

O papel do hábito de estudo no desempenho do aluno de programação

Eliane Cristina de Araujo, Matheus Gaudencio, Andrey Menezes,
Iury Ferreira, Iara Ribeiro, Alberto Fagner, Lesandro Ponciano,
Fábio Morais, Dalton S. Guerrero, Jorge A. Figueiredo

¹Universidade Federal de Campina Grande
Departamento de Sistemas e Computação
Av. Aprígio Veloso, s/n, Bloco CN, Bodocongó
58.429-900, Campina Grande, PB

eliane@dsc.ufcg.edu.br, matheusgr@copin.ufcg.edu.br,
{andrey.menezes, iury.ferreira, iara.ribeiro}@ccc.ufcg.edu.br,
alberto.barros@ccc.ufcg.edu.br, {lesandrop, fabio}@lsd.ufcg.edu.br,
dalton@dsc.ufcg.edu.br, abrantest@dsc.ufcg.edu.br

Abstract. *Solving problems is an essential task in an introductory programming course. The way students organize their time and are dedicated to that activity characterizes her study habits. In this paper we evaluate the role of study habits on student performance. Therefore, we measured and compared the total time of study, the number of study sessions, numbers of studying days and the number of solved exercises with the student's final grade in the course. Our results indicate that the greatest predictor of success in our course is the amount of solved exercises. We also observed that the distribution of study time in daily sessions may offer for better student performance than to concentrate their studies in a few days.*

Resumo. *A resolução de exercícios é fundamental para o aprendizado de programação. A forma como os estudantes organizam seu tempo e dedicam-se a esta atividade caracteriza o seu hábito de estudo. Neste trabalho avaliamos o papel do hábito de estudo no desempenho dos estudantes. Para tanto, medimos e confrontamos o tempo total de estudo, o número de sessões de estudo, números de dias trabalhados e a quantidade de exercícios resolvidos com a nota final do estudante. Nossos resultados apontam que o maior indicador de sucesso na disciplina é a quantidade de exercícios resolvidos. Constatamos ainda que a distribuição do tempo de estudo em sessões diárias pode levar a um melhor desempenho do que concentrar os estudos em poucos dias.*

1. Introdução

No aprendizado de programação é essencial que os alunos direcionem o seu estudo à codificação e à resolução de exercícios. Nos cursos de introdução à programação, os exercícios costumam propor a construção de pequenos programas com uma funcionalidade

bem definida. Ao identificar quando cada solução é submetida para correção, é possível identificar o hábito de estudo referente às atividades práticas de programação de um aluno.

Existem diferentes estratégias de estudo para uma disciplina que podem, ou não, levar ao sucesso. Como exemplo, há alunos que concentram seus estudos antes das provas, outros que dividem esse tempo ao longo dos dias. Há também estudantes que tendem a fazer longas sessões contínuas de estudo, enquanto outros quebram este esforço em várias pequenas sessões de estudo.

Neste trabalho, examinamos os hábitos de estudo dos alunos através da análise de diferentes métricas obtidas a partir do registro de submissões de exercícios. Para cada aluno medimos: i) o tempo total de estudo; ii) a quantidade de exercícios resolvidos com sucesso; iii) o número de sessões de estudo realizadas no semestre; iv) o número de dias em que há pelo menos uma sessão de estudo, e; v) a duração típica das sessões de estudo. Estas métricas foram avaliadas juntamente com a nota final do aluno que representa o sucesso na disciplina. Avaliamos 100 alunos ingressantes no curso de graduação em ciência da computação da UFCG no semestre 2011.2, na disciplina de introdução à programação, onde é adotada a linguagem de programação Python.

Os resultados obtidos mostram que a realização de exercícios é o fator mais importante para explicar o sucesso do aluno na disciplina de Introdução à Programação. Concluimos também que, apesar de ser natural pensar que quanto mais tempo dedicado à disciplina melhor o resultado na mesma, isto não foi verdade. Os dados apontam o estudo diário como o segundo maior fator responsável pelo sucesso do aluno na disciplina. Desta forma o estudo diário, costumeiramente recomendado pelos professores, pode ser respaldado pelos dados desta avaliação experimental. Ou seja, o hábito do estudo diário pode representar papel fundamental no desempenho do estudante iniciante em programação.

