

Proteínas de Papel: traduzindo o que é complicado

Proteins Paper: translating what is complicated

Leandra Marques Chaves Melim

Fundação Oswaldo Cruz – Instituto Oswaldo Cruz
lemelim@gmail.com

Carolina Nascimento Spiegel

Universidade Federal Fluminense
carolina.spiegel@gmail.com

Maurício Roberto Motta Pinto da Luz

Fundação Oswaldo Cruz – Instituto Oswaldo Cruz
mauluz@ioc.fiocruz.br

Resumo

A genética, assim como a Biologia Celular e Biotecnologia apesar de serem assuntos ligados à nossa vida são temas extremamente abstratos. Uma das maneiras de estimular os alunos em sala de aula e conseqüentemente favorecer o aprendizado é por meio da utilização de estratégias cooperativas. O objetivo do presente trabalho é descrever e avaliar uma atividade cooperativa que simula a síntese de proteínas para a compreensão das conseqüências das mutações gênicas no processo de tradução por alunos de um pré-vestibular social. A atividade “Proteínas de Papel” simula o processo de tradução de proteínas utilizando apenas material em papel e clips. As análises das respostas do pré-teste e pós-teste revelaram que o desempenho dos alunos no pós-teste é significativamente maior do que no pré-teste. A atividade mostrou-se eficaz no ensino do tema proposto, além de estimular os alunos durante a aula e promover uma maior interação entre eles.

Palavras chave: aprendizagem cooperativa, código genético, pré-vestibular social, tradução gênica.

Abstract

Genetics, as well as Cell Biology and Biotechnology despite being connected to our lives are extremely abstract themes. One way to encourage students in the classroom and thus favoring the learning is through the use of cooperative strategies. The aim of this study is to describe and evaluate a cooperative activity that simulates the proteins synthesis for understanding the consequences of gene mutations in the translation process by preparatory course students. The activity "Proteins Paper" simulates the

process of protein translation using only material made by paper and clips. The analyzes of the pre-test and post-test answers revealed that the performance of the students in the post-test is significantly higher than in the pre-test. The activity was effective in teaching the subject proposed, and encourages students during class and promotes greater interaction between them.

Key words: cooperative learning, genetic code, preparatory course, translation

Introdução

O objetivo do presente trabalho é descrever e avaliar uma atividade cooperativa que simula a síntese de proteínas para a compreensão das consequências das mutações gênicas no processo de tradução por alunos de um pré-vestibular social. A genética, assim como a Biologia Celular e Biotecnologia apesar de serem assuntos ligados à medicina, agricultura e indústrias são temas extremamente abstratos. Por este motivo tornam-se complexos de serem ensinados e entendidos pelos alunos do Ensino Médio (Starbek e cols, 2010). Johnstone e Mahmoud (1980) e Bahar e cols (1999) fizeram uma pesquisa com estudantes dos ensinos Médio e Superior acerca das áreas em que eles consideravam mais difíceis. Os temas mais citados pelos estudantes foram: transporte através da membrana em célula vegetal e genética, mesmo entre alunos da graduação em Biologia. Estes estudos destacam a importância da utilização de diferentes estratégias de ensino que facilitem a compreensão dos temas de genética.

Uma das maneiras de estimular os alunos em sala de aula é por meio da utilização de estratégias cooperativas. A aprendizagem cooperativa tem suas raízes nas teorias da interdependência social. Segundo Johnson & Johnson (2007), 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 as suas. 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. A cooperação é caracterizada por uma divisão de tarefas entre os participantes, na qual cada um é responsável por parte da informação necessária para resolver o problema (McInnerney & Roberts, 2004). 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. Com isto, a tarefa só poderá ser concluída com a participação de todos os membros do grupo. A divisão de tarefas torna possível a utilização de estratégias cooperativas, mesmo com grupos de alunos relativamente grandes e coordenados por um único professor (Armstrong e cols., 2007).

No Brasil, muitos trabalhos relatam o desenvolvimento e/ou avaliação de atividades para o ensino de genética nos últimos anos (Barbosa e Costa, 2011; Bedor e cols, 2012; Castilho-Fernandes e cols, 2011; Fala e cols, 2010; Jann e Leite, 2010; Siqueira e cols, 2010), no entanto, nenhuma dessas atividades é realizada de maneira cooperativa.

