



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO E INFORMÁTICA

MURILO AUGUSTO NEPOMUCENO REBOUÇAS

**O LICENCIADO EM COMPUTAÇÃO E INFORMÁTICA ENQUANTO
ENGENHEIRO DO ESPAÇO COGNITIVO: INTERAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS
DIGITAIS E INTELIGÊNCIA HUMANA**

ANGICOS/RN

2021

MURILO AUGUSTO NEPOMUCENO REBOUÇAS

**O LICENCIADO EM COMPUTAÇÃO E INFORMÁTICA ENQUANTO
ENGENHEIRO DO ESPAÇO COGNITIVO: INTERAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS
DIGITAIS E INTELIGÊNCIA HUMANA**

Monografia apresentada à Pró-Reitoria de Graduação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Licenciado em Computação e Informática.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria das Neves Pereira

ANGICOS/RN

2021

© Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do autor, sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu respectivo autor sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo autor

R292l Rebouças, Murilo Augusto Nepomuceno.
O licenciado em Computação e Informática
enquanto engenheiro do espaço cognitivo: interação
entre tecnologias digitais e inteligência humana /
Murilo Augusto Nepomuceno Rebouças. - 2021.
74 f. : il.

Orientadora: Maria das Neves Pereira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-Árido, Curso de Computação e
Informática, 2021.

1. Licenciatura em Computação. 2. Identidade.
3. Inteligência. 4. Educação Básica. 5.
Informacionalismo. I. Pereira, Maria das Neves,
orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MURILO AUGUSTO NEPOMUCENO REBOUÇAS

**O LICENCIADO EM COMPUTAÇÃO E INFORMÁTICA ENQUANTO
ENGENHEIRO DO ESPAÇO COGNITIVO: INTERAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS
DIGITAIS E INTELIGÊNCIA HUMANA**

Monografia apresentada à Pró-Reitoria de
Graduação da Universidade Federal Rural do
Semi-Árido como requisito para obtenção do
título de Licenciado em Computação e
Informática.

Defendida em: 21/05/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. MARIA DAS NEVES PEREIRA (UFERSA)
Presidente

Prof^ª. Dr^ª. JOÊMIA LEILANE GOMES DE MEDEIROS (UFERSA)
Membro Examinador

Prof^ª. M^a. ANDREZZA CRISTINA BARROS SOUZA (UFERSA)
Membro Examinador

Gleide Dantas Monteiro (In Memoriam).

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu nobre e inestimável amigo David Howse que, com sua espirtuosidade sempre vivaz, ofereceu contribuições iluminadas e preciosas para este trabalho.

Agradeço à minha família e à minha querida mãe Rejane Maria que, não medindo esforços ao me educar e me apoiar, motivam o meu afinco.

Agradeço à minha Orientadora, prezada Prof^a. Dr^a. Maria das Neves Pereira, por ter aceitado o meu convite e por suas contribuições, sendo invariavelmente solícita e cordial.

Agradeço igualmente aos eminentes integrantes da Banca Examinadora.

Agradeço aos meus amigos e companheiros de curso, Raimundo Mendes e João Carlos Herculano, os quais, trilhando esta mesma jornada, me ajudaram sobremaneira.

Agradeço a todos os professores e professoras que me guiaram ao longo de minha trajetória formativa.

Agradeço, por fim, a todos os pensadores perspicazes do mundo, especialmente àqueles que me inspiraram neste trabalho.

Como fenômeno mais importante do universo, a inteligência é capaz de transcender as limitações naturais e de transformar o mundo à sua própria imagem. Em mãos humanas, nossa inteligência nos permitiu superar as restrições de nossa herança biológica, mudando-nos ao longo desse processo. Somos a única espécie que faz isso.

Ray Kurzweil

RESUMO

Os cursos de Licenciatura em Computação enfrentam inúmeras dificuldades, entre as quais se destacam o aumento da evasão recentemente observado, a consequente diminuição do número de alunos em graduações dessa natureza e, em especial, os impasses relacionados à identidade do licenciado em Computação, os quais acentuam decisivamente os problemas anteriores. Nesse sentido, o papel e a importância desse profissional ainda não são devidamente reconhecidos pela sociedade brasileira. Assim, o presente trabalho tem como objetivo contribuir para a (re)concepção da identidade do licenciado em Computação enquanto engenheiro do espaço cognitivo, expondo oportunidades e desafios à sua atuação diante de novos patamares de usos e significados alcançados pelos computadores, cada vez mais imbricados à inteligência humana. De caráter essencialmente qualitativo, este estudo, metodologicamente fundamentado em uma revisão de literatura histórica, apresenta um arcabouço teórico destinado a orientar aplicações práticas inovadoras no âmbito da Informática Educativa. A partir dessa perspectiva, pôde-se concluir que a integração desse profissional à Educação Básica, conforme formulada pela Teoria do Licenciado em Computação e Informática proposta neste estudo, é uma condição básica para que as crianças e jovens possam apropriar-se das competências que, crescentemente, serão o centro da evolução socioeconômica das nações no século XXI.

Palavras-chave: Licenciatura em Computação. Identidade. Inteligência. Educação Básica. Informacionalismo.

ABSTRACT

Computer Lecturing courses face numerous difficulties, among which we highlight the increase in dropout rates recently observed, the consequent decrease in the number of students in graduations of this nature and, in particular, the impasses related to the identity of the graduate in Computing, which decisively accentuate the previous problems. In this sense, the role and importance of this professional are not yet properly recognized by Brazilian society. Thus, the present work aims to contribute to the (re)conception of the identity of the Licensee in Computing as an engineer of the cognitive space, exposing opportunities and challenges to his performance in the face of new levels of uses and meanings reached by computers, increasingly imbricated to human intelligence. Essentially qualitative, this study, methodologically based on a review of historical literature, presents a theoretical framework designed to guide innovative practical applications in the field of Educational Informatics. From this perspective, it was possible to conclude that the integration of this professional to Basic Education, as formulated by the Theory of the Licensee in Computing and Informatics proposed in this study, is a basic condition for children and young people to appropriate the skills that, increasingly, they will be the center of the socioeconomic evolution of nations in the 21st century.

Keywords: *Computer Lecturing Courses. Identity. Intelligence. Basic Education. Informationalism.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Mapa mental sobre o critério ergonômico “condução”	37
Figura 2	–	Formação de padrões de alto-nível (palavras) a partir de padrões de níveis inferiores (traços e letras)	46
Figura 3	–	Texto que mostra a habilidade de reconhecimento de padrões distorcidos (e parciais) pelo neocórtex	47
Figura 4	–	Tarefa de identificação de padrões hierárquicos recursivos do <i>software</i> GBrainy	48
Figura 5	–	Visão da estrutura regular de grade das conexões neocorticais	49
Figura 6	–	Estrutura de grade da chamada comutação <i>crossbar</i> , usada em circuitos integrados e em placas de circuitos (notavelmente similar à estrutura neocortical)	50
Figura 7	–	Exibição da palavra <i>knowledge</i> no Visuwords	51
Figura 8	–	Representação computacional-gráfica de um neurônio	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
IA	Inteligência Artificial
IBM	<i>International Business Machines</i>
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PNE	Plano Nacional de Educação
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TMRP	Teoria da Mente Baseada em Reconhecimento de Padrões

LISTA DE SÍMBOLOS

©	Copyright
Δ	Letra grega <i>delta</i> maiúsculo
%	Porcentagem
™	<i>Trade Mark</i> (“marca comercial”, em português)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 METODOLOGIA E PRINCÍPIOS TEÓRICOS	18
1.1 A pesquisa qualitativa	18
1.2 Método da análise de dados	20
2 CONSTRUINDO IDENTIDADE	23
2.1 A Licenciatura em Computação e Informática	23
2.2 Documentos de identidade	27
2.3 O poder da teoria	32
2.4 O licenciado em Computação e Informática enquanto designer instrucional	34
3 UM BREVE HISTÓRICO DAS CONCEPÇÕES SOBRE A INTELIGÊNCIA HUMANA E APLICAÇÕES INFORMÁTICAS RELACIONADAS	39
3.1 As abordagens clássicas da psicologia cognitiva	39
3.2 A abordagem ecológica e a inteligência coletiva	42
3.3 A Teoria da Mente Baseada em Reconhecimento de Padrões	44
3.4 Uma correlação entre as tecnologias digitais e a inteligência humana	48
4 A ENGENHARIA DO ESPAÇO COGNITIVO	53
4.1 Didática Informacional	53
4.2 O Computador como Ator Social	56
4.3 A realização de abstrações	60
4.4 Outras faces da inteligência humana	62
4.4.1 Duas formas da inteligência natural	64
4.4.2 Fazendo comparações	66
CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERÊNCIAS	71

INTRODUÇÃO

No período compreendido entre 70 mil anos atrás e 30 mil anos atrás, o surgimento de novas formas de pensar e se comunicar constituiu o que o historiador israelense Yuval Noah Harari denominou de a Revolução Cognitiva, momento em que o *Homo sapiens* começou a obter uma vantagem notável sobre as outras espécies humanas ao expandir suas capacidades de aprendizado, memória e comunicação (HARARI, 2019).

Atualmente estamos vivendo uma nova revolução cognitiva, iniciada no fim do segundo milênio da Era Cristã, por ocasião daquilo que Castells (2019) identificou como a revolução da tecnologia da informação, caracterizada pela aplicação dos conhecimentos e da informação para a geração de conhecimentos e de dispositivos de processamento e de comunicação da informação, de modo que computadores e sistemas de informação “são todos amplificadores e extensões da mente humana” (p. 89).