Nós discutimos os trabalhos relacionados na Seção 2, para então apresentar a metodologia aplicada para a realização deste estudo na Seção 3. Na Seção 4 nós fazemos uma análise dos dados encontrados e finalizamos o artigo com nossas conclusões e direções para trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

Em seu trabalho sobre a construção de um ambiente para ensino de programação, Moreira e Favero [Moreira e Favero 2008] discutem sobre a importância de um sistema que permita o melhor rastreamento das atividades dos estudantes. Nosso trabalho se baseia no uso dos registros de submissão dentro de um sistema de *feedback* de testes automáticos para compreender o comportamento e hábitos de estudo dos alunos. A metodologia aplicada neste trabalho é válida para sistemas de submissão de exercícios que gerem registros e que sejam utilizados num curso de programação.

As técnicas existentes dentro de computação para a análise de tais dados pertencem às áreas de pesquisa em “Education Data Mining” e de “Learning Analytics”. Baker e Yacef [Baker e Yacef 2009] avaliam o estado atual destes campos apresentando a pesquisa em correlação e compreensão de dados como parte da aplicação das técnicas desta área. O trabalho atual se encaixa dentro desta temática ao explorar a relação de hábitos de estudo e desempenho do aluno.

Existem métricas já avaliadas como medidas de sucesso. Korhonen et

al. [Korhonen et al. 2002] discutem a existência de uma correlação com resultados de exercícios e o resultado do exame final da disciplina. Nossa análise corrobora com os achados dos autores citados. Nós expandimos esta avaliação para outras métricas ainda não analisadas como medidas de sucesso num curso de programação.

Existe na literatura uma discussão mais geral sobre os hábitos de estudo, que são métricas que avaliamos. Puentes e Aquino [Puentes e Aquino 2010] apresentam uma pesquisa por formulário com 432 estudantes de cursos diversos e procuram constatar o tempo dedicado as atividades acadêmicas. Dentre os resultados, há uma constatação de pouco tempo dedicado as atividades extra-classe do curso, mais precisamente 7,36 horas em média por semana. Nossos resultados apontam um valor pequeno para dedicação de tempo extra-classe por semana para uma única disciplina e faz uso de uma medição menos subjetiva para a obtenção dos dados do que o uso de entrevista.

3. Metodologia

A metodologia empregada no estudo desenvolvido neste trabalho usa técnicas de análise aplicadas ao contexto da educação. Esta disciplina, relativamente nova, é conhecida por “learning analytics” e objetiva, através da análise de dados obtidos no processo de ensino e aprendizagem, construir conhecimento e realizar descobertas sobre como melhorar o processo educacional [Siemens 2012].

3.1. Dados Utilizados

Os dados utilizados neste estudo são referentes a exercícios e avaliações. Os exercícios são problemas típicos de programação de computadores cuja solução é um programa que os alunos devem submeter a um sistema de correção automática. Esse sistema testa o programa com base em casos de testes produzidos pelos professores e retorna, aos alunos, apenas o número de casos de teste em que o programa passou e falhou. Os exercícios são propostos aos alunos ao longo do semestre. As soluções podem ser submetidas em qualquer ordem ou momento e quantas vezes o aluno achar necessário sem penalidade por isto. Geralmente utiliza-se parte das aulas de prática de programação para solucionar esses exercícios.

A base de dados referente aos exercícios consiste em um registro das submissões realizadas pelos alunos no sistema ao longo do período. As informações referentes aos programas submetidos disponíveis no registro são: identificador do aluno; identificador da questão; horário da submissão e o resultado da execução dos testes. A base de dados referente as avaliações realizadas pelos alunos ao longo da disciplina contém a identificação do aluno e a sua nota final. A Tabela 1 apresenta um sumário estatístico das bases utilizadas no artigo.

3.2. Definição de Sessões de Estudo

Entende-se por sessão de estudo um período ininterrupto em que um aluno pára para se dedicar a entender e exercitar o conteúdo que vem sendo trabalhado em determinado assunto. Para delinear os hábitos de estudo dos alunos, tomamos como base suas sessões de estudo e levamos em consideração que uma sessão de estudo é caracterizada por pelo menos uma submissão ao sistema.

