

Em direção à Gamificação de Sistemas Tutores Inteligentes Aplicando a Teoria de Fluxo Ótimo no Design Instrucional de Cenários Colaborativos de Aprendizagem

Fernando R. H. Andrade, Geiser C. Chalco, Seiji Isotani

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC)

Universidade de São Paulo (USP)

fernando.heb@icmc.usp.br, geiser@usp.br, sisotani@icmc.usp.br

***Abstract.** In computer-supported collaborative learning, one of the most important tasks for the teacher and instructional designer is to design scenarios that encourage learning. Thus, we propose an approach to increase the student motivation in Intelligent Tutoring Systems using the Learner's Growth Model (LGM) and the Theory of Flow with Gamification to generate attractive and personalized environments. In this paper, we propose a framework to aid the dynamic reward and provide benefits to the dynamic instructional design through personalization of the learner goal.*

***Resumo.** Em aprendizagem colaborativa com suporte computacional, uma das mais importantes tarefas para o docente e o projetista instrucional é definir cenários que estimulem a aprendizagem. Desse modo, propomos um framework para aumentar a motivação em Sistemas Tutores Inteligentes utilizando o Modelo de Crescimento do Aprendiz e a Teoria de Fluxo Ótimo junto aos elementos de Gamificação para gerar ambientes atrativos e personalizados. Assim, neste trabalho propomos um framework para colaborar no processo de distribuição de recompensas e para fornecer subsídios ao design instrucional dinâmico por meio da personalização dos objetivos de aprendizagem.*

1. Introdução

Em Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional, uma das mais importantes tarefas para os docentes e projetistas instrucionais é definir cenários que estimulem a aprendizagem em grupo (Kobbe *et al.*, 2007). Tais cenários compreendem diferentes componentes como objetos de aprendizagem, papéis dos estudantes, grupos, atividades, padrões de interações, entre outros (Dillenbourg, 2002). Assim, o *design* instrucional, definido como o processo sistemático de análise, planejamento, desenvolvimento e avaliação (Gagne, Wager, Golas, & Keller, 2004) de um desses cenários é uma tarefa complexa que requer prática e experiência.

Devido a essa dificuldade, diferentes pesquisadores têm proposto o uso modelos baseados em teorias de aprendizagem e planejamento instrucional que apresentam suporte e auxílio ao desenvolvimento de cenários de aprendizagem que promovem interações significativas (Isotani *et al.*, 2013). No entanto, esses modelos carecem de fundamentos

extraídos de teorias de motivação que reduzam a ocorrência de comportamentos impróprios descobertos nos últimos anos, como “*gaming the system*”, expressão utilizada para o ato de *trapacear o sistema*, ou seja, externalizar comportamentos inadequados no sistema para apenas cumprir uma tarefa exigida (Baker, et al, 2004; Baker et al., 2010; Baker et al., 2008; Nejdil et al., 2002; VANLEHN et al., 2011).

Nesse sentido, em Andrade *et al.* (2013), trouxemos para o DesafIE! a proposta do uso da Gamificação em STIs baseados em web semântica para reduzir a ocorrência do “*gaming the system*”. Nosso desafio anterior se baseou em duas questões:

- 1) Quais elementos da Gamificação devem ser utilizados por um STI e de que forma?
- 2) De que forma a Web Semântica pode contribuir para viabilizar a Gamificação em STI e quais os benefícios gerados por essa união?

É bem sabido que a capacidade de aprendizado de um indivíduo está relacionada às suas emoções (Cytowic, 1989). Assim, estudantes que se sentem ansiosos, chateados ou deprimidos não assimilam as informações corretamente e, por causa disso, acabam apresentando o comportamento de *gaming the system* que dificulta a aprendizagem (R. Baker et al., 2008). Em contrapartida, alunos que se sentem motivados, desafiados e intrigados tendem a obter melhores resultados (VANLEHN *et al.*, 2011). Nesse sentido, em gamificação, a teoria de Fluxo Ótimo, do inglês “*Flow*”, tem por objetivo manter as pessoas envolvidas em uma atividade. Segundo a teoria, a experiência é tão agradável que as pessoas efetuam as atividades mesmo que elas tenham um grande custo (Csikszentmihalyi & Csikszentmihalyi, 1992).

