

**Ernane Rosa Martins
(Organizador)**

**A Produção do
Conhecimento
na Engenharia
da Computação 2**

Atena
Editora
Ano 2020

**Ernane Rosa Martins
(Organizador)**

**A Produção do
Conhecimento
na Engenharia
da Computação 2**

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof^a Dr^a Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof. Me. Heriberto Silva Nunes Bezerra – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof^a Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P964	<p>A produção do conhecimento na engenharia da computação 2 [recurso eletrônico] / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-86002-84-3 DOI 10.22533/at.ed.843201604</p> <p>1. Computação – Pesquisa – Brasil. 2. Sistemas de informação gerencial. 3. Tecnologia da informação. I. Martins, Ernane Rosa. CDD 004</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A Engenharia de Computação tem como definição ser o ramo da engenharia que se caracteriza pelo projeto, desenvolvimento e implementação de sistemas, equipamentos e dispositivos computacionais, segundo uma visão integrada de hardware e software, apoiando-se em uma sólida base matemática e conhecimentos de fenômenos físicos.

Deste modo, este livro, tem como objetivo apresentar algumas das produções atuais deste ramo do conhecimento, que abordam assuntos extremamente importantes relacionados a esta área, tais como: inclusão digital, mobile learning, tecnologia arduino, timetabling, tecnologias digitais da informação e comunicação, plataforma gamificada, jogos digitais, realidade aumentada, computação visual, métodos computacionais e metodologia flipped classroom.

Assim, espero que a presente obra venha a se tornar um guia aos estudantes e profissionais da área de Engenharia de Computação, auxiliando-os em diversos assuntos relevantes da área, fornecendo a estes novos conhecimentos para poderem atender as necessidades informacionais, computacionais e de automação das organizações de uma forma geral.

Por fim, agradeço aos autores por suas contribuições na construção desta importante obra e desejo muito sucesso a todos os nossos leitores.

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A PROMOÇÃO DE INCLUSÃO DIGITAL DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA) ATRAVÉS DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA	
José Vitor de Abreu Silva Rendrikson de Oliveira Soares Lucas Lima de Oliveira Garcia Carlos Eugênio da Silva Rodrigues Waleska Davino Lima André Almeida Silva	
DOI 10.22533/at.ed.8432016041	
CAPÍTULO 2	11
APLICAÇÃO DO MODELO PEDAGÓGICO ML-SAI NO ENSINO MÉDIO	
Ernane Rosa Martins Luís Manuel Borges Gouveia	
DOI 10.22533/at.ed.8432016042	
CAPÍTULO 3	24
DISPOSITIVO DE RECONHECIMENTO DE QUEDAS PARA IDOSOS	
Victória dos Santos Turchetto Fernando de Cristo	
DOI 10.22533/at.ed.8432016043	
CAPÍTULO 4	35
ESCALONADOR DE HORÁRIOS PARA O CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO	
Rafael Ballottin Martins Juliano Pereira Lima	
DOI 10.22533/at.ed.8432016044	
CAPÍTULO 5	46
ESTRATÉGIAS NA APLICABILIDADE DE TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMÁTICA E COMUNICAÇÃO (TDICS) E AS PRÁTICAS DE ENSINO SUPERVISIONADAS	
Morgana Schenkel Junqueira Joslaine Cristina Jeske de Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.8432016045	
CAPÍTULO 6	55
JOGOS, CONVERGÊNCIA E NARRATIVA TRANSMÍDIA: ESTRATÉGIAS DE EXPANSÃO DO UNIVERSO NARRATIVO EM POKÉMON, RESIDENT EVIL E WARCRAFT	
Fabrício Tonetto Londero Graziela Frainer Knoll Guilherme Lima da Rosa Moreira Matheus da Trindade Viegas	
DOI 10.22533/at.ed.8432016046	

CAPÍTULO 7	65
KIDUCA: UMA PLATAFORMA GAMIFICADA DIRECIONADA AO ENSINO FUNDAMENTAL	
Fábio Rodrigo Colombini Johannes Von Lochter	
DOI 10.22533/at.ed.8432016047	
CAPÍTULO 8	74
LABORATÓRIO REMOTO AUMENTADO: O USO DE REALIDADE AUMENTADA PARA APRIMORAR LABORATÓRIOS REMOTOS	
Priscila Cadorin Nicolete Liane Margarida Rockenbach Tarouco Eduardo Oliveira Junior Eduardo de Vila Juarez Bento Silva Marta Adriana da Silva Aline Coelho dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.8432016048	
CAPÍTULO 9	87
LUDOPOÉTICAS: RELAÇÕES POSSÍVEIS ENTRE JOGO, ARTE E EDUCAÇÃO A PARTIR DE AÇÕES DE PESQUISA	
Paula Mastroberti	
DOI 10.22533/at.ed.8432016049	
CAPÍTULO 10	109
RECONHECIMENTO DE IMAGEM PARA O DIAGNÓSTICO PRECOCE DO RETINOBLASTOMA	
Stella Fráguas Luciano Silva	
DOI 10.22533/at.ed.84320160410	
CAPÍTULO 11	123
UMA PROPOSTA DE ANÁLISE EM CFD DO FLUXO DE CONHECIMENTO APLICADO NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS	
Alexsandro dos Santos Silveira Márcio Demétrio Gertrudes Aparecida Dandolini João Artur de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.84320160411	
CAPÍTULO 12	135
USO DA PLATAFORMA WEB GOOGLE CLASSROOM COMO FERRAMENTA DE APOIO À METODOLOGIA <i>FLIPPED CLASSROOM</i> : RELATO DE APLICAÇÃO NO CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	
Lucas Ferreira Mendes Nicolas Oliveira Amorim	
DOI 10.22533/at.ed.84320160412	
SOBRE O ORGANIZADOR	146
ÍNDICE REMISSIVO	147

