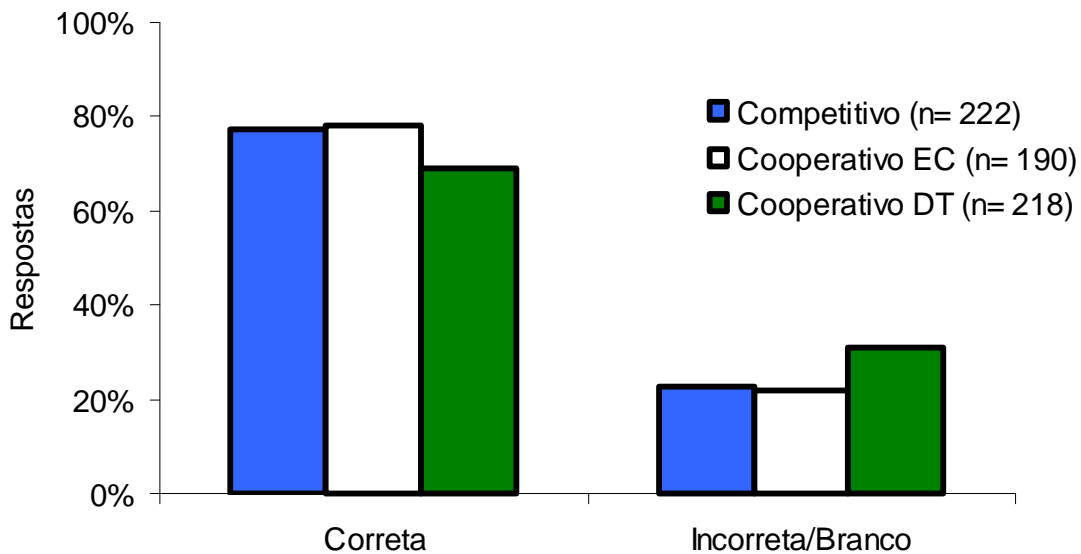


Figura 4.13: Porcentagens de respostas corretas e incorretas/branco relativas à solução individual e anônima da Pergunta Relacionada feitas após a discussão do jogo nas estratégias Competitiva, Cooperativa EC e Cooperativa DT no Ensino Superior ($X^2= 5,9$; 2gl, $p= 0,051$).

Após a partida e a discussão, os estudantes têm a percepção de que aprenderam algo novo com o jogo independente da estratégia utilizada, sem diferenças significativas entre elas, como mostra a figura 14. Nas estratégias Competitiva, Cooperativa EC e Cooperativa DT, 98,6%, 98,3% e 97,2% dos alunos respectivamente respondem de modo afirmativo à pergunta: você aprendeu algo novo com este jogo? (Figura 4.14).

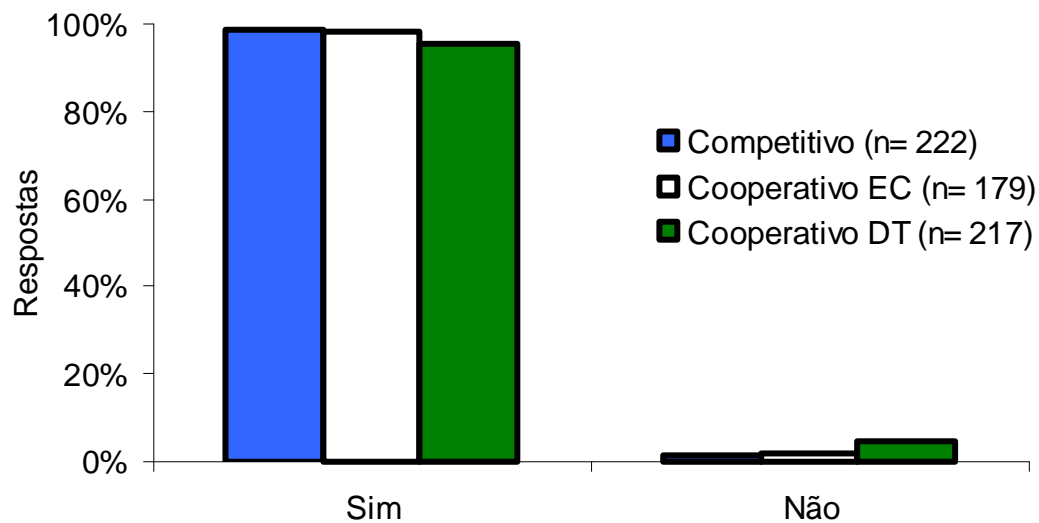


Figura 4.14: Porcentagem de respostas dadas pelos alunos do Ensino Superior à pergunta: *Í Você aprendeu algo novo com este jogo?* ($\chi^2 = 5,4$; 2gl, $p = 0,065$).

A análise das justificativas dadas pelos alunos que afirmaram ter aprendido algo novo mostrou que, tanto na estratégia Competitiva quanto nas Cooperativas, mais de 90% dos alunos justificaram que aprenderam algo relacionado ao conteúdo de Biologia Celular, como exemplificado abaixo.

%Aprendi como as bactérias se movem de uma célula para outra.+

%Como o vírus faz para chegar no núcleo da célula+

Assim como no Ensino Médio, uma parcela menor das justificativas mostrou que alguns estudantes descobriram no jogo uma forma diferenciada de aprendizado (talvez por comparação com aulas expositivas, mesmo com caráter dialógico):

%..) aprendi que podemos aprender através de jogos e não só lendo em livros ou tendo aula.+

%Aprendi que pode se aprender muito com os outros, pois sempre há informações a serem acrescentadas uns aos outros.+

Alguns declaram que com o jogo aprenderam novas habilidades, principalmente aquelas relacionadas ao raciocínio:

%Assimilar informações diferentes e complexas a fim de chegar a uma conclusão lógica+

%Montar um raciocínio ligando uma coisa à outra, que a princípio estava vaga+

Apesar de não terem sido encontradas diferenças significativas quanto à solução do Caso e da Pergunta Relacionada nas três estratégias utilizadas, a análise da média da facilidade das Pistas (grupos ou duplas) e da facilidade do Caso (individual) revelou diferenças significativas entre as percepções dos alunos quanto às três estratégias.

Os alunos têm a percepção de que trabalhar em grupo facilita a Solução do Caso, visto que no modo Competitivo se torna significativamente mais difícil (média de dificuldade 4,3) resolver o Caso do que nas estratégias cooperativas (5,1 nas duas estratégias) (Figura 4.15). Quanto à facilidade das Pistas não foram encontradas diferenças significativas entre os resultados das estratégias aplicadas. A análise das comparações entre a facilidade de resolver as Pistas e a facilidade em resolver o Caso mostrou, como ocorreu no ensino médio, que os alunos têm a percepção de que interpretar as Pistas é significativamente mais fácil do que resolver o Caso (Figura 4.15)

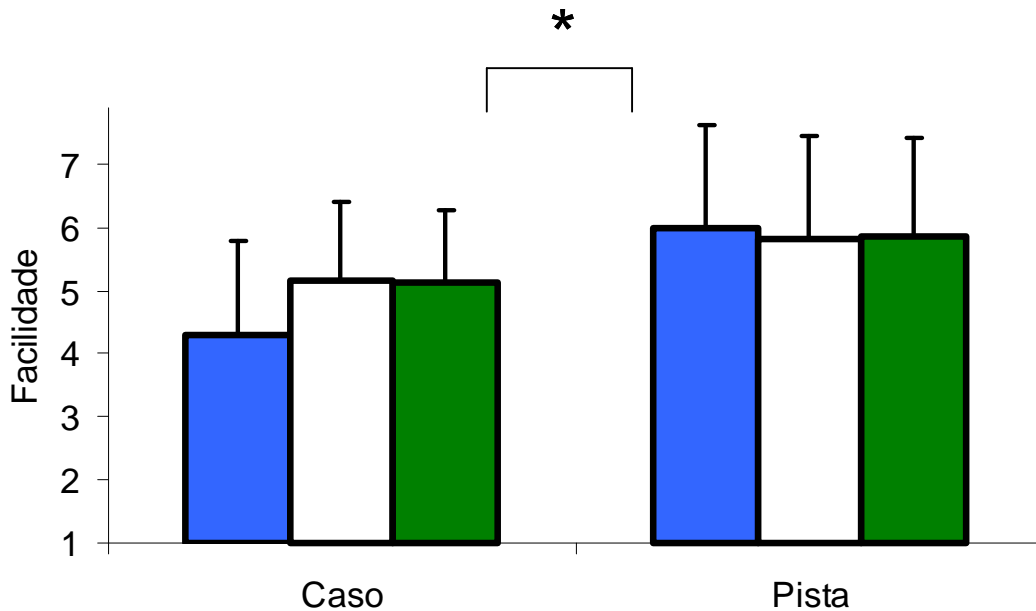


Figura 4.15: Avaliação média da percepção dos alunos quanto ao seu nível de compreensão do Caso (Competitivo, $n = 221$; Cooperativa EC, $n = 189$ e Cooperativa DT, $n = 118$) e **das Pistas** (Competitivo, $n = 108$; Cooperativa EC, $n = 31$ e Cooperativa DT, $n = 33$). Solução do Caso nas três estratégias ($p < 0,0001$); Pistas nas três estratégias ($p = 0,0009$); comparação de Caso e Pista: Competitivo ($p < 0,0001$), Cooperativa EC ($p < 0,0001$) e Cooperativa DT ($p < 0,0001$)

No Questionário de Avaliação das estratégias cooperativas também foram inseridas questões acerca do trabalho em grupo e da cooperação. A percepção dos alunos de que trabalhar em grupo facilita a compreensão do Caso é demonstrada na figura 4.16. Na estratégia Cooperativa EC - esforço coletivo, a média obtida em relação à afirmativa *“o fato do jogo ter sido em grupo dificultou a solução do Caso”*, presente no Questionário de Avaliação, foi de 4.2, enquanto que na estratégia Cooperativa DT - divisão de tarefas foi de 4.3. Não houve diferenças significativas entre elas. Esse resultado indica que a maioria dos alunos acredita que o fato de terem trabalhado em grupo facilitou a solução do Caso.

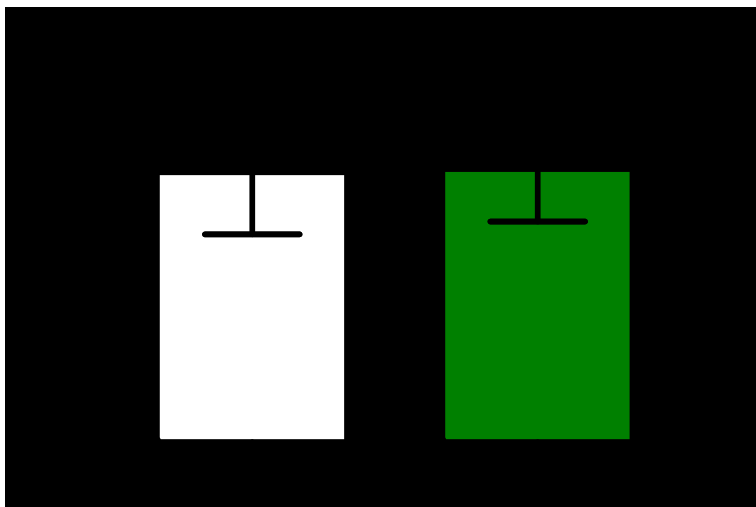


Figura 4.16: Facilitação da solução do Caso pelo trabalho em grupo inferida pela discordância dos alunos em relação à afirmativa *“O fato do jogo ter sido em grupo dificultou a solução do Caso”*. Respostas convertidas para valores numéricos conforme descrito na metodologia ($p= 0,976$).

No Questionário de Avaliação utilizado nas estratégias cooperativas, os alunos podiam expressar suas preferências pelas atividades em grupos ou individuais. Ao serem questionados se preferem atividades feitas em grupo ou individuais em sala de aula, mais de 90% dos alunos declararam que preferem atividades feitas em grupos a atividades individuais (Figura 4.17).

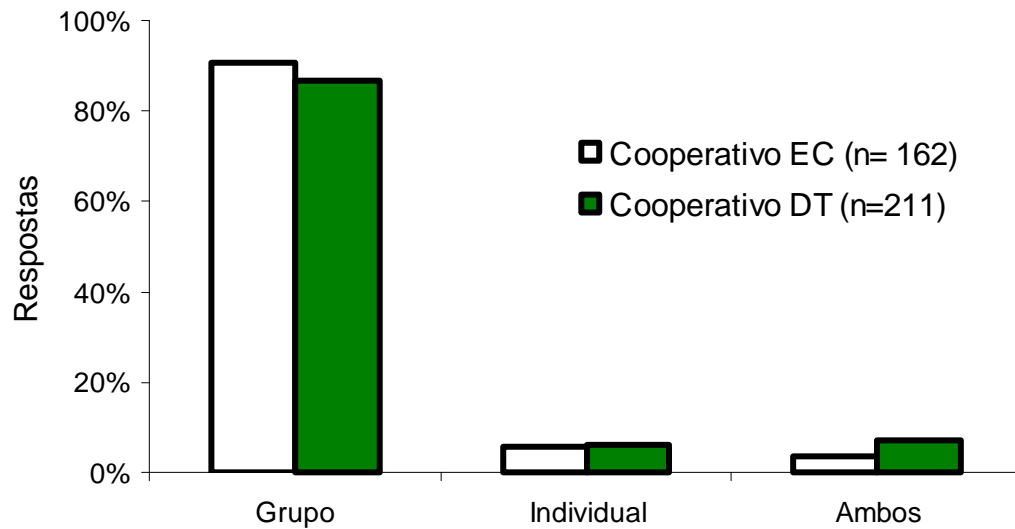


Figura 4.17: Porcentagem de respostas individuais dos alunos do Ensino Superior em relação à preferência deles em realizar atividades em grupo ou individuais em sala de aula.

As justificativas dadas pelos alunos do Ensino Superior que preferem as atividades em grupo foram mais elaboradas do que aquelas apresentadas pelos alunos do Ensino Médio. No entanto, seus conteúdos permitiram que fossem classificadas nas mesmas sete categorias, como exemplificado no Quadro 4.3. No Ensino Superior, os alunos em sua maioria também mencionaram que o trabalho em grupo permite reunir diferentes pontos de vistas, uma ajuda mútua entre os membros do grupo e uma maior interação. As características menos citadas em ambas as estratégias foram a diversão e o dinamismo (Tabela 4.3).

Quadro 4.3; Exemplos ilustrativos de respostas classificadas nas categorias utilizadas na análise das justificativas dos alunos do Ensino Superior para a preferência para o trabalho em grupo (* incluímos respostas classificadas em duas categorias, grifando os diferentes trechos que levaram à classificação).

Categoria	Respostas típicas*
1) Interagir/Discutir mais	<p>%pois podemos interagir com nosso colegas para dividir nosso conhecimento+</p> <p>%em grupo, pois permite uma troca de dúvidas e conhecimentos+</p> <p>%a interação leva a novos questionamento e em conseqüência aprende-se mais+</p> <p>%pois a discussão entre as pessoas estimula o pensamento e é uma forma dinâmica de aprender+</p>
2) Reunir diferentes pontos de vista	<p>%porque podemos ter várias opiniões para uma mesma situação, o que acaba abrindo nossa mente para novos pensamentos+</p> <p>%pois pessoas diferentes possuem pontos de vista diferentes, às vezes elas te mostram algo que você ainda não tinha pensado+</p> <p>%reúne vários pontos de vista de um mesmo assunto+</p> <p>%a atividade fica mais interativa e mais fácil de ser resolvida. Como diz o ditado, duas cabeças pensam melhor do que uma.</p>
3) Ajuda mútua	<p>%pois um ajuda o outro na compreensão das atividades+</p>
4) Divertido	<p>%porque é mais dinâmico e divertido+</p>
5) Facilita o aprendizado	<p>%a interação leva a novos questionamento e em conseqüência aprende-se mais+</p>
6) Dinâmico	<p>%pois a discussão entre as pessoas estimula o pensamento e é uma forma dinâmica de aprender+</p>
7) Outros	<p>%porque sai da rotina+</p> <p>%porque a timidez e o medo de errar atrapalham muito+</p>

Tabela 4.3: Justificativas dadas pelos alunos do Ensino Superior que preferem atividades em grupo feitas em sala de aula.