Neste contexto, propomos uma discussão sobre como a teoria de Fluxo Ótimo pode ser empregada em um STI para o design instrucional de cenários de aprendizagem colaborativa que minimizar comportamentos inadequados. A Seção 2 apresenta alguns trabalhos relacionados. A Seção 3 apresenta o desafio e os fundamentos necessários para entender a proposta apresentada neste artigo. Na seção 4 apresenta-se a proposta de solução ao desafio em questão. Finalmente, na seção 5, são feitas as considerações finais sobre o trabalho.

2. Trabalhos Relacionados

Algumas pesquisas vêm sendo realizadas nas áreas de psicologia, pedagogia e computação para compreender as formas de utilizar a Gamificação visando obter um melhor desempenho dos estudantes em ambientes de ensino e aprendizagem. No entanto, os métodos de aplicação desse recurso ainda estão pouco consolidados. Abaixo são descritos alguns trabalhos que estudam a Gamificação em ambientes virtuais de ensino e aprendizagem.

Landers e Callan (2011) abordaram diversos aspectos psicológicos do uso da Gamificação e apresentaram um estudo de caso utilizando uma plataforma chamada *socialPsych* que envolveu os usuários em um ambiente de aprendizagem social gamificado. Com os resultados do experimento, os autores elaboraram uma lista com as melhores características de jogos sociais (“*social games*”) para aplicação em ambientes de ensino e

aprendizagem. Um dos itens apresentados refere-se ao escalonamento da dificuldade das atividades e da aquisição de recompensas. Embora essa seja reconhecida como uma boa prática que combina a os valores motivacionais de satisfação por cumprir um objetivo com a motivação do desafio, a taxa ideal de aumento dessa dificuldade de modo que o usuário se mantenha interessado ainda permanece desconhecida.

Jaques et al. (2012) trouxeram para o Desafie 2012 discussões sobre como as áreas de Sistemas Tutores Inteligentes e Computação Afetiva, associadamente, podem contribuir para atenuar os problemas da falta de personalização de assistência e redução do sentimento de isolamento nos ambientes de ensino e aprendizagem.

Dominguez (2013) relatou a experiência da utilização de um *plug-in* para adicionar recursos de Gamificação em uma plataforma de ensino de um curso universitário. Os resultados indicam que os alunos que participaram do experimento obtiveram um melhor desempenho nos testes práticos e melhores resultados na pontuação geral. Entretanto, embora esses estudantes estivessem mais motivados, eles obtiveram um pior desempenho nos testes escritos e uma menor participação nas atividades em classe. Com isso observamos que apesar dos benefícios motivacionais da Gamificação, ainda existem cuidados a serem tomados com a construção duradoura do conhecimento.

De-Marcos *et al.* (2014), relataram a avaliação empírica da comparação entre um ambiente de e-learning tradicional, um utilizando uma rede social e um ambiente gamificado. A gamificação do ambiente consistiu na divisão das tarefas em níveis e na concessão de troféus ao final de cada um deles. Ao final do experimento os pesquisadores constataram que os grupos que utilizaram o ambiente gamificado e as redes sociais obtiveram um desempenho sutilmente superior aos que utilizaram o ambiente tradicional no que concerne à aquisição de habilidades. No entanto, nos testes escritos (aquisição de conhecimento), o desempenho dos alunos do grupo tradicional foi superior. Considerando a aquisição de conhecimento e a participação entre os grupos do ambiente gamificado e do grupo de redes sociais, o segundo obteve um melhor desempenho. A justificativa para esse resultado foram as características colaborativas do segundo grupo.

Em todos os trabalhos discutidos nesta seção verifica-se que a Gamificação pode ser um importante recurso para aumentar a motivação e o engajamento dos alunos. Contudo, sua correta aplicação ainda é um desafio a ser investigado. Desse modo, neste trabalho propomos um *framework* para o uso dos elementos de recompensa, um dos elementos mais utilizados.