ESCALONADOR DE HORÁRIOS PARA O CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Data de aceite: 30/03/2020

Data de submissão: 25/12/2019

Rafael Ballottin Martins

Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) – EMCT
- LIA
Itajaí-SC

<http://lattes.cnpq.br/2722393158391717>

Juliano Pereira Lima

Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) – EMCT
- LIA
Itajaí-SC

RESUMO: Em cada período acadêmico, gestores da maioria das instituições de ensino trabalham de forma manual e extenuante, nos horários dos cursos oferecidos, tentando atender a todas as restrições de disponibilidade dos envolvidos. Na literatura científica, esse problema é denominado Timetabling, tem caráter combinatório e é definido principalmente como pertencente à classe de problemas NP (por tempo polinomial não determinístico). Através da análise dos resultados obtidos por heurísticas aplicadas em trabalhos correlatos, foi desenvolvido um escalonador para um curso de Ciência da Computação utilizando a metaheurística Busca Tabu.

PALAVRAS-CHAVE: Timetabling, Escalonador, Busca Tabu.

TIME SCHEDULER FOR THE COMPUTER SCIENCE COURSE

ABSTRACT: In each academic period, managers of the majority of educational institutions work out in a manual and strenuous manner, the schedules of courses offered, trying to meet all the availability restrictions of the involved. In the scientific literature, this problem is called Timetabling, has a combinatorial character, and is mostly defined as belonging to the class of NP problems (for nondeterministic polynomial time). Through analysis of results obtained by heuristics applied in correlated works, a scheduler was developed for a course of computer science using the Tabu Search metaheuristic.

KEYWORDS: Timetabling, Scheduler, Tabu Search.

1 | INTRODUÇÃO

A confecção da grade de horários por partes de instituições de ensino é periódica e imprescindível, mas frequentemente é de difícil realização. Chefes de departamento, coordenadores de curso, e até professores dedicam muito de seu tempo de trabalho, buscando manualmente disposições de horários de aulas das disciplinas ofertadas que satisfaçam as restrições de disponibilidade de

seus respectivos professores (VIEIRA; MACEDO, 2011).

Esse problema é denominado *Timetabling* na literatura, é de caráter combinatório complexo, e tem sido objeto de pesquisa desde o final da década de 1950. A estrutura de grades de horários e suas especificidades variam entre países, devido a diferenças entre os sistemas educacionais e projetos pedagógicos aplicados pelas instituições de ensino (ALVAREZ-VALDEZ; CRESPO; TAMARIT, 2002).

Pelo fato de cada instituição de ensino possuir particularidades em relação a forma de aplicação de seus respectivos projetos pedagógicos, o emprego e implementação de softwares genéricos para alocação de horários de aula no âmbito universitário se torna pouco praticável (MARTINS, 2010).

Metaheurísticas são uma classe de heurísticas mais recentes, que possuem como diferencial ferramentas que reduzem o risco de paradas prematuras em espaços de soluções longe do melhor possível (BITTENCOURT, 2010). Esse diferencial é obtido através da geração de novas soluções de partida, permitindo assim que a busca aconteça de forma inteligente e tendenciosa, e não de forma aleatória.

De forma geral, uma metaheurística pode ser vista como uma estrutura algorítmica que objetiva principalmente evitar as desvantagens da melhoria iterativa, ou seja, evitar com que a solução fique presa em uma solução ótima local (STÜTZLE, 1999). O uso de metaheurísticas têm aumentado significativamente a capacidade em encontrar soluções de alta qualidade para problemas de otimização combinatória, em tempo (Dorigo; Stützle, 2010).

Neste contexto, o presente trabalho desenvolveu um escalonador de horários de aula, vislumbrando a diminuição dos esforços empregados na elaboração da programação de aulas do curso de Ciência da Computação da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI). Para isso foi utilizada a metaheurística Busca Tabu.