	Cooperativa EC (n= 162 alunos e 268 justificativas)	Cooperativa DT (n= 211 alunos 268 justificativas)
Interagir/Discutir mais	18,7%	19%
Reunir diferentes pontos de vista	23,5%	14,9%
Ajuda mútua	18,7%	26,5%
Divertido	8,6%	1,5%
Facilita o aprendizado	14,9%	10,8%
Dinâmico	9%	13,1%
Outros	6,7%	14,2%

Por outro lado, dentre as justificativas dadas pelos alunos que preferem atividades individuais, é nítida a preocupação com a dispersão dos demais membros do grupo durante a atividade, atrapalhando assim o rendimento da atividade, a existência de trapaceiros e atitudes individualistas. Abaixo, alguns exemplos dessas respostas:

Preocupação com a dispersão do grupo:

- % Porque tem menos conversa não biológica e eu penso melhor+
- % Acho que a turma pode se dispersar em atividades em grupo.+
- % É mais produtivo concentra mais a atenção.+
- % Porque às vezes o grupo se distrai do foco do trabalho (...)+

Existência de trapaceiros:

- % Pois muitas vezes as atividades em grupo não conseguem fornecer funções ou atividades em que todos os membros participem+

Individualistas:

- % pois assim desenvolvo o trabalho mais rápido e com eficiência+
- % porque posso defender minhas próprias opiniões e crenças+

A análise dos Questionários de Avaliação nos forneceu também dados relativos à aceitação das diferentes estratégias utilizadas. Os alunos responderam se gostariam ou não de ter mais aulas com o %Célula Adentro+, justificando suas respostas. As diferentes estratégias do jogo aplicadas ao Ensino Superior foram amplamente aceitas pelos alunos que declararam, quase que unanimemente, que gostariam de ter mais aulas com o %Célula Adentro+(Figura 4.18).

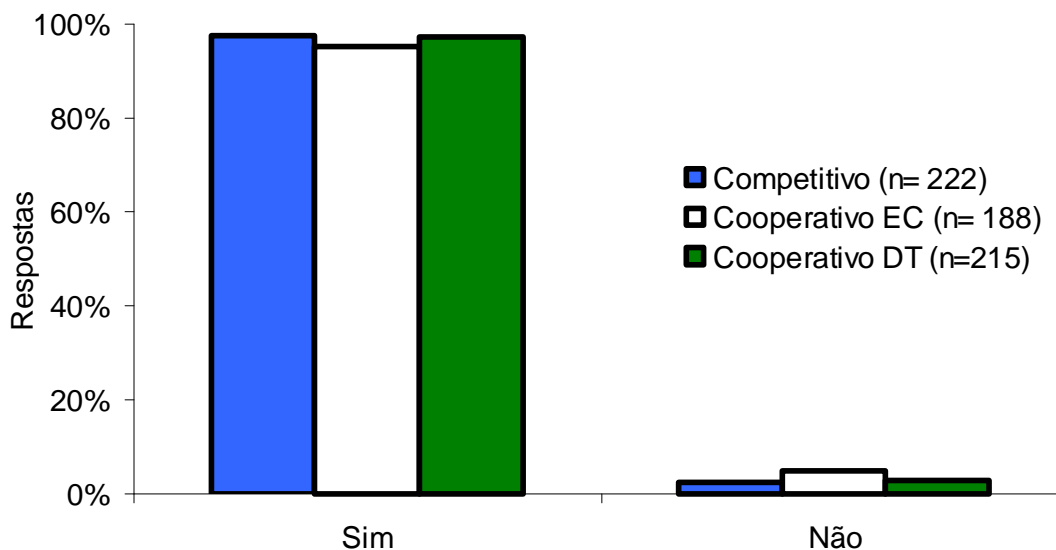


Figura 4.18: Percentagem das respostas dadas pelos alunos do Ensino Superior à pergunta: 'Você gostaria de ter mais aulas com o Célula Adentro?' após o uso das estratégias Competitiva, Cooperativa EC e Cooperativa DT ($\chi^2= 2,2; 2gl, p= 0,318$).

As justificativas dadas pelos alunos que manifestaram a vontade ter mais aulas com o %Célula Adentro+ nas diferentes estratégias utilizadas, foram classificadas nas mesmas cinco categorias utilizadas no ensino médio, visando permitir a comparação entre os resultados obtidos nos dois níveis de ensino. É importante destacar que, apesar desta escolha metodológica, a extrema heterogeneidade das repostas incluídas na categoria Outros não permitiu a criação de novas categorias. Abaixo, seguem alguns exemplos das justificativas encontradas:

- (1) **Divertido:** %pois é uma maneira divertida de se discutir sobre um assunto importante+
- (2) **Facilita o aprendizado:** %porque dessa forma é mais fácil aprender sobre a célula e suas organelas+

- (3) **Dinâmico:** pois é bem mais dinâmico do que uma aula só de explicação e apresentação de slides+
- (4) **Estimula o Raciocínio:** o jogo estimula o aluno a associar rápido inúmeras informações, sua capacidade investigativa de hipóteses e evidências para o encontro da sua solução por conta própria+
- (5) **Outros:** torna o aprendizado menos desgastante+

A figura 4.19 mostra a porcentagem dessas justificativas nas categorias por estratégia utilizada. A diversão foi mais citada nas justificativas da estratégia Cooperativa DT . divisão de tarefas (18,1%) do que na estratégia Competitiva (12,9%) e Cooperativa EC . esforço coletivo (12,9%). No entanto, o dinamismo foi o menos citado na estratégia Cooperativa DT (9,4%) do que na estratégia Competitiva (23,5%) e Cooperativa EC (25%). Em todas as estratégias utilizadas, cerca de 20% das justificativas citaram que o jogo facilitou o aprendizado. Por fim, a estratégia Competitiva foi a com a maior proporção de justificativas citando o estímulo ao raciocínio. Essa afirmativa apareceu em 14% das justificativas dadas pelos alunos que jogaram competindo, enquanto que nas estratégias Cooperativa EC e DT essas porcentagens caem para 11,1% e 8,6% respectivamente.

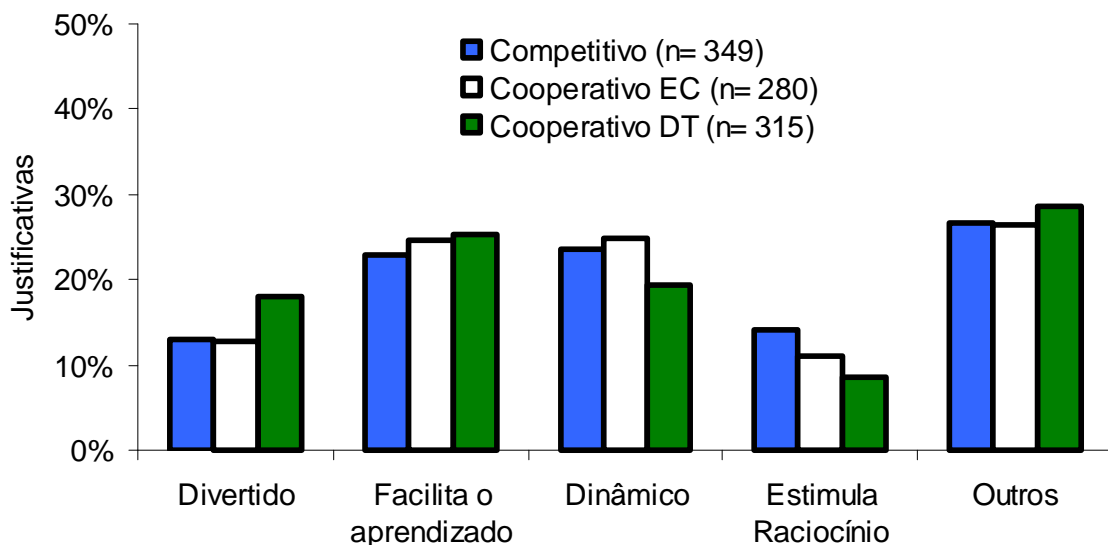


Figura 4.19: Análise das justificativas dadas pelos alunos do Ensino Superior que gostariam de ter mais aulas com o jogo realizado de forma Competitiva, Cooperativa EC e Cooperativa DT.

Assim como nos Questionários de Avaliação das estratégias Cooperativa EC . esforço coletivo e Cooperativa DT - divisão de tarefas do Ensino Médio, foram feitas três afirmativas diferentes, que lidavam com aspectos considerados fundamentais no estudo de jogos e estratégias de ensino. O primeiro aspecto avaliado foi o interesse dos alunos pelas estratégias Cooperativas EC e DT. Os resultados revelaram que ambas estratégias não comprometeram o interesse no jogo, uma vez que a média atingida foi de 4.0 nas duas estratégias utilizadas (Figura 4.20).

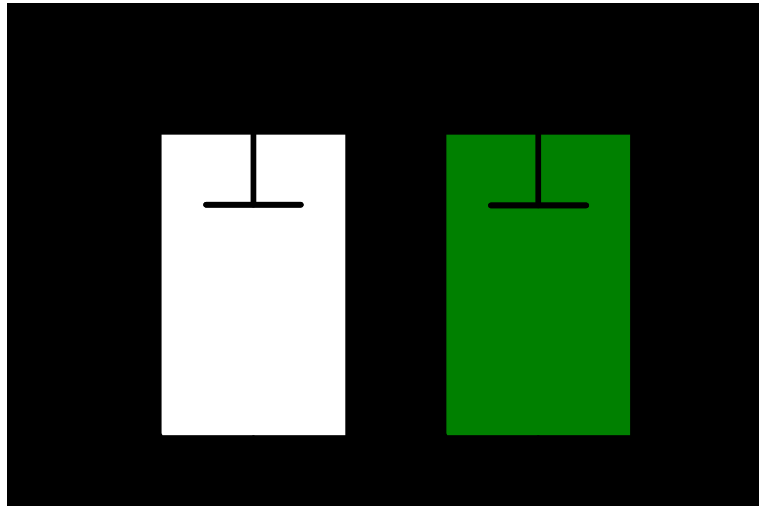


Figura 4.20: Opinião dos alunos acerca da afirmativa: *“O fato de vocês não terem competido durante a partida tornou o jogo menos interessante”* Estratégia Cooperativa EC (n= 163) e Cooperativa DT (n= 216). As respostas convertidas para valores numéricos conforme descrito na metodologia ($p= 0,887$).

O segundo aspecto avaliado foi em relação à diversão, para tal utilizamos a seguinte afirmativa: *“O fato de vocês não terem competido durante a partida tornou o jogo: menos divertido”*. Os resultados revelam que em ambas as estratégias, a cooperação não comprometeu a diversão do jogo. As médias obtidas foram de 3.8 na estratégia Cooperativa EC e 4,1 na estratégia Cooperativa DT, não havendo diferenças significativas entre elas (Figura 4.21).

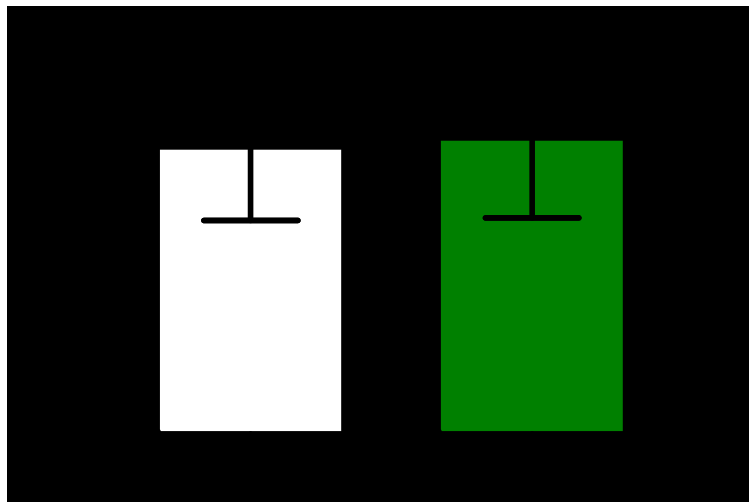


Figura 4.21: Opinião dos alunos acerca da afirmativa *Í O fato de vocês não terem competido durante a partida tornou o jogo menos divertido*. Estratégia Cooperativa EC (n= 162) e Cooperativa DT (n= 216). As respostas convertidas para valores numéricos conforme descrito na metodologia (p= 0,108).

A última característica analisada nas afirmativas contidas nos questionários de avaliação das estratégias cooperativas foi seu impacto sobre a facilidade do jogo. Os resultados revelam que, em ambas as estratégias cooperativas, o fato dos alunos não terem competido durante a partida não tornou o jogo mais difícil, uma vez que ambas as estratégias obtiveram uma média acima de 4,4 (Figura 4.22).

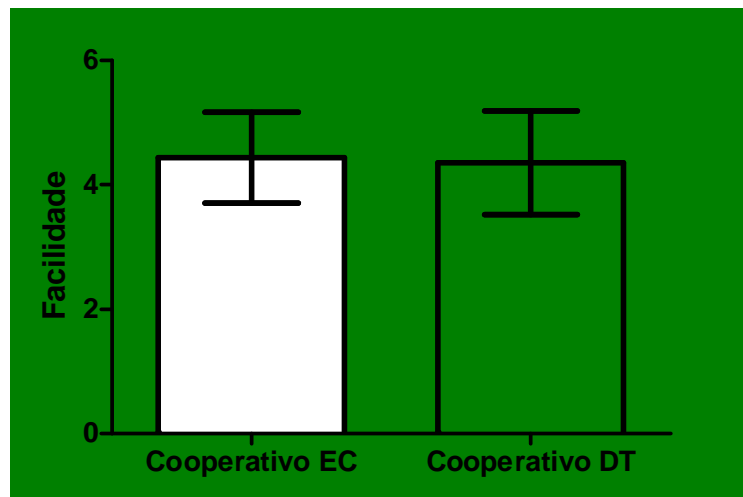


Figura 4.22: Opinião dos alunos acerca da afirmativa: *Í O fato de vocês não terem competido durante a partida tornou o jogo: mais difícil*. Estratégia Cooperativa EC (n= 162) e Cooperativa DT (n= 214). As respostas convertidas para valores numéricos conforme descrito na metodologia (p= 0,367).

4.4. Análise comparativa dos resultados dos Ensinos Médio e Superior

Embora tenhamos avaliado o jogo nos dois níveis de ensino, os Casos utilizados foram diferentes. Acreditamos que isso torna factível a comparação das diferentes estratégias, mas dificulta a comparação dos resultados obtidos nos dois níveis de ensino. Isso é especialmente evidente no caso das dificuldades e acertos na solução do Caso, compreensão das Pistas e solução da Pergunta Relacionada. Porém, a comparação da aceitação do jogo nas diferentes estratégias nos pareceu válida. Ao fazê-la, partimos da premissa que as diferenças entre as estratégias em cada nível influenciavam mais a aceitação do que o conteúdo dos Casos. Optamos por fazer esta análise comparando as respostas à pergunta %Gostaria de ter mais aulas com o jogo *Célula Adentro?*+ dos dois níveis de ensino, em cada uma das estratégias. Para isso, reorganizamos os resultados mostrados nas figuras 4.8 e 4.19, apresentando-os de modo pareado na Figura 4.23.

Nas três estratégias foram encontradas diferenças significativas entre os padrões de distribuição das respostas dos alunos dos dois níveis de Ensino ($p < 0,0001$). As categorias que apresentaram diferenças mais marcantes foram %diversão+ e %estimula o raciocínio+ (%raciocínio+, no gráfico), tendo a primeira sido maior no Ensino Médio e a segunda no Ensino Superior. Destaca-se ainda que a perda do dinamismo na estratégia Cooperativa EC foi percebida pelos alunos do Ensino Médio, mas não pelos alunos do Superior.