Tabela 1. Sumário Estatístico dos Dados

| Característica | Valor |
|-----------------------|--------------|
| Início dos dados | 08/08/2011 |
| Duração dos dados | 118 dias |
| Número de alunos | 100 |
| Exercícios | 182 |
| Número de submissões | 12.619 |

O primeiro passo para caracterizar as sessões é delimitar a sua duração, ou tamanho. Para isso, utilizamos a metodologia padrão de (*threshold-based session*) [Geiger e Halfaker 2013], na qual um limiar de tempo define se duas submissões de exercícios consecutivas estão em uma mesma sessão de estudo ou se elas estão em sessões de estudo diferentes. Quando duas submissões consecutivas estão em uma mesma sessão, o intervalo de tempo entre elas é definido como *thinking-time*. No contexto da pesquisa, *thinking-time* é o tempo que o aluno leva para resolver um exercício ou para corrigí-lo antes de fazer uma nova submissão. Por outro lado, quando duas submissões consecutivas estão em sessões diferentes, o intervalo de tempo entre elas é definido como *break-time*. No contexto da pesquisa, *break-time* é o intervalo de tempo em que um aluno não está realizando atividades relativas à submissão de exercícios, ou seja, não está estudando.

Para delimitar as sessões de estudo dos alunos, investigou-se um limiar que distingue os *break-times* dos *thinking-times*. Para definir esse limiar, calculou-se a diferença de tempo entre cada um das submissões dos alunos. Dado o conjunto dessas diferenças, o limiar adequado é aquele que separa adequadamente os pequenos intervalos entre submissões (*thinking-time*) e os grandes intervalos entre submissões (*break-times*). Como apresentado na Figura 1, nos dados utilizados neste trabalho, o limiar encontrado é o 78 percentil, que corresponde a 1 hora e 41 minutos. Esse valor é o início da curva da Função de Distribuição Acumulada (FDA) dos intervalos entre submissões de exercícios. Após esse valor os intervalos entre submissões crescem em proporções maiores, sendo mais característicos de *break-times* do que *thinking-times*.

3.3. Variáveis Estudadas

As variáveis estudadas neste trabalho referem-se ao tempo dedicado ao estudo, a produção de exercícios e às notas dos estudantes. De uma forma geral, exploramos as informações trazidas pelas sessões de estudo através de quatro variáveis: número de sessões, tamanho de sessões, tempo total de estudo e atividade de estudo. Número de sessões refere-se à quantidade de sessões realizadas pelo aluno ao longo do curso.

Assumimos que o aluno iniciou uma sessão de estudo se for registrada uma submissão de programa. Quando submissões em sequência estão distantes entre si por um intervalo de tempo menor do que o limiar de tempo de 1h e 41m, experimentalmente definido, consideramos que tais submissões pertencem à mesma sessão. A variável tamanho da sessão é então definida pelo intervalo de tempo entre a primeira e última submissão de cada sessão. Por exemplo, no tempo 12:00 de 12/12/2011 marcamos a primeira submissão. Se passar 1h e 41m e não houver nenhuma outra submissão, ou seja, até 13:41 deste mesmo dia, o tamanho desta sessão será 0. Caso haja outras submissões, o tempo é contado de modo contínuo até que não hajam outras submissões no limiar de

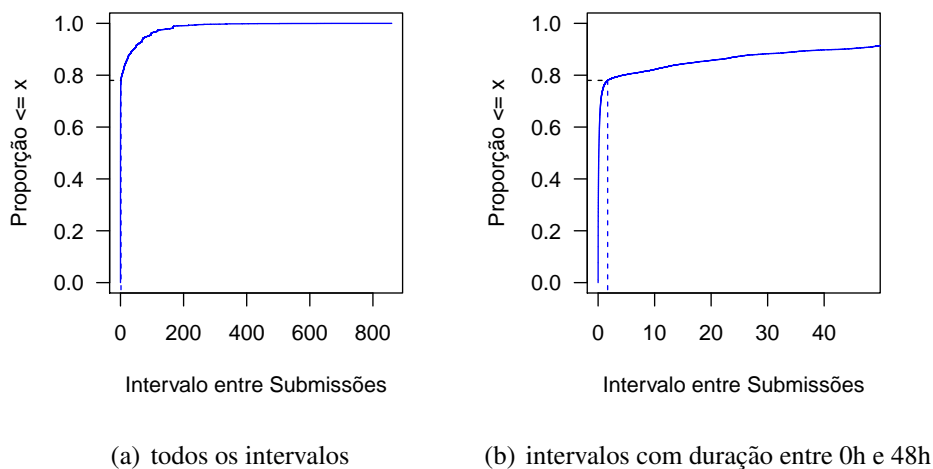


Figura 1. FDA dos intervalos entre submissões em horas

tempo avaliado. Por exemplo, se no tempo 12:00 de 12/12/2011 registramos a primeira submissão e, às 13:00 uma outra submissão, caso nenhuma outra tenha sido registrada até 14:41, definimos o tamanho desta sessão como sendo 2 horas. Esta métrica subestima o tempo que o aluno dedica à disciplina, mas o faz para todos os alunos de forma igualitária, o que valida a análise deste trabalho.

