

DESENVOLVENDO O PENSAMENTO COMPUTACIONAL VIA ALGORITMOS DE ORDENAÇÃO: RELATO DE ATIVIDADE NO ENSINO FUNDAMENTAL*

**PLÍNIO FINKENAUER JUNIOR¹; SIMONE ANDRÉ DA COSTA CAVALHEIRO²;
CLAUSE FÁTIMA DE BRUM PIANA³; ANA RITA MAZZINI⁴; ANDRÉ RAUBER DU
BOIS⁵; RENATA HAX SANDER REISER⁶**

¹*Universidade Federal de Pelotas – pfinkenauer@inf.ufpel.edu.br*

²*Universidade Federal de Pelotas – simone.costa@inf.ufpel.edu.br*

³*Universidade Federal de Pelotas – pianoaclause@gmail.com*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – anarita.mazzini@gmail.com*

⁵*Universidade Federal de Pelotas – dubois@inf.ufpel.edu.br*

⁶*Universidade Federal de Pelotas – reiser@inf.ufpel.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

Pensamento Computacional (PC) foi concebido como um conjunto de técnicas para solucionar problemas e gerenciar tarefas utilizando práticas e conceitos da Computação (WING, 2006). YEH (2011) defende que o PC deveria ser uma competência comum a todas as áreas, dada a habilidade que o mesmo proporciona ao analisar um problema, criando abstrações e resolvendo-o da maneira mais eficaz. Segundo YEVSSEYEVA; TOWHIDNEJAD (2012), apresentar os fundamentos da Computação para crianças em séries iniciais fornece uma vantagem competitiva, ampliando a capacidade de análise destes alunos.

Sob essa perspectiva, instituições como *Computer Science Teachers Association* (CSTA), *International Society for Technology in Education* (ISTE) e *National Science Foundation* (NSF) lançaram o *Computational Thinking in K-12 Education – Leadership Toolkit (toolkit)*. O toolkit propõe um quadro de progressão com atividades integradas às competências próprias da computação e essenciais para a disseminação do PC no currículo escolar (CSTA et al., 2011).

O presente trabalho foi desenvolvido sob o escopo do projeto *EXP-PC: Explorando o Pensamento Computacional para a Qualificação do Ensino Fundamental*, cujo propósito é sensibilizar a rede de ensino local para a relevância do ensino dos fundamentos da Computação desde a educação fundamental. O projeto possibilita a estudantes dos cursos de Ciência da Computação e Engenharia da Computação o contato maior com a comunidade escolar pelotense, propiciando uma troca recíproca de aprendizado, incluindo experiências didáticas.

Este artigo apresenta os principais resultados da aplicação de uma atividade visando definir uma metodologia adequada para introduzir algoritmos de ordenação via PC a estudantes do quarto ano do ensino fundamental. A Seção 2 descreve a metodologia. O perfil da amostra e descrição dos resultados obtidos são expostos na Seção 3. Na sequência, são apresentadas as considerações finais e a bibliografia.

2. METODOLOGIA

A elaboração da atividade didática relatada neste trabalho utilizou como base o material proposto pelo livro *Computer Science Unplugged* (BELL et al., 2010). O livro apresenta diversas atividades lúdicas a serem ministradas a alunos

*Projeto realizado com o apoio do PROEXT - MEC/SESu e PICMEL - FAPERGS/CAPES.

do ensino fundamental. As atividades têm como objetivo introduzir conceitos essenciais da Ciência da Computação sem a necessidade do uso de computadores, destacando o caráter científico da mesma.

A atividade desenvolvida, denominada Algoritmos de Ordenação (AO), visa demonstrar as diferentes maneiras utilizadas pelo computador para ordenar um conjunto de dados. Dentre as competências abrangidas, e distinguidas pelo *toolkit*, salientam-se: algoritmos e procedimentos, simulação e decomposição de problemas. A atividade original do livro sugere a abordagem de dois algoritmos, *Selection sort* e *Quicksort*. Nesta aplicação, estendeu-se a proposta metodológica, incluindo o método *Merge sort*, a ser descrito posteriormente. Inserida no escopo do projeto EXP-PC, a adaptação foi viabilizada para aplicação semanal, em períodos de uma hora, a alunos do quarto ano do ensino fundamental da rede pública municipal.