Assim como, desde milhares de anos atrás, bibliotecas de linguagem escrita ampliam a capacidade de nossos cérebros desassistidos para reter e aumentar nossa base de conhecimentos (Kurzweil, 2012), sofisticados *softwares* agora o fazem de modo ainda mais surpreendente. Pierre Lévy, célebre filósofo francês, sintetizou bem quando disse que a própria inteligência depende da metamorfose incessante de dispositivos informacionais de todos os tipos. Escrita, leitura, visão, audição, criação e aprendizagem são capturados por uma informática cada vez mais avançada (LÉVY, 2010a).

É precisamente esta noção de tecnologia – conceituada como amplificadora e otimizadora de nossas aptidões cognitivas – que adotamos como premissa.

De acordo com Sancho (1998, p. 30 *apud* LIMA, 2012), o astrofísico Michael Shallis ponderou que à medida que interagimos com a tecnologia no sentido de transformá-la ou recriá-la, somos também modificados por ela, que passa a ser vista, segundo Shallis, como um prolongamento dos “sentidos e das habilidades naturais do ser humano, pelo desenvolvimento de técnicas e meios de comunicação”.

Nessa perspectiva, Kurzweil (2012) explica que amplificar bastante um fenômeno natural é exatamente o que a engenharia é capaz de fazer e que nós inventamos ferramentas para compensar nossas deficiências.

Também é o que conclui Harari (2019, p. 415) ao se debruçar sobre o cenário da engenharia *cyborg*. Segundo o autor: “[...] nossos sentidos e funções naturais são complementados por dispositivos como [...] computadores e telefones celulares (que aliviam nosso cérebro de parte do ônus do processamento e armazenamento de dados)”.

Conforme Lima (2012, p. 19), o teórico da comunicação e educador canadense Marshall McLuhan celebrenemente observou:

[...] que as ferramentas são extensão do próprio homem. Por exemplo: a caneta seria uma extensão da mão, a câmera fotográfica uma extensão do próprio olho [...]. Para ele, a tecnologia, na medida em que é construída, constrói o homem. Foi ele quem cunhou a frase: “O homem constrói as ferramentas; as ferramentas constroem o homem”.

Enfim, Lévy (2010b, p. 159), guiando-nos com uma referência teórica central, completa tais entendimentos ao mostrar que:

[...] o ciberespaço suporta tecnologias intelectuais que amplificam, exteriorizam e modificam numerosas funções cognitivas humanas: memória (banco de dados, hiperdocumentos, arquivos digitais de todos os tipos), imaginação (simulações), percepção (sensores digitais, telepresença, realidades virtuais), raciocínios (inteligência artificial, modelização de fenômenos complexos).

*Discutir o tema*¹ da identidade do licenciado em Computação e Informática é o objetivo geral do presente trabalho. A partir de uma análise da correlação entre as tecnologias digitais e a inteligência humana, iremos apresentar uma ideia que chamamos de Teoria do Licenciado em Computação e Informática enquanto *engenheiro do espaço cognitivo*² por excelência. Argumentaremos que a formação desse profissional se aproxima singularmente (e poderá aproximar-se ainda mais) dos conhecimentos capitais para a amplificação e a otimização da inteligência dos indivíduos e dos grupos através de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Este estudo possui importância na esfera mais ampla da educação por dois motivos. Primeiro, porque visa a contribuir com a construção da identidade do licenciado em Computação e Informática, promovendo o reconhecimento e a valorização de suas competências ao qualificá-lo como um profissional cuja atuação na Educação Básica é decisiva na preparação das crianças e jovens para que estes possam enfrentar os complexos desafios do meio técnico-científico-informacional hodierno.

Em segundo lugar, porque, ao produzir um *framework*³, oferece diversas teorias, conceitos e exemplos atuais relacionados à sinergia entre a cognição e as tecnologias de suporte

¹ Em *Excellent dissertations!* Levin (2005) explana que quando o tipo do assunto é um tema, a discussão é a principal metodologia adequada. Um tema convida o escritor a identificar a literatura relacionada, ler as partes relevantes desta e apresentar suas próprias ideias em sua dissertação.

² Lévy (2010a) utiliza essa expressão em itálico para se referir à figura do informata. Neste estudo, a expressão é tomada de empréstimo para caracterizar especificamente ao licenciado em Computação e Informática.

³ Medeiros (2018, p. 20) explica que “a palavra framework é usada com frequência na área de engenharia do conhecimento para denotar uma compilação de diferentes conceitos ou conhecimentos.”

numérico, especialmente direcionados para embasar aplicações práticas, sobretudo a concepção e a criação de *softwares* educativos.

Portanto, o mérito desta investigação é a identificação e a exposição de programas de computador nos quais os conceitos oferecidos estão, de algum modo, presentes. Assim, tal problemática pode ser enunciada da seguinte forma: *quais são alguns dos recursos e ferramentas provenientes da informática que, por corresponderem a aspectos do funcionamento cognitivo do cérebro humano descritos pelas teorias aqui exploradas, são capazes de aprimorar e/ou assistir processos de aquisição de conhecimentos?* Em outras palavras, para fazer uma alusão ao termo usado por Filatro (2008), buscamos identificar o que essa autora descreve como *mindtools* (“ferramentas cognitivas”, em uma tradução para o português), além de inspirar e fundamentar sua concepção.

Com base na taxonomia apresentada por Vergara (1997 *apud* DUTON, 2005), esta pesquisa, de caráter qualitativo e filosófico, pode ser categorizada como exploratória e descritiva, quanto aos seus fins; e bibliográfica e telemática, quanto aos seus meios. Seus dados foram coletados em livros, artigos acadêmicos, revistas especializadas, documentos institucionais, teses, dissertações, jornais e sites da internet, bem como a partir das experiências vividas ao longo da trajetória acadêmica do autor.

O capítulo 1 (“Metodologia e princípios teóricos”) trata da metodologia e do tipo de pesquisa empregada, bem como dos princípios teóricos que orientam este estudo, expondo e justificando de forma pormenorizada o método de análise dos dados.

O capítulo 2 (“Construindo identidade”) aborda diretamente a problemática da imprescindibilidade do engendramento da identidade do egresso da licenciatura em Computação e Informática. Identificando oportunidades e desafios para sua inserção no mercado de trabalho; as seções deste capítulo convergem para responder à seguinte questão, que fundamenta e atravessa todo este trabalho: *por que é importante desenvolver uma teoria a fim de contribuir com a construção da identidade do profissional licenciado em Computação e Informática?*

O capítulo 3 (“Um breve histórico das concepções sobre a inteligência humana e aplicações informáticas relacionadas”) descreve as ideias básicas de alguns dos principais teóricos da inteligência que se sucederam nas últimas décadas, expondo aplicações práticas, essencialmente programas de computador, em que é possível traçar uma relação com tais ideias. No final do capítulo, encontra-se explicitada uma perspectiva da correlação entre as tecnologias digitais e a inteligência humana.

O capítulo 4 (“A engenharia do espaço cognitivo”) apresenta conceitos relevantes, e alguns exemplos práticos associados, subjacentes à prática docente inteligente e inovadora e às competências do licenciado em Computação e Informática. Ademais, evocando Sokolowski (1988), refletimos ainda sobre importantes características intelectuais humanas, visando a contribuir, como fez o referido autor, para a fenomenologia da inteligência natural.

Por fim, apresentamos as considerações finais deste estudo, advogando que a inserção formal e sistemática do licenciado em Computação e Informática⁴ em todos os níveis da Educação Básica é condição *sine qua non* para alinhar a formação das crianças e jovens às novas possibilidades sociotécnicas e potenciais cognitivos oferecidos graças aos novos patamares alcançados pelos computadores, ajustando-a aos complexos desafios e exigências com os quais os cidadãos e as nações irão se defrontar no decorrer do século XXI. Dessa forma, diante do enfraquecimento dos cursos de Licenciatura em Computação observado, espera-se que o presente trabalho resulte na valorização das competências e do papel desse profissional, enquanto agente civilizatório multidisciplinar fundamental a ser reconhecido frente à revolução cognitiva em andamento.

⁴ Ou dos profissionais formados por cursos equivalentes que possuam uma denominação diferente.

1 METODOLOGIA E PRINCÍPIOS TEÓRICOS

1.1 A pesquisa qualitativa

Em seu livro *Pesquisa educacional: quantidade-qualidade*, Santos Filho e Gamboa (2009) apresentam os dilemas pelos quais tem passado a pesquisa educacional, representados pelas implicações que o embate ou a conciliação entre os paradigmas científicos acarretam. Acompanhando a progressão dos contextos histórico e filosófico, esses autores expõem o desenvolvimento dos paradigmas hegemônicos: o quantitativo (positivista-empiricista) e o qualitativo (fenomenológico-interpretativista), e como esses modelos se relacionam na visão de vários literatos. Além disso, discorrem a respeito dos desafios que tais paradigmas têm criado, sobretudo para as ciências sociais e para a pesquisa educacional, argumentando no sentido de promover-se a superação de aspectos prejudiciais à pesquisa educacional por meio da adoção de condutas e concepções que a fortalecem.

No século passado, uma das questões cruciais de filósofos e de pesquisadores na área das incipientes ciências humanas foi o problema da unidade das ciências. Diante do prestígio e sucesso dos métodos das ciências físicas, indagava-se se a vida social humana podia ou devia ser investigada com os métodos destas ciências (*ibid.*, p. 14-15).

No contexto do legado empirista de Locke e Newton, aqueles que defendiam a unidade das ciências (Comte, Mill e Durkheim) buscavam legitimar o uso do mesmo método em todas as ciências. Filosoficamente sustentada pela tradição idealista de Kant, a outra posição (Dilthey, Rickert, Weber e Husserl) era a favor de um método específico para as ciências sociais e humanas, dada sua peculiaridade. Estas posições são as bases históricas, respectivamente, dos paradigmas quantitativo-realista e interpretativo-idealista (SANTOS FILHO; GAMBOA, 2009).