Metodologia

A atividade “Proteínas de Papel”

A atividade “Proteínas de Papel” simula o processo de tradução de proteínas utilizando apenas material em papel e clips. Este modelo foi adaptado de Amabis e Martho (2004). O objetivo final da atividade é mostrar as consequências das mutações gênicas no processo de tradução e salientar que o código genético é redundante. Em duas folhas de papel A4 unidas com cola são desenhados diferentes RNAs mensageiros. Em metade de uma folha A4 são desenhados os RNAs transportadores com a sequência correspondente aos códons dos RNAs mensageiros. Em pequenos retângulos de papel são desenhados os aminoácidos que são presos aos seus respectivos RNAs transportadores com um clipe. Para simular a síntese de proteínas, os alunos deverão “ler” os códons presentes na sequência dos RNAs mensageiros e identificar o anti-códon correspondente no RNA transportador (Figura 1). Para formar a proteína basta remover a figura do aminoácido do RNA transportador e prendê-la com o clipe no próprio RNA mensageiro (Figura 2). Todo o material pode ser plastificado para conferir ao mesmo maior resistência e durabilidade.

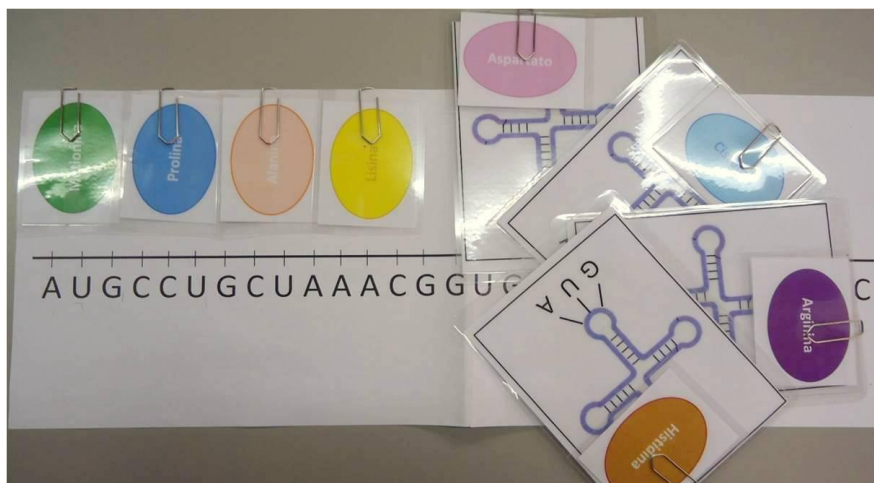


Figura 1: Material que compõe a atividade “Proteínas de Papel”: RNAs transportadores e seus respectivos aminoácidos e RNA mensageiro.

Descrição da estratégia utilizada em sala de aula

Os alunos da turma foram divididos em grupos de 3 a 4 pessoas. Os RNAs mensageiros foram divididos em “selvagens” e “mutantes”. Os RNAs mutantes continham alterações na sequência de nucleotídeos do RNA que poderiam ou não gerar uma proteína modificada. Quatro grupos receberam os RNAs mensageiros selvagens e quatro grupos receberam os RNAs mensageiros mutantes. Após cada grupo sintetizar sua proteína um grupo que recebeu um RNA “selvagem” juntou com um grupo que recebeu um RNA “mutante” e comparou as diferenças entre as proteínas formadas, assim como a sequência de nucleotídeos na cadeia dos RNAs mensageiros. As conclusões obtidas por cada um dos grupos, compostos agora de 6 a 8 alunos, foram apresentadas, por pelo menos um representante de cada grupo, para toda a turma e guiadas pelo professor. O grupo colou os RNAs selvagem e mutante, com suas

respectivas proteínas no quadro e explicou para a turma as diferenças entre eles. Em seguida, outro grupo apresentou seus resultados até que todos tivessem apresentado. Nenhum grupo sozinho foi capaz de afirmar se o código genético é redundante ou não. Para chegarem a esta conclusão, os grupos tiveram que compartilhar os resultados obtidos, o que garantiu a divisão de tarefas entre eles.