3. Desafio: Gamificação em Sistemas Tutores Inteligentes no Design Instrucional de Cenários de Aprendizagem Colaborativa

Um STI é um ambiente virtual que auxilia o aluno de maneira “inteligente” durante seu estudo (Vanlehn, 2006). Para isso, ele atua como guia em cada exercício, sugerindo novos problemas de acordo com o estado de aprendizagem do aluno, e buscando detectar os conhecimentos e habilidades que o aluno possui em um determinado domínio. Dessa forma, um STI tradicional é composto de quatro modelos que se inter-relacionam para proporcionar

a experiência de aprendizagem. Esses modelos são: o modelo do domínio, o modelo do aluno, o modelo tutor e o modelo de interface. Um STI gamificado, portanto, deve incorporar um quinto modelo que se relaciona com os outros quatro, proporcionando uma experiência diferenciada com o foco na motivação do aluno durante o processo de aprendizagem. No entanto, atualmente não existem STI que apresentem suporte ao design instrucional de cenários de aprendizagem colaborativa gamificados. Assim, vemos na teoria de fluxo ótimo (Seção 3.1.3), juntamente com o Modelo de Crescimento do Aprendiz (Seção 3.1.2) um recurso promissor para aumentar o potencial do uso da gamificação em STIs.

Portanto, neste trabalho, direcionamos nossos esforços para proposição de um *framework* que utilize de forma inteligente os recursos mais comuns da gamificação: os elementos de recompensa e as regras de escalonamento de dificuldades dos desafios, visando a condução do aprendiz a um fluxo motivacional ótimo (*Flow*). Desse modo as questões de pesquisa (Qp1) que norteiam esse trabalho são as seguintes:

Qp1: Como a teoria de fluxo ótimo pode guiar o uso da gamificação e fornecer suporte ao design instrucional em sistemas tutores inteligentes?

Qp1.1: Pode-se utilizar as recompensas e os desafios de modo a manter o aprendiz fortemente motivado, em estado de *Flow*?

3.1. Fundamentação teórica

3.1.1. Modelo para representar cenários colaborativos

O objetivo de aprendizagem é um conceito amplo que define os objetivos completos do método instrucional. Ele aponta qual o estado final que o aluno deverá atingir após o processo de ensino e aprendizagem e pode ser definido como a passagem do estágio atual de um aluno para um estágio desejado. Desse modo, esse é um dos conceitos mais importantes usados durante o design de qualquer atividade instrucional e normalmente apresenta uma conexão lógica entre as etapas que demonstra o desenvolvimento do aluno.

Assim, para auxiliar no design instrucional, diversos modelos que suportam as necessidades de aprendizado e representam os objetivos de aprendizagem e o processo de desenvolvimento em relação a esses objetivos são utilizados. Neste trabalho tomaremos o Modelo de Crescimento do Aprendiz (do inglês *Learner's Growth Model* – LGM) como referência. (Isotani et al., 2010; Isotani et al., 2009; Isotani & Mizoguchi, 2006).

3.1.2. Modelo LGM

De acordo com Rumelhart & Norman (1978) e Anderson (1981), embora existam diversos objetivos de aprendizagem, o processo de crescimento do aluno pode ser modelado em função da aquisição de conhecimento e do desenvolvimento de habilidades. Segundo Rumelhart & Norman a aquisição de conhecimento possui três estágios: acúmulo (*accretion*), ajuste (*tuning*) e reestruturação. Por sua vez, Anderson define os estágios do

desenvolvimento das habilidades como: rudimentar, explanatório, associativo e autônomo. A representação gráfica do desenvolvimento usando estes estágios é proposta por Isotani & Mizoguchi (2006) como mostra a Figura 1. Para facilitar a visualização os autores representaram cada estado como dois triângulos, sendo o superior direito referente ao estágio do conhecimento e o inferior esquerdo referente às habilidades. O modelo é composto por vinte estados e cada um deles pode ser simplificado como um valor $S(x,y)$. As flechas indicam as possíveis transições entre os estágios com base em Anderson (1981).