A filosofia positivista de Auguste Comte defende a adoção da abordagem das ciências naturais pelas ciências sociais. Um dos aspectos essenciais dessa doutrina é o dualismo epistemológico, isto é, a ideia de que existe uma separação entre o sujeito cognoscente e o objeto a ser conhecido. Segundo essa perspectiva, “os objetos sociais, como os objetos físicos, têm uma existência independente do observador e do seu interesse” (*ibid.*, p. 17). Os positivistas argumentavam que a pesquisa social deveria ser uma atividade neutra (sem a influência dos vieses e julgamentos do pesquisador, livre de valores, limitando-se à discussão do que existia)

e que a descoberta de regularidades ou leis sociais deveria ser seu objetivo central, as quais permitiriam predições e, logo, a aplicação prática dos conhecimentos.

Santos Filho e Gamboa (2009) explicam ainda que, na segunda metade do século XIX, a reação contra a adoção da teoria positivista do conhecimento pelas ciências sociais veio à tona. Os filósofos e pensadores sociais envolvidos que a reprovaram entendiam que o positivismo enfatizava em demasia o lado biológico e social do ser humano e esquecia a dimensão de sua liberdade e individualidade. Wilhelm Dilthey (célebre filósofo, historiador e psicólogo alemão nascido em 1833) foi um dos principais opositores a tal empréstimo metodológico, afirmando plausivelmente que:

Nas ciências culturais não se lida com objetos inanimados que existem fora de nós ou com um mundo de fatos externos e cognoscíveis objetivamente. O objeto das ciências culturais refere-se aos produtos da mente humana que estão intimamente conectados com as mentes humanas, incluindo sua subjetividade, emoções e valores. Com base nessa perspectiva, os seres humanos são ao mesmo sujeito e objeto de investigação nas ciências sociais e o estudo do mundo social é, em essência, “o estudo de nós mesmos” (SMITH, 1938b, p. 35 *apud* SANTOS FILHO; GAMBOA, 2009, p. 25).

Em consonância com os autores, Dilthey também criticou a busca por regularidades ou leis causais universais positivistas, não aplicável às ciências sociais, uma vez que a vida social é complexa, as interações entre os indivíduos são variadas, as mudanças são contínuas ao longo do tempo e as diferenças culturais são evidentes. O objetivo do estudo da sociedade, para Dilthey, é adquirir uma compreensão individual ou do tipo, e os estudos humanos deveriam ser descritivos e não explanatórios. Dessa forma, busca-se adquirir descritivamente uma compreensão individual e, sobretudo, interpretativa (*verstehen*) dos fenômenos.

O esfacelamento do dualismo epistemológico é corroborado por Lévy (2010a, p. 137), em um capítulo de sua obra intitulado *Para além do sujeito e do objeto*, quando afirma que:

A inteligência ou a cognição são o resultado de redes complexas onde interagem um grande número de atores humanos, biológicos e técnicos. Não sou “eu” que sou inteligente, mas “eu” com o grupo humano do qual sou membro, com minha língua, com toda uma herança de métodos e tecnologias intelectuais (dentre as quais, o uso da escrita). [...] Fora da coletividade, desprovido de tecnologias intelectuais, “eu” não pensaria. O pretense sujeito inteligente nada mais é que um dos micros atores de uma ecologia cognitiva que o engloba e restringe. [...] Quem pensa? Não há mais sujeito ou substância pensante, nem “material”, nem “espiritual”. O pensamento se dá em uma rede na qual neurônios, módulos cognitivos, humanos, instituições de ensino, línguas, sistemas de escrita, livros e computadores se interconectam, transformam e traduzem as representações.

Considerando os desdobramentos da discussão a respeito do relacionamento entre os paradigmas quantitativo e qualitativo, Santos Filho e Gamboa (*ibid.*, p. 54) concluem que:

[...] é pragmaticamente defensável que no presente estágio de desenvolvimento do conhecimento humano, e de modo especial na área das ciências humanas e da educação, se admita e se adote a articulação e a complementaridade dos paradigmas a fim de fazer avançar o conhecimento humano. [...] A tolerância e o pluralismo epistemológico justificam a não admissão de uma única *ratio* e a aceitação do pluralismo teórico-metodológico nas ciências humanas e da educação.

Em concordância com Levin (2005), fenômenos sociais, políticos, econômicos e culturais são quase sempre o resultado de um conjunto complicado de mecanismos e fatores situacionais, demandando a utilização de vários métodos investigativos em conjunto, que podem incluir ferramentas da sociologia, psicologia, geografia e da ciência política.

Assim, a compreensão interpretativa – que Dilthey denomina de *verstehen* – adequa-se de modo fundamental à natureza e aos objetivos da presente pesquisa, pois envolve exatamente “a tentativa de compreender os outros mediante o estudo de sua linguagem, gestos, arte, políticas, leis etc.” (SANTOS FILHO; GAMBOA, 2009, p. 27). Por isso, entre a bibliografia desta monografia, encontrar-se-ão desde resoluções legais e documentos educacionais institucionais até sites que referenciam *softwares*.

Por sua vez, Rovery (2000 *apud* DUTON, 2005) explana que a pesquisa exploratória é desenvolvida com o objetivo de proporcionar uma visão geral de um determinado fato. É indicada especialmente nos casos em que o tema escolhido é pouco explorado (tal qual o tema da identidade do licenciado em Computação e Informática) e, logo, torna-se difícil a formulação de hipóteses precisas e operacionalizáveis, constituindo-se, muitas das vezes, como a primeira etapa de uma investigação que será mais aprofundada. Explica também que a pesquisa descritiva, igualmente adotada neste estudo, quanto aos seus fins, é aquela que observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos, sem o compromisso de explicá-los. Por outro lado, quantos aos seus meios:

A pesquisa bibliográfica constitui o ato de ler, selecionar, fichar, organizar e arquivar tópicos de interesse para a pesquisa em pauta. É a base para as demais pesquisas sendo uma síntese referente ao tema abordado. Consiste em apresentar e comentar o que outros autores escreveram sobre o tema, enfatizando as diferenças ou semelhanças que existem entre os conceitos (ROVERY, 2000 *apud* DUTON, 2005, p. 59).

1.2 Método da análise de dados

Quanto ao método de análise, empregamos a análise de conteúdo. Em conformidade com Campos (2004), trata-se de um conjunto de técnicas utilizadas no exame de dados qualitativos, cujo objetivo é a busca do sentido ou dos sentidos de um documento (domínio semântico) para a qual a interpretação (hermenêutica) serve como base.

Lévy (2010a, p. 72) explica que a “operação elementar da atividade interpretativa é a associação; dar sentido a um texto é o mesmo que ligá-lo, conectá-lo a outros textos, portanto, é o mesmo que construir um hipertexto”. É fundamentalmente essa referência teórica que alicerça tecnicamente a análise dos dados neste trabalho.

Campos (2004) ressalta ainda que a análise de conteúdo é sempre feita a partir da mensagem e tem por finalidade a produção de inferências, operação lógica pela qual se admite uma proposição em virtude de sua ligação com outras proposições já aceitas como verdadeiras:

Produzir inferências sobre o texto objetivo é a razão de ser da análise de conteúdo; confere ao método relevância teórica, implicando pelo menos uma comparação onde a informação puramente descritiva sobre o conteúdo é de pouco valor. Um dado sobre conteúdo de uma comunicação é sem valor até que seja vinculado a outro e esse vínculo é representado por alguma forma de teoria. Segundo este ponto de vista, produzir inferência, em análise de conteúdo significa, não somente produzir suposições subliminares acerca de determinada mensagem, mas em embasá-las com pressupostos teóricos de diversas concepções de mundo e com as situações concretas de seus produtores ou receptores. Situação concreta que é visualizada segundo o contexto histórico e social de sua produção e recepção (*ibid.*, p. 613).

Estas noções sobre o método de análise de conteúdo sintetizam de maneira categórica os princípios metodológicos, as pretensões e a natureza do presente trabalho, de modo que, segundo Campos (2004), a validação da análise pode ser realizada na triangulação de teorias, na qual se examinam os dados tomando por base várias teorias e tenta-se encontrar validade intrínseca pelo embasamento de cada uma delas.

Em suma, esta investigação está alicerçada nas características metodológicas do paradigma qualitativo, tendo como principal critério a validade, em detrimento da fidedignidade quantitativa. Ademais, não se interessa por recursos de quantificação e tampouco busca leis, mas compreensões (*verstehen*) e significados, supondo uma realidade socialmente construída. Por conseguinte, identifica-se com o método indutivo (dos dados para a teoria), optando “por definições que envolvem o processo e nele se concretizam, pela intuição e criatividade durante o processo de pesquisa, por conceitos que se explicitam via propriedades e relações [...]” (SANTOS FILHO; GAMBOA, 2009, p. 44-45).

Levin (2005) (re)define a noção de leitura e, conseqüentemente, de produção de um trabalho científico, considerando-os como uma espécie de *treasure hunt*⁵ para encontrar os pontos específicos necessários. Produzir uma monografia requer que se seja um detetive.

Inspirando-nos na sabedoria de Lévy (2015), pretendemos, conforme declarou esse autor, mais à fecundidade filosófica e prática do que à exatidão histórica e científica.

⁵ “Caça ao tesouro”, em português.

2 CONSTRUINDO IDENTIDADE

2.1 A Licenciatura em Computação e Informática

Prietch, Pazeto e Dias (2010) apresentam alguns marcos históricos e políticos do surgimento e evolução da informática educativa no Brasil, ou seja, das experiências que relacionam a educação e a informática, bem como um breve relato do desenvolvimento dos cursos de licenciatura em Computação até o ano de publicação de seu artigo. De acordo com Valente (1993a, p. 4), mencionado por essas autoras:

O ensino através da informática tem suas raízes no ensino através das máquinas. Esta ideia foi usada por Dr. Sidney Pressey em 1924 que inventou uma máquina para corrigir testes de múltipla escolha. Isso foi posteriormente elaborado por B. F. Skinner que no início de 1950, como professor de Harvard, propôs uma máquina para ensinar usando o conceito de instrução programada.

