

Computação Desplugada no Ensino de Bancos de Dados na Educação Superior

Adriana Z. Martinhago¹, Rodrigo Smarzarro¹,
Iasmini Lima¹, Leidiane Guimarães¹

¹Campus de Rio Paranaíba – Universidade Federal de Viçosa (UFV)
Caixa Postal 22 – 38.810-000 – Rio Paranaíba – MG – Brasil

{adriana.martinhago, smarzarro, iasmini.lima, leidiiane.patricia}@ufv.br

Abstract. *This paper describes the results and experiences of a teaching project using concepts of Computer Science Unplugged methods on a undergraduate database class. Four unplugged activities were developed and two database class were used in a quasi-experimental study in which we analyse differences in learning and satisfaction of the students between the two classes. One class used the unplugged activities and the other used traditional teaching methods. Results indicates that the learning process was not significantly affected but the satisfaction level of the students was higher on the class exposed to the unplugged activities.*

Resumo. *Este trabalho descreve as experiências e resultados de um projeto de ensino em andamento desenvolvido para a disciplina de banco de dados, em nível de graduação, aplicando atividades em sala de aula segundo os métodos da computação desplugada. Foram desenvolvidas quatro atividades e utilizadas duas turmas em um estudo quasi-experimental para avaliar diferenças nos níveis de aprendizagem e satisfação com o método. A experiência ocorreu durante o segundo semestre letivo de 2013. Os resultados indicam que o método não teve impacto significativo na aprendizagem dos conceitos, mas teve diferença positiva e significativa em relação à satisfação dos alunos.*

1. Introdução

Os cursos de computação e exatas em geral necessitam que os alunos desenvolvam boa capacidade de abstração e raciocínio lógico. Entretanto uma boa parcela possui dificuldade em entender a teoria e aplicá-la em sala de aula na resolução de problemas. Para procurar amenizar essa situação diferentes abordagens de métodos de ensino tem sido utilizadas tendo como destaque o Aprendizado Baseado em Projetos (PBL — *Problem Based Learning*) [Tsai and Chiang 2013, Tambouris et al. 2012, Wiznia et al. 2012, Domínguez and Jaime 2010, Du and Graaff 2009, Kolmos et al. 2009, Gwee 2008]. A aplicação de PBL é um instrumento importante como forma para motivar e fazer com que os alunos apliquem a teoria na resolução de problemas, embora tenha que se tomar cuidado com alguns fatores críticos de sucesso [Pucher and Lehner 2011]. Mesmo com a utilização da PBL, a questão do momento de apresentação da teoria aos estudantes continua sendo um ponto crucial para o processo ensino-aprendizagem. Se houver falha nesse momento, a utilização de quaisquer outro método ativo de aprendizado encontrará grande dificuldade de sucesso.

Uma proposta para amenizar o problema de entendimento de conceitos de ciência da computação pelos alunos foi proposta por Timoth Bell em 1998 [Bell et al. 2011] chamada de Computação Desplugada (*Computer Science Unplugged*). Foi criado como uma forma de colocar estudantes do ensino fundamental e médio em contato com os conceitos da ciência da computação de forma lúdica e sem requerer a utilização direta do computador. Um dos objetivos nesse conceito é desmistificar a ciência da computação para aumentar o interesse dos estudantes mostrando como ela é aplicada na resolução de diferentes tipos de problemas. Com isso espera-se que os estudantes possam se interessar pela área e deixem de ver o cientista da computação como alguém sentado e programando no computador o dia inteiro [Carter 2006]. Uma das vantagens nas atividades propostas pela Computação Desplugada é tornar concreto vários conceitos abstratos da ciência da computação, tais como números binários, algoritmos, compressão de dados e bancos de dados.

A apresentação de conceitos de forma mais atrativa sem o uso direto do computador abre a possibilidade de se aplicar esse método diretamente em sala de aula e adaptá-lo ao ensino superior. Este trabalho tem como objetivo relatar uma experiência de utilização dos conceitos da Computação Desplugada no ensino de Bancos de Dados em um curso de Sistemas de Informação. Foram desenvolvidas atividades *desplugadas* para alguns conceitos chave da disciplina e analisados os resultados de sua aplicação na compreensão e motivação dos estudantes.

Na seção 2 são descritos alguns trabalhos relacionados utilizando a Computação Desplugada como um método de ensino. A Seção 3 descreve de que forma foram desenvolvidas as atividades e sua aplicação na disciplina de Banco de Dados. A Seção 4 mostra e discute os resultados preliminares da aplicação do método. A Seção 5 apresenta as conclusões.