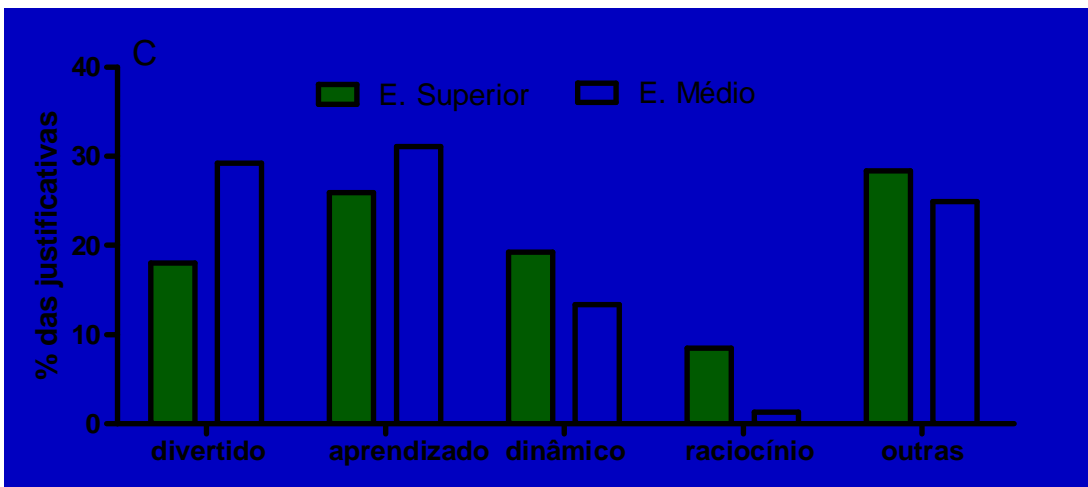
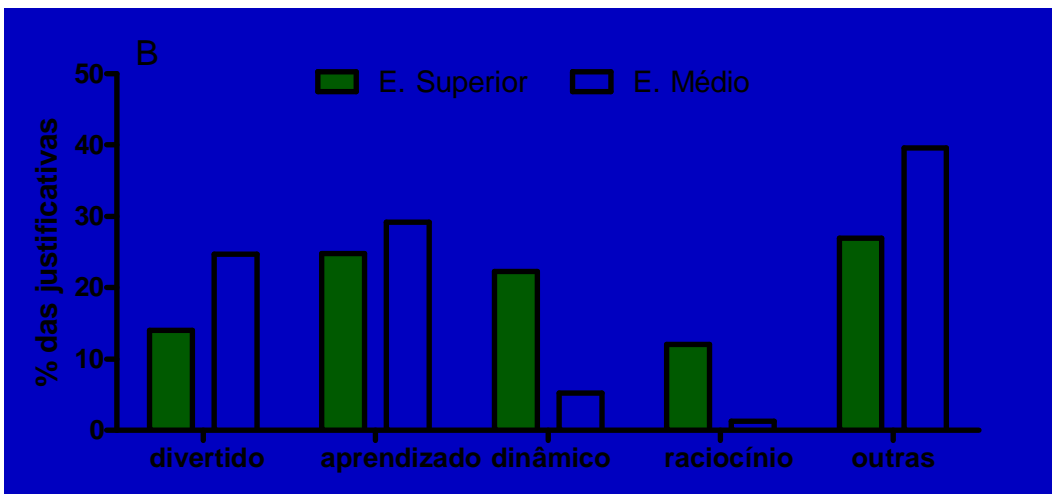
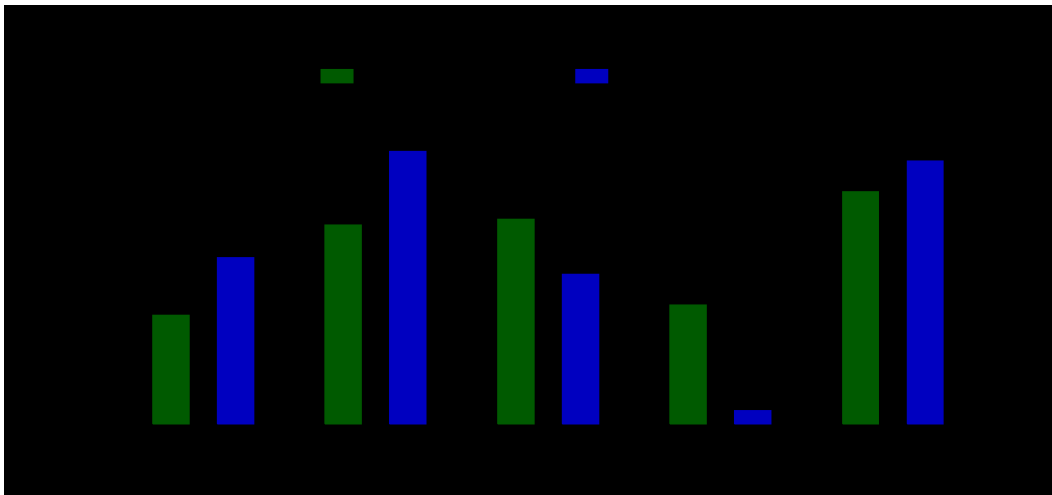


Figura 4.23: Análise comparativa das justificativas dadas pelos alunos dos Ensinos Médio e Superior que gostariam de ter mais aulas com o jogo realizado de forma (A) Competitiva ($\chi^2= 43,5$; 2gl, $p < 0,0001$), (B) Cooperativa EC ($\chi^2= 42,6$; 2gl, $p < 0,0001$) e (C) Cooperativa DT ($\chi^2= 29,9$; 2gl, $p < 0,0001$).

4.5. Efeitos da Cooperação no jogo e modificações necessárias

A primeira estratégia cooperativa testada foi a de Esforço Coletivo. Nesta, apesar de termos explicado antes das partidas que os alunos não estavam competindo entre si, alguns grupos ficavam preocupados em solucionar o Caso antes dos demais e acabavam lendo todas as Pistas de uma vez, sem seguir as regras do jogo quanto à coleta de Pistas e movimentação pelo tabuleiro. Outros grupos alegaram que não fazia sentido usar os peões e o dado, pois todos estavam jogando juntos (esforço coletivo) com os mesmos peões e não havia competição. Alguns alunos declararam não ser necessária a movimentação pelo tabuleiro, bastando apenas ler todas as Pistas e interpretá-las em um único momento. Alguns alunos ainda ficavam bastante dispersos ao longo da partida. Além disso, os resultados apresentados acima mostraram que houve uma diminuição da aceitação do jogo quando este foi utilizado de forma cooperativa com esforço coletivo quando comparado com a estratégia competitiva no Ensino Médio (Figura 4.7).

Dessa forma, a fim de recuperar o caráter de jogo e a aceitação do mesmo, foram realizadas algumas modificações no tabuleiro e nas regras para torná-lo mais dinâmico, surgindo assim a estratégia Cooperativa DT . com divisão de tarefas. No tabuleiro foram inseridos mais 3 pontos de partidas para os grupos e casas destacadas em branco com o desenho de uma lupa (Anexo IX). Nestas casas os alunos recebiam cartas de sorte ou azar que poderiam, por exemplo, fazer o aluno avançar ou recuar casas, ou permitir tirar dúvidas sobre Pistas (Anexo X). A partir da introdução destas modificações, foi observado que os jogadores voltaram a se comportar mais de acordo com as regras propostas, com relação a movimentação no tabuleiro e coleta de Pistas. Além das alterações no tabuleiro, o jogo na estratégia Cooperativa DT contou também com a participação de um aluno denominado %banqueiro+, responsável pela entrega e recolhimento das Pistas ao longo da partida. Na estratégia Cooperativa DT, a presença do %aluno banqueiro+ foi fundamental para a manutenção do caráter do jogo, uma vez que esses alunos assumiram a responsabilidade do controle da tomada das Pistas. Abaixo seguem algumas afirmações feitas por %alunos banqueiros+ no Ensino Médio, coletadas ao longo das partidas:

%Agora tá [sic] estipulado que cada dupla tem 45 segundos para ler a pista. Vou contar no relógio+

%Qual a pista que é agora? Você tem que me devolver essa pra eu te dar outra+

Ainda no que diz respeito às regras, na estratégia Cooperativa DT, os alunos não mais escolhiam suas próprias maneiras de se movimentar pelo tabuleiro. Foi definido *a priori* que cada grupo deveria se dividir em duplas e coletar Pistas em diferentes locais do tabuleiro; para isso, cada dupla deveria obrigatoriamente usar um peão e não discutir as Pistas fora das duplas durante a fase de coleta de Pistas. Com isso, nem todas as duplas tiveram a oportunidade de coletar e ler todas as Pistas. Portanto, fazia-se necessário que cada dupla explicasse aos demais membros do grupo, durante a solução do Caso, a informação obtida das Pistas coletadas durante a partida. Nesta estratégia de jogo, a divisão de tarefas é caracterizada pela presença do ~~aluno~~ banqueiro e pela responsabilidade individual de cada membro das duplas, já que as Pistas coletadas por cada uma das duplas raramente se superpõem, dada a limitação de tempo. A estratégia Cooperativa . EC foi, portanto, um passo na construção de uma verdadeira estratégia cooperativa (Cooperativa . DT) que contemplasse características do ensino cooperativo, como por exemplo, a divisão de tarefas.

5. Discussão

Os jogos de regras baseados na solução de problemas são valiosas ferramentas de ensino. No presente trabalho, avaliamos o uso do *Célula Adentro* para o ensino de temas da biologia nos Ensinos Médio e Superior, por meio de estratégias competitivas e cooperativas. Os resultados obtidos nos permitiram aferir a aceitação e a influência dessas estratégias na aquisição de conhecimento dos alunos. Para isso, avaliamos a dinâmica de operacionalização de cada estratégia e a aquisição de conhecimentos em diferentes momentos do Ensino Formal.

As três estratégias de jogo utilizadas na pesquisa mostraram-se eficientes quanto ao aprendizado de temas de Biologia Celular. No Ensino Médio. O Caso utilizado foi *Hóspede do Barulho* que trata da origem endossimbiótica das mitocôndrias. No Ensino Superior utilizou-se o *Surfando na Célula* cujo tema é a participação do citoesqueleto nas infecções virais. Em ambos os níveis de ensino a maioria dos participantes apresentou soluções coerentes para os Casos propostos (Figura 4.1 e Figura 4.12). A alta porcentagem de soluções corretas para o Caso nas três estratégias, em ambos os níveis de ensino, revelou que o jogo atingiu o seu principal objetivo. Os resultados mostraram que a cooperação foi tão eficiente quanto a competição, no que diz respeito à aquisição de conhecimentos durante um jogo. O elevado número de soluções corretas na estratégia competitiva em ambos os níveis revela que os alunos continuaram a jogar mesmo após o anúncio da dupla vencedora, indicando que os mesmos estavam tão envolvidos com a atividade que não desistiram desta por terem perdido a partida. No caso dos alunos que jogaram cooperando, a alta porcentagem de soluções corretas indica que eles não se sentiram desmotivados por não estarem competindo.

Em geral, as respostas classificadas como corretas contemplavam a pergunta central do Caso de modo adequado, descrevendo conteúdos contidos nas Pistas. O fato das respostas conterem conteúdos descritos nas Pistas revela que a interpretação e a articulação das mesmas é fundamental na solução do Caso. Segundo Gomes e Boruchovitch (2005), as atividades com jogos se constituem em oportunidades de utilização da leitura e da escrita de forma contextualizada. A atividade da leitura, assim como de jogos, envolve raciocínio e exige comportamento estratégico. Rivard & Straw (2000) reconhece a necessidade da escrita, não como uma mera reprodução do que se lê, mas como meio para gerar uma solução

pessoal. Dessa forma, ao escrever sobre um conceito, o aluno evidencia o modo como seu conhecimento está organizado, sendo estimulado a desenvolver o raciocínio e interligar conceitos (Leite e cols., 2001). Oliveira & Carvalho (2005) destacam que a escrita é uma ferramenta importante, pois organiza e consolida idéias em conhecimento mais coerente e bem estruturado. Ao tentar propor uma solução para o Caso os alunos interpretaram os registros em seus Cadernos de Anotações e discutiram com sua dupla/grupo os conceitos abordados no jogo. Isso levou os alunos a raciocinar, estruturar seus pensamentos e organizar as idéias para a redação de uma resposta e não apenas a uma atividade de repetição de informações coletadas ao longo do jogo. Rivard & Straw (2000) destacam ainda que no ensino de ciências a fala e a escrita são atividades complementares. O uso da escrita como instrumento de ensino leva em conta a construção do pensamento pelo aluno, enquanto que o uso da fala é consistente com o pensamento social construtivista. Portanto, uma estratégia de ensino que leva em consideração ambas deveria ser mais eficaz para o aprendizado de conceitos científicos do que as estratégias que utilizam a fala e a escrita em separado. Nesse contexto, o *%Célula Adentro+* em suas diferentes estratégias se mostrou eficaz na união destas habilidades, em especial as estratégias cooperativas, que além da escrita, permitem uma maior discussão entre os alunos do mesmo grupo.

Ao final da partida, os alunos entregavam seus Cadernos de Anotações com a proposta de solução do Caso e iniciava-se a discussão do conteúdo das Pistas e da solução correta do Caso com os membros da nossa equipe. A organização por um membro do nosso grupo de pesquisa garantiu que as discussões fossem conduzidas da mesma forma nas diferentes estratégias. Macedo e cols. (2000) também destacam o papel da discussão após o jogo. De acordo com este autor, a discussão desencadeada a partir de uma situação de jogo, mediada por um profissional, vai além da experiência e possibilita a transposição das aquisições para outros contextos. Isto significa considerar que as atitudes adquiridas no contexto do jogo tendem a tornar-se propriedade do aluno, podendo ser generalizadas para outros âmbitos, em especial, para situações de sala de aula. Para Barros de Oliveira (2004), uma discussão em grupo, o estabelecimento de um diálogo após um jogo, fazendo com que os alunos (participantes) contem o que pensaram durante o seu desenvolvimento, proporciona uma tomada de consciência do processo de aquisição do conhecimento e maior socialização. De fato, durante as discussões realizadas

após a partida, os alunos tiveram a oportunidade de tirar suas dúvidas acerca dos conteúdos das Pistas e de levantar questões sobre o Caso e/ou temas relacionados.