2 | BUSCA TABU

Dentro das metaheurísticas, se destaca a Busca Tabu, desenvolvida por Fred Glover em 1986. A técnica utiliza uma estrutura de memória para guiar a busca e continuar a exploração do espaço de soluções, evitando a formação de ciclos e o retorno a um ótimo local previamente visitado (TERRA; RADAELLI, 2007).

A Busca Tabu é uma abordagem algorítmica poderosa que tem sido aplicada com muito sucesso a diferentes problemas combinatórios. Em diferentes trabalhos abordados que a Busca Tabu foi utilizada, foi ressaltada a capacidade de lidar com um conjunto de restrições complexas (GOMES, 2009).

Utilizando o conceito de vizinhança, o algoritmo parte de uma solução inicial, movendo-se para a melhor solução da vizinhança a cada interação, não permitindo movimentos a soluções visitadas recentemente (SEQUEIRA, 2015). De acordo com

Glover e Laguna (1997) o uso da estrutura de memória da Lista Tabu é baseado em quatro conceitos principais:

- Memória por Recência - Guarda os atributos que mudaram em um passado recente. O principal objetivo é evitar ciclos, através da manutenção por um determinado tempo dos registros dos atributos dos caminhos já percorridos pelo algoritmo;
- Memória por Frequência - Armazena a frequência que determinadas características aparecem na solução, fazendo com que o algoritmo não visite caminhos que apresentem estas características;
- Memória por Qualidade - Serve como base de aprendizado de qualidade de soluções geradas. Através de incentivos, que são fornecidos a ações que geram boas soluções, enquanto penalidades são atribuídas às soluções ruins. Pode ser usada também para identificar elementos comuns em boas soluções;
- Memória por Influência - Considera o impacto em qualidade e eficiência que determinada característica tem sobre uma solução durante a busca.

Geralmente o uso da memória baseada em frequência é associado à criação de penalidades ou incentivos para modificar a avaliação dos movimentos, gerando uma diversificação maior de soluções (SIMAS, 2007). Em geral, tamanhos pequenos da lista Tabu permitem a exploração de soluções perto dos ótimos locais, enquanto uma lista de tamanho grande obriga a busca a se distanciar de ótimos locais (SIMAS, 2007).

A Busca Tabu tem por base três princípios o uso de estruturas de dados tipo Fila (Lista Tabu) para manutenção do histórico de evolução da busca, o uso de mecanismo de controle para fazer um balanceamento entre aceitação ou não de uma nova solução e a incorporação de procedimentos que alternam as estratégias de diversificação e intensificação (VIANA, 1998). A Figura 1 ilustra a interação entre esses componentes.

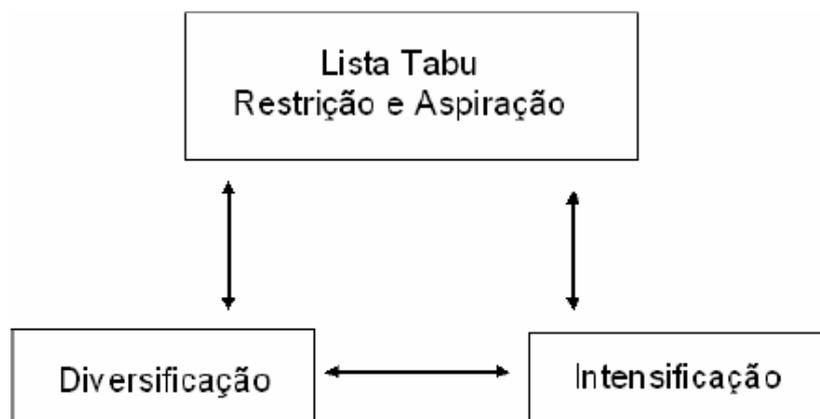


Figura 1. Componentes da Estratégia da Busca Tabu

Fonte: Viana (1998).

O número de vizinhos N é determinado de acordo com o quanto se deseja expandir a busca dentro do espaço de solução. A geração de vizinhos e escolha da qualidade são entradas fornecidas pelo usuário, aplicando transformações a uma determinada solução e criando um ponto no espaço de busca.

A busca por melhores soluções se dá através de verificação de qualidade da solução encontrada na vizinhança em relação a melhor solução até o momento, desde que não esteja contida na lista Tabu. Como critério de parada para refinamento da solução, é adotada a condição de que a solução ideal seja encontrada ou o tempo máximo de execução especificado esteja esgotado.

O fluxograma disposto na Figura 2 mostra o fluxo de execução da Busca Tabu, abordando desde a solução inicial gerada até avaliação da solução corrente de acordo com critério de parada aplicado.