Evidentemente, hoje em dia os dispositivos computacionais têm aplicações muito mais sofisticadas para assistir os processos de ensino e aprendizagem: sistemas de gestão de aprendizagem, plataformas adaptativas, objetos de aprendizagem, laboratórios virtuais de ciências, videoconferências, avaliação em tempo real, dentre outras.

De acordo com Santos, Silva e Hinterholz (2017), o curso de Licenciatura em Computação teve sua primeira oferta no ano de 1997, na Universidade de Brasília. Em 2017, o número total de cursos alcançou a ordem das centenas, não obstante a diferença entre os valores apresentados na literatura consultada. Havia 1.650 licenciandos em Computação no ano de 2018, de acordo com Menolli e Coelho Neto (2021).

Santos, Silva e Hinterholz (2017) em seu artigo intitulado *Licenciatura em Computação: desafios e oportunidades na perspectiva do estudante*, publicado no VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017), lembram que a própria Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional, institui a Informática como um elemento complementar de estudo e apoio interdisciplinar na escola, mesmo que não seja obrigatório no currículo formal. E que, em concordância com a LDB, o Plano Nacional de Educação (PNE 2014-2024) reforça a necessidade de informatização das escolas quando propõe a ampliação do número de laboratórios de Informática (Estratégia 6.2), oportunizando a ascensão de um novo tipo de profissional.

Nesse contexto, surge o Licenciado em Computação, profissional formado por curso de graduação denominado Licenciatura em Computação. Segundo Matos e Silva (2012), este profissional está habilitado para atuar de forma integradora na Educação Básica em todos os seus níveis de ensino. Isso diz respeito, tanto ao uso e desenvolvimento de novas tecnologias para educação, quanto ao próprio ensino de Computação enquanto ciência (SANTOS; SILVA; HINTERHOLZ, 2017, p. 886).

Santos, Silva e Hinterholz (2017) indicam que Cruz *et al.* (2016) observaram que o currículo do curso articula a Computação com a Educação, Matemática, Psicologia, Sociologia, Filosofia, Línguas Portuguesa e Inglesa, formando um professor multidisciplinar. Indicam ainda que o curso é reconhecido pelo MEC a partir de diferentes denominações: Licenciatura em Computação, Licenciatura em Ciência da Computação, Licenciatura em Informática, dentre outras; de modo que tais variações vêm gerando questionamentos e discussões etimológicas acerca do nome e do conceito do curso:

Segundo Nunes (2011), existe uma diferença substancial entre Informática e Computação. Para este autor, a Computação corresponde ao processo de resolução de problemas por algoritmos, ou seja, o tratamento de dados onde existe uma entrada, compilação e saída. A Informática, contudo, denota a utilização de tecnologias digitais em determinado contexto como na informatização de uma escola ou empresa, por exemplo. Assim, a Computação está relacionada ao desenvolvimento de solução e, a Informática, a seu uso prático (SANTOS; SILVA; HINTERHOLZ, 2017, p. 887).

De acordo com Fais (2010), da perspectiva etimológica existe uma diferenciação bem definida entre “computação” e “informática”, mas na prática os termos muitas vezes são tratados como sinônimos. A computação refere-se a processos que podem ser matematizados, destacando a funcionalidade do computador, enquanto a informática tem o seu foco no tratamento da informação. Na prática, a computação destina-se ao estudo do computador como tecnologia fim, e a informática destina-se ao estudo do computador como tecnologia meio; ou seja, a computação tem como objeto de estudo o funcionamento do computador e a forma como os dados são processados, enquanto a informática estuda as formas de utilizar o computador como sendo um meio para automatizar informações.

Ao longo da história, o *homo sapiens* tem precisado constantemente tratar e transmitir informação, por isso jamais parou de criar máquinas e métodos para processá-la. A informática nasce então da ideia de auxiliar o ser humano nos trabalhos rotineiros e repetitivos, geralmente ligados à área do cálculo e do gerenciamento. A Informática é tradicionalmente definida como a ciência que estuda o tratamento automático e racional da informação. O termo foi criado em 1962 e provém da contração da expressão moderna *Information Automatique*, de origem francesa. Atualmente é quase impossível não perceber a influência que a informática exerce

sobre as relações sociais e a economia, seu uso nas transações bancárias, nas redes de relacionamentos, na comunicação pessoal e profissional e na educação. Cada vez mais a sociedade apoia suas relações em estruturas digitais (FISCINA, 2010).

Nada obstante, sob outras perspectivas, a informática denota um conjunto de conhecimentos e seus produtos. Nessa noção, a Ciência da Computação e os Sistemas de Informação, junto com as outras ciências da informação, fariam parte de um grande conjunto representado pela informática.

De acordo com dados da plataforma e-MEC, a Licenciatura em Computação e Informática da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (ofertada no Campus Angicos) iniciou o seu funcionamento no ano de 2010. Virtualmente reformulado, o Projeto Pedagógico do Curso, contudo, abordou a questão da inconsistência quanto aos nomes de cursos, perfis oferecidos e conteúdo:

Seria de se esperar que os cursos que carregam as denominações Ciência da Computação e/ou Engenharia da Computação e que, portanto, têm como finalidade a discussão da área de Informática e Computação como atividade fim, caracterizem-se pelo estudo e desenvolvimento de *software* e *hardware* para a própria área de informática, formando recursos humanos para o desenvolvimento científico e tecnológico da computação e para a computação. Entretanto, é comum no Brasil encontrarmos cursos com titulação em Ciência da Computação ou Engenharia da Computação com as mesmas características de cursos que têm a informática como atividade meio, tipicamente como se fossem cursos voltados tão somente para o desenvolvimento de sistemas de informação, que devem ter como característica fundamental a formação de recursos humanos para a automação dos sistemas de informação das organizações, ou seja, têm a responsabilidade geral de desenvolver, implementar e gerenciar a infraestrutura de tecnologias da informação nas empresas (UFERSA, 2010, p. 16).

No contexto dessa situação controversa, surge a Resolução nº 5 de 16 de novembro de 2016, instituindo as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação na área da Computação. Apesar das diferentes denominações reconhecidas pelo MEC, o documento denomina os cursos dos quais estamos tratando simplesmente como “licenciatura em Computação”⁶, embora elenque habilidades que em tese pertencem ao campo da Informática, por exemplo, ao estabelecer que os egressos devam possuir sólida formação em Ciência da Computação, Matemática e Educação visando à formação de usuários da infraestrutura de *software* dos computadores – e, não obstante, visando ao ensino de Ciência da Computação nos níveis da Educação Básica e Técnico e suas modalidades (BRASIL, 2016).

⁶ Ao longo deste trabalho consideramos os termos “Licenciatura em Computação”, “Licenciatura em Informática” e “Licenciatura em Computação e Informática” como sinônimos.

O presente trabalho ocorre em um momento deveras oportuno, a saber, exatamente no período em que se trabalha na reconfiguração do atual Projeto Pedagógico desta Licenciatura em particular. Esperamos não apenas possivelmente contribuir com a produção da nova proposta, mas, sobretudo, estimular cada vez mais licenciandos e licenciados a se engajarem no permanente exercício de construção e valorização da identidade de sua profissão.

Assim, estaremos promovendo, conforme concebeu o teórico da pedagogia e crítico cultural Henry Giroux, a escola e o currículo como uma *esfera pública democrática*. De acordo com Silva (2019, p. 54), nesta concepção, a “escola e o currículo devem ser locais onde os estudantes tenham a oportunidade de exercer as habilidades democráticas da discussão e da participação, de questionamento de pressupostos do senso comum da vida social”. Estas tarefas tornam-se cruciais diante do enfraquecimento crescente das licenciaturas da área da Computação.

Em seu artigo *Uma análise do Perfil dos Cursos de Licenciatura em Computação no Brasil*, Menolli e Coelho Neto (2021) buscaram mapear e apresentar um panorama referente ao perfil desses cursos, identificando fatores associados à taxa de evasão, como a etnia dos estudantes, a modalidade de ensino, o tipo de cidade e instituição, o ano de ingresso e o período do curso. A pesquisa identificou “resultados preocupantes com relação à taxa de evasão e número de ingressantes em anos recentes em cursos de licenciatura em computação” (p. 1).

De acordo com os referidos autores, apenas 8% dos cursos da área da Computação são dedicados à formação de professores. Além do baixo crescimento no número de cursos de Licenciatura em Computação, a evasão passou de 16,02%, no censo de 2017, para 20,81%, no censo de 2018. Considerado o número de cursos na modalidade EaD, “a taxa média de cursos a distância é de 4% para os cursos da área de computação, em Licenciatura em Computação tem-se 27% dos cursos na mesma modalidade, de acordo com os dados do censo 2018” (*ibid.*, p. 11). Além disso, entre 2017 e 2018, o número de alunos em cursos presenciais diminuiu, enquanto o número de alunos em cursos à distância aumentou.

A conclusão à qual os autores chegam é que:

Em relação aos cursos de Licenciatura em Computação, alguns dados preocupantes são apresentados neste trabalho. Primeiramente, o número de alunos nestes cursos está diminuindo. Vale ressaltar o declínio significativo (36,3 %) no número de ingressantes entre os censos de 2017 e 2018. Outro ponto importante é que a Licenciatura em Computação apresenta a menor taxa de alunos por curso entre os da área de computação (MENOLLI; COELHO NETO, 2021, p. 20).