Após a discussão os alunos responderam um questionário individualmente. O Questionário de Avaliação contou com uma Pergunta Relacionada. Mais da metade dos alunos respondeu corretamente esta pergunta. Esse resultado mostra que os alunos são capazes de aplicar o conteúdo abordado no jogo em uma pergunta relacionada ao tema nos dois níveis de ensino. No Ensino Médio, no entanto, a análise em conjunto dos resultados relativos à solução do Caso e à Pergunta Relacionada, aponta para algumas diferenças interessantes entre as estratégias. A porcentagem de acertos da solução do Caso é maior quando utilizada a estratégia Cooperativa EC (Figura 4.1). Este resultado está de acordo com os relatos de Johnson e Johnson (1994; 2007), segundo os quais os indivíduos que cooperam dentro de um mesmo grupo exercem influências sobre o aprendizado uns dos outros, aumentando o desempenho coletivo. Porém, a análise dos questionários individuais revelou que os estudantes que utilizaram essa estratégia de maior sucesso na solução do Caso apresentaram maior número de respostas incorretas ou em branco na Pergunta Relacionada (Figura 4.2). É possível que o maior sucesso nas respostas geradas coletivamente (solução do Caso) em relação àquelas produzidas individualmente (solução da Pergunta Relacionada), se deve ao fato de que, no modo cooperativo EC, nem todos os estudantes estavam envolvidos durante a partida, indicando que a redação da solução e a discussão em torno da mesma não contou com a participação de todos os membros do grupo. Segundo a terminologia dos estudos da cooperação como fenômeno biológico, esses alunos seriam reconhecidos como *“free riders”*, pois não se esforçaram para cooperar, mas receberam os benefícios da cooperação (resposta correta). Esse comprometimento menor dos alunos do Ensino Médio durante o jogo de forma cooperativa EC indica que os alunos podem ter se sentido desestimulados por estarem todos jogando juntos e sem estratégia definida, uma vez que os próprios alunos deveriam se organizar para cooperarem. A estratégia cooperativa EC perdeu a essência da cooperação, uma vez que não contou com a divisão de tarefas dentro do grupo. Nessa estratégia também não ocorreu uma interdependência positiva entre os membros do grupo, uma vez que havia a possibilidade teórica de que um único membro envolvido na atividade fosse responsável pelo êxito do grupo (ou seja, apresentasse a solução correta). Segundo diversos autores (Johnson & Johnson, 1994; Felder & Brent, 2007; Tanner e cols., 2003; Zakaria & Iksan, 2007) a divisão

de tarefas e a interdependência positiva são fundamentais no aprendizado cooperativo. A ausência dessas características, aliada ao fato de alguns alunos estarem alheios à atividade, comprometeu não só o desempenho individual como também o aprendizado dos mesmos. Isto indica que a discussão após o jogo, na maioria das vezes, só é válida para os alunos que tentaram solucionar o Caso. O aluno que esteve disperso durante o jogo provavelmente não participou da discussão e, conseqüentemente, não conseguiu solucionar a Pergunta Relacionada. Macedo e cols. (2000) destacam que, para se obter um bom desempenho no jogo, é fundamental ser atento, organizado e coordenar diferentes pontos de vista. Essas características favorecem a aprendizagem na medida em que o jogador passa a ser mais participativo. A cooperação com divisão de tarefas é, portanto, um dos meios para se aumentar a participação dos alunos durante os jogos e criar uma interdependência positiva entre eles.

Ainda no Ensino Médio, as diferenças em relação à porcentagem de acertos da solução do Caso e da Pergunta Relacionada não foram significativas entre os modos competitivo e cooperativo DT, sugerindo que a utilização de uma estratégia de esforço coletivo com divisão de tarefas poderia ser tão eficaz quanto outra envolvendo competição. A divisão de tarefas aumentou a responsabilidade individual dos membros do grupo, tornando-os mais participativos durante a partida. Esse resultado está de acordo com aqueles obtidos no trabalho realizado por Sherman (1988). O autor conduziu um estudo com 46 alunos do ensino médio, de escolas norte-americanas, durante as aulas de biologia por sete semanas. Os alunos foram divididos em dois grupos. O grupo A estudou os temas de ecologia e meio ambiente de forma cooperativa. O grupo B estudou os mesmos temas de forma competitiva. Os resultados mostraram que houve uma porcentagem de acertos significativamente maior no pós-teste quando comparado ao pré-teste em ambos os grupos. No entanto, o autor não encontrou diferenças significativas entre os dois grupos na porcentagem de acertos no pré-teste e no pós-teste. Estes resultados indicam que tanto a estratégia cooperativa quanto a estratégia competitiva foram eficientes para o ensino de ecologia e ambiente.

Estudos anteriores realizados por Humphreys e cols. (1982) com alunos do ensino médio de escolas norte-americanas, durante as aulas de física, mostraram eficiência da cooperação em relação à competição. Alunos de três turmas tiveram aulas sobre calor, som, luz e energia nuclear, durante seis semanas. No entanto, em uma classe os temas foram abordados de forma cooperativa, em outra de forma

competitiva e na terceira classe de forma individualista. Os resultados mostraram que os alunos que aprenderam de forma cooperativa obtiveram uma pontuação significativamente maior nos pós-testes realizados para cada tema imediatamente após as aulas, do que a dos alunos que aprenderam de forma competitiva ou individualista. Além disso, os alunos que aprenderam de forma cooperativa apresentaram também um desempenho significativamente maior em um teste de retenção aplicado uma semana após o fim das aulas sobre os temas em questão.

No presente trabalho, o desempenho individual dos alunos que jogaram competindo e dos alunos que jogaram cooperando com divisão de tarefas foi semelhante. Outros estudos mostram ainda que a cooperação junto com a competição pode ser a estratégia mais eficaz de ensino. Um estudo feito por Okebukola (1985) na Nigéria mostra que a cooperação-competição pode ser a melhor estratégia para a aquisição de conhecimento. O autor realizou um estudo com 630 alunos de seis diferentes escolas. Os professores de ciências de cada escola que participaram da pesquisa receberam um treinamento rigoroso, para garantir que o estudo fosse conduzido seguindo os critérios propostos pelo autor e que os temas abordados nas seis escolas fossem os mesmos. Nas escolas A e B o método utilizado foi a cooperação pura. Os estudantes foram instruídos a trabalharem em grupo seguindo os critérios da cooperação, sem competição entre eles. Nas escolas C e D o método aplicado foi a cooperação-competição, os estudantes trabalhavam em grupos disputando qual grupo era o melhor. Na escola E os alunos estudaram de forma individual e competitiva. Na última escola, denominada de grupo controle, não foi utilizado nenhum método e a aula ocorreu de forma expositiva. Os resultados revelaram que a estratégia cooperação-competição promoveu uma aquisição de conhecimentos significativamente maior do que as demais estratégias, uma vez que a diferença entre a média obtida no pré e no pós-teste foi significativamente maior nas escolas C e D. Já a estratégia de cooperação pura foi mais eficaz do que a competição individual. No entanto, todas as estratégias foram mais eficazes na aquisição de conhecimentos do que as aulas somente expositivas do grupo controle.

Essas estratégias cooperativas-competitivas, como as utilizadas por Okebukola (1985) se assemelham em parte à estratégia competitiva utilizada no presente trabalho, uma vez que os alunos jogam em duplas que competem entre si, ou seja, há uma cooperação dentro da dupla e competição entre as duplas. No entanto, as estratégias competitivas, mesmo que com algum grau de cooperação, criam

interdependência negativa entre os alunos, pois não importa o quanto eles cooperem, no final há sempre uma dupla ou grupo vencedor. O fato de haver um vencedor pode causar frustração e sentimento de derrota em alguns alunos. Além disso, a competição pode criar conflitos desnecessários entre eles, uma vez que a derrota é caracterizada pelo fracasso de um ou mais membros de uma equipe que acabam por culpar uns aos outros pelo mau desempenho. No caso do estudo realizado por Okebukola (1985) a cooperação-competição pode ter sido a estratégia de maior sucesso no que diz respeito ao aspecto cognitivo, no entanto, esse sucesso cognitivo pode não compensar os problemas ou mesmo a sensação de fracasso que a competição pode gerar. Zahn & Hildebrandt (2005), destacam que podem surgir atitudes indesejáveis ou desvio do foco dos alunos do tema de estudo. Segundo Kohn (1992), a presença de um componente competitivo nos jogos e no ensino reflete a aparente necessidade que os seres humanos têm de competir, seja no trabalho ou nas relações afetivas. O autor chama a atenção para o fato de que a maioria das pessoas quer ser sempre melhor do que as outras em algum sentido e que por isso é comum escutarmos alguém defendendo que a competição é saudável. No entanto, poucos estudos chamam a atenção para os impactos psicológicos causados pela competição. Segundo o autor, se olharmos mais de perto para a competição perceberemos que ela quase sempre não é saudável, pois afeta a auto-estima dos indivíduos. As observações de que, em alguns casos no modelo competitivo, os alunos buscavam apresentar soluções com base em poucas pistas, priorizando a vitória em lugar da proposição de uma solução consistente, indica que tais preocupações são pertinentes no caso daquela estratégia. Mesmo que se concorde com a proposição de Macedo e cols. (2000) de que a competição não é boa nem má, é razoável admitir que há ganhos adicionais do ponto de vista do desenvolvimento de outras habilidades no caso do aprendizado cooperativo. É provável que uma situação ideal seja aquela na qual são utilizadas estratégias que promovam o sucesso cognitivo e social, como as estratégias puramente cooperativas, mas que preservem o dinamismo e o caráter lúdico do jogo. No caso do presente estudo, a situação mais similar a esta seria o uso da estratégia cooperativa DT.

Em seus extensivos estudos de revisão, Johnson & Johnson (1994; 2000; 2007) destacaram que o aprendizado cooperativo aumenta o desempenho individual quando comparado ao competitivo e ao individualista. Essa característica da cooperação pode ser especialmente importante no Ensino Médio, visto que muitos

alunos visam uma vaga nas instituições públicas de Ensino Superior, cujos exames de ingresso (vestibulares) selecionam candidatos com base no desempenho individual. Se por um lado o vestibular é extremamente competitivo, como atestam as elevadas relações candidato/vaga nas principais instituições públicas de ensino brasileiras (Pinho, 2001; Luz e cols., 2005), por outro o mercado de trabalho exige também cada vez mais atitudes mais cooperativas. A escola, portanto, deve assumir a formação de pessoas comprometidas com os valores sociais (Barbosa & Jófili, 2004), mesmo diante de situações nas quais os alunos terão de atravessar barreiras individuais e de natureza competitiva. Estratégias cooperativas de ensino podem, portanto, não só contribuir para um bom desempenho individual, como também promover atitudes sociais entre os alunos.

Os alunos do Ensino Superior com os quais foi desenvolvido o presente estudo, oriundos de uma Universidade Federal, passaram por um rigoroso processo seletivo, o que significa dizer que o estudo foi realizado com alunos que obtiveram o melhor desempenho no vestibular. Isto poderia contribuir para explicar o fato de não termos encontrado diferenças significativas na porcentagem de acertos da Pergunta Relacionada nas três estratégias utilizadas (Figura 4.13). Assim como no Ensino Médio, apesar de não termos encontrado diferenças significativas entre as três estratégias, houve uma menor porcentagem de acertos da solução do Caso na estratégia competitiva (Figura 4.12). Nesta, o menor número de participantes (dupla/trio) aumenta a responsabilidade de cada indivíduo na geração da resposta, levando a uma maior participação dos alunos, o que pode contribuir para o bom desempenho individual na Pergunta Relacionada (Figura 4.13). Porém, observamos que alguns alunos não liam todas as Pistas presentes no Caso, priorizando a entrega da resposta antes dos demais concorrentes e, assim, vencer o jogo. Essa atitude explica, ao menos em parte, a menor proporção de soluções corretas. Nesse sentido, a existência do componente competitivo parece comprometer, em lugar de favorecer, o caráter educativo do jogo e o aprendizado dos alunos nos dois níveis de ensino.

No Ensino Médio, os alunos que jogaram a estratégia cooperativa EC não só tiveram uma proporção de acertos significativamente menor na Pergunta Relacionada como tiveram menor percepção de aprendizagem ao jogar (Figura 4.3). Além de errarem mais a Pergunta Relacionada, estes alunos também têm a percepção de que aprenderam menos na estratégia cooperativa EC. Portanto, esta estratégia comprometeu não só desempenho individual como também a percepção

do aprendizado pelos alunos em relação às outras duas estratégias. O desempenho individual e a percepção do aprendizado pelos alunos foram recuperados na estratégia cooperativa DT com a divisão de tarefas, inserção do aluno banqueiro e reformulações no tabuleiro. Dentre os alunos que declaram que aprenderam algo novo a maioria afirmou ter aprendido conteúdos abordados no jogo. Uma parcela menor reconheceu que o jogo promove o desenvolvimento de habilidades como raciocínio que é uma característica de jogos de regras de solução de problemas (Barros de Oliveira, 2004). Outra parcela dos estudantes reconheceu uma nova maneira de aprender biologia. Segundo Barros de Oliveira (2004), através dos jogos os problemas deixam de ser encarados com aversão pelos alunos e passam a ser algo atraente e estimulante, que desperta a atenção e o raciocínio, conduzindo assim à autonomia.

Os alunos que utilizaram a estratégia cooperativa DT (esforço coletivo com divisão de tarefas) apresentaram melhor desempenho na tarefa individual e tiveram a percepção de que aprenderam algo novo, sem prejuízos na formulação de soluções corretas para o Caso (Figura 4.1). Neste modo de jogo, a divisão de tarefas é caracterizada pela necessidade de cada dupla dentro de um mesmo grupo explicar para as outras o conteúdo das Pistas por eles coletadas, já que as Pistas não são lidas por todas as duplas. Nessa estratégia preserva-se a responsabilidade individual, ou ao menos de cada dupla. Isso confirma a importância da divisão de tarefas do grupo e a responsabilidade individual pelo aprendizado coletivo. A melhora no desempenho individual após aprendizado cooperativo encontra suporte em um dos raros estudos realizados no Brasil nesta área. Barros e cols. (2004) relataram aumentos significativos em relação tanto à compreensão conceitual quanto ao entusiasmo em relação à aprendizagem, após discussões coletivas de alunos de graduação em Física. Leal e Luz (2001) sugeriram que o trabalho em duplas em aulas de caráter colaborativo resultou em aprimoramento da produção textual individual de crianças. A princípio, portanto, também em nosso caso, a utilização de estratégias cooperativas não comprometeu, mas sim favoreceu a solução de um problema específico e o desempenho posterior em atividade individual relacionada a ele.

O fato de a cooperação ter favorecido a solução do Caso não significa que o jogo se tornou fácil demais para os alunos. Os resultados referentes à percepção da facilidade do Caso indicam que esta foi considerada mediana e semelhante pelos estudantes nas três estratégias utilizadas nos diferentes níveis de ensino (Figura 4.4

e Figura 4.15). No entanto, ao cooperarem, independente da estratégia cooperativa utilizada, os alunos tiveram a percepção de que solucionar o Caso ficou significativamente mais fácil do que competindo. Um fator que pode ter influenciado este resultado é o fato de que, na cooperação, o número de indivíduos (grupo) que colaboram na solução do Caso é maior do que na competição (dupla), levando os alunos a considerarem mais fácil solucioná-lo.

Os resultados acerca da dificuldade em solucionar o Caso indicam que a situação problema apresentada aos alunos não foi tão fácil a ponto de não provocar dificuldades, nem tão difícil que ficasse fora do alcance cognitivo dos estudantes. O resultado obtido com a afirmativa: *% fato do jogo ter sido em grupo dificultou a solução do Caso*, corrobora ainda mais idéia de que os alunos percebem que o trabalho em grupo tornou a solução do Caso mais fácil. A média das respostas obtidas foi maior do que 4 em uma escala de 1 a 5, o que mostra um nível alto de discordância por parte dos alunos da afirmativa dada.

Em todas as estratégias e nos diferentes níveis de ensino, os estudantes tiveram a percepção de que o grau de facilidade das Pistas é significativamente maior que o do Caso (Figura 4 e Figura 15). Este resultado sugere que a dificuldade do jogo esteja mais relacionada ao raciocínio e correlação das informações do que à compreensão de cada conteúdo apresentado, ou seja, os alunos conseguem compreender as informações obtidas nas Pistas, mas têm mais dificuldades em reunir e articular estas informações para propor uma solução (Figura 4.4 e Figura 4.15).

Os estudantes dos diferentes níveis que jogaram as estratégias cooperativas ressaltaram também, em ambos os casos, uma preferência pelo trabalho em grupo em relação ao individual (Figura 4.6 e Figura 4.17). Esta preferência foi justificada pelo fato do trabalho em grupo permitir principalmente a reunião de diferentes pontos de vista, uma maior discussão e ajuda mútua como mostra as tabelas 4.1 e 4.3. A característica de reunir diferentes pontos de vista foi citada em maior parte pelos alunos que jogaram a estratégia cooperativa EC. Nesta estratégia os alunos formam um grupo único e discutem as Pistas juntos, o que permite que cada aluno exponha seu ponto de vista acerca do conteúdo das Pistas. Já a ajuda mútua foi mais citada pelos alunos que jogaram a estratégia cooperativa DT. Nesta estratégia os alunos deveriam explicar as Pistas que coletaram ao final do jogo para os demais membros do grupo. Tal fato pode ter contribuído para que os alunos percebessem mais essa característica na estratégia cooperativa DT do que na estratégia

cooperativa EC. O dinamismo e a diversão foram citados também em maior parte pelos alunos que jogaram a estratégia cooperativa DT, talvez pelo fato de que essa estratégia contou com modificações no tabuleiro que permitia que os alunos sorteassem cartas de sorte ou azar, tornando a partida mais dinâmica e divertida. Esses resultados indicam que a justificativa dada pelos alunos pode ter sido influenciada pelo tipo de estratégia cooperativa utilizada.