2. Trabalhos Relacionados

O método de Computação Desplugada foi criado tendo como público alvo os estudantes de ensino básico e médio. Possui três objetivos específicos: mudar a visão dos estudantes em relação à natureza da ciência da computação; Incentivar a ciência da computação como carreira também para as mulheres; e mudar a visão dos estudantes em relação aos trabalhos que são feitos na ciência da computação [Taub et al. 2012]. Embora tenha o público alvo e objetivos voltados para estudantes de ensino básico e médio, nossa proposta é utilizar os conceitos das atividades desenvolvidas no projeto e adaptá-las ao uso no ensino superior para que os estudantes possam entender conceitos chaves da computação (em especial em Bancos de Dados) sem o foco no computador, mas sim nos conceitos.

Até nosso conhecimento não há experiências de relatos do uso específico da Computação Desplugada em educação superior, entretanto há vários exemplos de sua utilização em ensino fundamental e médio.

[Cutts et al. 2007] desenvolveram um projeto chamado *Computer Science Inside* que utiliza *workshops* baseados nos conceitos da Computação Desplugada para mostrar conceitos da ciência da computação e despertar interesse dos alunos a se dedicarem a área.

[Curzon and McOwan 2008] apresentam uma proposta de se utilizar truques de mágica relacionados aos conceitos de ciência da computação. Em seu trabalho são des-

critas várias atividades que podem ser ministradas para um público que varia de 11–17 anos para mostrar conceitos de algoritmos, métodos formais, números binários, estruturas de dados, entre outros.

[Mano et al. 2010] aplicaram a Computação Desplugada em turmas do ensino fundamental (*middle school*) e concluíram que houve um aumento no interesse dos estudantes pela computação, enquanto [Feaster et al. 2011] aplicou em turmas do ensino médio e não verificou melhoria no interesse ou compreensão dos alunos pela computação.

[Taub et al. 2012] mostra em seu estudo que a utilização do método de Computação Desplugada auxilia os alunos a compreender do que se trata a ciência da computação, mas não é suficiente para tirar a visão do computador como sua essência, ou seja, continuam vendo o computador como indispensável e não como ferramenta.

3. Métodos

3.1. Contexto

A disciplina de Banco de Dados utilizada no trabalho faz parte do quarto período do curso de Sistemas de Informação na Universidade Federal de Viçosa - *Campus* de Rio Paranaíba e é oferecida em duas turmas contemplando os turnos integral e noturno do curso. Possui quatro créditos teóricos totalizando 60 horas/aula de atividades em sala de aula.

A disciplina tem como objetivo capacitar os alunos na modelagem conceitual e física de bancos de dados. Dentre os tópicos abordados estão conceitos básicos dos Sistemas de Gerência de Banco de Dados (SGBD), modelo entidade-relacionamento, modelo relacional, álgebra e cálculo relacional, normalização, linguagem SQL, modelo orientado a objetos e aspectos de integridade, segurança e privacidade dos dados.

O método didático principal adotado são aulas expositivas e dialogadas com uso de projetor. São também utilizadas listas de exercícios cobrindo os principais tópicos e desenvolvimento de um projeto de modelagem de dados que passa pelo levantamento de requisitos a partir da descrição do problema até o projeto físico do banco de dados. Estes métodos serão chamados de métodos tradicionais de ensino no restante deste trabalho.

3.2. Procedimentos

O projeto foi organizado na forma de um estudo quasi-experimental com pós teste na disciplina de banco de dados em um curso de Sistemas de Informação. A turma integral da disciplina foi usada como grupo de controle e na turma noturna foram apresentadas atividades utilizando o conceito de computação desplugada na apresentação de determinados conceitos da disciplina. Serão usados os termos Grupo de Controle (GC) e Grupo Desplugado (GD) para identificar a turma integral e a turma noturna, respectivamente.

O período avaliado foi o semestre letivo de 2013-2. O Grupo de Controle foi composto por 27 (37%) alunos e o Grupo Desplugado por 46 (63%) alunos totalizando 73 alunos. Ambas as turmas tiveram o mesmo professor e utilizaram o mesmo material didático, com exceção das atividades propostas por este projeto aplicadas no Grupo Desplugado.