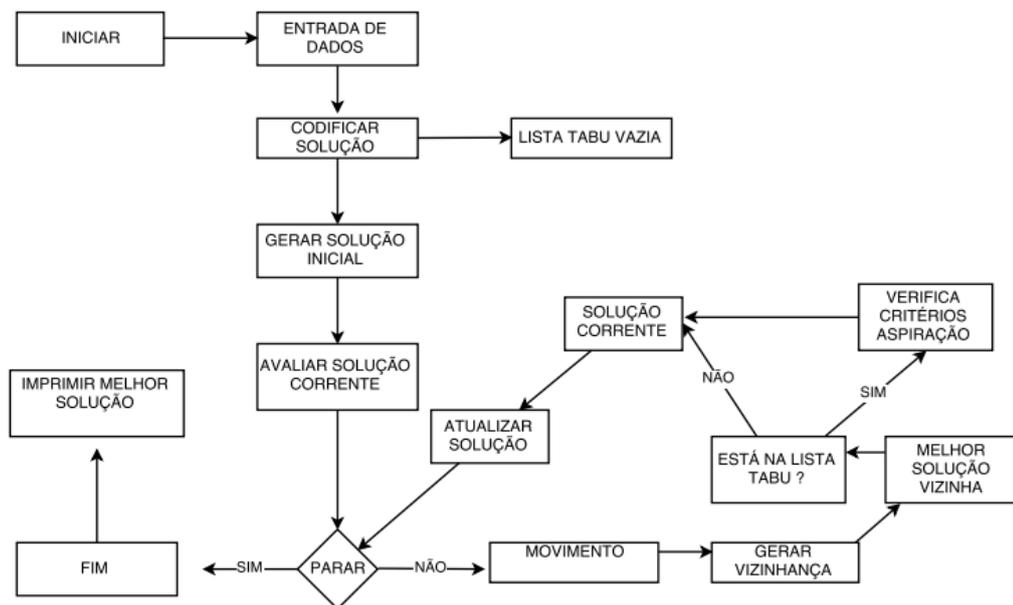


Figura 2. Fluxograma de execução da Busca Tabu

3 | MODELAGEM DO PROBLEMA

As aulas são ministradas no período noturno, comumente de segunda a sexta, das 19:00h às 22:30h. As disciplinas contidas no curso apresentam as cargas horárias semestrais de 32, 36, 72, 108, 144 e 288.

O curso avaliado prevê em seu projeto pedagógico a oferta de 44 disciplinas ao longo de 10 períodos letivos, e é composto por 31 docentes, que também ministram aulas em outros cursos da universidade. Parte dos docentes também exercem atividades de pesquisa científica na universidade ou em outras instituições de ensino, além de atividades administrativas ou em segmentos da iniciativa privada.

As restrições que o escalonador deve atender foram levantadas em entrevista

com a coordenação do curso, sendo as restrições fortes elencadas:

- Professores não podem ser alocados para ministrarem duas ou mais disciplinas no mesmo horário;
- Disciplinas de até 36 horas de carga semestral devem ter datas alocadas ao longo do semestre em um único dia da semana;
- Professores não podem ter horário agendado para lecionar disciplinas fora de seu horário cadastrado;
- Professores não podem ter horário agendado para lecionar disciplinas em dias em que não é desejável para os mesmos ministrarem aulas.

As restrições fracas devem sempre que possível, serem satisfeitas para melhorar a qualidade da grade de horários geradas. As restrições fracas levantadas foram as seguintes:

- Um conjunto de disciplinas podem ser definidas para serem ministradas no mesmo dia;
- Um conjunto de disciplinas de períodos diferentes podem ser definidas para não serem ministradas no mesmo horário;
- É preferível que disciplinas de 108 horas de carga horária semestral, tenham sua carga horária distribuída em no máximo dois dias na semana ao longo do semestre;
- É desejável para a coordenação do curso que seja possível definir um dia na semana ao longo do semestre letivo em que uma determinada disciplina não seja ministrada.

Para implementação do escalonador, foi definida uma função de avaliação que deve ser minimizada. Avaliando a qualidade de cada solução de grade de horário gerada, servindo como parâmetro para guiar a heurística por todo o espaço de busca da solução.

Essa função é decomposta entre o número de restrições fortes quebradas multiplicada por um peso relativo a restrições fortes, e entre o número de restrições fracas quebradas e multiplicadas por um peso relativo a restrições fracas. Quanto mais próximo ao valor da função de avaliação estiver de 0, maior é a qualidade da solução obtida em relação ao cumprimento de restrições fortes e fracas.

4 | GERAÇÃO DA SOLUÇÃO INICIAL

A solução inicial é gerada utilizando as disponibilidades de professores cadastradas anteriormente, já relacionado todas as disciplinas que cada qual lecionará em cada período letivo. Nesta etapa não é considerada nenhum tipo de

restrição, podendo ser alocada para um conjunto de disciplinas o mesmo horário de aula para seu respectivo professor titular.