Dentre as justificativas dadas pelos alunos que preferem trabalhar individualmente, há uma preocupação com a existência de conflitos dentro do grupo e de alunos que não se esforçam para cooperar durante a partida. Johnson & Johnson (1994) destacam que a cooperação é fundamental para que os alunos aprendam a resolver conflitos de uma maneira positiva, uma vez que todos estão cooperando por um objetivo comum. Isso significa que os membros do grupo deverão entrar em um acordo para resolver o problema, caso contrário será criado um impasse que impedirá o sucesso do grupo. O estabelecimento da divisão de tarefas na estratégia cooperativa DT minimizou a existência de *trapaceiros*, pois aumentou a responsabilidade individual. Os próprios alunos dentro de um mesmo grupo incentivam uns aos outros a concluírem suas tarefas, por isso a importância da formação de grupos heterogêneos, para que os alunos com uma motivação maior para o aprendizado influenciem os alunos menos interessados.

O fato de a estratégia cooperativa EC ter sido percebida pelos alunos do Ensino Médio como menos dinâmica e menos divertida pode ter contribuído para uma menor aceitação da mesma. Os resultados mostraram que uma parcela significativamente maior dos alunos que jogaram a estratégia cooperativa EC declarou que não gostaria de ter mais aulas com o *Célula Adentro* (Figura 4.7). Dentre as justificativas negativas para esta pergunta emergiram aquelas que consideraram o jogo chato, complicado e cansativo, adjetivos estes que não apareceram nas justificativas das demais estratégias. Ainda na estratégia cooperativa EC, foi observado em alguns grupos o abandono do tabuleiro e do uso do dado, transformando a atividade em uma leitura seqüencial das Pistas. Além disso, alguns alunos declararam espontaneamente que o jogo era *chato* enquanto jogavam. Muitos fatores podem estar contribuindo para as diferenças da aceitação entre as três estratégias. A análise das justificativas dadas pelos alunos que afirmaram que gostariam de ter mais aulas com o *Célula Adentro*, mostra uma menor citação do dinamismo como uma das características positivas do jogo no modo cooperativo EC quando comparado às outras estratégias (Figura 4.8). Em

conjunto, esses dados apontam para a perda do caráter lúdico e do dinamismo da atividade que são resgatados no modo cooperativo DT, que foi considerada pelos alunos a estratégia mais divertida.

No Ensino Superior tanto as estratégias competitiva quanto as cooperativas foram bem aceitas pelos alunos. Na verdade, os alunos não revelaram diferenças significativas na aceitação das três estratégias (Figura 4.18). Isto se deve ao fato de que mais alunos no Ensino Superior podem estar mais preocupados em absorver o conteúdo do jogo do que com a dinâmica em si. A sobrecarga de disciplinas deixa pouco espaço para a realização de atividades lúdicas educacionais. Além disto, para os alunos de 1º período, a entrada na universidade está fortemente associada a recente realização do vestibular extremamente competitivo e centrado no conteúdo. Para estes alunos, só o fato de ter sido aplicado um jogo para o ensino de Biologia Celular já tornou a aula mais dinâmica (Figura 4.19 e 4.23). Os resultados mostraram também que a atividade, independente da estratégia utilizada, estimulou o raciocínio, uma vez que eles juntaram dados e interpretaram evidências na busca da solução de um problema (Figura 4.19). De acordo com Lemke (1990), a sociedade da informação do século XXI irá requerer dos estudantes um novo grau de alfabetização científica, com o desenvolvimento de habilidades que dêem sentido às múltiplas formas de representação científica, tais como gráficos, tabelas e imagens, além da capacidade de criticar argumentos científicos. Squire & Jan (2007) afirmam que o aprendizado por jogos pode ajudar os estudantes a desenvolverem e aplicarem novas habilidades, particularmente aquelas envolvendo a argumentação científica. O *Célula Adentro* é, neste contexto, um jogo que permite aos alunos interpretar e discutir dados científicos (que estão presentes nos cartões de Pistas).

As características do jogo mais ligadas à cognição, mais especificamente a um raciocínio mais elaborado, são mais valorizadas e percebidas pelos alunos do Ensino Superior, o que é razoável, considerando-se sua faixa etária e o fato de que se encontram em um nível de ensino mais avançado voltado para a formação profissional. Tanto o estímulo ao raciocínio quanto a facilitação do aprendizado através do jogo foram mais percebidos por estes alunos. O oposto é válido para os alunos do Ensino Médio, para quem a diversão surge como característica de destaque. A maior percepção do dinamismo pelo Ensino Superior (Figura 4.23) pode também estar ligada a um grande número de aulas expositivas, comuns no Ensino Superior, enquanto uma maior diversidade de atividades é utilizada no Ensino

Médio. Barbosa e Jófili (2002) destacam que no trabalho desenvolvido por elas, foi preciso superar o preconceito por parte dos alunos do Ensino Superior com relação aos trabalhos em grupo. Segundo as autoras, os alunos acreditavam que trabalhos em grupo eram utilizados por professores que não queriam dar-se ao trabalho de preparar aulas. No presente trabalho, a boa aceitação do jogo no Ensino Superior mostra que os alunos foram receptivos a estratégia de ensino e que puderam aprender com a mesma.

As opiniões dos alunos do Ensino Superior acerca das estratégias cooperativas mostraram que elas não comprometeram o interesse e a diversão, além de não ter tornado o jogo mais difícil (Figuras, 4.20, 4.21 e 4.22). Segundo Johnson e Johnson (2007), a cooperação é fundamental na educação profissional, uma vez que esses estudantes farão parte de uma comunidade profissional, na qual é essencial saber respeitar a opinião de outras pessoas e agir com integridade.

Em contrapartida, para os alunos do Ensino Médio que jogaram a estratégia cooperativa EC, o fato de não ter competido durante a partida tornou o jogo menos divertido e mais difícil (Figuras 4.10 e Figura 4.11). Esses resultados indicam que os alunos sentiram mais falta da competição nesta estratégia do que na estratégia cooperativa DT. Para esses alunos o caráter lúdico parece ser tão importante quanto a aprendizagem. A estratégia Cooperativa DT recuperou o caráter de jogo e aprimorou a cooperação. A adição de pontos de partida no tabuleiro permitiu que as duplas comesçassem de locais diferentes, evitando assim o congestionamento de peões nas primeiras casas, o que acarretava em um atraso na seqüência de jogadas, já que as demais duplas deveriam esperar a primeira dupla ler a Pista para dar continuidade ao jogo. A adição de casas de sorte ou azar, que poderiam adiantar ou atrasar a movimentação do peão, também contribuíram para tornar o jogo mais lúdico. A inserção do aluno banqueiro evitou que os alunos trapaceassem durante a partida, coletando todas as Pistas ao mesmo tempo e abandonando os peões e o dado.

Na estratégia Cooperativa DT a divisão de tarefas é caracterizada pela presença do ~~o~~aluno banqueiro+e pela responsabilidade individual de cada membro das duplas. Estudos com o ensino baseado na cooperação mostram a importância da divisão de tarefas dentro do grupo para esta atividade (Johnson e Johnson, 2000). Essa responsabilidade individual foi incorporada com tanto afincos pelos alunos que em alguns grupos pudemos identificar pequenos conflitos como, por

exemplo, reclamações de que a outra dupla estava demorando a jogar, atrasando os demais.

De fato, os resultados apresentados corroboram com a constatação realizada por Johnson & Johnson (2000) de que o simples trabalho em grupo não garante a cooperação, nem o aprendizado. A cooperação ocorre apenas quando o grupo é estruturado e cada um dos membros sabe exatamente qual a função que irá desempenhar. Em uma estratégia cooperativa o grupo só obterá sucesso se cada membro desempenhar corretamente a sua função. Nesse sentido é fundamental que o professor estruture os grupos de forma que haja a divisão de tarefas entre os componentes. A cooperação aumentaria ainda a sociabilidade dos indivíduos, visto que todos os membros do grupo devem aprender a ouvir os que os demais têm a dizer durante a discussão, resolver conflitos democraticamente, dividir igualmente as tarefas e levar em consideração outras idéias (Johnson & Johnson, 1997). Conforme relatamos, alguns estudantes ainda vêm nestes pontos as principais barreiras para o trabalho em grupo, reforçando a importância da cooperação com normas e funções claras e que incentive os alunos a discutir idéias.

O presente estudo mostrou, então, que os jogos são adequados não só para os alunos do Ensino Médio, como também para os alunos do Ensino Superior. Os jogos têm a vantagem de colocar os estudantes em uma posição ativa do conhecimento (Macedo e cols., 2000) e de criarem um ambiente descontraído para aprendizagem. No entanto, Mortimer (2002) destaca que uma atividade adequada não necessariamente promoverá a aprendizagem. Mais importante do que a atividade é o discurso em torno da mesma. Nesse contexto, é de extrema importância que o professor atue como o mediador entre o conhecimento científico e os aprendizes (Newton e cols., 1999).

O jogo, em suas diferentes estratégias, teve boa aceitação em ambos os níveis, no entanto, o dinamismo e a diversão foram fundamentais para motivar os alunos do Ensino Médio. Já os alunos do Ensino Superior estão mais preocupados com o aprendizado do conteúdo do jogo do que com a dinâmica em si. Para estes alunos a estratégia utilizada foi indiferente, pois o comprometimento dos mesmos foi igual nas três modalidades de jogo propostas. Há relatos na literatura sobre a eficácia de jogos para o Ensino Superior. Lacerda e Ferri (2008), ao perceberem a dificuldade dos alunos na disciplina estatística (obrigatória para vários cursos de graduação), criaram um jogo que motivasse os alunos e que promovesse a aquisição de conhecimento de conceitos básicos da disciplina. Após a utilização do jogo, as

autoras concluíram que o mesmo poderia ser utilizado para a introdução da disciplina, pois auxiliou os alunos a entenderem o conteúdo abordado. Em suas considerações finais, elas incentivam o uso de diferentes atividades no Ensino Superior, principalmente aquelas que levem os alunos a resolver problemas, a construir o conhecimento de forma contextualizada e que incentivem a necessidade de criar.

Watanabe e Recena (2008) desenvolveram o %Memória Química+, jogo semelhante ao jogo da memória e que pode ser aplicado tanto para os alunos do Ensino Médio quanto para os alunos do Ensino Superior. O %Memória Química+ aborda temas como grupos funcionais, propriedades e nomenclaturas de compostos orgânicos e foi avaliado por 22 alunos do terceiro ano do Ensino Médio e 33 alunos do primeiro período do curso de Química. Os alunos de ambos os níveis realizaram um pré-teste e um pós-teste com questões acerca do conteúdo abordado do jogo. De um modo geral, os alunos tiveram um percentual de acertos maior no pós-teste, indicando que o jogo promoveu a aquisição de conhecimento. A maioria dos alunos gostou mais da aula com a utilização do %Memória Química+ do que com aulas expositivas. O presente estudo e os trabalhos realizados por Lacerda e Ferri (2008) e Watanabe e Recena (2008) mostram que os jogos podem ser estratégias alternativas de ensino não somente para os níveis fundamental e médio como também para o nível superior.

Os possíveis contrastes entre abordagens explicitamente cooperativas e aquelas individualizadas e, especialmente, aquelas de caráter competitivo, têm sido pouco explorados em estudos empíricos que as relacionem a aquisição de conhecimento no ensino de ciências no Brasil. No entanto, seria muito importante incorporar aos jogos educativos a vertente da cooperação, talvez mesmo em detrimento da competição. Este trabalho procurou investigar as diferenças na aquisição de conhecimento e aceitação de estratégias competitiva e cooperativas no ensino de biologia celular para alunos do Ensino Médio e Ensino Superior. Nossos resultados indicam que o caráter lúdico de um jogo educativo pode não estar necessariamente associado à competição. Ao contrário, ele pode surgir da necessidade de cooperação para superação de uma dificuldade ou barreira imposta a todo o coletivo (no nosso caso o limite de tempo). Além disso, o caráter lúdico da cooperação parece, de fato, contribuir para aquisição de conhecimento, ao menos no que diz respeito às estratégias e aos conteúdos específicos tratados no presente trabalho. As estratégias cooperativas, além de terem se mostrado tão eficazes

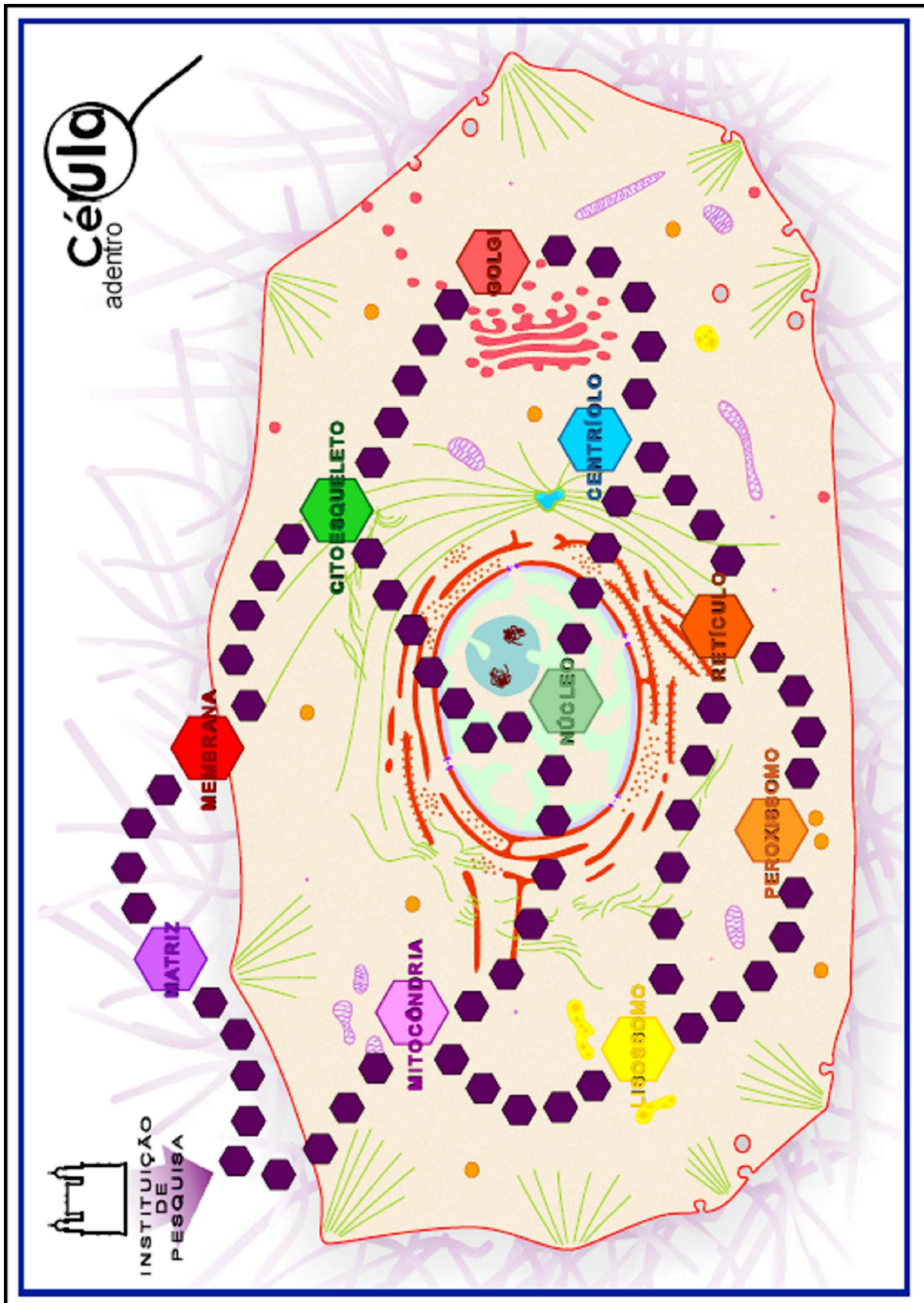
quanto as estratégias competitivas utilizadas, têm a vantagem de criar interdependência e interação positiva entre os alunos. O debate de idéias dentro do grupo, no que diz respeito aos argumentos, leva os estudantes a reconsiderarem suas idéias em resposta a pontos de vistas diferentes dos seus (Armstrong, e cols., 2007). As estratégias competitivas, por outro lado, criam uma interdependência negativa, o que pode gerar o sentimento de fracasso em alguns alunos.