O método da computação desplugada, aplicado no Grupo Desplugado, visa ensinar conceitos da computação de forma lúdica, sem o uso de computadores e sem muitos

detalhes técnicos. Segundo [Vieira and Odette Passos 2013] a técnica pode ser aplicada para pessoas de todas as idades, desde o ensino fundamental até o ensino superior, com diferentes conhecimentos e experiências.

Esta técnica é composta por diversas atividades, cada uma voltada para o ensino de um conteúdo da computação, como por exemplo: números binários, algoritmos de busca, redes de ordenação, representação de imagens, compreensão de texto, entre outros. No livro [Bell et al. 2011], os autores apresentam algumas atividades com as matérias correlacionadas, as habilidades que serão tratadas, os materiais que serão utilizados, instruções para o desenvolvimento e discussão do conceito relacionado.

Para este trabalho foram selecionados os conceitos de bancos de dados, abstração de dados, modelo relacional e consultas SQL para criação de atividades desplugadas. A escolha desses tópicos se deu pelo espaçamento de tempo entre elas no planejamento da disciplina, que permitiria a organização e aplicação de cada atividade em sala de aula, e a familiaridade maior desses tópicos por parte das alunas de graduação envolvidas no projeto.

A estrutura de cada atividade é composta por: resumo geral, conceitos abordados, objetivo, material utilizado, descrição da atividade e discussão. No *resumo geral* a atividade é resumida em um parágrafo explicando o que deve ser passado aos alunos. Nos *conceitos abordados* são listados quais conceitos da disciplina são trabalhados na atividade. No *objetivo* é descrito o objetivo geral de aprendizagem. O *material utilizado* lista todos os materiais necessários para a realização da atividade. A *descrição da atividade* contém os passos necessários para a realização e condução da atividade. Na *discussão* são feitos apontamentos sobre os conceitos trabalhados na atividade e a melhor forma de abordagem desses assuntos.

As avaliações das atividades foram feitas por meio de questionários com perguntas relacionadas aos conceitos passados em aula nas duas turmas para avaliar o nível de aprendizado e aceitação das metodologias (tradicional e desplugada). O questionário procurava identificar o impacto do método desplugado na aprendizagem dos conceitos e a motivação dos alunos na aula com uma abordagem não tradicional. Em cada questionário foram aplicadas três questões fechadas sobre os conceitos da disciplina envolvidos e uma outra pergunta para avaliação do método de ensino utilizando uma escala Likert [Likert 1932] em cinco pontos. Tanto no Grupo de Controle quanto no Grupo Desplugado os questionários foram aplicados na aula imediatamente após a apresentação dos conceitos.

Os dados coletados foram armazenados em uma planilha utilizando o Microsoft Excel 2007 e importados para análise no R Studio¹ (v0.98.501) utilizando o pacote `xlsx` [Dragulescu 2013] e a análise estatística foi feita com a versão 3.0.3 da Linguagem R [R Core Team 2014].

Para cada questionário foram computados os acertos das três questões conceituais e calculada a média e desvio padrão para cada grupo. Também foram tabuladas as respostas da questão de avaliação do método de ensino utilizando-se valores de 1 a 5 para os níveis na escala Likert variando de *Ruim* ao *Excelente*. Foi aplicado o teste *t-Student* para grupos independentes na comparação das médias dos resultados das questões conceituais

¹<https://www.rstudio.com/>

e da avaliação do método entre os dois grupos.

4. Resultados

Foi produzido material didático para quatro atividades desplugadas para o ensino dos conceitos de bancos de dados, abstração de dados, modelo relacional e consultas SQL.

A primeira atividade desenvolvida foi chamada Banco de Dados Humano, nesta aula foram abordados os conceitos iniciais da disciplina como: dado, informação, conhecimento, banco de dados e sistema gerenciador de banco de dados. A atividade foi apresentada aos alunos do Grupo Desplugado no dia 08/10/2013 com uma duração de aproximadamente 40 minutos. A Figura 1 apresenta uma descrição simplificada da atividade.

Resumo Geral

Usar a ideia de um banco de dados humano para ensinar de maneira diferente os conceitos básicos da disciplina. Para isso a sala de aula foi usada como um grande banco, enquanto os alunos foram os dados (registros) contidos nele com as suas características. Foi passado para os alunos um questionário de características, esse questionário foi usado em um jogo chamado “Adivinha quem é”, onde o professor escolheu um questionário e os alunos deveriam através de perguntas (que só poderiam ser respondidas por sim ou não pelo professor) adivinhar o aluno escolhido. Com esta dinâmica ficou fácil do professor contextualizar a diferença entre dado, informação e conhecimento. Uma outra dinâmica feita nessa atividade foi a entrega de todos os questionários para um único aluno e fazer um simples pergunta, por exemplo: Eu quero o nome de todos os alunos da disciplina que gostam da linguagem java, usam óculos e entraram no ano de 2012. Com essa dinâmica ficou fácil explicar a importância de se usar um sistema gerenciador de banco de dados.