Cada professor pode lecionar uma ou mais disciplinas, sendo que no processo de alocação de horário de determinada disciplina, são inseridos apenas horários disponíveis já cadastrados previamente do mesmo. São alocadas todas as disciplinas que serão consideradas na geração da grade de horário. Cada solução tem um coeficiente de qualidade, que é um valor inteiro inicializado com zero. O coeficiente de qualidade de uma solução é dado pela equação 1:

$$C(S) = (nH * pH) + (nW * pW) \quad (1)$$

nH é o número de restrições fortes quebradas e seu respectivo valor atribuído de penalidade é pH . nW é o número de restrições fracas quebradas e seu respectivo peso atribuído de penalidade é pW .

5 | APLICAÇÃO DA BUSCA TABU

Após a geração da solução inicial, a solução é refinada pelo algoritmo da Busca Tabu, gerando soluções vizinhas a cada iteração na busca no espaço de solução. O número de vizinhos é variável, de forma a ter um valor que contemple tempo de execução aceitável e qualidade satisfatória. Para geração de cada solução vizinha, é alterada uma disponibilidade de horário para disciplinas alocada.

A cada iteração da busca Tabu, é explorada o melhor vizinho não contido na lista Tabu. A função de aspiração implementada só permite um movimento Tabu se o movimento for de melhor qualidade que o movimento atual da iteração. Nas situações em que todas as soluções vizinhas são Tabu, o movimento Tabu mais antigo é retirado da lista.

A condição de parada de execução se dá ao atingir um determinado número de iterações sem encontrar melhor solução, valor esse definido via parâmetro, ou o coeficiente de qualidade da solução ser igual a zero, não restringindo assim qualquer restrição forte ou fraca.

A equação 2 representa matematicamente o comportamento adotado pela função de avaliação, na qual é decomposta em duas partes, sendo a primeira $H(s)$ apresentada na equação 3, e a segunda $W(s)$, apresentada na equação 4, referente ao não atendimento das restrições fracas.

$$f(S) = H(s) + W(s) \quad (2)$$

Sendo $H(S)$ dada por:

$$H(S) = M \sum_{i=H1}^{HS} h_i(S) \quad (3)$$

E $W(S)$ por:

$$W(S) = N \sum_{j=1}^{WS} w_j(S) \quad (4)$$

Onde:

h_i e w_j , são o número de vezes que as restrições fortes $i \in H\{1..4\}$ e as restrições fracas $j \in W\{1..4\}$ não são atendidas na solução S . M é um parâmetro de penalidade associado ao não atendimento das restrições fortes e N é um parâmetro de penalidade associado ao não atendimento das restrições fracas.

6 | EXPERIMENTOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para os experimentos foram utilizadas 3 instâncias de conjuntos de dados, sendo uma com dados de disponibilidade e titularidades de disciplinas reais do corpo docente de um curso de Ciência da Computação, totalizando 43 disciplinas. As demais instâncias utilizadas para testes são dados fictícios, com configurações de número de disciplinas e disponibilidades de horários variadas. Na segunda instância foram consideradas 47 disciplinas e uma maior variedade de disponibilidades de horário do corpo docente. Na terceira instância de testes foram consideradas 48 disciplinas, na qual as atribuições de aulas do corpo docente foram maiores, havendo mais disciplinas ministradas por determinados professores.

A Tabela 1 apresenta o número de disciplinas, número de professores e número de disponibilidades possíveis de horário para cada instância de teste.

Instância	Número de Disciplinas	Número de Professores	Número de Disponibilidades Possíveis de Horário
1	43	26	48
2	47	28	62
3	48	29	56

Tabela 1 - Parâmetros utilizados nas instâncias de teste

O escalonador foi executado 10 vezes para cada instância de testes. Foram investigados quais os fatores são determinantes para melhor configuração do escalonador, assim como quais relações foram observadas nas instâncias de testes que possam ter impactado o desempenho. Os parâmetros utilizados na execução da Busca Tabu nos testes documentados estão dispostos na Tabela 2.

Parâmetro	Valor
Número Máximo de Iterações Sem Melhora da Solução	5000
Tamanho da Lista Tabu	150
Peso das Restrições Fortes	1000
Peso das Restrições Fracas	10

Tabela 2 - Configurações utilizadas no algoritmo da Busca Tabu

O principal obstáculo identificado para soluções de qualidade observado na execução da instância de dados reais foi a situação de disponibilidade de professores que ministram em períodos letivos distintos uma disciplina de carga horária de 90 horas semestrais, que obrigatoriamente é dividida em pelo menos 2 dias, e uma disciplina de carga horária de 60 horas semestrais.

Essa situação foi a de principal quebra de restrições fortes, observada ao longo dos testes. Nas demais instâncias de teste fictícias, em que foram removidas essas situações, foi ratificado que foi o principal fator de impacto para quebra de restrições fortes e fracas, assim como no tempo de execução.