É importante destacar que para alunos do Ensino Médio, o caráter lúdico e a divisão de tarefas presentes na estratégia cooperativa DT foram fundamentais para recuperar o prazer do jogo e aprimorar a cooperação entre os membros do grupo. Juntos, estes fatores contribuíram para um melhor desempenho individual desses alunos. Os resultados apontam também pela preferência dos alunos dos dois níveis em realizar atividades em grupo. Portanto, as atividades cooperativas, quando bem estruturadas, surgem como uma opção que pode e deve ser mais bem aproveitada pelos professores de disciplinas científicas na discussão de conteúdos de ciências. Nesse sentido, a educação e a cooperação são práticas que se relacionam, uma vez que as discussões e argumentações que ocorrem na cooperação irão promover uma troca de saberes entre os indivíduos (Frantz, 2001).

Podemos finalizar considerando que jogar sem competir no âmbito do ensino de temas de Biologia, portanto:

- (i) é válido - pois os alunos não sentem necessariamente falta da competição nos jogos;
- (ii) é divertido - pois em um modelo cooperativo os alunos gostariam de ter mais aulas, perceberam a facilitação do aprendizado e citaram mais a diversão do que em um modelo competitivo e
- (iii) funciona - pois em todas as condições avaliadas o desempenho coletivo é igual ou maior do que nos jogos competitivos e na cooperação com divisão de tarefas, o desempenho individual é idêntico.

Anexo I
Tabuleiro do Jogo

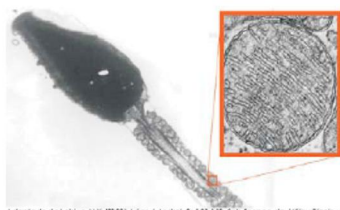


Caso: Hóspede do Barulho (Mitocôndria)

O Hóspede do Barulho

Todos os seres vivos precisam de energia para viver. Essa energia pode ser obtida através da quebra dos alimentos. Os primeiros seres vivos faziam essa quebra na ausência de oxigênio, em um processo chamado **fermentação**. O aparecimento da **respiração** nos seres aeróbicos foi um tremendo avanço na evolução das espécies: a respiração usa oxigênio, e libera uma quantidade de energia muito maior do que a fermentação.

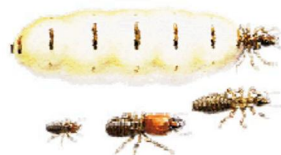
A organela responsável pela respiração aeróbica em eucariotos é a mitocôndria. As mitocôndrias se movem e mudam constantemente sua forma, podendo se fundir e se separar novamente. As células podem ter quantidades diferentes de mitocôndrias, dependendo da sua necessidade de energia. O espermatozóide, por exemplo, gasta muita energia, e por isso tem grande quantidade de mitocôndrias junto de seu flagelo (como na figura abaixo). Pode-se considerar que a mitocôndria teve um papel essencial no



Espermatozóide visto por microscopia eletrônica; note a grande quantidade de mitocôndrias junto de seu flagelo.

Adaptado de Lotjko, N.E. (2000) *Asian J. Anim. Sci.* 2: 163-197. São Paulo: da Wiley-Blackwell

Os cupins se alimentam de madeira, chegando a consumir as estruturas de uma casa inteira! No entanto, esses seres vorazes não são capazes de digerir a celulose, principal molécula da madeira. Esses insetos só conseguem digerir a madeira porque em seu tubo digestivo vivem **protozoários** que são capazes de quebrar as moléculas de celulose. Os



O cromossomo é uma fita dupla de DNA. Normalmente, nas células eucariotas ele é linear (A), enquanto nas bactérias ele é circular (B).

(A)

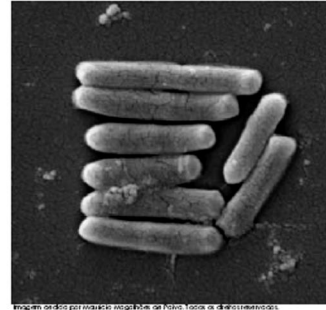
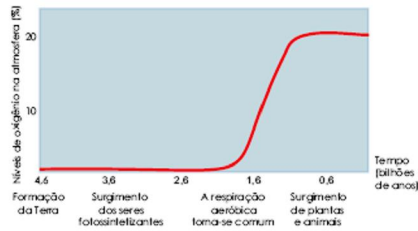


(B)

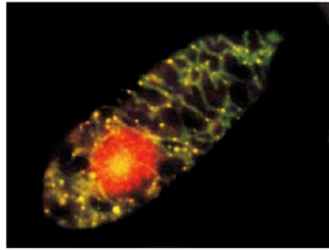


Caso: Hóspede do Barulho (Mitocôndria)

Com o surgimento dos seres **fotossintetizantes** na Terra, a atmosfera passou a ser formada por uma quantidade cada vez maior de oxigênio. Essa nova atmosfera tornou-se tóxica para a maioria dos seres que ali viviam, pois o oxigênio

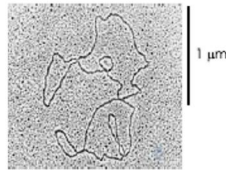


Há mais de um bilhão de anos, quando a Terra ainda era muito pobre em oxigênio, surgiram bactérias com capacidade de respirar. Várias bactérias existentes hoje (como as da imagem acima)



25µm

Nesta célula podemos ver o núcleo (vermelho) e várias mitocôndrias (verdes). A mitocôndria é uma das únicas organelas a possuir seu próprio DNA (pontos amarelos), além de ser capaz de duplicá-lo.



1 µm

© 2008 David H. Wolpert/John D. Tattersall. Todos os direitos reservados. Impresso sob licença da American Society for Cell Biology.

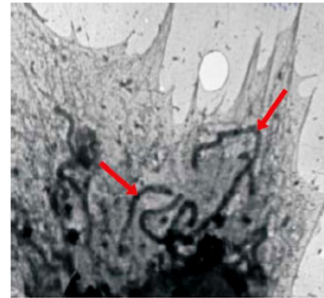
Os sobreviventes do aparecimento do oxigênio na Terra Primitiva protegeram-se contra seus efeitos tóxicos consumindo o oxigênio ou eliminando os radicais livres. Os seres que não foram capazes de se proteger morreram, ou passaram a se refugiar em locais **anaeróbicos** (sem oxigênio).

Caso: Hóspede do Barulho (Mitocôndria)

No citoplasma das células encontramos os ribossomos, onde são produzidas as proteínas.

Dentro da mitocôndria também existem ribossomos que produzem algumas proteínas importantes para a respiração.

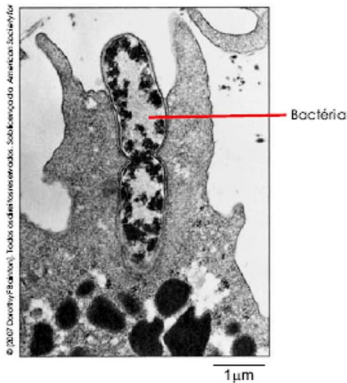
Os ribossomos mitocondriais são sensíveis a certos antibióticos que normalmente afetam apenas bactérias.



© 2004 Peter H. Raven, Claudio A. Pugnaire. Todos os direitos reservados. Impresso sob licença da American Society for Cell Biology.

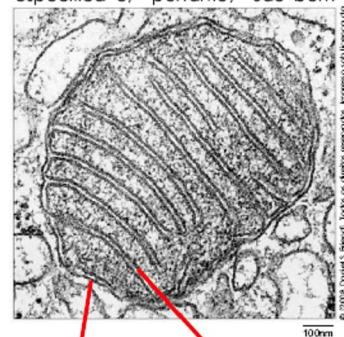
As mitocôndrias (setas) vistas ao microscópio eletrônico aparecem normalmente como longos tubos, de 0,5 a 1 milionésimos de metro, tamanho

Células podem englobar partículas ou mesmo células inteiras, para alimentação ou para defesa, num processo chamado **fagocitose**. A célula que foi englobada fica dentro de uma vesícula, cujo conteúdo é digerido na maioria dos casos. É dessa forma que



Microscopia eletrônica de transmissão da fagocitose de

A mitocôndria apresenta duas membranas, diferente da maioria das organelas. Cada uma destas membranas possui uma função específica e, portanto, são bem



Membrana externa Membrana interna

Microscopia eletrônica de uma mitocôndria.

Solução

O Hóspede do Barulho

A mitocôndria mostra várias semelhanças com procariotos de vida livre: possui mesmo tamanho, contém DNA circular, é capaz de duplicá-lo e produzir proteínas. Além disso, existem bactérias que respiram como a mitocôndria. É provável que as células eucariotas atuais tenham englobado uma bactéria aeróbica e por algum motivo não a digerido. Assim, foram capazes de sobreviver em um mundo que ficava cada vez mais rico em oxigênio.

Os dois seres começaram a trabalhar juntos: a anfitriã (célula eucariota primitiva) passou a se beneficiar da respiração, um método mais eficiente de obter energia e de eliminar o efeito tóxico do oxigênio, e o hóspede (bactéria com capacidade de respirar) faturou proteção e alimento fácil. Os dois organismos sincronizaram sua reprodução e, com o tempo, a bactéria passou a depender da célula eucariota para se reproduzir, tornando-se subordinada, ou melhor, uma organela celular. Dessa forma, foi estabelecida uma relação de **endossimbiose**.

Anexo III Cartões do Caso, Pistas e Soluções do *Í Surfando na Célula*

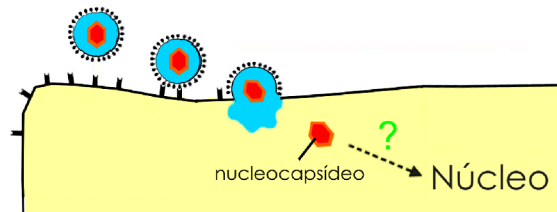
Caso: Surfando na Célula (Citoesqueleto)

Surfando na Célula

A Herpes é uma doença infecciosa muito contagiosa, causada pelo vírus Herpes simplex. Como todo vírus, ele é muito pequeno, não possui estrutura celular e, por isso, depende de uma célula hospedeira para se multiplicar. Os vírus, além de invadirem a célula-hospedeira, causam enormes alterações em seu funcionamento. A célula infectada praticamente deixa de realizar suas funções normais e nela passa a ocorrer principalmente a multiplicação do vírus invasor! Muitas vezes, a infecção leva à destruição das células, causando lesões na pele e nas mucosas. Para entrar na célula o herpes vírus se funde com a membrana da célula e injeta no citoplasma o nucleocapsídeo contendo seu DNA. Esse nucleocapsídeo terá de encontrar um caminho até o núcleo, onde ocorrerá sua multiplicação. Após se multiplicar, os novos vírus terão o problema inverso, ou seja, deverão sair da célula hospedeira. No entanto, os vírus não têm sistema próprio para se locomover.

Descubra o meio através do qual o Vírus da Herpes consegue chegar rapidamente ao núcleo de uma célula eucariótica.

Entrada do Vírus da Herpes em uma célula



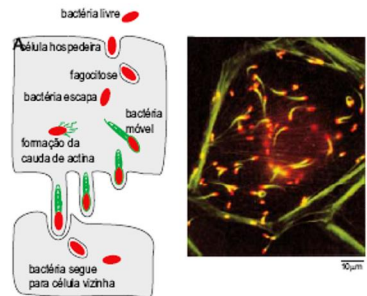
A Herpes pode causar no homem lesões orais, oculares, genitais, epiteliais, além de inflamação na meninge e no encéfalo. Apesar de existir tratamento, o vírus permanece no organismo por toda a vida. A prevenção é a melhor maneira de evitar que o indivíduo entre em contato com o vírus e adquira a doença. As seguintes medidas devem ser adotadas:

- ✍ Evitar contato íntimo com indivíduos com aftas, vesículas ou estomatites;
- ✍ Evitar roupas íntimas e objetos de uso pessoal utilizados por outras pessoas;
- ✍ Não aceitar nada da boca de ninguém (cigarros, copos, batom, etc);
- ✍ Utilizar sempre preservativo nas relações sexuais.

	Microtúbulos	Filamentos intermediários	Microfilamentos de Actina
Estrutura			
Composição	Moléculas de tubulina	Diversas proteínas, entre elas a queratina e a vimentina.	Moléculas de actina
Funções	Principais responsáveis por movimentos intracelulares; formam os flagelos e os cílios das células	Reforçam as células e ajudam a organizá-las em tecidos; participam das junções celulares; posicionam as organelas dentro da célula	Participam da contração muscular; dão estrutura e forma a célula; sustentam organelas; participam dos movimentos das células, como a migração.
Localização			

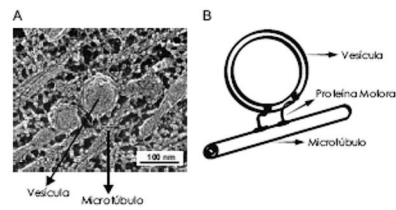
Caso: Surfando na Célula (Citoesqueleto)

Uma bactéria causadora de intoxicação alimentar consegue viajar de uma célula para outra utilizando uma cauda



A) Esquema mostrando bactérias se movimentando na célula hospedeira. B) Microscopia de fluorescência mostrando várias bactérias (vermelho) se movimentando na célula hospedeira com a cauda de actina (verde).

Na célula, vesículas e organelas são transportadas por meio de **proteínas motoras**, que utilizam a energia química do ATP para se deslocar.



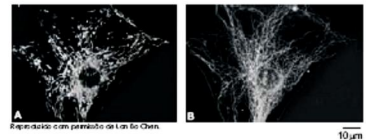
A) Microscopia Eletrônica mostrando a movimentação de vesículas ao longo de microtúbulos.

B) Esquema de uma proteína motora movimentando uma vesícula ao longo

As células são capazes de migrar, se aderir, se organizar e transportar e organizar seus componentes internos. Estas funções, junto com muitas outras (como a divisão celular, a contração muscular, o batimento de flagelos), são garantidas graças ao **CITOESQUELETO**. Até a forma de uma célula é mantida por esta estrutura!

O citoesqueleto nada mais é do que uma rede formada por três tipos de filamentos de proteínas que se espalham por todo o citoplasma da célula e se reorganiza continuamente. Cada filamento é composto por diferentes proteínas, que podem existir soltas ou

O citoplasma de uma célula viva, quando observado ao microscópio, é visto em contínuo movimento. As mitocôndrias por exemplo, são organelas móveis e dinâmicas, que

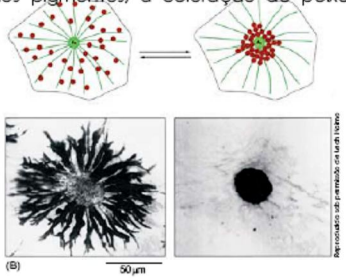


Em **A** temos uma imagem de microscopia mostrando uma célula marcada com um corante que fluoresce apenas mitocôndrias, que aparecem brancas na figura;

Em **B** a **mesma célula**, foi marcada com anticorpos fluorescentes que, dessa vez, se ligam aos microtúbulos (marcados em branco).