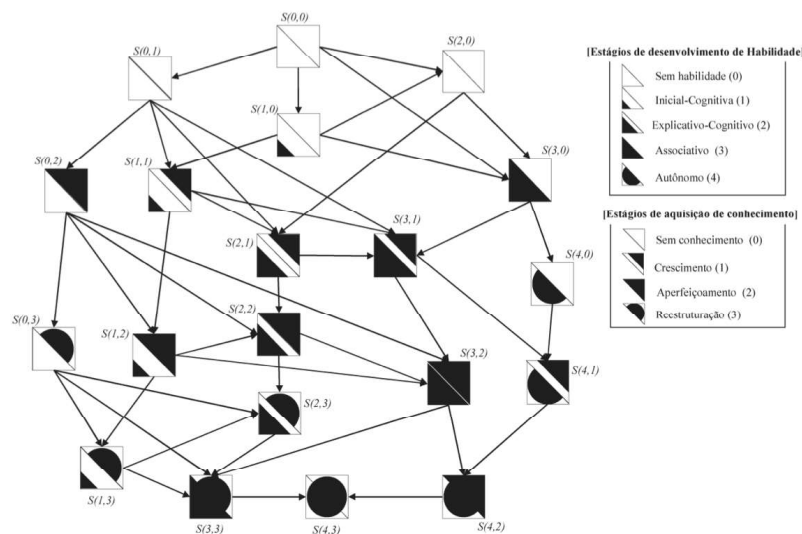


Figura 1: Modelo de crescimento do aprendiz (Isotani & Mizoguchi, 2006).

3.1.3. Teoria de Fluxo Ótimo

A teoria de Fluxo Ótimo, do inglês “*Flow*”, tem por objetivo manter as pessoas envolvidas em uma atividade. Segundo a teoria, a experiência é tão agradável que as pessoas realizam as atividades mesmo que elas tenham um grande custo (Csikszentmihalyi & Csikszentmihalyi, 1992). De acordo com Ghani & Deshpande (1994), existem duas características principais que regem o estado de fluxo, a primeira é a concentração sobre a atividade e a segunda é a apreciação derivada da realização da atividade. Nessa teoria, a apreciação é um estado afetivo entre ansiedade (*anxiety*), tédio (*boredom*) e o *flow*, enquanto a concentração é definida como o nível desafio (*challenge*) da atividade e o nível de habilidade (*skill*) do usuário para realizar a atividade. Assim, o canal de fluxo ótimo mostrado na Figura 2, ou estado afetivo *flow*, está situado entre os estados ansiedade ou tédio. Dessa maneira, uma sequência de atividades $A1 \rightarrow A2$ ou $A3 \rightarrow A4$, mostrada na Figura 2, define os diferentes estados de afetivos nos quais pode-se encontrar uma pessoa.

No trabalho de Lee *et al.* (2014), foi apresentado o resultado de um experimento utilizando três modelos inspirados na teoria de Csikszentmihalyi para a detecção automática dos estados de fluxo ótimo, tédio e frustração em um STI chamado Tempranillo, no domínio da álgebra linear. O experimento foi realizado com 78 estudantes e 55 deles permaneceram

até o final do estudo. Os modelos conseguiram identificar corretamente 86% das vezes em que os alunos apresentaram tédio, 64% das vezes em que os alunos se estavam no canal de fluxo e 91% das vezes em que os usuários estavam frustrados. Esse trabalho coloca em evidência como a detecção do fluxo ótimo pode colaborar com a personalização e à melhora da aprendizagem em STIs.

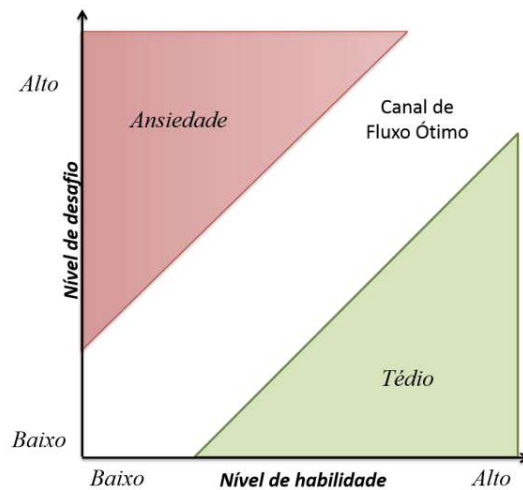


Figura 2: Teoria de fluxo ótimo (adaptado de Csikszentmihalyi, 1992).