A Tabela 3 apresenta os tempos de execução para cada instância de teste. Foi observado que o tempo de execução variou principalmente em razão número de soluções vizinhas alocadas e das situações de disciplinas de carga horária maior que 60 horas.

Instância	Número de Disciplinas	Número de Soluções Vizinhas	Tempo (s)
1	43	215	5,49
		430	50,12
		860	111,2
2	47	235	7,38
		470	61,8
		940	114,43
3	48	240	19,46
		480	390,36
		960	784,51

Tabela 3 - Tempo médio de execução dos testes

A qualidade é o coeficiente de cumprimento das restrições fortes e fracas quebradas resultante da função de avaliação, sendo que o valor ideal é o mais próximo de zero. A qualidade das soluções geradas variou em razão do valor da vizinhança, e das configurações de disponibilidade para as disciplinas. A Tabela 4 elenca as restrições fortes e fracas violadas no processo de geração de solução inicial, assim como no processo de refinamento da Busca Tabu para cada instância de teste, com valores relativos aos obtidos da média de dez execuções do escalonador para cada instância de teste.

Todas as restrições fortes foram consideradas nas instâncias de teste, e a restrição fraca aplicada foi que seria desejável que um conjunto de disciplinas de períodos diferentes não fossem alocadas no mesmo dia da semana no período letivo. Na instância 1, de dados reais, na configuração de 860 vizinhos, todas as restrições foram atendidas, atingindo coeficiente de qualidade igual a 2, quebrando em média

duas restrições fracas, assim como na instância 2.

Instância	Tamanho Vizinhança	Solução Inicial		Solução Final	
		Restrições Fortes	Restrições Fracas	Restrições Fortes	Restrições Fracas
1	215	53,4	5,2	1,5	2,5
	430	52,5	4,5	0	2,5
	860	52,5	5,5	0	2
2	235	76,5	9,5	2	5,5
	470	74,2	9,4	1,5	4,7
	940	79,8	9,5	0	2
3	240	95,3	9,7	4	7,5
	480	97,5	8,5	3,7	5,4
	960	95,2	9,3	2	3,5

Tabela 4 - Média do não atendimento das Restrições Fortes e Fracas

A qualidade das soluções obtidas resultou em grades de horário de utilização prática para a coordenação do curso avaliado, na configuração de 860 vizinhos. Percebeu-se uma proporcionalidade entre número de soluções vizinhas, qualidade de solução gerada e maior tempo de execução. Para valores de vizinha maior, a solução apresentou maiores valores de quebra de restrição e tempo de execução significativamente maior.

O gráfico disposto na Figura 3 apresenta o número de restrições quebradas em relação ao número de interações necessárias até o escalonador atingir a condição de parada, na instância de dados reais, na configuração de 860 vizinhos, na qual nenhuma restrição forte ou fraca foi quebrada. A cada iteração em que é encontrada uma determinada solução de coeficiente de qualidade mais baixo, o número de iterações sem melhora é zerado. Os dados de qualidade da execução evidenciada no gráfico da Figura 3 foram obtidos com um total de 5847 execuções da Busca Tabu.

Restrições Quebradas

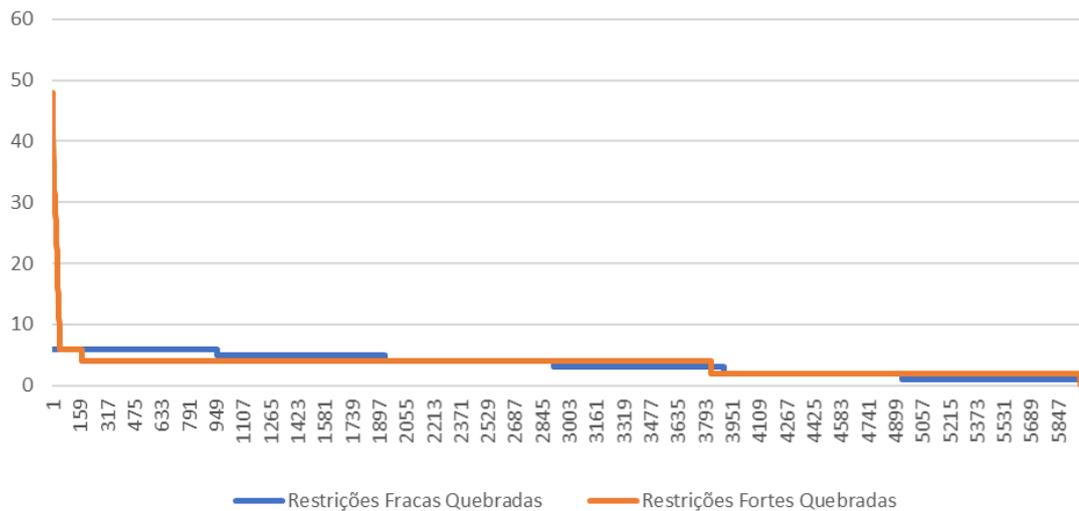


Figura 3. Restrições Fortes e Fracas Quebradas x Número de Interações

7 | CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Os resultados obtidos pela execução do escalonador para as instâncias 1 e 2 com 860 e 940 soluções vizinhas respectivamente atenderam todas as restrições fortes e em média quebrou 2 restrições fracas. Foi evidenciada através dos experimentos a relação existente entre número de vizinhança, qualidade de solução gerada e tempo de execução.