O tempo total de estudo consiste no somatório dos tamanhos das sessões do aluno ao longo da disciplina. Atividade de estudo, por sua vez, é uma medida que informa a proporção do número de dias em que o aluno registrou pelo menos uma sessão de estudo sobre a duração, em dias, do curso. Finalmente, a nota do aluno na disciplina que é uma composição de notas atribuídas para as atividades propostas pelos professores durante o curso. Os exercícios submetidos ao sistema representam 5% da nota final do aluno, sendo o restante da nota definido por avaliações práticas e teóricas.

4. Resultados

Inicialmente, procuramos caracterizar experimentalmente as sessões de estudo dos alunos da disciplina introdução à programação e com isso delinear os seus hábitos de estudo. Em seguida, correlacionamos as diferentes métricas obtidas com o desempenho do aluno na disciplina. Os resultados encontrados neste processo são apresentados a seguir.

4.1. Caracterização das sessões de estudo

Número de sessões por aluno. A Figura 2 é um gráfico de pontos que apresenta o número de sessões de estudo por aluno. Os alunos, representados no eixo horizontal, foram ordenados de modo decrescente com relação ao seu número de sessões. A figura mostra que os dados são enviesados, indicando uma variação significativa no número de sessões por alunos. O número máximo de sessões de estudo de um mesmo foi 120. Neste caso, o aluno apresentou pelo menos uma sessão de estudo em cada dia, ao longo da disciplina. A mediana do número de sessões de estudo é de 40, esse valor é próximo do número de aulas práticas na disciplina que é de 32 e isto indica pouca dedicação de tempo para a disciplina nos períodos fora de sala de aula pela maior parte dos estudantes.

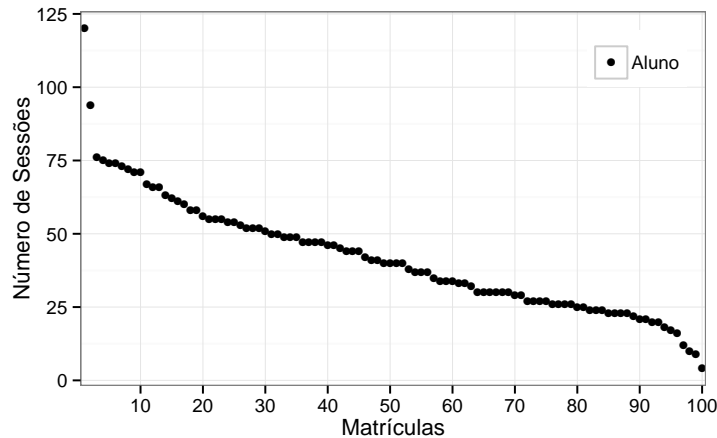


Figura 2. Número de Sessões por aluno

Tamanho típico das sessões por aluno. A distribuição das diversas sessões de estudo que os alunos apresentam ao longo da disciplina é enviesada. Em razão disso, a sessão de estudo típica de cada aluno é bem representada pela mediana de todas as sessões que ele apresentou ao longo da disciplina. A Figura 3 mostra o gráfico com as medianas do tamanho das sessões de estudo por aluno. É possível observar uma variação significativa nas sessões de estudo típicas dos alunos. A maior mediana da duração de sessões de estudo observada foi de 1,15 horas enquanto, entre os alunos, a sessão é tipicamente de 20 minutos de estudo.