4. Proposta: Um *framework* de suporte ao design instrucional em cenários gamificados de aprendizagem colaborativa

Empregando a teoria de fluxo ótimo no design instrucional de cenários de aprendizagem colaborativa, empregando o modelo LGM e a teoria de fluxo ótimo, o *framework* mostrado na Figura 4 é proposto para resolver a questão Qp1, “a teoria de fluxo ótimo pode guiar o uso de gamificação e fornecer suporte ao design instrucional em sistemas tutores inteligentes?”. O objetivo desse *framework* é determinar o estado motivacional de um estudante em um cenário de aprendizagem colaborativa e fornecer parâmetros para o módulo tutor tomar decisões considerando as regras estabelecidas para a gamificação do STI e o design instrucional. O *framework* consiste em:

- (1) identificar no modelo LGM os estágios inicial e final da estratégia de aprendizagem usada pelo estudante para atingir seu objetivo individual;
- (2) definir as escalas do modelo da teoria de fluxo ótimo empregando os estágios inicial, final e os possíveis estágios intermediários obtidos do modelo LGM; e
- (3) determinar o estado afetivo do estudante como a interseção entre: seu estado corrente de aquisição do conhecimento e desenvolvimento de habilidade e o estágio final de seu objetivo individual.

As seções 4.1 e 4.2 descrevem as aplicações propostas para o *framework* que respondem a questão Qp1.1.

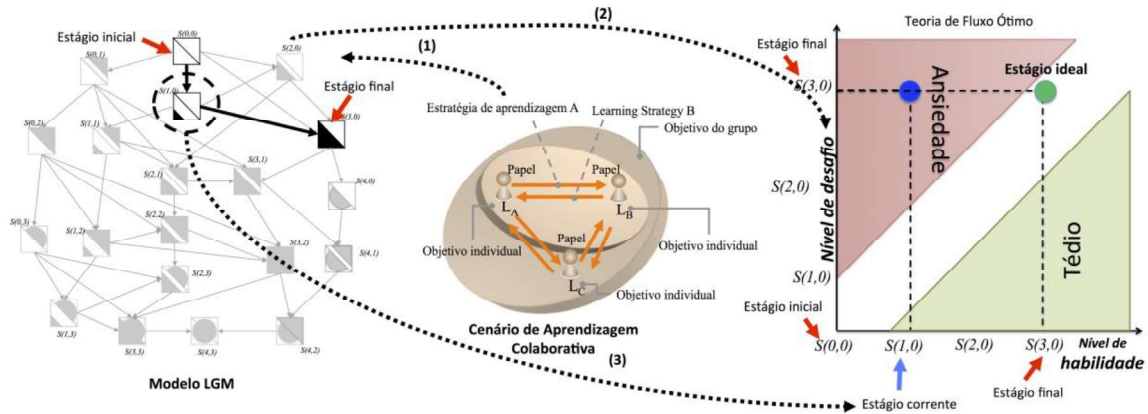


Figura 3: Framework baseado no modelo LGM e a teoria de fluxo ótimo para determinar o estado afetivo (ansioso ou tédio) de um estudante.

4.1. Balanceamento dinâmico do nível de dificuldade dos exercícios

Utilizando o framework para avaliar o estado do aluno após cada atividade realizada, o sistema pode rever os objetivos de aprendizagem e traçar objetivos secundários, fornecendo desafios adequados que o conduzam para o objetivo principal, mantendo-o dentro da linha de Fluxo Ótimo.

Assim, valendo-se dos conceitos do modelo LGM, sobre os possíveis caminhos para alcançar um determinado objetivo de aprendizagem é possível: tomando como base a posição $S(x,y)$ em que o aluno se encontra e o objetivo de aprendizagem $S(x',y')$ avaliar seu estado motivacional com base na teoria de Fluxo ótimo. Desse modo é possível prever os exercícios que serão fornecidos e adequar o nível do exercício de modo a manter o aluno motivado e garantir uma experiência significativa. A relação expressa acima é apresentada na Figura 4.

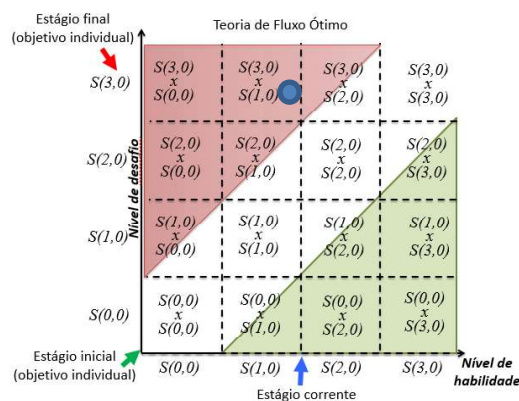


Figura 4: Espaço de Fluxo Ótimo cruzando estágio corrente do aluno X objetivo de aprendizagem (estágio final).