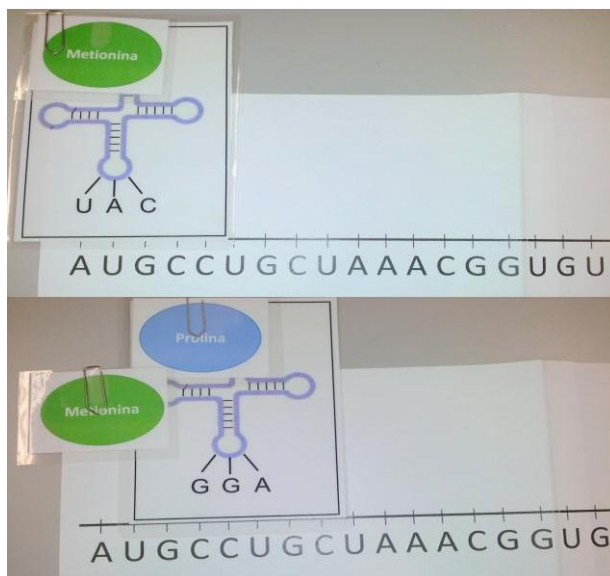


Figura 2: Início da síntese de proteínas. Reconhecimento do códon no RNA mensageiro e do anticódon no RNA transportador.

Avaliação da atividade

A fim de avaliarmos se atividade “Proteínas de papel” contribui para a construção do conhecimento foi realizado um pré-teste e um pós-teste com os alunos, no qual eles responderam individualmente a seguinte pergunta: “Qualquer mudança na sequência de nucleotídeos do RNA produzirá uma proteína modificada?” O pré-teste foi utilizado antes do início da atividade e o pós-teste, após a apresentação dos resultados obtidos pelos grupos e a discussão final com o professor. As respostas foram classificadas em corretas ou incorretas. As respostas em branco foram classificadas junto com as respostas incorretas. Foram consideradas corretas as respostas que destacavam que nem toda mudança na sequência de nucleotídeos do RNA produzirá uma proteína modificada, acompanhadas da justificativa de que existem códons diferentes para um mesmo aminoácido. As respostas do pré-teste e pós-teste foram analisadas utilizando-se o teste de Fisher, considerando-se a diferença significativa apenas quando $p < 0,05$.

Participantes

A atividade foi realizada com um total de 60 alunos de três unidades, de um Pré-vestibular Social (PVS), localizados na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, destinados a alunos de baixa renda.

Resultados

Esta atividade permitiu que os alunos, do pré-vestibular social, simulassem o processo de tradução utilizando como molde uma fita de RNA mensageiro e RNAs transportadores com seus respectivos aminoácidos desenhados em folhas de papel. A tabela 1 mostra a sequência dos nucleotídeos dos RNAs mensageiros, assim como a sequência dos aminoácidos nas proteínas formadas por cada grupo. As alterações nos RNAs mensageiros e nas proteínas foram destacadas em negrito.

		Sequência dos Nucleotídeos	Sequência dos Aminoácidos
Grupo 1	RNA selvagem	AUG CCU GCU AAA CGG UGU UAU CUG UAG ACU	MET PRO ALA LIS ARG CIS TIR LEU
	RNA mutante	AUG CCU GCU UAA CGG UGU UAU CUG UAG ACU	MET PRO ALA
Grupo 2	RNA selvagem	AUG CCU GCU AAA CGG UGU UAU CUG UAG ACU	MET PRO ALA LIS ARG CIS TIR LEU
	RNA mutante	AUG CCU GCU AAA CCG GUG UUA UCU GUA GAC U	MET PRO ALA LIS PRO VAL LEU SER VAL ASP
Grupo 3	RNA selvagem	AUG CCU GCU AAA CGG UGU UAU CUG UAG ACU	MET PRO ALA LIS ARG CIS TIR LEU
	RNA mutante	AUG CCU GCU AAA CGG UGU CAU CUG UAG ACU	MET PRO ALA LIS ARG CIS HIS LEU
Grupo 4	RNA selvagem	AUG CCU GCU AAA CGG UGU UAU CUG UAG ACU	MET PRO ALA LIS ARG CIS TIR LEU
	RNA mutante	AUG CCU GCU AAA CGA UGU UAU CUG UAG ACU	MET PRO ALA LIS ARG CIS TIR LEU