2.2 Documentos de identidade⁷

De acordo com Santos, Silva e Hinterholz (2017, p. 886):

[...] a carreira do Licenciado em Computação ainda não está plenamente construída. Isto se deve aos poucos espaços legalmente constituídos para o profissional no contexto da Educação Básica. Segundo Castro e Vilarim (2013), a Licenciatura em Computação também enfrenta dificuldades em relação à sua identidade – o que faz? O que ensina? – bem como a adequação pedagógica dentro das escolas; questões de mercado e reconhecimento da profissão também dificultam a expansão da atividade, demandando a identificação de desafios e oportunidades que possam nortear o planejamento do curso para os próximos anos.

Nesse sentido, os autores ressaltam ainda que:

Segundo Queiroz *et al.* (2016) e Santos *et al.* (2016) ainda há pouco conhecimento do papel do Licenciado em Computação dentro das empresas e escolas – muitos até mesmo desconhecem a existência da profissão – sendo assim, necessário, tornar conhecido o curso e a importância dos profissionais formados pelo curso, na sociedade atual, cada vez mais cercada pelas novas tecnologias digitais (SANTOS; SILVA; HINTERHOLZ, 2017, p. 891).

Estas observações constituem o nó górdio do presente estudo e fundamentam sua relevância e seus objetivos. Contribuir com a construção da identidade e do papel societário do licenciado em Computação e Informática é, pois, o caminho do reconhecimento e da valorização da atividade de engenharia do espaço cognitivo da qual ele está especialmente incumbido para desempenhar. Assim, neste tópico, propomos uma caracterização destes profissionais, oferecendo-lhes, daqui em diante, instrumentos teóricos capazes de alicerçar e enriquecer sua atuação ao exercerem as competências e habilidades previstas na Resolução nº 5/2016. Dessa maneira, buscamos, segundo orienta Libâneo (2011), favorecer a criação de uma cultura do profissionalismo, de forma que a profissão ganhe mais credibilidade e dignidade.

A essa caracterização damos o nome de Teoria do Licenciado em Computação e Informática enquanto engenheiro do espaço cognitivo por excelência. Lévy (2010a, p. 56) brilhantemente compara a informática à arquitetura ou urbanismo, dando-nos um sinal da importância do papel que é conferido ao licenciado em Computação e Informática:

Retomemos a comparação entre informática e arquitetura ou urbanismo. Em vez de estruturar o espaço físico das relações humanas, o informata organiza o *espaço das funções cognitivas*: coleta de informações, armazenamento na memória, avaliação, previsão, decisão, concepção etc. [...] Eles [os informatas] intervêm sobre a comunicação, a percepção e as estratégias cognitivas de indivíduos e de grupos de trabalho; apesar disto, não encontramos em seu currículo

⁷ Título inspirado na obra de Silva (2019).

nem pragmática da comunicação, nem psicologia cognitiva, história das técnicas ou estética.
(*Adaptação nossa*)

O licenciado em Computação e Informática é, então, esse informata *par excellence*. É aquele que torna acessíveis e assimiláveis os conhecimentos, habilidades e atitudes; assim como o urbanista ou o arquiteto promovem a otimização do acesso a determinados lugares ou de sua estética. Percebe-se, logo, a aurora de um profissional cuja formação tem o poder de responder efetivamente a necessidades educacionais especiais fundamentais, cujo sentido amplo é indicado por Ferreira (2006), abrangendo todos os estudantes que não estão tendo sucesso nas escolas por uma gama de razões; referindo-se às necessidades de *todas* as pessoas que, por diferentes motivos, enfrentam barreiras para aprender (linguísticas, de acesso ao conteúdo escolar, arquitetônicas, atitudinais etc.). Ora, o licenciado em Computação e Informática é justamente esse exímio derrubador de barreiras cognitivas, “promovendo a acessibilidade digital” (BRASIL, 2016, p. 7). Dispõe ainda de um substancial capaz de avaliação pedagógica dos programas informáticos e de seus efeitos psicocognitivos e atitudinais (LIBÂNEO, 2011), tendo em vista que sua formação provê habilidades para, segundo a Resolução nº 5/2016, “especificar e avaliar *softwares* e equipamentos para aplicações educacionais e de Educação à Distância” (BRASIL, 2016, p. 7).

Silva (2019) mostrou que as teorias do currículo, vistas da perspectiva pós-estruturalista como discursos, não se limitam a descobrir ou a corresponder à realidade; a refleti-la, descrevê-la, explicá-la. A teoria, de certo modo, cria, inventa o objeto que supostamente descreve, pois, as descrições linguísticas da realidade estão envolvidas em sua produção. Dessa forma, demonstrou “que aquilo que o currículo é depende precisamente da forma como ele é definido pelos diferentes autores e teorias” (p. 14). Ele também afirma que a questão central para qualquer teoria do currículo é a de saber qual conhecimento deve ser construído. Equivale a perguntar: “o que eles ou elas devem saber?”. Contudo, além de uma questão de conhecimento, o currículo também é uma questão de identidade, e a pergunta “o que eles ou elas devem se tornar?” nunca está separada da anterior. O currículo é, portanto, um *documento de identidade*.

Embora se constitua em uma teoria educacional mais ampla, é para a construção desses documentos de identidade que o presente trabalho, também, almeja colaborar, no caso do licenciado em Computação e Informática. Não se contenta em, eventualmente, dizer o que lhe deve ser orientado quanto ao ensino e o aprendizado. Pretende, antes de tudo, refletir sobre o que este recente e importante agente civilizatório deve se tornar.

Quando esta profissão ainda estava apenas no horizonte, Sette, Aguiar e Sette (1997) publicaram um artigo na Revista Brasileira de Informática na Educação intitulado *Licenciatura em Informática – Uma questão em aberto*, questionando “se os conteúdos e habilidades, que em tese dariam justificativa para a criação de cursos desta natureza, não poderiam ser desenvolvidos amplamente nas disciplinas que tradicionalmente fazem parte dos currículos escolares” (p. 1):

[...] pode a Informática ser considerada uma nova área de conhecimento? Uma nova disciplina? Tem estatuto epistemológico para tanto? Ou ela representa a evolução de conhecimentos já existentes? Ou seja: o que constitui o objeto de estudo em informática? Qual o papel do professor de informática na escola? De que forma a informática entra na escola? (*ibid.*, p. 5).

Presumia-se que, por exemplo, o ensino do uso do editor de texto poderia ficar por conta do professor de português, o editor gráfico a cargo do professor de artes e o conteúdo de algoritmos e linguagens de programação como incumbência do docente de matemática. Pelo menos até aquele momento, os autores não constatarem a necessidade da criação da Licenciatura em Informática. É o que denota o seguinte trecho do referido texto:

Para demonstrar a força deste argumento, sugere-se a efetivação de um exercício de abstração, estabelecendo-se um elenco de conteúdos julgados importantes para serem estudados no ensino básico, relativos à informática. Em seguida, verifique-se se os tópicos definidos podem ser incluídos nas diversas matérias existentes no currículo. Concluído este exercício, se ainda existir algo a ser acrescentado que justifique a criação de uma disciplina própria, pode-se pensar em criar a Licenciatura em Informática (*ibid.*, p. 7).

Ao longo desta monografia, respondemos justamente as aludidas indagações colocadas pelos autores supracitados e muitas delas já têm sido devidamente conclusas ao longo de mais de duas décadas de discussões e documentos legais. Supor que a informática não pode ser considerada uma nova área de conhecimento porque ela representa a evolução de saberes já existentes é uma premissa falsa. De fato, conforme Lévy (2010a, p. 102), “grande número de inovações importantes no domínio da informática provém [...] de outras ciências: matemática, lógica, psicologia cognitiva, neurobiologia.”. Mas, os *softwares* utilitários e educacionais aos quais Sette, Aguiar e Sette (1997) se referem não foram criados, em sua esmagadora maioria, por matemáticos, físicos ou linguistas. Eles foram criados por informatas, como cientistas da computação. Sette, Aguiar e Sette (1997) vislumbraram um papel demasiadamente limitado ao licenciado em Informática.

Diferentemente dos profissionais dos outros cursos da área da Computação – bacharelado em Ciência da Computação, em Sistemas de Informação, em Engenharia de

Computação e em Engenharia de Software – só o licenciado em Computação e Informática (embora todos estes sejam informatas) tem uma formação *ad hoc* para:

[...] fazer uso da interdisciplinaridade e introduzir conceitos pedagógicos no desenvolvimento de Tecnologias Educacionais, produzindo uma interação humano-computador inteligente, visando ao ensino e à aprendizagem assistidos por computador, incluindo a Educação à Distância (BRASIL, 2016, p. 4).

Oferecer tais conceitos é precisamente o que deve fazer um teórico de licenciatura em Computação e Informática enquanto engenheiro do espaço cognitivo por excelência. No capítulo 4, mais especificamente no tópico 4.1, veremos, por exemplo, de que maneira a produção de um programa de computador destinado a ensinar diferentes tipos de conhecimentos requer a consideração de estratégias didáticas distintas.

O motivo de citarmos o artigo de Sette, Aguiar e Sette (1997), neste estudo, é que algumas de suas questões permanecem paradoxalmente atuais mesmo depois de passado tanto tempo, especialmente o problema da inserção formal da Informática no currículo da Educação Básica. Este é um dos principais obstáculos para que a licenciatura em Computação e Informática seja devidamente reconhecida e valorizada.

De acordo com Mendonça (2018), uma das vertentes de uso das tecnologias digitais institui-se sob a forma de cursos extracurriculares, notadamente voltados à programação, que pretendem complementar o currículo. Nessa perspectiva, a presença dos licenciados em Computação e Informática propiciaria a criação, nas escolas básicas, do que essa autora chama de *espaços de criação digital*.