Um algoritmo pode ser definido como uma sequência organizada de passos para resolver um determinado problema. A complexidade ou eficiência de um algoritmo pode ser verificada através do tempo ou espaço requerido para a sua execução. Visto que a atividade AO trabalha com três diferentes algoritmos de ordenação, buscou-se demonstrar suas respectivas complexidades por meio de seus custos. Como instrumento lúdico para o tratamento dos métodos supracitados, o material utilizado consistiu de um conjunto de oito garrafas personalizadas e com pesos diferentes, além de uma coleção de figuras numeradas. Em cada método ensinado, os alunos aplicavam a técnica apresentada ordenando as garrafas de acordo com seus respectivos pesos, da mais leve à mais pesada. O custo de cada método era representado através de réplicas de notas de um real impressas e calculado a partir do número total de comparações realizadas para ordenar o grupo. Dessa forma, os alunos pagavam uma determinada quantia por cada conjunto ordenado, constatando que métodos mais eficientes de ordenação requerem um custo menor.

A atividade AO foi planejada em quatro tarefas, descritas a seguir:

- i. **Tarefa I:** No primeiro encontro, busca-se evidenciar aos estudantes a relevância de se obter um conjunto ordenado de dados e suas possíveis aplicações. Apresenta-se a operação de comparação, realizada entre dois elementos a cada ocorrência. É importante salientar que, no contexto da atividade, a operação de comparação só pode ser efetuada entre dois valores. Como recurso motivacional, os alunos recebem um conjunto de figuras numeradas (semelhante às figuras presentes em álbuns) e são orientados a encontrar a menor e maior figura, através de comparações dos seus respectivos valores. Para elucidar o custo computacional associado a cada comparação, os alunos devem pagar pela operação, representada figurativamente pela nota de um real. Assim, se o propósito for encontrar a figura de maior valor do grupo, é necessário contabilizar todas as comparações realizadas.
- ii. **Tarefa II:** O objetivo desta tarefa é introduzir o algoritmo *Selection Sort*. Dado um vetor de elementos, o algoritmo seleciona um determinado valor e compara-o com os demais, sempre mantendo o menor valor a cada comparação. Após realizar as comparações entre todos os elementos, o algoritmo obtém o menor valor e o aloca na primeira posição. Esse passo é então repetido sucessivas vezes com os elementos restantes, até o vetor estar completamente ordenado. Para exemplificar o método, os alunos são orientados a ordenar as garrafas de acordo com seus respectivos pesos, sempre pagando por cada comparação efetuada.

- iii. Tarefa III:** No terceiro encontro é exposto o algoritmo *Merge sort*, que segue o paradigma da divisão e conquista. O método divide a sequência original em duas sequências com metade do tamanho inicial e, sucessivamente, subdivide cada sequência enquanto o número de elementos for diferente de um. Após a reorganização, o algoritmo recursivamente ordena as sequências menores, intercalando as soluções até compor a sequência ordenada. Aqui, os alunos utilizam um modelo de tabuleiro com diferentes níveis, cada um representado por uma cor e são instruídos a ordenar o conjunto de figuras numeradas.
- iv. Tarefa IV:** Na quarta aula, apresenta-se o algoritmo *Quicksort*. Este método utiliza um sistema de pivô e a ideia de particionamento da sequência em duas partes, ordenando cada seção separadamente. Após o particionamento, o algoritmo obtém a posição correta do pivô na sequência original. Para aplicar o método, os alunos utilizam o mesmo conjunto de figuras da tarefa anterior e, através de um novo modelo de tabuleiro, são orientados a separá-las entre as maiores e menores que a figura selecionada como pivô.

Além destas tarefas, realizou-se uma aula de exercícios e de revisão dos métodos trabalhados nos encontros anteriores. Para verificação do aprendizado, aplicou-se uma avaliação, ao final da atividade, abrangendo os conceitos vistos. Para validar cada tarefa desenvolvida no contexto escolar, a seleção e organização das questões considerou as principais habilidades exibidas pelo PC.

Maiores informações acerca do material proposto e planos de aula das aplicações em sala podem ser encontrados no *wiki* do projeto EXP-PC (<http://inf.ufpel.edu.br/exp-pc/>).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia da atividade AO foi aplicada em quatro turmas de quarta série: uma da Escola Ferreira Viana, com 26 alunos, uma da Escola Pelotense, com 17 alunos, e duas turmas da Escola João da Silva Silveira: uma turma regular, com 19 alunos, e uma turma formada por repetentes, com 11 alunos. Como a atividade foi ministrada às turmas da Escola João da Silva Silveira em conjunto, contabilizou-se ambas as turmas como uma única na análise dos resultados.