Tabela 1: Sequência dos nucleotídeos dos RNAs mensageiros selvagens e mutantes e sequência dos aminoácidos nas proteínas formadas na atividade “Proteínas de Papel”. As diferenças entre os RNAs e as proteínas estão destacadas em negrito.

Após a discussão dentro dos grupos, um representante apresentou os resultados para a toda a turma. Essa estratégia possibilitou uma discussão coletiva entre os diferentes grupos de alunos e também o professor. O grupo 1 mostrou que a alteração de apenas um nucleotídeo gerou um códon de parada formando uma proteína com um número menor de aminoácidos. O grupo 2 observou que a inserção de um nucleotídeo alterou a sequência dos códons formando uma proteína maior e diferente da proteína formada a partir do RNA mensageiro selvagem. O grupo 3 mostrou que a troca de um nucleotídeo alterou um aminoácido na proteína e o grupo 4 revelou que a troca de um nucleotídeo não alterou a sequência dos aminoácidos na proteína. Dessa forma, nenhum grupo sozinho era capaz de deduzir que o código genético é redundante o que garantiu a divisão de tarefas entre os diferentes grupos. Durante a discussão os alunos tiveram a oportunidade de compartilhar seus resultados e assim aprender uns com os outros. A divisão de tarefas nos grupos cooperativos aumentam as chances de participação dos alunos e conseqüentemente de aprendizagem (Drakeford, 2012).

A fim de avaliarmos se a atividade atingiu o seu principal objetivo, realizamos um pré-teste e um pós-teste a ser respondido individualmente. Abaixo segue um exemplo de resposta categorizada como correta:

“Não, pois pode ocorrer mudança de nucleotídeo e não ocorrer mudança da proteína, porque códons diferentes podem sintetizar a mesma proteína. Em alguns casos quando se acrescenta ou troca -se o nucleotídeo pode acarretar mudança ou códon de parada”.

As respostas categorizadas como incorretas, em geral, apresentavam conceitos errados e/ou confusos, como mostra o exemplo abaixo.

“Depende se for inserção, haverá mudanças na cadeia, pois houve uma troca. Se for trocar a proteína que combina a uma outra proteína não haverá nenhum problema.”

As análises das respostas do pré-teste e pós-teste revelaram que o desempenho dos alunos no pós-teste é significativamente maior do que no pré-teste, uma vez que após a atividade 67,2% dos alunos respondem corretamente a pergunta (Figura 3). Nesse sentido, a atividade “Proteínas de Papel” contribui significativamente

para a aprendizagem do tema proposto. Jann e Leite (2010) desenvolveram uma atividade com papel EVA para o estudo da replicação, transcrição e tradução. As autoras também realizaram um pré-teste e um pós-teste junto aos alunos de uma turma de terceiro ano do Ensino Médio. Os resultados mostram que antes da atividade, muitos alunos apresentavam conceitos errôneos sobre o tema. Após a atividade os alunos declararam ter compreendido melhor como são as estruturas das moléculas de DNA e RNA, assim como os processos de replicação, transcrição e tradução. As autoras destacam ainda que durante a atividade os alunos puderam aplicar os conceitos abordados nas aulas teóricas e que a mesma favoreceu a cooperação entre os alunos e alunos e professores. No nosso caso, a discussão ao final da atividade também possibilitou uma discussão geral entre os conceitos discutidos na aula teórica e os conceitos abordados na atividade.