Foi observado também que a situação em que um professor leciona mais de uma disciplina de carga horária maior ou igual a 60 horas semestrais se torna um empecilho para soluções de qualidade, apresentando muitas quebras de restrições fortes e fracas, assim como demanda tempo de execução maior. Esse comportamento observado nas execuções do escalonador elucida pontos importantes a serem considerados em trabalhos do contexto de otimização combinatória que visam utilizar a busca Tabu, de forma que a documentação dos resultados possibilite maior acurácia da escolha da técnica para resolução de problemas similares.

O escalonador desenvolvido gerou soluções aplicáveis com tempos de execução aceitáveis para a coordenação do curso de Ciência da Computação, dando a possibilidade real de alocação de horários de aulas com grande aderência aos interesses do corpo docente, otimizando atividades internas e externas à instituição de ensino. O trabalho identificou também que fatores de configuração na execução da busca tabu e na distribuição de disciplinas entre os docentes do curso de Ciência da Computação impactam na geração de melhores resultados por parte do escalonador, nos quais sua documentação contribuí para desenvolvimento de sistemas que automatizem e aprimorem as atividades de instituições de ensino.

Para trabalhos futuros sugere-se o desenvolvimento ou aplicação de uma heurística existente que melhore o processo de geração da solução inicial, para melhor refinamento posterior por parte da busca tabu. Propõe-se também a utilização de funcionalidades de programação paralela na execução da função de avaliação, para aumento de desempenho computacional. Por último, aponta-se a possibilidade do aprimoramento do escalonador para utilização da alocação das aulas de professores do curso de Ciência da Computação em outros cursos.

REFERÊNCIAS

- Alvarez-Valdes, R., Crespo, E., Tamarit, J.M. **Design and implementation of a course scheduling system using Tabu Search**. In: European Journal of Operational Research 137, pages 512–523, 2012
- Bittencourt, G. C. de., **Modelagem e Implementação de um Sistema Computacional para a Solução de um Problema de Roteamento de Veículos (PRV) com o Uso da Metaheurística Busca Dispersa (Scatter Search)**, 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.
- Dorigo, M.; Stützle, T. **Ant colony optimization: Overview and recent advances**. In Handbook of metaheuristics, Gendreau, M.; Potvin, J.-Y., Eds.; Springer US: New York, NY, USA, 2010; Vol. 146, pp 227–263.
- Glover, F., Laguna, M. **Tabu Search**, Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, 1997.
- Gomes, A. **Uma Introdução à Busca Tabu**. Departamento de Ciência da Computação, Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2009.
- Martins, J. P. **O problema do agendamento semanal**. 83 f. Dissertação (Mestrado em Computação) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2010.
- Sequeira, M. **Busca tabu para alocação de salas e professores**. 61 f. Trabalho Técnico-científico de Conclusão (Graduação em Ciência da Computação) - Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2015.
- Simas, E. P. L. **Utilizando a busca tabu na resolução do problema de roteamento de veículos**. 144 f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo. 2007.
- Stützle, T. **Local Search Algorithms for Combinatorial Problems: Analysis, Improvements, and New Applications**, In DISKI. Infix, Sankt Augustin, Germany, 1999; Vol. 220.
- Terra, I. P., Radaelli, J. L. **Utilização dos métodos de otimização em problemas de timetabling**. In Principium Online: Iniciação Científica no Unileste-MG, Coronel Fabriciano, 2007; v. 1.
- Viana, V. **Meta-heurísticas e programação paralela em otimização combinatória**. UFC Edições (EUFC), Fortaleza, CE, 1998.
- Vieira, F., Macedo, H. **Sistema de alocação de horários de cursos universitários: um estudo de caso no departamento de computação da Universidade Federal de Sergipe**. Scientia Plena, v. 7, n. 3, 2011.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acelerômetro 24, 25, 28

Ambientes virtuais 79

Aprendizagem 1, 2, 4, 5, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 66, 68, 69, 70, 72, 73, 76, 77, 79, 80, 83, 84, 96, 114, 129, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 144, 145