Esses espaços são parte da cultura digital, na qual os alunos estão imersos e já participam ativamente. Fomentar a existências desses espaços na escola permite a valorização do conhecimento dos alunos e o aprofundamento técnico, que é fundamental para uma apropriação crítica e participativa dos recursos digitais, e pode-se dizer que é mais um lugar que promove o prazer pelo saber (MENDONÇA, 2018, p. 125).

Menolli e Coelho Neto (2021), aludindo à Resolução nº 5/2016, observam que o ensino de computação na Educação Básica vem ganhando cada vez mais importância, pois a introdução do pensamento computacional e algorítmico, nesse nível de ensino, pode fornecer os recursos cognitivos demandados para a resolução de problemas, transversal a todas as áreas do conhecimento. Esses autores explicam que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) faz diversas referências ao pensamento computacional e que sua articulação “com as competências gerais é contemplada nos objetivos de aprendizagem e desenvolvimento da Educação Infantil e

nas competências específicas e habilidades dos diferentes componentes curriculares do Ensino Fundamental” (p. 2). Assim, muitas escolas têm adotado aulas de robótica educacional, clubes de programação e criação de jogos digitais e atividades interdisciplinares com “computação desplugada” (BELL; WITTEN; FELLOWS, 2011 *apud* MENOLLI; COELHO NETO, 2021).

De acordo com Menolli e Coelho Neto (*ibid.*, p. 2):

Conceitualmente, todos os sistemas computacionais com funcionalidade pedagógica ou que necessita de assistência para seu uso requer a participação dos licenciados em computação (Brasil, 2016). Contudo, na prática a realidade é diferente. Muitas escolas utilizam a aplicação de funcionalidades pedagógicas por meio de sistemas computacionais sem contratar um profissional adequado. Assim, tem-se profissionais capacitados para realizar estas atividades e que muitas vezes não são absorvidos nas funções para as quais foram preparados e, por outro lado, há escolas adotando sistemas computacionais com funcionalidades pedagógicas sem a supervisão de um profissional capacitado para auxiliar nesta tarefa.

Uma preocupação semelhante e ainda válida foi manifestada por Sette, Aguiar e Sette (1997), questionando se os egressos das licenciaturas não tenderiam a se deslocar para a função de técnico em informática nas escolas ou no mercado de trabalho. “Efetivando-se tal hipótese, ocorreria um duplo prejuízo: nem esse profissional teria uma qualificação própria para exercer esta função técnica, nem tampouco exerceria a função docente objeto de sua formação” (p. 7). Dado o não conhecimento do papel do licenciado em Computação e Informática como está configurado atualmente, esta função técnica é frequente e inadvertidamente exigida desse profissional no contexto escolar.

Diante do exposto, compreendemos ser necessária uma modernização curricular na Educação Básica nacional. A inserção formal e sistemática da Computação e da Informática nos projetos pedagógicos escolares e no currículo dos níveis educacionais para os quais elas venham a ser entendidas como adequadas traria benefícios mútuos. De um lado, garantiria que os egressos tenham oportunidades reais para exercer as competências e habilidades adquiridas durante o curso, valorizando a profissão frente ao quadro atual de aumento da evasão. Do outro, ajustaria a formação dos alunos da Educação Básica às mudanças tecnológicas contemporâneas, as quais têm promovido o declínio das atividades manuais e rotineiras e o aumento daquelas que requerem maior abstração para lidar com problemas complexos e mais sensibilidade para trabalhar de forma colaborativa e criativa. A lógica do mundo do trabalho hodierno está pautada em novos pilares que desafiam a estrutura do sistema escolar vigente (SENAI, 2018).

Um currículo típico de *nível médio*⁸ nos Estados Unidos inclui um ano de ciência da computação (LOO, 2018). Portanto, não se trata de nos lançarmos cegamente em uma aventura inédita, adotando um modelo sem referências históricas. Ao contrário, estaríamos seguindo os passos da nação que possui um dos maiores complexos tecnológicos do mundo.

2.3 O Poder da teoria

Esquecemo-nos frequentemente que as ferramentas que criamos para os nossos propósitos tendem a moldar a nossa concepção do mundo a partir de sua estrutura e suas limitações. Embora aparentemente restritiva, essa interação é um aspecto essencial da evolução do conhecimento humano: uma ferramenta (e as teorias científicas são, no final das contas, apenas ferramentas) é desenvolvida para solucionar um problema em particular. Conforme essa ferramenta é usada e refinada, ela própria parece sugerir outras aplicações, levando a outras questões e, por fim, ao desenvolvimento de novas ferramentas (LUGER, 2013, p. 10).

A Teoria da Licenciado em Computação e Informática enquanto engenheiro do espaço cognitivo por excelência exposta neste trabalho, desenvolvido a fim de tratar do problema da identidade dessa profissão, é uma ferramenta voltada ao desenvolvimento de novas ferramentas. Ela é como um compilador: um programa que, grosso modo, permite a execução de outros programas.

As teorias, sobretudo quando vistas como discursos sob a ótica pós-estruturalista, têm o poder de produzir a realidade. Nesse sentido, ao falar sobre as teorias do currículo, Silva (2019, p. 12-13) explica que:

Se pensamos no modelo de Bobbitt através da noção tradicional de teoria, ele teria descoberto e descrito o que, verdadeiramente, é o “currículo”. Nesse entendimento, o “currículo” sempre foi isso que Bobbitt diz ser: ele se limitou a descobri-lo e a descrevê-lo. Da perspectiva da noção de “discurso”, entretanto, não existe nenhum objeto “lá fora” que se possa chamar de “currículo”. O que Bobbitt fez, como outros antes e depois dele, foi criar uma noção particular de “currículo”. Aquilo que Bobbitt dizia ser “currículo” passou, efetivamente, a ser o “currículo”. Para um número considerável de escolas, de professores, de estudantes, de administradores educacionais, “aquilo” que Bobbitt definiu como sendo currículo *tornou-se* uma realidade.

A sociedade é profundamente moldada por teorias. A forma de organização do Estado moderno em três poderes separados e independentes deve-se, principalmente, à célebre *teoria da separação dos poderes* proposta no século XVIII por Charles Louis de Secondat (mais conhecido como Montesquieu), um dos principais teóricos do Iluminismo.

⁸ Chamado de *high school*, em inglês.

Conforme Kurzweil (2012), a “máquina de Turing”, descrita por Alan Turing em 1936, considerado o pai da Inteligência Artificial, não era uma máquina de verdade, mas um experimento mental – um computador teórico –, que esboçou as condições que levariam ao vasto mundo da computação. Embora a máquina de Turing tenha apenas um punhado de comandos e processe apenas um bit de cada vez ela pode, em tese, calcular qualquer coisa que qualquer computador possa calcular. Ou seja, pode executar qualquer algoritmo que possamos definir. A ideia de programa armazenado de John von Neumann permitiu que o computador fosse realmente universal (capaz de executar não apenas uma tarefa específica) satisfazendo a visão de Turing sobre a universalidade da computação. Portanto, Turing estabeleceu a base teórica da computação.

Em Lévy (2015, p. 135) também encontramos esta noção da importância das ideias como produtoras da realidade quando o autor pergunta: “quais os conceitos e técnicas que tornarão visíveis o Espaço do saber e, simultaneamente, a identidade de cada um nesse espaço?”.

A teoria é o guia da prática. Dessa forma, seguindo Braga (2013, p. 133), apresentamos, neste trabalho, “um roteiro geral que ofereça uma orientação que embase aplicações práticas ou estudos mais aprofundados no futuro por parte do leitor”.

Conforme Santos, Silva e Hinterholz (2017, p. 889-890), em relação às licenciaturas da Computação:

A integração entre teoria e prática na formação docente por parte dos estudantes surge como um dos principais desafios observados pelos mesmos, que de modo geral deixam claro a dificuldade em conseguir associar o conhecimento teórico às suas atividades práticas durante o curso. Ao serem questionados sobre a qualidade da integração entre teoria e prática em seu curso (em uma escala de 1 a 5 representando respectivamente péssimo, ruim, regular, bom e ótimo), apenas 45,8% dos estudantes, avaliaram integração entre teoria e prática de forma positiva [...]. De modo geral, isto ocorre pelo fato de as disciplinas não serem planejadas de forma conjunta, fazendo com que os estudantes dificilmente consigam colocar em prática os conhecimentos teóricos obtidos. [...] Assim, destaca-se como oportunidade a integração entre os conteúdos teóricos vivenciados no curso, objetivando a geração de espaços de imersão e desenvolvimento prático-didático.

Nossa proposição, portanto, busca precisamente promover a integração entre teoria e prática, ao expor aplicações práticas identificadas com os conhecimentos que estamos explorando, que, por sua vez, constituem um *framework*⁹ capaz de fundamentar e inspirar o desenvolvimento de aplicações práticas inovadoras no campo da Educação.

⁹ De acordo com o Cambridge Dictionary, um framework é uma estrutura de suporte em torno da qual algo pode ser construído.

De acordo com Martino (2015, p.15), “uma das qualidades de uma teoria é justamente explicar o que há de abstrato para além dos dados concretos”. Por isso, esse autor evita fazer menções a sites ou redes sociais específicas em seu trabalho. Embora façamos menções a sites e *softwares* específicos no decorrer desta investigação (que, com isso, corre o risco de ficar datada de certa forma), esta tem a possibilidade paradoxal de permanência ao apresentar o que há de abstrato para além desses dados concretos, específicos, os quais também podem servir de inspiração para aplicações práticas. Portanto, associamos experiências vivenciadas durante a formação às teorias estudadas.

O mesmo autor afirma ainda que, em geral, teorias são explicações parciais de alguns aspectos da realidade e que, atualmente, quase nenhuma teoria se arriscaria a oferecer uma explicação geral sobre determinado assunto.