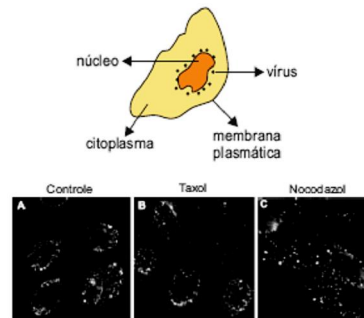
Caso: Surfando na Célula (Citoesqueleto)

Nas células das escamas de alguns peixes, existem vesículas contendo pigmentos. Elas se movem encaixadas nos microtúbulos, podendo tanto se espalhar como se concentrar no centro da célula. Dependendo da distribuição dos pigmentos, a coloração do peixe

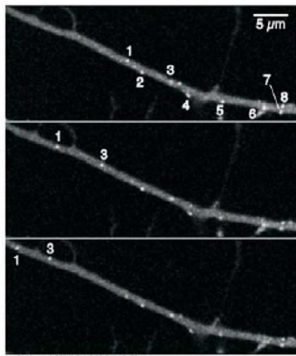


(A) Esquema mostrando a dispersão e a concentração dos pigmentos em uma célula de escama. (B) Microscopia eletrônica mostrando as vesículas com pigmentos espalhadas no citoplasma

Microscopia mostrando os efeitos de diversas drogas sobre a capacidade do vírus da herpes chegar ao núcleo. **A. (controle)** os vírus (pontos brancos) chegam normalmente ao núcleo das células. **B.** efeitos do **taxol**, droga que impedindo-os microtúbulos de se desfazerem. Observe a concentração dos vírus junto ao núcleo. **C.** efeitos do **nocodazol**, droga que desfaz a rede de microtúbulos da célula. Observe os vírus



Neste experimento, células nervosas foram infectadas com vírus herpes que aí aparecem como pontinhos brancos numerados de 1 a 8. Acompanhe a trajetória das partículas 1 e 3 se movimentando ao longo do axônio. Os vírus se movimentam basicamente com a mesma velocidade encontrada no movimento das organelas da célula



Smith et al (2001) Proc Natl Acad Sci U S A. Copyright (2001) National Academy of Sciences, U.S.A.

O citoplasma permite que as moléculas se movimentem dentro da célula, mas dificulta muito essa viagem quando se trata de partículas de 50 nanômetros (milésima parte do milímetro) ou mais. Isso acontece devido à barreira imposta pelas organelas, citoesqueleto e altas

Tempo gasto para viajar 10cm (Velocidades hipotéticas da difusão)			
Partícula	Diâmetro (nm)	Em H ₂ O (dias)	No citoplasma (dias)
Partícula de Poliovírus	33	45	22.265
Partícula de Adenovírus	90	122	60.590
Partícula de vírus Herpes simplex	105	169	84.315

Solução

Surfando na Célula

Se você realmente é um bom guia turístico, talvez você tenha conseguido fazer o vírus da Herpes pegar um rápido meio de transporte para ir em direção ao núcleo, local de replicação. Apesar de pequenas, as partículas virais são grandes demais para que possam mover-se apenas por difusão no citoplasma. Além disso, a simples difusão ao acaso não as levaria a um destino específico na célula. Então, por que não fazer o vírus pegar carona no próprio sistema de transporte da célula, o citoesqueleto? Outros invasores como bactérias podem utilizar uma cauda de actina para seu movimento dentro das células. No caso do vírus, não adianta apenas se movimentar, também é preciso ir na direção certa, o que é garantido pela distribuição dos microtúbulos nas células. Assim como as organelas movem-se sobre os microtúbulos utilizando proteínas motoras, o vírus Herpes usa o mesmo mecanismo para atingir o núcleo da célula. A evidência para o uso, ou melhor, abuso do citoesqueleto pelo Herpes vírus é que ele se move praticamente na mesma velocidade que as organelas e segue uma trajetória definida. Além disso, experimentos mostraram que quando se usa reagentes químicos que desfazem a rede de microtúbulos da célula, os vírus ficam mais espalhados pelo citoplasma, não alcançando seu local de multiplicação que é o núcleo.

Anexo IV
Caderno de Anotações

<p><i>1. Anote a ordem das Pistas que vocês leram e as informações que acharam importantes</i> Caso desconheça o significado de algum termo nas Pistas, anote-o</p>								
() Matriz								
Não compreendi	1	2	3	4	5	6	7	Compreendi tudo
() Membrana								
Não compreendi	1	2	3	4	5	6	7	Compreendi tudo
() Golgi								
Não compreendi	1	2	3	4	5	6	7	Compreendi tudo
() Núcleo								
Não compreendi	1	2	3	4	5	6	7	Compreendi tudo
() Mitocôndria								
Não compreendi	1	2	3	4	5	6	7	Compreendi tudo
() Peroxissomo								
Não compreendi	1	2	3	4	5	6	7	Compreendi tudo
() Citoesqueleto								
Não compreendi	1	2	3	4	5	6	7	Compreendi tudo
() Lisossomo								
Não compreendi	1	2	3	4	5	6	7	Compreendi tudo
() Centríolo								
Não compreendi	1	2	3	4	5	6	7	Compreendi tudo
() Retículo Endoplasmático								
Não compreendi	1	2	3	4	5	6	7	Compreendi tudo
2. Escreva aqui a SOLUÇÃO								

Anexo V

Questionário de Avaliação Competitivo para o Ensino Médio

1. Você aprendeu algo novo com este jogo? O quê?

() Sim () Não

2. Você gostaria de ter mais aulas com jogos deste tipo? Justifique.

() Sim () Não

3. Em relação à dificuldade de encontrar a resposta para o caso do Hóspede do Barulho:

muito fácil

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 muito difícil

4. Veja a tabela abaixo e identifique organela(s) que, assim como a mitocôndria, pode ter sua origem, explicada através da endossimbiose de bactérias. Justifique sua resposta.

Características Organelas	Possui DNA	Possui Enzimas	Possui uma Membrana	Possui Ribossomo	Tem Enzimas Digestivas	Produce Proteínas	Possui duas membranas	É sensível a antibiótico
Vacúolo		X	X		X			
Cloroplasto	X	X		X		X	X	X
Retículo endoplasmático		X	X	X		X		

Anexo VI

Questionário de Avaliação Cooperativo para o Ensino Médio

1) Biologia celular ou citologia é o ramo da biologia que estuda as células no que diz respeito à sua estrutura, suas funções e sua importância na complexidade dos seres vivos. **Você gosta de Biologia Celular?**
 Sim Mais ou Menos Não

2) Você prefere atividades em sala de aula feitas em grupo ou individualmente? Por quê?

3) Você aprendeu algo novo com este jogo?
 Não Sim

O quê?

4) Você gostaria de ter mais aulas com o **Célula Adentro**? Por quê?

5) Na escala de 1 a 7, marque a sua dificuldade de encontrar a resposta para o Caso o Hóspede do Barulho

Muito difícil

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Muito fácil

6) O fato de o jogo ter sido em grupo dificultou a solução do Caso:

Concordo totalmente Concordo Concordo parcialmente Discordo Discordo totalmente

7) O fato de vocês não terem competido durante a partida, tornou o jogo:

a) Menos interessante:

Concordo totalmente Concordo Concordo parcialmente Discordo Discordo totalmente

b) Menos divertido:

Concordo totalmente Concordo Concordo parcialmente Discordo Discordo totalmente

c) Mais difícil:

Concordo totalmente Concordo Concordo parcialmente Discordo Discordo totalmente

Veja a tabela abaixo e identifique organela(s) que, assim como a mitocôndria, pode ter sua origem, explicada através da endossimbiose de bactérias. Justifique sua resposta.

Características Organelas	DNA circular	Possui Enzimas	Uma Membrana	Possui Ribossomo	Enzimas Digestivas	Produz Proteínas	Duas membranas	Sensível a antibiótico
Vacúolo		X	X		X			
Cloroplasto	X	X		X		X	X	X
Retículo endoplasmático		X	X	X		X		

Anexo VII

Questionário de Avaliação Competitivo para o Ensino Superior (Pergunta Relacionada 1)

Questionário de Avaliação

1. Você aprendeu algo novo com este jogo? O quê?

Sim Não

2. Você gostaria de ter mais aulas com jogos deste tipo? Justifique.

Sim Não

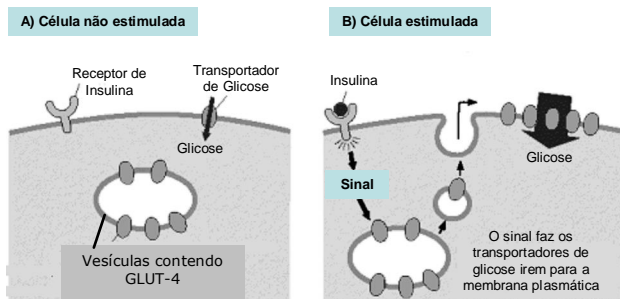
3. Em relação à dificuldade de encontrar a resposta para o caso de Surfando na Célula:

muito fácil

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 muito difícil

4. GLUT-4 é o nome dado aos transportadores de glicose dependentes de insulina, presentes em diversas células animais. Estas proteínas transportadoras estão inseridas em pequenas vesículas, dentro da célula, em regiões próximas ao núcleo. Quando a insulina se liga a seu receptor na membrana celular, a célula estimulada envia um sinal para as vesículas contendo GLUT-4 que migrarão diretamente para a membrana plasmática. Lá, após a fusão entre membrana e vesícula, os transportadores aumentam a captação de glicose (Ver esquema abaixo).



Pergunta: Após a sinalização da insulina, de que modo as vesículas contendo GLUT-4 conseguem locomover-se e orientar-se em direção a membrana?

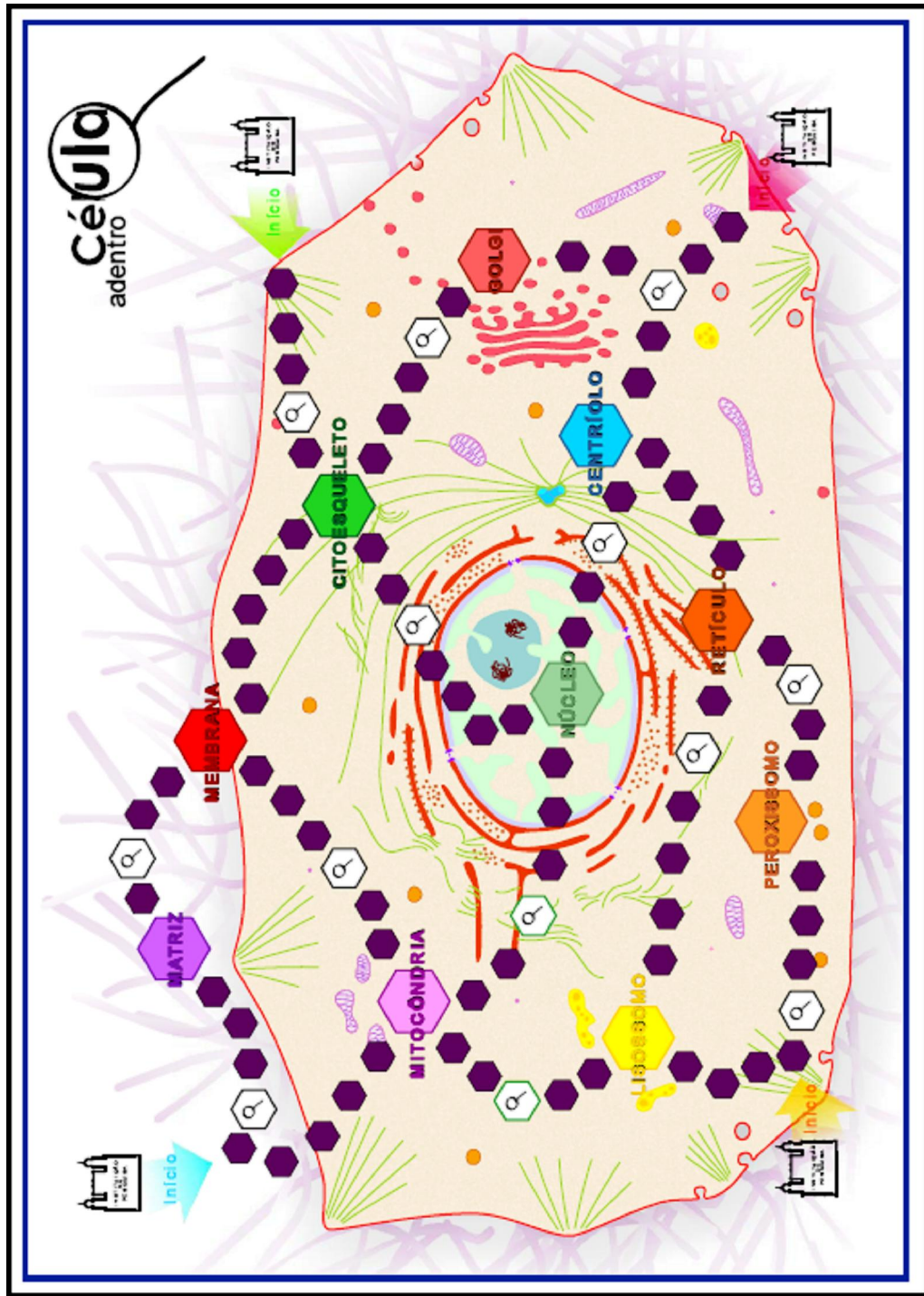
Anexo VIII
Questionário de Avaliação Cooperativo para o ensino Superior (Pergunta Relacionada 2)

Questionário de avaliação







- 1) **Você gosta de Biologia Celular?** Biologia celular ou citologia é o ramo da biologia que estuda as células no que diz respeito à sua estrutura, suas funções e sua importância na complexidade dos seres vivos.
- Sim Mais ou Menos Não
- 2) Você prefere atividades em grupo ou individuais? Por quê?
- 3) Você aprendeu algo novo com este jogo? O quê?
- Sim Não
- 4) Você gostaria de ter mais aulas com este jogo (**Célula Adentro**)? Justifique.
- 5) Em uma escala de 1 a 7, marque a sua dificuldade de encontrar a resposta para o Caso "Surfando na Célula"
- Muito fácil

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---
- 6) O fato do jogo ter sido em grupo dificultou a solução do Caso:
- Concordo totalmente Concordo Concordo parcialmente Discordo Discordo totalmente
- 7) O fato de vocês não terem competido durante a partida, tornou o jogo:
- a) Menos interessante:
- Concordo totalmente Concordo Concordo parcialmente Discordo Discordo totalmente
- b) Menos divertido:
- Concordo totalmente Concordo Concordo parcialmente Discordo Discordo totalmente
- c) Mais difícil:
- Concordo totalmente Concordo Concordo parcialmente Discordo Discordo totalmente
- 8) Os fungos possuem microtúbulos compostos de tubulina. O agente antifúngico Griseofulvina, que é utilizado para tratamento de micoses, interfere com a estrutura e função os microtúbulos do fungo. O que acontecerá com o transporte das organelas e de vesículas intracelulares do fungo após a aplicação da Griseofulvina? Justifique sua resposta.