A idade dos alunos variou de 9 a 12 anos, mas a grande maioria (91%) apresentava 9 ou 10 anos de idade. Alunos mais velhos, com idades acima de 10 anos, foram encontrados com maior frequência na escola rural João da Silva Silveira (20% da turma). Com relação ao gênero, 56% dos alunos era do sexo masculino, enquanto 44% era do sexo feminino.

A avaliação da atividade conteve sete questões valendo dez pontos. A Tabela 1 apresenta a descrição do desempenho dos alunos na atividade. Note-se que há variação do número de alunos avaliados em razão de eventuais ausências no dia da aplicação da avaliação.

Tabela 1. Descrição do desempenho geral dos alunos, por escola, na Atividade “Algoritmos de Ordenação”.

Escola	n	Média	DP	Min	Q ₁	Md	Q ₃	Max
Pelotense	16	7,9 a	1,50	5,5	6,85	8,45	9	10
João da Silva Silveira	22	6,9 ab	2,15	2,2	6,20	7,65	8,4	9,7
Ferreira Viana	22	5,8 b	1,61	2,2	4,60	5,90	6,8	8,3
Geral	60	6,8	1,96	2,2	5,55	6,90	8,4	10

Nota: n = número de alunos; DP = desvio padrão, Min = menor valor; Q₁ = primeiro quartil; Md = mediana; Q₃ = terceiro quartil, Max = maior valor.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste DMS de Fisher ($\alpha=0,05$).

Observa-se que os alunos, de um modo geral, apresentaram desempenho médio regular com alta variabilidade. A pontuação dos 60 alunos avaliados nesta atividade variou de 2,2 a 10, com média 6,8 e coeficiente de variação 28,8%. Contudo, diferenças significativas foram encontradas na comparação das médias das três escolas. De acordo com o resultado do teste de comparação das médias, o desempenho médio dos alunos da escola Pelotense (7,9) foi superior ao dos alunos da escola Ferreira Viana (5,8), mas não diferiu do desempenho médio da escola João da Silva Silveira (6,9). Já o desempenho médio dos alunos da escola João da Silva Silveira não diferiu significativamente do desempenho médio da escola Ferreira Viana. Quanto à variabilidade, o desempenho dos alunos foi bastante heterogêneo nas três escolas, mas foi consideravelmente mais elevado nas escolas João da Silva Silveira e Ferreira Viana (coeficientes de variação 31,2% e 27,8%, respectivamente) do que na escola Pelotense (coeficiente de variação 19%).

4. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta o relato da aplicação de uma atividade que visa introduzir, através de uma abordagem lúdica, conceitos introdutórios de algoritmos de ordenação a alunos do quarto ano do ensino fundamental. A descrição da experiência colabora com a identificação de possíveis melhorias e adaptações na proposta metodológica para trabalhos futuros.

A partir dos resultados obtidos, e tendo em vista o panorama apresentado, acredita-se que a atividade contribua para a difusão das habilidades exibidas pelo PC no contexto escolar e, por conseguinte, aproxime as comunidades acadêmica e escolar do município de Pelotas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WING, J. M. Computational Thinking. **Communications of the ACM**, New York, v.49, n.3, p.33-35, 2006.

YEH, K.-C.; XIE, Y; KE, F. Teaching computational thinking to non-computing majors using spreadsheet functions. **Frontiers in Education Conference**, Rapid City, p. F3J1-F3J5, 2011.

YEVSEYEVA, K; TOWHIDNEJAD, M. Work in progress: Teaching computational thinking in middle and high school. **Frontiers in Education Conference**, Seattle, p. 1-2, 2012.

BELL, T; WITTEN, I. H.; FELLOWS, M. **Computer Science Unplugged: An enrichment and extension programme for primary-aged students**. New Zealand: Creative Commons BY-NC-SA, 2015.

CSTA, ISTE, NSF. **Computational Thinking – Teachers Resource**. CSTA, New York, 2011. Acessado em 20 julho 2015. Online. Disponível em: http://www.csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/472.11CTTeacherResources_2ed-SP-vF.pdf