Por outro lado, Kurzweil (2012) afirma que uma teoria unificada é uma necessidade crucial em todas as grandes áreas da ciência, unindo as observações extremamente disparatadas e extensas que nos são relatadas diariamente.

Não obstante, a Teoria do Licenciado em Computação e Informática enquanto engenheiro do espaço cognitivo por excelência, formulada a partir da noção pós-estruturalista de discurso, não pretende esgotar as possibilidades de significação da identidade desse profissional. Pretende, na verdade, reunir conhecimentos, competências e habilidades em torno do engendramento de uma atribuição singular que permeia todas as suas frentes de atuação – seja desenvolvendo tecnologias educacionais ou administrando laboratórios de informática para fins educacionais (BRASIL, 2016) –, a engenharia do espaço cognitivo.

2.4 O licenciado em Computação e Informática enquanto designer instrucional

Filatro (2008), cuja obra mencionada reflete a evolução da pesquisa acadêmica no campo do design instrucional, compartilha conhecimentos, experiências e exemplos relacionados à atuação prática do designer instrucional em projetos acadêmicos e corporativos. Conforme dito em seu prefácio, o livro é uma espécie de manual para a criação de cursos educacionais, especialmente no âmbito do aprendizado eletrônico (*e-learning*), e identifica, individualmente, os elementos que compõem um processo didático. O presidente da Associação Brasileira de Educação a Distância, Fredric Michael Litto, que o escreve, lembra que a especialista Linda Harasim, uma das principais teóricas pioneiras em educação *on-line*, observou que: “O problema com o avanço do *e-learning* no mundo é que ele está nas mãos de

engenheiros e profissionais de ciências da computação, os quais, sem o necessário cabedal, presumem entender de pedagogia e andragogia!”.

Lévy (2010a, p. 54-55) aborda essa questão com outra de suas perspicazes analogias, afirmando que:

[...] engenheiros do conhecimento e promotores da evolução sociotécnica das organizações serão tão necessários quanto especialistas em máquinas. Mas não é por isso que a vertente humana e a vertente objetiva da informática deveriam ser entregues a duas profissões diferentes: é no cerne da concepção de um programa ou de um circuito que são decididas as conexões possíveis (os famosos problemas de compatibilidade), o leque de usos — negociável em maior ou menor grau — o prazer ou a dificuldade de se trabalhar com um computador. [...] Separar o conhecimento das máquinas da competência cognitiva e social é o mesmo que fabricar artificialmente um cego (o informata “puro”) e um paralítico (o especialista “puro” em ciências humanas), que se tentará associar em seguida; mas será tarde demais, pois os danos já terão sido feitos.

Diferentemente dos profissionais dos outros cursos da área, o licenciado em Computação e Informática congrega essas duas vertentes. Sua formação localiza-se no espaço de intersecção entre a informática e as ciências humanas.

Dessa maneira, em nosso estudo apresentamos o design instrucional como uma das possibilidades de atuação do licenciado em Computação e Informática, ou seja, como aquele que, de acordo com Filatro (2008), projeta soluções para problemas educacionais específicos, pois “além de um processo, o design instrucional é uma teoria, um corpo de conhecimento voltado à pesquisa e à teorização das estratégias instrucionais” (p. 4), dedicado à produção de saberes sobre os princípios e os métodos de instrução mais adequados a diferentes tipos de aprendizagem.

O campo do design instrucional fundamenta-se na junção entre três campos: as ciências humanas, as ciências da informação (que englobam as comunicações, as mídias audiovisuais, a gestão da informação e a ciência da computação) e as ciências da administração.

Filatro (2008) explica que a solução educacional projetada deve gerar uma interface que ofereça atividades de aprendizagem que exijam do aluno uma interação com conteúdo, ferramentas e outras pessoas. Interagindo com ferramentas, os alunos “acessam informações, interpretam e organizam o seu conhecimento pessoal e apresentam o que sabem” (p. 110). Ao articular conhecimentos, os estudantes necessariamente refletem sobre estes de maneiras novas e diferentes, sendo produtores de saberes e não apenas consumidores. Dessa forma, desenvolvem habilidades de pensamento de diversos tipos, entre as quais: avaliação de informações (com base em sua relevância e coerência, por exemplo); análise de informações

(com destaque para o reconhecimento de padrões), conexão de ideias (inferindo relações e princípios), poder de sintetizar (criando metáforas e analogias) e solução de problemas.

Uma categoria particular de ferramentas são as *mindtools*. Nessa acepção:

As tecnologias podem ser usadas como ferramentas para a construção do conhecimento, ampliando a capacidade do aluno de aprender por si mesmo, em vez de ser conduzido por lições pré-programadas. E aprender com tecnologias implica o uso de computadores como tecnologias cognitivas – ou *mindtools*. [Seu uso] gera pensamentos que seriam impossíveis sem a ferramenta. *Mindtools* são ferramentas para reflexão e ampliação que ajudam os alunos a construir suas realidades desenhando suas bases de conhecimento (FILATRO, 2008, p. 111, *adaptação nossa*).

Um exemplo de *mindtool* são os mapas conceituais, também chamados de mapas mentais, os quais consistem em uma estratégia cognitiva que requer que os alunos elaborem esquemas visuais de conceitos conectados. Algumas ferramentas computadorizadas possibilitam que “os alunos representem graficamente redes semânticas compostas por nós (conceitos e ideias) e links (declarações de relacionamento)” (*ibid.*, p. 112).

A Figura 1 apresenta um exemplo de mapa mental, de nossa autoria, sobre o assunto “critérios ergonômicos”, mais especificamente sobre o critério “condução”, criado em uma plataforma virtual de aprendizagem chamada *GoConqr*. As cores podem ser utilizadas de modo a representarem diferentes significados; por exemplo, a cor vermelha sinalizando um problema, e a cor verde indicando uma solução. Ou ainda, a cor azul poderia representar argumentos filosóficos, enquanto a cor amarela associava-se a questões de fundo científico-biológico. Desse modo, as cores se constituíam em recursos mnemotécnicos suplementares. Há inclusive a possibilidade de inserir recursos multimodais como imagens e vídeos ou notas associadas a cada caixa de texto que compõe o mapa.

Ao longo deste capítulo, expusemos um arcabouço teórico com o propósito de apresentar as perspectivas e os desafios relacionados à identidade profissional do licenciado em Computação e Informática, fornecendo instrumentos capazes de orientar e fomentar a sua construção.

No próximo capítulo, apresentaremos como diferentes estudiosos que se sucederam nas últimas décadas conceituam a inteligência humana e, a partir daí, identificaremos aplicações práticas que, de alguma forma, intencionalmente ou não, expressam suas ideias. Veremos como determinados recursos da informática que podem amplificar nossa inteligência, tal qual o mapeamento conceitual, assemelham-se a aspectos do funcionamento cognitivo do nosso cérebro.

3 UM BREVE HISTÓRICO DAS CONCEPÇÕES SOBRE A INTELIGÊNCIA HUMANA E APLICAÇÕES INFORMÁTICAS RELACIONADAS

3.1 As abordagens clássicas da psicologia cognitiva

A capacidade de aprendizado é considerada essencial para um comportamento inteligente. Atividades como memorizar, observar e explorar situações para aprender fatos, melhorar habilidades motoras/cognitivas por meio de práticas e organizar conhecimento novo em representações apropriadas podem ser consideradas atividades relacionadas ao aprendizado. (FACELI, *et al.*, 2011, p. 2-3)

Tal qual a maioria dos assuntos imagináveis, podemos localizar as primeiras grandes reflexões sobre a inteligência humana na Antiguidade, especialmente entre filósofos gregos como Platão e Aristóteles. Contudo, as primeiras pesquisas científicas notáveis a respeito do tema aconteceram na Modernidade, tendo a criança como objeto de estudo.

No início do século XX, diversas abordagens sobre os processos de aprendizagem e desenvolvimento foram elaboradas a partir de interesses específicos e com base em diferentes métodos de investigação, enfocando temas como a inteligência e a construção do conhecimento. Algumas dessas abordagens têm exercido considerável influência nos meios educacionais, levando a reflexões acerca das metodologias e conteúdo do ensino escolar (FONTANA; CRUZ, 1997).

Jean Piaget, renomado biólogo e psicólogo suíço, foi um dos precursores do campo da psicologia cognitiva. Conforme Fontana e Cruz (1997), Piaget se preocupou sobretudo com a questão de como o ser humano elabora seus conhecimentos sobre a realidade, chegando a construir, no decorrer de sua história, sistemas científicos complexos e com alto nível de abstração. Assim, construiu uma teoria fundamentada na biologia e ancorada na pesquisa empírica para explicar a maneira pela qual o *Homo sapiens* alcança o conhecimento lógico-abstrato que o distingue das outras espécies de animais. De acordo com essas autoras, a base da concepção piagetiana do funcionamento e desenvolvimento intelectual é que as relações entre o organismo e o meio são relações de troca, pelas quais o organismo adapta-se ao meio e, ao mesmo tempo, o assimila, de acordo com suas estruturas, em um processo de equilíbrazões sucessivas. A formação de Piaget em Ciências Naturais levou-o a buscar compreender o conhecimento com base na biologia. Dessa forma, a inteligência é concebida como um caso particular de adaptação biológica.

Gênio da ciência, o físico e cosmólogo britânico Stephen Hawking também definiu a inteligência inspirado pelo paradigma biológico, declarando: “inteligência é a capacidade de se adaptar à mudança”.