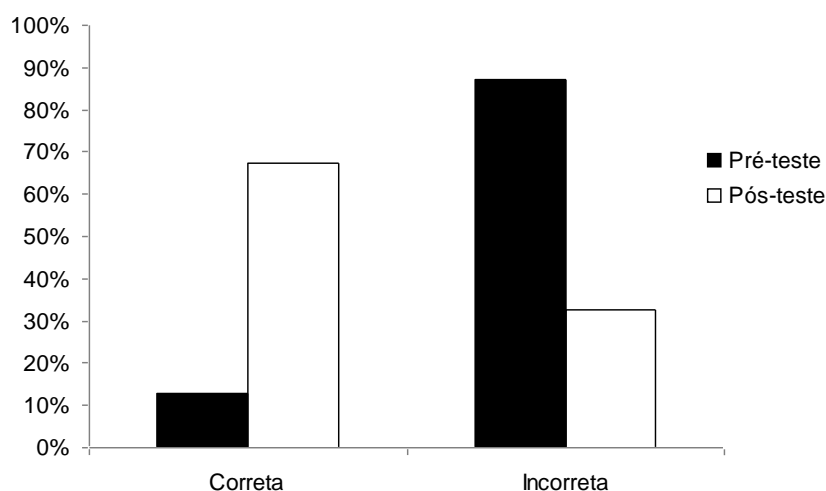


Figura 3: Número de respostas corretas e incorretas para a pergunta: “Qualquer mudança na sequência de nucleotídeos do RNA produzirá uma proteína modificada?” aplicada antes e após a atividade “Proteínas de Papel”, n = 60, p < 0,0001.

No presente trabalho as mutações apresentadas nos RNAs eram fictícias, no entanto, esta atividade pode ser feita levando em consideração mutações conhecidas como no caso da anemia falciforme, doença hereditária que causa má formação nas hemácias. O trabalho realizado por Castilho-Fernandes e cols. (2011) descrevem um jogo que tem por objetivo facilitar a compreensão da degeneração do código genético e dos processos biológicos que compõem o dogma central. Os autores escolheram a proteína precursora da insulina devido a sua ligação com a diabetes. Os resultados mostraram que após o jogo, os alunos conseguiram responder corretamente às questões ligadas ao tema, no entanto, ainda tiveram dificuldades com a questão voltada para a degeneração do código.

Anderson e cols (2005) realizaram um estudo com alunos da graduação em um curso de bioquímica quanto ao desempenho destes em aulas tradicionais e aulas cooperativas baseadas na solução de problemas. Nas aulas tradicionais o conteúdo foi ministrado de maneira expositiva e nas aulas cooperativas baseadas na solução de problemas, os estudantes receberam diferentes casos relacionados ao conteúdo de bioquímica para solucionarem em pequenos grupos. Os dois cursos tiveram o mesmo

tempo de duração e ao final foi aplicado aos estudantes um teste final que consistia em questões objetivas relacionadas ao conteúdo ministrado durante o curso. Os alunos que estudaram nos grupos cooperativos tiveram um desempenho significativamente maior do que seus pares em todas as áreas do teste final. Os autores constataram também que os alunos do grupo cooperativo se mostraram mais predispostos ao aprendizado. No presente trabalho também constatamos que uma aula cooperativa baseada na solução de problemas foi mais eficaz do que as aulas expositivas para a aprendizagem do processo de tradução, uma vez que os alunos tiveram um desempenho significativamente maior no pós-teste do que no pré-teste. Vale destacar que o pré-teste foi realizado após as aulas expositivas sobre replicação, transcrição e tradução. Esperava-se que ao final destas os alunos fossem capazes de perceber que o código genético é redundante, no entanto, o resultado do pré-teste revelou que mesmo após as aulas expositivas os alunos ainda apresentavam conceitos errados a respeito deste assunto. Nesse sentido, a atividade “Proteínas de Papel” preencheu esta lacuna, contribuindo para a aprendizagem do tema junto a alunos de um pré-vestibular social. Durante a aula foi possível perceber um grande envolvimento dos alunos com a atividade. Alguns alunos declararam espontaneamente que só com a atividade conseguiram aprender como ocorre a síntese de proteínas. Durante a atividade o professor exerceu o papel de mediador, tirando dúvidas apenas em relação a execução da atividade. Este procedimento favorece uma aprendizagem mais ativa, estimulando o pensamento crítico, desenvolvendo capacidades de interação, negociação de informações e resolução de problemas (Torres e Irala, 2007). 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. Na aprendizagem cooperativa, 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 as aulas meramente expositivas que são centradas na figura do professor.