4.2. Determinando o valor das recompensas para cenários gamificados

Um cenário *gamificado* de aprendizagem colaborativa é um cenário de aprendizagem em que diferentes elementos do design de jogos são utilizados para tornar a experiência de aprendizagem mais agradável e significativa (Challco, 2014). Um dos elementos de design de jogos é o uso de mecânicas de jogos (por exemplo, tabelas de liderança, sistema de pontos, crachás) que tem por objetivo satisfazer necessidades psicológicas, como demonstrar domínio, autonomia, finalidade e relacionamento. Cada mecânica de jogo é associada a um conjunto de recompensas que são entregues durante e no fim da sessão. Por exemplo, o sistema de pontos pode ser associado a um valor de pontos máximo que pode ser obtido no final da sessão e um valor de pontos extra por cada intervenção acertada.

Na etapa de planejamento de um cenário de aprendizagem colaborativa, o projetista instrucional pode empregar o framework proposto para evitar a desistência de aluno ansiosos mediante o aumento do valor da recompensa máxima ou dificultar a obtenção de recompensas caso o esteja entediado. Nesse caso, é possível utilizar o framework para fornecer parâmetros para identificar o estado aluno de modo a quando a teoria de aprendizagem empregada definir um desafio que seja superior ao estágio do atual do estudante, a recompensa possa ser concedida com uma bonificação, motivando o aluno e reduzindo a ansiedade. Em contrapartida, ao identificar que os desafios estão inferiores as habilidades do aluno a dificuldade para obtenção de recompensas aumenta, gerando um novo desafio para o aluno. A relação descrita é apresentada na Figura 5.

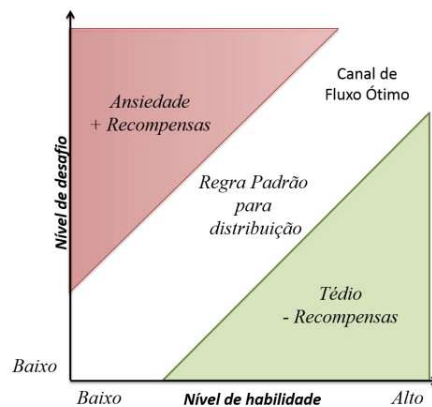


Figura 5: Relação de distribuição de recompensas no espaço de Fluxo Ótimo.

5. Considerações Finais

Neste trabalho, aplicamos a teoria de fluxo ótimo simplificada, que possibilita a identificação de dois estados de ânimo negativos (ansioso e tédio) e um estado positivo (*flow*) em conjunto com o LGM, um modelo que representa a aprendizagem do usuário com base na aquisição de conhecimento e desenvolvimento de habilidades. O framework proposto pode colaborar para solucionar dois problemas complexos da Gamificação, que são a

concessão de recompensas e o escalonamento da dificuldade dos desafios e colabora para dinamizar o design instrucional em sistemas tutores inteligentes.

Para trabalhos futuros pretendemos validar o framework em um STI e avaliar a possibilidade de inserir outros estados de ânimo propostos por Csikszentmihalyi.