Conceitos

Banco de Dados; Dado; Informação; Conhecimento; Sistemas de Banco de Dados; e Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD)

Materiais

Quadro; Um papel A4 com o texto “Banco” e um com o texto “Dados”; Questionário

Figura 1. Descrição simplificada da Atividade 1 - Banco de Dados Humano

A segunda atividade foi sobre abstração de dados e modelo entidade relacionamento (MER). Esta atividade foi chamada Abstração de Dados, pois seu objetivo foi exercitar a abstração para o desenvolvimento do diagrama MER. Foi apresentada aos alunos do Grupo Desplugado no dia 18/10/2013 e teve duração de aproximadamente 80 minutos. O professor tem um papel bastante ativo na atividade para estimular os alunos a coletar informações a partir da imagem para criar o MER. Houve grande aceitação e participação dos alunos embora os resultados sobre a satisfação do método (Tabela 2) para o Grupo Desplugado (3,97) não tenha sido muito superior ao Grupo de Controle (3,86). A Figura 2 apresenta uma descrição simplificada da atividade, os conceitos abordados e o material utilizado.

A terceira atividade, chamada banco de dados com cartões abordou o modelo relacional e foi apresentada aos alunos do Grupo Desplugado no dia 08/11/2013. Esta atividade durou aproximadamente 40 minutos e teve a participação de um auxiliar ao professor (realizada por meio de uma aluna de graduação bolsista do projeto) na distribuição dos cartões e barbantes e na condução do restante da atividade. A Figura 3 apresenta uma descrição simplificada de como a atividade foi realizada, os conceitos abordados e o material utilizado.

Resumo Geral

Nesta atividade foram passados aos alunos os conceitos de Abstração de Dados e Modelo Entidade Relacionamento (MER) através do uso de imagens. Ao mostrar uma imagem para os alunos o professor consegue explicar o termo abstração de dados e ao mesmo tempo construir um modelo entidade relacionamento dessa imagem. Ao construir o modelo junto com os alunos o professor conseguiu explicar todos os conceitos relacionados à atributo, entidade e relacionamento. Nesta atividade foi utilizada uma imagem de um estádio de futebol. A dinâmica dessa atividade está na total participação dos alunos na construção do modelo durante a aula.

Conceitos

Abstração; Atributo; Entidade; Relacionamento; Diagrama Entidade Relacionamento.

Materiais

Quadro; Imagens impressas em folha A3 (ou maior)

Figura 2. Descrição simplificada da Atividade 2 – Abstração de Dados

Resumo Geral

Foram passados aos alunos os conceitos sobre o Modelo Relacional através do uso de cartões para representar os dados e barbantes para representar o relacionamento entre tabelas. Ao dividir a sala em dois grupos, o professor consegue simular duas tabelas (que no modelo relacional, chamamos de relação), onde cada aluno representa um dado diferente e a sala de aula representa o banco de dados. A sala representou o banco de dados e as cadeiras foram posicionadas de forma a representar as tuplas e os atributos das relações. Para explicar as operações EXCLUIR, ALTERAR e INSERIR que podem ser feitas no banco de dados, o professor simulou estas com os alunos, sempre utilizando novos cartões.

Conceitos

Relação; Tuplas; Atributo; Domínio; Chave Primária; Chave Estrangeira; Restrições (domínio, chave, integridade de entidade e integridade referencial); e operações (inserir, excluir, alterar e selecionar).

Materiais

Quadro; duas cartolinas; cartões coloridos; barbante;

Figura 3. Descrição simplificada da Atividade 3 – Banco de Dados com Cartões

A quarta e última atividade desenvolvida foi o Jogo Detetive que abordou o conceito de consultas da linguagem SQL. Para a realização desta atividade foi criada uma notícia fictícia de um crime no qual os suspeitos eram os próprios alunos. Foram utilizadas as características dos alunos levantadas na Atividade 1 por meio de questionário para a criação do “banco de dados humano”. A atividade foi apresentada no dia 21/01/2014 e teve duração de aproximadamente 70 minutos. O intervalo grande de tempo entre a apresentação das atividades 3 e 4 ocorreu pelo fato dos conceitos abordados como normalização, álgebra e cálculo relacional não tiveram atividades desenvolvidas, e o período de recesso da universidade em decorrência do período de greve de 2012. A Figura 4 apresenta uma descrição simplificada de como a atividade foi realizada, os conceitos abordados o material utilizado.