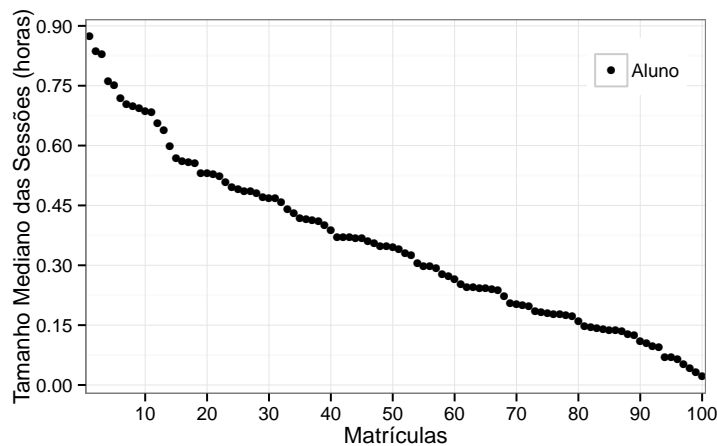


Figura 3. Mediana do Tamanho das Sessões por aluno.

Atividade de estudo por aluno. O gráfico de pontos da Figura 4 mostra a medida de “atividade de estudo” por aluno, ou seja, exibe o valor da quantidade de dias em que o aluno submeteu pelo menos um exercício sobre o total de dias entre o começo e o término da disciplina. No eixo x, os alunos são ordenados de modo decrescente de acordo com a sua atividade de estudo. A figura mostra que os dados são enviesados, indicando uma significativa variação na atividade de estudo por aluno. O maior índice de atividade de um mesmo aluno foi de 0,73.

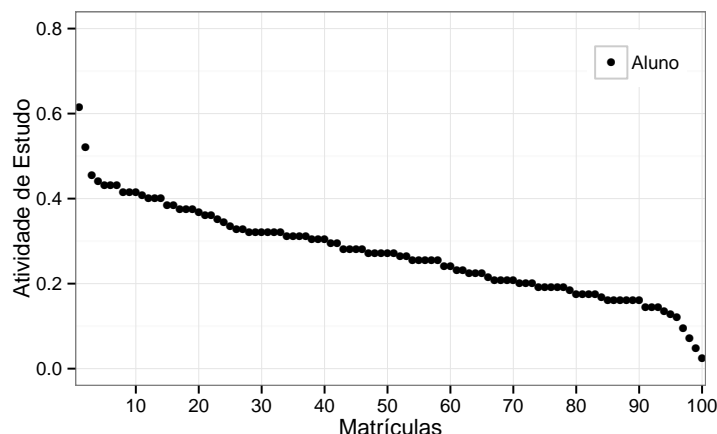


Figura 4. Atividade de estudo por aluno

Tempo total de estudo por aluno A Figura 5 é um gráfico de pontos que mostra o tempo total de estudo por aluno, onde o eixo vertical corresponde ao tempo total de estudo do aluno e o eixo horizontal corresponde ao rank do aluno. O tempo total máximo de estudo obtido foi 78 horas e 46 minutos.

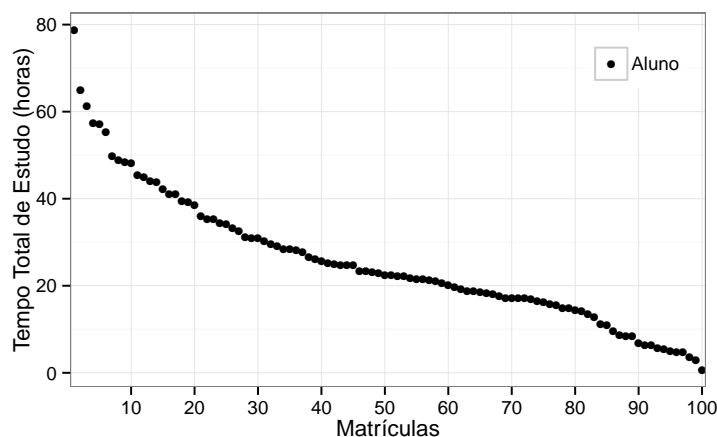


Figura 5. Tempo total de estudo por aluno

4.2. Relações entre as sessões de estudo e o desempenho na disciplina

Uma vez caracterizadas as sessões de estudo dos alunos, procuramos identificar as relações entre as diversas métricas avaliadas e o desempenho do aluno na disciplina. Para investigar essas relações, analisamos a correlação entre o número de exercícios submetidos corretamente, o número de sessões, tamanho típico das sessões, tempo total de estudo, atividade de estudo e a nota do aluno na disciplina. Devido a natureza dos dados, que são não normais e não necessariamente estabelecem relações lineares, nós realizamos esta análise utilizando o coeficiente de Spearman. O resultado é apresentado na Tabela 2.