6. Referências

- Anderson, J. R. (1981). *Cognitive Skills and Their Acquisition*. Psychology Press.
- Andrade, F. R. H., Pedro, L. Z., Lopes, A. M. Z., Bittencourt, I. I., & Isotani, S. (2013). Desafio do Uso de Gamificação em Sistemas Tutores Inteligentes Baseados em Web Semântica. In *XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação* (Vol. 1, pp. 1453 – 1462). Maceió.
- Baker, R. S., Corbett, A. T., Koedinger, K. R., & Wagner, A. Z. (2004). Off-task behavior in the cognitive tutor classroom. In *Proceedings of the 2004 conference on Human factors in computing systems - CHI '04* (pp. 383–390). New York, USA: ACM Press.
- Baker, R. S. J. d., D’Mello, S. K., Rodrigo, M. M. T., & Graesser, A. C. (2010). Better to be frustrated than bored: The incidence, persistence, and impact of learners’ cognitive–affective states during interactions with three different computer-based learning environments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(4), 223–241.
- Baker, R., Walonoski, J., Heffernan, N., Roll, I., Corbett, A., & Koedinger, K. (2008). Why Students Engage in “Gaming the System” Behavior in Interactive Learning Environments. *Journal of Interactive Learning Research*, 19(2), 185–224.
- Csikszentmihalyi, M., & Csikszentmihalyi, I. S. (1992). *Optimal Experience: Psychological Studies of Flow in Consciousness*. Cambridge University Press.
- de-Marcos, L., Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., & Pagés, C. (2014). An empirical study comparing gamification and social networking on e-learning. *Computers & Education*, 75, 82–91.
- Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., De-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., & Martínez-Herráiz, J.-J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & Education*, 63, 380–392.
- Gagne, R. M., Wager, W. W., Golas, K., & Keller, J. M. (2004). *Principles of Instructional Design* (5 edition.). Belmont, CA: Cengage Learning.
- Ghani, J. A., & Deshpande, S. P. (1994). Task Characteristics and the Experience of Optimal Flow in Human—Computer Interaction. *The Journal of Psychology*, 128(4), 381–391.
- Isotani, S., Mizoguchi, R., Capeli, O. M., Isotani, N., De Albuquerque, A. R. P. L., Bittencourt, I. I., & Jaques, P. (2013). A Semantic Web-based authoring tool to facilitate the planning of collaborative learning scenarios compliant with learning theories. *Computers and Education*, 63, 267–284.

- Isotani, S. S., Mizoguchi, R., Capeli, O. M., Isotani, N., & de Albuquerque, A. R. P. L. (2010). An Authoring Tool to Support the Design and Use of Theory-Based Collaborative Learning Activities. In V. Aleven, J. Kay, & J. Mostow (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems (2)* (Vol. 6095, pp. 92–102). Springer.
- Isotani, S., Inaba, A., Ikeda, M., & Mizoguchi, R. (2009). An ontology engineering approach to the realization of theory-driven group formation. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 4(4), 445–478.
- Isotani, S., & Mizoguchi, R. (2006). An integrated framework for fine-grained analysis and design of group learning activities. *FRONTIERS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND APPLICATIONS*, 151, 193.
- Jaques, P. A., Nunes, M. A. S. N., Isotani, S., & Bittencourt, I. (2012). Computação Afetiva aplicada à Educação: Dotando Sistemas Tutores Inteligentes de Habilidades Sociais. In *Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação* (pp. 50–59). Retrieved from <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/desafie!/2012/004.pdf>
- Kobbe, L., Weinberger, A., Dillenbourg, P., Harrer, A., Hämäläinen, R., Häkkinen, P., & Fischer, F. (2007). Specifying computer-supported collaboration scripts. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2(2-3), 211–224.
- Landers, R. N., & Callan, R. C. (2011). Casual Social Games as Serious Games: The Psychology of Gamification in Undergraduate Education and Employee Training. In M. Ma, A. Oikonomou, & L. C. Jain (Eds.), *Serious Games and Edutainment Applications* (pp. 399–423). London: Springer London. doi:10.1007/978-1-4471-2161-9
- Lee, P.-M., Jheng, S.-Y., & Hsiao, T.-C. (2014). Towards Automatically Detecting Whether Student Is in Flow. In S. Trausan-Matu, K. E. Boyer, M. Crosby, & K. Panourgia (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems* (pp. 11–18). Springer
- Nejdl, W., Wolf, B., Qu, C., Decker, S., Sintek, M., Naeve, A., ... Risch, T. (2002). EDUTELLA: A P2P networking infrastructure based on RDF. In *Proceedings of the 11th International Conference on World Wide Web, WWW '02* (pp. 604–615).
- Rumelhart, D. E., & Norman, D. . (1978). *Accretion, Tuning, and Restructuring: Modes of Learning. Semantic factors in cognition* (pp. 37–53). LEA.
- Vanlehn, K. (2006). The Behavior of Tutoring Systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 16(3), 227–265.
- Vanlehn, K., Burleson, W., Echeagaray, M.-E. C., Christopherson, R., SANCHEZ, J. G., HASTINGS, J., ... ZHANG, L. (2011). The Affective Meta-Tutoring Project: How to motivate students to use effective meta-cognitive strategies. In *19th International Conference on Computers in Education, Chiang Mai, Thailand* (pp. 1–3).