Aprendizagem adaptativa 66, 68, 69, 70, 72

Arduino 24, 25, 27, 30, 34

Arte 20, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 105, 106, 107

B

Busca tabu 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45

C

Cibercultura 55, 56, 57, 63, 107

Ciberespaço 57

Ciência da computação 35, 36, 41, 44, 45

cliente-servidor 66

Computação visual 109, 114

Comunicação 1, 2, 4, 10, 13, 14, 16, 19, 20, 26, 28, 29, 31, 46, 56, 57, 63, 71, 81, 82, 83, 85, 135, 136, 137, 139, 143, 144

Conhecimento 1, 2, 5, 7, 13, 14, 18, 19, 46, 47, 48, 51, 52, 53, 56, 57, 66, 75, 78, 79, 83, 91, 93, 96, 97, 98, 110, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 137, 138, 140, 143, 144

Convergência 55, 56, 57, 60, 63

Convivência online 65

Cultura 4, 5, 46, 53, 56, 57, 62, 63, 89, 98, 103, 106, 108

D

Diagnóstico precoce 109, 110, 111, 112, 121

Digital 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 22, 23, 46, 49, 50, 53, 54, 56, 58, 60, 75, 87, 88, 89, 92, 94, 97, 98, 99, 102, 103, 105, 106, 107, 121, 135

E

Educação 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 18, 20, 21, 22, 46, 47, 65, 66, 67, 71, 72, 73, 77, 85, 87, 89, 96, 97, 98, 106, 107, 108, 135, 140, 145

Engenharia 34, 45, 84, 85, 123, 124, 130, 133, 134

Ensino 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 22, 35, 36, 38, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52,

53, 55, 65, 66, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 83, 84, 85, 89, 106, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 145

Ensino fundamental 4, 65, 66, 72, 89, 106

Escalonador 35, 36, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45

Extensão 1, 3, 5, 9, 10, 26

F

Ferramentas 2, 5, 8, 9, 10, 13, 15, 16, 19, 36, 47, 51, 68, 71, 121, 126, 129, 136, 145

Fluxo 38, 57, 69, 76, 78, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134

Formação de professores 46

G

Gamificação 65, 66, 70, 71, 72, 79, 108

Google classroom 135, 136, 139, 140, 141, 142, 144, 145

H

Hardware 5, 27, 82

Histograma 115, 120, 121

I

Idosos 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34

Imagens 4, 8, 16, 31, 79, 94, 112, 113, 114, 118, 119, 121

Inclusão 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 58, 62, 96, 100, 103, 116, 121

Informação 1, 2, 4, 5, 9, 10, 55, 56, 57, 66, 79, 82, 83, 85, 103, 109, 111, 112, 115, 124, 125, 126, 127, 135, 136, 138, 140, 145

Informática 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 17, 22, 46, 57, 109

Inovação 123, 129, 130, 133

Integração 28, 30, 85, 97, 100, 139

Internet 2, 3, 7, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 28, 34, 46, 53, 63, 86, 89, 141, 142

Internet das coisas 24, 25, 26, 34

J

Jogo 58, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 70, 71, 72, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107

Jogos digitais 55, 56, 57, 60, 61, 62, 65, 87, 88, 89, 96, 99, 100, 106

L

Laboratório remoto 74, 75, 76, 77, 80, 81, 82, 83, 84

Laboratórios virtuais 75, 76, 79

M

Metodologias ativas 12, 65, 66, 135, 136, 137, 145

M-learning 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 22, 23

Modelo pedagógico 11, 12, 13, 14, 15, 17, 21, 22

Monitoramento 24, 25, 26, 28, 29, 33, 34

N

Narrativa 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 94, 97

P

Plataforma 13, 16, 20, 27, 30, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 77, 82, 94, 103, 105, 106, 121, 135, 136, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

Poética 87, 90, 91, 93, 94, 97, 98, 99, 105, 107

Programação 20, 27, 30, 36, 45, 91, 93, 99, 100, 114

Protótipo 24, 29, 30, 31

Q

Queda 24, 27, 29, 30, 31, 32, 34

R

Realidade aumentada 50, 74, 76, 80, 81, 82, 84, 85

Reconhecimento 24, 25, 29, 33, 34, 103, 109, 112, 113, 114, 118

Retinoblastoma 109, 110, 111, 112, 116, 121, 122

S

Sala de aula invertida 11, 12, 14, 15, 22, 135, 136, 137, 138, 145

Smartphones 11, 15, 17, 19, 20, 21, 25

Software 2, 5, 7, 13, 27, 75, 90, 130

T

Tecnologia 1, 2, 3, 4, 12, 15, 24, 25, 26, 28, 33, 34, 47, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 75, 76, 79, 85, 89, 135, 136, 137, 140, 144, 145

Tecnologias digitais 1, 2, 4, 8, 10, 11, 46, 47, 49, 51, 135, 136

Tecnologias vestíveis 24, 25, 26

Timetabling 35, 36, 45

Transmídia 55, 56, 57, 58, 60

W

WI-FI 25, 29

 **Atena**
Editora

2 0 2 0