5. Discussão

Como resultados, identificamos que uma sessão típica de estudo dos alunos tem 20 minutos de duração. Ainda, a duração da sessão não apresenta correlação significativa com

Tabela 2. Correlações entre as métricas avaliadas

| Característica | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Nota |
|-------------------------------|---|------|-------|------|------|------|
| 1. Exercícios corretos | - | 0,83 | -0,02 | 0,69 | 0,82 | 0,76 |
| 2. Número de sessões | - | - | -0,01 | 0,85 | 0,97 | 0,58 |
| 3. Tamanho típico das sessões | - | - | - | 0,38 | 0,00 | 0,06 |
| 4. Tempo total de estudo | - | - | - | - | 0,82 | 0,48 |
| 5. Atividade de estudo | - | - | - | - | - | 0,62 |

nota na disciplina (correlação de 0,06), nem com a quantidade de sessões ao longo do semestre (-0,01) ou com o número de exercícios (-0,02).

Notamos também uma correlação quase que perfeita entre o número de sessões e os dias trabalhados por cada aluno. Isto é reflexo de um comportamento típico dos alunos avaliados pois, quando o aluno estuda, num determinado dia, ele tende dedicar apenas uma sessão de estudo (correlação de 0,97). Isto independe da duração típica da sessão do aluno.

De nossa investigação, percebemos que o número de exercícios apresenta a maior correlação com o sucesso na disciplina (0,76). Há uma correlação muito forte entre número de exercícios resolvidos com o tempo total de estudo (0,82), com o número de dias que o aluno realizou alguma sessão (0,83) e com o número total de sessões de estudo (0,82). Apesar da quantidade de exercícios ser fortemente correlata com as 3 métricas apresentadas, estas não tem igual correlação com a nota final. O tempo total de estudo é que apresenta correlação mais fraca, de 0,48, seguida pelo número de sessões (0,58) e por fim, pelo número de dias trabalhados (0,62).

6. Conclusões

Nossa avaliação encontrou uma maior correlação entre o número de exercícios corretos e a nota final da disciplina. Este resultado corrobora com a literatura da área. Entretanto, podemos observar que o hábito de estudo por tempo dedicado a disciplina também é um fator que parece influenciar o resultado da disciplina, mesmo considerando a correlação descrita anteriormente. Dentre as métricas avaliadas, há um forte indicativo de que o estudo diário representa uma forte influência no sucesso dos alunos.

Pretendemos, como trabalhos futuros, replicar esta análise para outros semestres e, se possível, expandindo o escopo da análise para outras universidades. Há ainda possibilidades não exploradas dentro dos dados fornecidos. Como exemplo, estudar os dados existentes da produção de código puramente em sala de aula quando comparada a atividade extra-classe do estudante. Ainda, enquanto avaliamos apenas as correlações existentes, é necessário aprofundar e estudar a causalidade das relações avaliadas.

Agradecimentos

Este artigo foi desenvolvido em cooperação com a Hewlett-Packard Brasil Ltda., no contexto do programa de Formação de Recursos Humanos em Analytics HP/UFMG 2013, e utilizou incentivos da Lei de Informática brasileira (lei n. 8.248 de 1991).

Referências

- Baker, R. e Yacef, K. (2009). The state of educational data mining in 2009: A review and future visions. *Journal of Educational Data Mining*, 1(1):3–17.
- Geiger, R. S. e Halfaker, A. (2013). Using edit sessions to measure participation in wikipedia. In *Proceedings of the 2013 conference on Computer supported cooperative work, CSCW '13*, pages 861–870, New York, NY, USA. ACM.
- Korhonen, A., Malmi, L., Myllyselkä, P., e Scheinin, P. (2002). Does it make a difference if students exercise on the web or in the classroom? In *Proceedings of the 7th annual conference on Innovation and technology in computer science education, ITiCSE '02*, pages 121–124, New York, NY, USA. ACM.
- Moreira, M. P. e Favero, E. L. (2008). Um ambiente para ensino de programação com feedback automático de exercícios. In *Workshop Sobre Educação em Computação - Anais do XVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, Belém, Brasil. SBC.
- Puentes, R. e Aquino, O. (2010). A aula universitária: resultados de um estudo empírico sobre o gerenciamento do tempo. *Linhas Críticas*, (14 (26)):111–130.
- Siemens, G. (2012). Learning analytics: envisioning a research discipline and a domain of practice. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge, LAK '12*, pages 4–8, New York, NY, USA. ACM.