Conclusão

No presente trabalho utilizamos a atividade cooperativa “Proteínas de Papel” para simular o processo de síntese de proteínas. A atividade mostrou-se eficaz no ensino do tema proposto, além de estimular os alunos durante a aula e promover uma maior interação entre eles.

Bibliografia

- AMABIS, J. M.; MARTHO, E. M. **Biologia das células. Vol1: Origem da vida, citologia, histologia, reprodução e desenvolvimento.** Moderna, 2004
- ANDERSON, W. L., MITCHELL, S. M., & OSGOOD, M. P. Comparison of student performance in cooperative learning and traditional lecture-based biochemistry classes. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 33, n. 6, 2006, p. 387-393.

- ARMSTRONG, N., CHANG, S. M., & BRICKMAN, M. (2007). Cooperative learning in industrial-sized biology classes. *CBE-Life Sciences Education*, v. 6, n. 2, 163-171.
- BAHAR, M., JOHNSTONE, A. H., & HANSELL, M. H. Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, v. 33, n. 2, 1999, p. 84-86.
- BARBOSA, M. D., & COSTA, G. M. Ácidos nucleicos: como entender isso?. *Genética na Escola*, v. 6, n. 2, 2011, p. 6-10.
- BEDOR, P. B. A., GUSMÃO, G. A. D. S., & GOLDBACH, T. Jogo “genes & interações–caminhos a percorrer”: um recurso para dinamizar o ensino de genética. Em **III Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente**, Niterói, Rio de Janeiro, 2012, p. 1-11.
- CASTILHO-FERNANDES, A., PESSOLATO, A. G. T., DE SOUZA, L. E. B., BONFIM-SILVA, R., FERREIRA, P. C. G., & DARÉ, G. L. R. Utilização do jogo “salada de aminoácidos” para o entendimento do código genético degenerado. *Genética na Escola*, v. 6, n. 2, 2011, p. 60-67.
- DRAKEFORD, W. The effects of cooperative learning on the classroom participation of students placed at risk for societal failure. *Psychology Research*, v. 2, n. 4, 2012, p. 239-246.
- FALA, A. M., & CORREIA, E. M. Atividades práticas no ensino médio: uma abordagem experimental para aulas de genética. *Ciências & Cognição*, v. 15, 2010, p. 137-154.
- JANN, P. N., & LEITE, M. F. Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. *Ciências e Cognição*, v. 15, n. 1, 2010, p. 282-293.
- JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; SMITH, K. The state of cooperative learning in postsecondary and professional settings. *Educational Psychology Review*, v. 19, n. 1, 2007, pp. 15-29.
- JOHNSTONE, A. H., & MAHMOUD, N. A. Isolating topics of high perceived difficulty in school biology. *Journal of Biological Education*, v. 14, n. 2, 1980, p. 163-166.
- MACEDO, L., PETTY, A. L. S., & PASSOS, N. C. **Aprender com jogos e situações problemas**. Editora Artes Médicas Sul, 2000.
- MCINNERNEY, J. M. & ROBERTS, T. S. (2004). Collaborative or cooperative learning?. In: T. S. Roberts (ed). *Online collaborative learning: theory and practice*. Hershey, PA: information science publishing. 203-214.
- SIQUEIRA, F. S., BORGES, J. S., CARVALHO, P. G., LADEIRA, F. D. & MORAES, K. C. M. Brincando com as trincas: para entender a síntese proteica. *Genética na Escola*, v. 5, n. 2, 2010, p. 34-37.
- STARBEK, P., STARCIC ERJAVEC, M., & PEKLAJ, C. Teaching genetics with multimedia results in better acquisition of knowledge and improvement in comprehension. *Journal of Computer Assisted Learning*, v. 26, n.3, 2010, p. 214-224
- TORRES, P. L. & IRALA, E. A. F. Aprendizagem colaborativa. In: **Algumas vias para entretecer o pensar e o agir**. 1. ed. SENAR-PR: Curitiba, 2007, p. 65-97.