Os conceitos envolvidos em cada atividade realizada no Grupo Desplugado foram apresentados no Grupo de Controle nos mesmos dias utilizando a abordagem tradicional de ensino (*datashow* e quadro negro).

A Tabela 1 apresenta os resultados das questões conceituais dos questionários aplicados para os dois grupos após cada atividade. O Grupo Desplugado saiu-se um pouco melhor na Atividade 1 e na Atividade 3, enquanto o Grupo de Controle foi melhor na Atividade 2. Entretanto a diferença geral nos resultados dos dois grupos não foi significativa, apresentando um valor $t = -0.8901$ e um valor $p = 0.375 (> 0.05)$ o que não permitiu

Resumo Geral

Nesta atividade o professor apresentou uma notícia fictícia de um crime que aconteceu no dia anterior à aula no município. Na notícia através de pistas a polícia liga o crime aos alunos da disciplina de Banco de Dados e mandam para o professor uma foto com várias pistas (relacionadas as características dos alunos) para encontrar o criminoso. Durante toda a atividade o professor utilizou comandos SELECT para pesquisar entre os alunos de banco de dados aqueles que estavam de acordo com alguma pista da foto. As pistas foram criadas de acordo com o questionário passado na Atividade 1 e de forma que abordasse diversas consultas diferentes.

Conceitos

Linguagem SQL: Comando SELECT.

Materiais

Imagens representando uma cena do crime; Imagens com as pistas na cena do crime de acordo com as características dos alunos; Banco de Dados com as características dos alunos; Quadro

Figura 4. Descrição simplificada da Atividade 4 - Jogo Detetive

negar a hipótese nula considerando as médias iguais.

Tabela 1. Resultados das questões conceituais por atividade e grupo. A diferença no resultado entre os dois grupos não apresentou diferença significativa ($p\text{-value} > 0.05$)

	<i>Atividade 1</i>		<i>Atividade 2</i>		<i>Atividade 3</i>	
	<i>GC (%)</i> (<i>N=20</i>)	<i>GD (%)</i> (<i>N=37</i>)	<i>GC (%)</i> (<i>N=22</i>)	<i>GD (%)</i> (<i>N=39</i>)	<i>GC (%)</i> (<i>N=14</i>)	<i>GD (%)</i> (<i>N=29</i>)
<i>Questão 1</i>	55,0	78,4	59,1	60,5	28,6	10,3
<i>Questão 2</i>	85,0	83,8	68,2	55,3	21,4	41,4
<i>Questão 3</i>	70,0	86,5	36,4	39,5	50,0	65,5
<i>Média</i>	70,6	82,9	54,6	51,8	33,3	39,1

Testes Estatísticos: $t = -0.8901$; $p\text{-value} = 0.375$

A Tabela 2 apresenta os resultados das questão de satisfação em relação ao método de ensino adotado em aula. Foi computada a média quantificando as respostas usando a escala Likert de um até cinco. O Grupo Desplugado apresentou resultados de satisfação maior em todas as atividades avaliadas. A diferença na avaliação pode ser considerada significativa com valor $t = -2.4396$ e um valor $p = 0.01622 (< 0.05)$.

Embora a atividade 4 (Jogo Detetive) tenha sido desenvolvida e aplicada em sala de aula não houve coleta dos dados por meio de questionário, motivo pelo qual os dados estão ausentes nas Tabelas 1 e 2.

5. Conclusões e Trabalhos Futuros

A aceitação das atividades foi positiva e os alunos se mostraram muito interessados e participativos. Percebeu-se que eles ficaram mais atentos, sem conversas paralelas ou algo que atrapalhasse o desenvolvimento da aula. A percepção em sala de aula é comprovada com os resultados de satisfação com o método que apresentaram diferenças significativas em relação à abordagem tradicional de ensino.

O projeto ainda está em andamento e as etapas previstas incluem o desenvolvimento de novas atividades desplugadas abordando outros conceitos da disciplina de banco

Tabela 2. Distribuição percentual das respostas fornecidas pelos alunos sobre a avaliação da metodologia. A média foi calculada considerando a escala Likert de Ruim = 1 até Excelente = 5. Dados com valor zero estão exibidos com “-”.