Anexo IX
Tabuleiro do Jogo modificado



Anexo X
Exemplos de Cartas de Sorte ou Azar Ë Cooperativo DT

<p>Você pegou carona em uma vesícula da célula.</p> <p>Avance 3 casas!</p>		<p>Sorte de hoje: Pule para a casa de pista mais próxima!</p>	
<p>Você pegou carona em uma vesícula da célula.</p> <p>Avance 1 casa!</p>		<p>Sorte de hoje: Pule para a casa de pista mais próxima!</p>	
<p>Você foi premiado! Tem o direito de pedir explicação ao professor sobre UMA pista que já tenha coletado!</p>		<p>Você pegou carona no sistema de transporte da célula.</p> <p>Na próxima rodada SOME 2 PONTOS do número obtido no dado.</p>	

6. Bibliografia

Armstrong, N.; Chang, S. M.; Brickman, M. (2007). Cooperative learning in industrial-sized biology classes. *Cell Biology Education*, 6: 163-171.

Arnoni, M. E. B.; Hein, A. C. A.; Balachy, J. F. (2008). Jogo pedagógico %Expressão Gênica: Produzindo Hemoglobina+, na perspectiva da Metodologia da Mediação Dialética. In: *IV Colóquio Luso-Brasileiro sobre questões curriculares- currículo, teorias e métodos*. Florianópolis, SC.

Aspy, D. N.; Aspy, C. B.; Quimby, P. M. (1993). What doctors can teach teachers about problem-based learning? *Educational Leadership*, 50(7): 22-24.

Barbosa, R. M. N. & Jófili, Z. M. S. (2004). Cooperative learning and chemistry teaching . a partnership which works. *Ciência e Educação*. 10(1): 55-61.

Barros de Oliveira, V. (2004) Jogos de regras e resolução de problemas. 3ª edição, Editora Vozes, Petrópolis, RJ, Brasil.

Barros, J. A.; Remold, J.; Silva, G. S. F. e Tagliati, J. R. (2004). Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 26(1): 63-69.

Bay-Hinitz, A. K.; Peterson, R.F.; Quilitch, H. R. (1994). Cooperative Games: A Way to Modify Aggressive and Cooperative Behaviors in Young Children. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 27(3): 435-446.

Brandl-Neto, I. & Alves, C. M. M. K. (2008). Jogos competitivos e cooperativos: um estudo nas escolas municipais de cascavel/PR. *Caderno de Educação Física*. 7(12): 33-40.

BRASIL (2000a). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemáticas e suas Tecnologias. Brasília: MEC.

BRASIL (2000b). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC.

Brotto, F. O. (2001). Jogos Cooperativos: se o importante é competir, o fundamental é cooperar. 6ª edição. Editora Re-Novada: Projeto Cooperação. Santos, SP.

Cabrera, W. B. (2007). A ludicidade para o ensino médio na disciplina biologia: contribuições ao processo de aprendizagem em conformidade com os pressupostos teóricos da aprendizagem significativa. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.

Campos, L. M. L., A. K. C. Felício & T. M. Bortoloto (2003). A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem, *Caderno dos Núcleos de Ensino*, 35-48.

Cardona, T. S.; Spiegel, C. N.; Alves, G. G. Ducommun, J.; Pons, A. H. ; Jorge, T. C. A. (2007). Introducing DNA Concepts to Swiss High School Students Based on a Brazilian Educational Game. *Biochemistry and Molecular Biology Education* 35(6): 416-421.

Carneiro, M. A. B. (2008). Jogo: um assunto tão polêmico quanto importante. Disponível em: http://www.pucsp.br/educacao/brinquedoteca/downloads/Jogo_5.pdf acessado em 02/08/2009.

Carvalho, A. M. P.; Azevedo, M. C. P. S.; Nascimento, V. B.; Cappechi, M. C. M.; Vannuchi, A. I.; Castro, R. S.; Pietrocola, M.; Vianna, D. M.; Araújo, R. S (2004). Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. 1ª edição. Editora Pioneira Thomson.

Chinn, C. A. & Malhotra B. A. (2002). Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *Science Education*, 86: 175-218.

Chung, C. M.; Mak, S. Y. ; Suen, Y. M. ; Sze, P. (1996). Game-Display Board Activities for Science Teaching. *Journal of Science Education and Technology*, 5 (2): 141-154.

Correia, M. M. (2006) Trabalhando com jogos cooperativos. Papirus. Driver, R.; Asoko, H.; Leach, J. Mortimer, E. & Scott P. (1999). Construindo conhecimento científico em sala de aula. *Química Nova da Escola*. 9: 31-40.

Dyson, B. & Grineski, S. (2001). Using cooperative learning structures in physical education. *Journal of Physical Education, Performance and Dancing*. 72(2): 28-31.

Dyson, B., Griffin, L.L. e Hastie, P. (2004). Sport education, tactical games and cooperative learning: theoretical and pedagogical considerations. *Quest* 56: 226 - 240

Felder, R.M.; Brent, R. (2007). "Cooperative Learning." In: Active Learning: Models from the Analytical Sciences. ACS Symposium Series 970. Washington, DC: American Chemical Society. ed. Mabrouk, cap. 4: 1-13.

Franklin, S.; Peat, M.; Lewis, A. (2003). Non traditional interventions to stimulate discussion: the use of games and puzzles. *Journal of Biological Education*, 37(2): 79-84.

Frantz, W. (2001). *Educação e Cooperação: práticas que se relacionam*. *Sociologias*. 3(6): 242-264.

Gillies, R.M. (2004). The effects of cooperative learning on Junior high school students during small group learning. *Learning and Instruction* 14: 197-213.

Gomes, M. A. M. & Boruchovitch, E. (2005). Desempenho no jogo, Estratégias de aprendizagem e compreensão na Leitura. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 21(3): 319-326.

- Gomes, R. R. e Friedrich, M.A. (2001). Contribuições dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia. Em: Rio de Janeiro, *Anais EREBIO I*, 389-92.
- Grenier, M., Dyson, B, and Yeaton, P. (2005). Cooperative learning that includes students with disabilities. *Journal of Physical Education, Performance and Dancing* 76(6): 29-35.
- Grübel, J. M. & Bez, M. R. (2006). Jogos educativos. *Novas tecnologias na Educação*. 4(2): 1-7.
- Huizinga, J. (2004). Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura. 5ª edição, Editora Perspectiva, São Paulo. Brasil
- Humphreys, B.; Johnson, R. T.; Johnson, D. W. (1982). Effects of cooperative, competitive and individualistic learning on students achievement in science class. *Journal of Research in Science Teaching*. 19(5): 351-356.
- Johnson, D. W.; Johnson, R. T.; Smith, K. (2007). The State of Cooperative Learning in Postsecondary and Professional Settings. *Educational Psychology Review*. 19: 15-29
- Johnson, T.; Johnson, D. W.; Stanne, M. B. (2000). Cooperative Learning Methods: A Meta-Analysis. <http://www.co-operation.org/pages/cl-methods.html>
- Johnson, T.; Johnson, D.W (1994). An Overview of Cooperative Learning. <http://www.co-operation.org/pages/overviewpaper.html> Originally published in: J. Thousand, A. Villa and A. Nevin (Eds), *Creativity and Collaborative Learning*; Brookes Press, Baltimore.
- Kishimoto, T. M. (1993). Jogos Tradicionais infantis: o jogo, a criança e a educação. Petrópolis, RJ: Vozes.
- Kishimoto, T. M. (1996). O jogo e a educação infantil. In: Kishimoto, Tizuko Morchida. (Org.). *Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação*. 3º ed. São Paulo: Cortez Editora. 13-44.
- Kishimoto, T. M. (2001). Brinquedos e materiais pedagógicos nas escolas infantis. *Educação e Pesquisa*. 27(2): 229-245.
- Kohn, A. (1992) *No contest: the case against competition*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Lacerda, L. L. V. & Ferri, C. (2008). Aprendizagem no Ensino superior: aplicação de um jogo didático na área de Estatística. *Contrapontos*. 8(2): 281-292.
- Leal, T. F.; Luz, P. S. da L (2001). A produção de textos narrativos em pares: reflexões sobre o processo interativo. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, 27(1): 27-45.
- Leite, M. S.; Pinheiro, S. C. e Almeida, M. J. B. M. (2001). Compreensão de termos científicos no discurso da ciência. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 23(4): 458-470.

- Lemke, J (1990). Talking science: language, learning and values. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Lewis, A., M. Peat & Franklin S (2005). Understanding protein synthesis: an interactive card game discussion. *Journal of Biological Education*, 39(3): 125 -130.
- Lopes, O.R. (2007). Jogo ciclo das rochas: um recurso lúdico para o ensino de geociências. Dissertação de Mestrado, Unicamp, 2007.
- Lord, T.R. (2001). 101 reasons for using cooperative learning in Biology teaching. *The American Biology Teaching* 63(1): 30 . 39.
- Luz, M.R.M.P., Teles, J. A., Carvalho, A. B. e Meyer-Fernandes, J. R. (2005). Gotas e o Vestibular: o que esperar? *Ciência Hoje*. 36 (212): 26 . 32.
- Macedo, L.; Petty, A. L. S.; Passos, N. C. (2000). Aprender com jogos e situações-problema. Editora Artes Médicas Sul.
- Mark, R. (1996). Research made simple . a handbook for social workers. Sage publications, Londres, Inglaterra, 244-247.
- McKeachie, W. J.; Pintrich, P. R.; Lin, Y. G.; Smith, D. A. F.; Sharma, R. (1990). Teaching and Learning in the College Classroom. A Review of the Research Literature. The University of Michigan, Ann Arbor, MI.
- Melim, L. M. C.; Alves, G. G.; Araújo-Jorge, T.; Luz, M.R.M.P.; Spiegel, C.N (2007). Análise de uma Estratégia Lúdica para o Estudo da Origem da Mitocôndria no Ensino Médio. In: *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Santa Catarina.
- Melim, L. M. C.; Alves, G. G.; Spiegel, C.N.,; Araújo-Jorge, T.; Luz, M. R. M. P (2009). Acceptance and suitability of a game for teaching cell biology to health science undergraduate students. *Enseñaza de las Ciencias*, v. extra, 3265-3272.
- Miller, L.; Moreno, J.; Willcockson, I; Smith, D.; Mayes, J. (2006). An online, interactive approach to teaching neuroscience to adolescents. *Cell Biology Education* 5: 137-143.
- Miranda, S. (2001). No Fascínio do jogo, a alegria de aprender. *Ciência Hoje*, 28: 64-66.
- Monteiro, S. S., Vargas, E.P. e Rebello, S. M. (2003). Educação, prevenção e drogas: resultados e desdobramentos da avaliação de um jogo educativo. *Educação e Sociedade*, 24(83): 659-678.
- Mortimer, E. F. (2002). Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(1): 36-59.
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5): 553. 576.

- Okebukola, P. A. (1985). The relative effectiveness of cooperative and competitive interaction techniques in strengthening students' performance in science classes. *Science Education*. 69(4): 501-509.
- Oliveira, C. M. A. & Carvalho, A. M. P. (2005). Escrevendo em aula de ciências. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra: 1-6.
- Oliveira, T.F., Soares, M.S., Cunha, R.A. e Monteiro, S. S. (2008) Educação e controle da esquistossomose em Sumidouro (R.J., Brasil): avaliação de um jogo no contexto escolar. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* 8(3)(disponível em <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revista/index.html>)
- Orlick, P.D. (1981). Positive socialization via cooperative games. *Developmental Psychology*, 17(4): 426-429
- Orlick, T. (2006). Cooperative games and sports. Joyful activities for everyone. Champaign, IL: Human Kinetics, p.1-9.
- Pinho, A. G (2001). Reflexões sobre o papel do concurso vestibular para as universidades públicas. *Estudos Avançados*, São Paulo, 15(42): 353-362.
- Piperakis, S.M.; Sotiriou, A.; Georgiou, E.; Thanou, Á.; Zafiropoulou, M. (2004) Understanding Nutrition : A study of greek primary school children dietary habits, before and after classroom nutrition intervention. *Journal of Science Education and Technology*, 13: 129-136.
- Pozo, J. I.; Echeverría. M. P. P.; Castill, J, D, (Eds.) (1998). A Solução de Problemas [Problem solving]. Artmed, RS, Brazil.
- Rivard, L. P. & Straw, S. B. (2000). The effect of talking and writing in learning science: an exploratory study. *Science Education*. 84: 566-593.
- Robson, C. (2001). Real world research . a source for social scientists and practitioner researchers. Blacwell Publishers, Oxford, Inglaterra, 256-260.
- Sagan, L. M. (1967). On the origin of mitosing cells. *Journal of Theoretical Biology*. 14: 225. 274.
- Sherman, L. W. (1988). A comparative study of cooperative and competitive achievement in two secondary biology classrooms: the group investigation model versus an individually competitive goal structure. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(1): 55-64.
- Silva, A. F. & Kodama, H. M. Y (2004). Jogos no Ensino de Matemática. Trabalho apresentado na II Bienal da Sociedade Brasileira de Matemática, UFBA (disponível em: <http://www.bienasbm.ufba.br/OF11.pdf>).
- Silva, S. F. & Núñez, I. B (2002). O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes - reflexões teórico-metodológicas. *Química Nova*, 25(6B): 1197-1203.

Slavin, R. E. (1985). An introduction to cooperative learning research. In Slavin, R.; Sharan, S.; Kagan, S.; Hertz-Lazarowitz, R.; Webb, C. & Schmuck R. (Eds.), *Learning to cooperate, cooperating to learn*. New York. Plenum, 5-17.

Spiegel, C. N. ; Alves, G. G. ; Cardona, T. S. ; Melim, L. M. C. ; Luz, M. R. M. P. ; Araújo-Jorge, T. C. ; Henriques-Pons, A. (2008). Discovering the Cell: an educational game about cell and molecular biology. *Journal of Biological Education*. 43: 27-35.

Spigolon, R. (2006). A importância do lúdico no aprendizado. Memorial de conclusão de curso, Unicamp (disponível em <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=20805>).

Squire, K. D. & Jan, M (2007). Mad city mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1): 5-29.

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

Street, H; Hoppe, D.; Kingsbury, D.; Ma, T. (2004). The Game Factory: Using Cooperative Games to Promote Pro-social Behaviour Among Children. *Australian Journal of Educational & Developmental Psychology*, 4: 97-109.

Tanner, K., Chatiman, L.S. e Allen, D. (2003). Approaches to cell biology teaching: cooperative learning in the science classroom . beyond students working in groups. *Cell Biology Education*, 2(1):1-5.

Teixeira, M. (2001) Afinal da onde vem este Jogos? *Revista jogos cooperativos*, Barueri, edição 1, n.1.

Thomaz, F. A.; Silva, R. G. (2006) Jogos cooperativos - a cooperação como eixo na construção do saber. In: I Seminário de Estudos em Educação Física Escolar, 2006, São Carlos. CEEFE/UFSCar (disponível em <http://www.eefe.ufscar.br/pdf/flavia.pdf>).

Torres, P. L. & Irala, E. A. F. (2007). Aprendizagem colaborativa. In *Algumas vias para entretecer o pensar e o agir*. 1. ed. SENAR-PR: Curitiba, 1: 65-97.

Volpato, G. (2002). Jogo e brinquedo: reflexões a partir da teoria crítica. *Educação e Sociedade*, 23 (81): 217-226.

Watanabe, M. & Recena, M. C. P. (2008). Memória orgânica . um jogo didático útil no processo de ensino aprendizagem. *Anais do XIV Encontro Nacional do Ensino de Química*. Curitiba-PR.

Zakaria, E. & Iksan, Z. (2007). Promoting Cooperative Learning in Science and Mathematics Education: A Malaysian Perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1): 35-39.

Zan, B. & Hildebrandt, C. (2005). Cooperative and Competitive Games in Constructivist Classrooms. *The Constructivist*, 16(1): 1-13.

Zanon, D. A. V; Guerreiro, M. A. S.; Oliveira, R. C. (2008). Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. *Ciência & Cognição*. 13(1): 72-81.

Zion, M. M., Shapira, D., Slezak, M., Link, E., Bashan, N., Brumer, M., Orian, T., Nussinovitch, R., Agrestl, B., Mendelovici, R. (2004) Biomind - A new biology curriculum that enables authentic inquiry learning. *Journal of Biological Education*, 38 (2): 59-67.