	Atividade 1		Atividade 2		Atividade 3	
	GC (%) (N=20)	GD (%) (N=37)	GC (%) (N=22)	GD (%) (N=39)	GC (%) (N=14)	GD (%) (N=29)
<i>Ruim (1)</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Regular (2)</i>	5,00	8,11	-	2,63	7,14	10,34
<i>Boa (3)</i>	50,00	10,81	31,82	23,68	57,14	10,34
<i>Muito Boa (4)</i>	20,00	45,95	50,00	47,37	21,43	48,28
<i>Excelente (5)</i>	25,00	35,14	18,18	26,32	14,29	31,03
<i>Média</i>	3,65	4,08	3,86	3,97	3,43	4,00

Testes Estatísticos: $t = -2.4396$; $p\text{-value} = 0.01622$

de dados, análise do impacto da aplicação do método na taxa de aprovação da disciplina e investigação de diferenças na satisfação do método entre homens e mulheres.

6. Reconhecimento

Este projeto foi financiado parcialmente pelo Programa Institucional de Bolsas de Apoio à Projetos de Ensino (PIBEN) da Universidade Federal de Viçosa.

Referências

- Bell, T., Witten, I. H., and Fellows, M. (2011). *Computer Science Unplugged: Ensinando Ciência da Computação sem uso do computador*. Tradução por Luciano Porto Barreto. Disponível em <http://csunplugged.org>.
- Carter, L. (2006). Why students with an apparent aptitude for computer science don't choose to major in computer science. *Proceedings of the 37th SIGCSE technical symposium on Computer science education - SIGCSE '06*, pages 27–31.
- Curzon, P. and McOwan, P. W. (2008). Engaging with computer science through magic shows. *ACM SIGCSE Bulletin*, 40(3):179.
- Cutts, Q. I., Brown, M. I., Kemp, L., and Matheson, C. (2007). Enthusing and informing potential computer science students and their teachers. *ACM SIGCSE Bulletin*, 39(3):196.
- Domínguez, C. and Jaime, A. (2010). Database design learning: A project-based approach organized through a course management system. *Computers & Education*, 55(3):1312–1320.
- Dragulescu, A. A. (2013). *xlsx: Read, write, format Excel 2007 and Excel 97, 2000, XP, 2003 files*. R package version 0.5.5.
- Du, X. and Graaff, E. D. (2009). *PBL Practice in Engineering Education*, volume 4.
- Feaster, Y., Segars, L., Wahba, S., and Hllstrom, J. (2011). Teaching cs unplugged in the high school (with limited success). In *Proceedings of the 16th Annual Joint Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE'11)*, pages 248–252.

- Gwee, M. C.-E. (2008). Globalization of problem-based learning (PBL): cross-cultural implications. *The Kaohsiung journal of medical sciences*, 24:S14–S22.
- Kolmos, A., de Graaff, E., and Du, X. (2009). Diversity of PBL– PBL Learning Principles and Models. In *PBL Practice in Engineering Education*, pages 9–21.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, (140):1–55.
- Mano, C., Allan, V., and Cooley, D. (2010). Effective in-class activities for middle school outreach programs. In *Proceedings of the Frontiers in Education Conference (FIE'10)*.
- Pucher, R. and Lehner, M. (2011). Project based learning in computer science — a review of more than 500 projects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 29:1561–1566.
- R Core Team (2014). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Tambouris, E., Panopoulou, E., Tarabanis, K., Ryberg, T., Buus, L., Peristeras, V., Lee, D., and Porwol, L. (2012). Enabling Problem Based Learning through Web 2 . 0 Technologies : PBL 2 . 0. *Educational Technology & Society*, 15:238–251.
- Taub, R., Armoni, M., and Ben-Ari, M. (2012). Cs unplugged and middle-school students' views, attitudes, and intentions regarding cs. *ACM Transactions on Computing Education*, 12(2):1–29.
- Tsai, C. W. and Chiang, Y. C. (2013). Research trends in problem based learning (PBL) research in e learning and online education environments: A review of publications in SSCI Indexed journals from 2004 to 2012. *British Journal of Educational Technology*, 44:E185–E190.
- Vieira, A. and Odette Passos, R. B. (2013). Um relato de experiência do uso da técnica computação desplugada. In *XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira da Computação*, pages 671–680.
- Wiznia, D., Korom, R., Marzuk, P., Safdieh, J., and Grafstein, B. (2012). PBL 2.0: enhancing problem-based learning through increased student participation.