Segundo Filatro (2008), do ponto de vista pedagógico/andragógico, as distintas abordagens da psicologia cognitiva atendem a diferentes necessidades de aprendizagem, de acordo com os objetivos pretendidos. No construtivismo individual de Piaget:

As pessoas aprendem ao explorar ativamente o mundo que as rodeia, recebendo *feedback* de suas ações e formulando conclusões. A capacidade de construir leva à integração de conceitos e habilidades dentro das estruturas de competências ou de modelos mentais já existentes no aluno. Assim, a aprendizagem pode ser aplicada a novos contextos e expressas em novas formas (*ibid.*, p. 14).

O professor promove o encorajamento à experimentação e à descoberta de princípios, além da adaptação a conceitos e habilidades existentes, treinando destrezas metacognitivas e conduzindo o aluno ao domínio individual da tarefa (FILATRO, 2008).

Jean Piaget tem exercido grande influência na Ciência da Computação. Nos anos 60, Seymour Papert inspirou-se no trabalho piagetiano e criou uma linguagem de programação simples e poderosa denominada LOGO, para ser usada especialmente por crianças. Nessa perspectiva, a criança aprende explorando o seu ambiente e criando “micromundos” com regras que ela mesma define.¹¹

Papert criou o termo “construcionismo”, conceito educacional que corresponde a uma corrente do construtivismo em que o aluno constrói seu próprio conhecimento por intermédio de alguma ferramenta, fundamentalmente o computador.

Ao criar um recurso informático fundamentando-se em uma teoria da cognição existente, precisamente para auxiliar a aquisição de conhecimentos, Seymour Papert simboliza perfeitamente o papel do informata, descrito neste trabalho. Como um autêntico engenheiro do espaço cognitivo, Papert utilizou instrumentos conceituais para criar ferramentas de amplificação da inteligência através da informática. Dessa maneira, o construcionismo de Papert colocou o computador em um patamar revolucionário à sua época.

A antítese clássica às vertentes que se apoiavam em modelos biológicos para explicar o desenvolvimento da inteligência é a abordagem histórico-cultural de Lev Vygotsky, psicólogo russo, pioneiro no conceito de que o desenvolvimento intelectual ocorre em função das interações sociais e condição de vida.

¹¹ Para mais informações, consultar: <https://projetologo.webs.com/texto1.html>.

De acordo com Fontana e Cruz (1997), o fundamento basilar das hipóteses de Vygotsky é o de que os processos psicológicos superiores humanos são mediados pela linguagem e estruturados não em localizações anatômicas fixas no cérebro, mas em sistemas funcionais, dinâmica e historicamente mutáveis. Os nossos modos de perceber, representar e de explicar o mundo vão se construindo através das relações sociais. Às características herdadas geneticamente se entrelaçam com os processos culturalmente organizados. Assim, a relação entre o homem e o meio físico e social não é total e diretamente determinada pelos estímulos ambientais e nem uma relação de adaptação do organismo ao meio. Desse modo, a apropriação dos signos pelo indivíduo sempre ocorre na interação com o outro; e os significados das palavras, por exemplo, são produtos das relações históricas entre os homens.

Nesse sentido, Schwartzman (2003), citado por Pacheco e Oliveira (2011), evidenciando o conceito vygotskiano, explica que para as crianças com Síndrome de Down, em que a deficiência intelectual é uma característica marcante, o desenvolvimento cognitivo não está exclusivamente relacionado à condição genética, mas, sobretudo, ao estímulo social que recebem do contexto sociocultural em que estão inseridas.

Assim, na implementação pedagógica do construtivismo social de Vygotsky:

A descoberta individual de princípios é apoiada pelo ambiente social. Colegas de escola e educadores desempenham um papel-chave no desenvolvimento do aluno, ao travar diálogo com ele, desenvolver uma compreensão compartilhada da tarefa e prover *feedback* de suas atividades e representações. A teoria socioconstrutivista se preocupa com o modo como conceitos e habilidades emergentes são apoiados pelos outros alunos de forma que o aluno vá além do que seria capaz individualmente [...]. A atenção aqui está voltada aos papéis dos alunos em atividades colaborativas e à natureza das tarefas desempenhadas (FILATRO, 2008, p. 15).

Nessa perspectiva, Silva (2005) explica que o advento da cibercultura representa uma mudança fundamental no esquema clássico da comunicação e, portanto, da educação. Na perspectiva da interatividade, que desbancou a mera transmissão:

[...] o professor pode deixar de ser um transmissor de saberes para converter-se em formulador de problemas, provocador de interrogações, coordenador de equipes de trabalho, sistematizador de experiências e memória viva de uma educação que, em lugar de prender-se à transmissão, valoriza e possibilita o diálogo e a colaboração (*ibid.*, p. 64-65).

Atualmente, qualquer metodologia educativa formal que tende a priorizar o espírito de competição e o sucesso individual, torna-se obsoleta quando são necessários programas didáticos para iniciar os jovens em projetos de cooperação (DELORS, 2003).

A essas definições clássicas da inteligência humana, segue-se uma outra que representa a descoberta do papel de toda uma ecologia enquanto condicionante das nossas diferentes atividades cognitivas.

3.2 A abordagem ecológica e a inteligência coletiva

Em *As tecnologias da inteligência*, Lévy (2010a) defende uma tese referente à “história da própria inteligência” (p. 19) e mostra que a cognição humana é um efeito ecológico ou ambiental. O autor analisa a articulação entre modos de conhecimento e tecnologias intelectuais para mostrar que as nossas maneiras de pensar e de se comunicar são possibilitadas por processos materiais historicamente datados. Assim, por exemplo, explica que a impressão tornou possível a ciência moderna ao permitir a difusão de desenhos da anatomia humana com uma qualidade constante, o que não ocorria através da transmissão por sucessivas cópias manuscritas, em que o desenho se degradava pelas mãos daqueles que não eram exímios copistas. Com informática, por sua vez, surge o conhecimento por simulação.

Ainda citando Lévy (2010a), a “ecologia cognitiva é o estudo das dimensões técnicas e coletivas da cognição” (p. 139), uma vez que pensar “é um devir coletivo no qual misturam-se homens e coisas. [...] pois os artefatos têm o seu papel nos coletivos pensantes” (p. 171). Essa é a conclusão a que levam inúmeras pesquisas feitas no âmbito da psicologia cognitiva experimental, especialmente aquela que, segundo o autor, mostrou que a maior parte de estudantes e universitários invariavelmente se equivocam ao processar frases lógicas quando separados de seu ambiente sociotécnico de ajudas externas, como tabelas-verdade.

Em um nível de abstração relativamente mais amplo, Lévy diverge dos entendimentos clássicos, compreendendo, com base em novas descobertas, que o intelecto é uma coleção múltipla de faculdades:

Grandes psicólogos, como Piaget (*e outros*), podem ter dado a entender que a inteligência era um conjunto único e generalizável de habilidades lógico-matemáticas que operariam em todos os domínios. De acordo com Howard Gardner, devemos, pelo contrário, reconhecer várias inteligências, independentes umas das outras. Diversas séries de fatos vêm apoiar esta tese. Em primeiro lugar, sabe-se que danos em zonas limitadas do cérebro podem afetar certas competências mentais, deixando outras perfeitamente intactas (*ibid.*, p. 166).

Nesse sentido, Lévy (2010a) examina três aptidões cognitivas elementares. A percepção é a faculdade cognitiva básica e se caracteriza pelo reconhecimento imediato de situações ou objetos. A imaginação, faculdade de fazer simulações mentais do mundo exterior, é um tipo

específico de percepção, e “nos permite antecipar as consequências de nossos atos. [...] Graças a esta faculdade, nós tiramos partido de nossas experiências anteriores” (p. 159). Por fim, a habilidade manipulativa, distintiva da espécie humana, nos possibilitou a manipulação do ambiente e a bricolagem, a partir das quais surgiram todos os produtos de nossa cultura.

Pierre Lévy, cujas importantes noções temos sistematicamente tomado de empréstimo, é um dos precursores no estudo de um sujeito cognoscente coletivo viabilizado pela informática. O autor, em (2015), apresenta o conceito de *inteligência coletiva* em um livro homônimo. O coletivo inteligente é o projeto de uma forma social inédita identificada com o advento da interconexão mundial de computadores. Pela primeira vez na história, afirma a autor, temos a possibilidade de pensar de forma coletiva, de compartilhar nossos conhecimentos, de concentrar nossas forças intelectuais, multiplicar nossas imaginações e experiências, de negociar em tempo real as soluções práticas aos complexos problemas da humanidade.

A inteligência coletiva não é um conceito puramente cognitivo. A inteligência é compreendida em seu sentido etimológico, que quer dizer trabalhar em conjunto (*inter legere*); um ponto de união de pessoas, detentoras de um saber-viver, o saber singular que é coextensivo à vida (LÉVY, 2015), de modo que quanto mais se vive, mais se sabe.

O licenciado em Computação e Informática é um dos principais agentes da inteligência coletiva. Sua competência incentiva a aprendizagem e o pensamento, transformando-o em animador da inteligência coletiva, responsável por gerir a troca dos saberes (LÉVY, 2010b).

Sua formação deve prepará-lo para encarregar-se da concepção e do fornecimento das ferramentas informáticas de aprimoramento do trabalho dos grupos e de sua inteligência, de modo que:

A informática comunicante se apresentaria então como a infraestrutura técnica do cérebro coletivo ou do hipercórtex de comunidades vivas. O papel da informática e das técnicas de comunicação com base digital não seria “substituir o homem”, nem se aproximar-se de uma hipotética “inteligência artificial”, mas promover a construção de coletivos inteligentes, nos quais as potencialidades sociais e cognitivas de cada um poderão desenvolver-se e ampliar-se de maneira recíproca. Dessa perspectiva, o principal projeto arquitetônico do século XXI será imaginar, construir e organizar o espaço interativo e móvel do ciberespaço (LÉVY, 2015, p. 26).

Um dos principais expoentes da interação entre tecnologia e sistemas sociais é Jeff Conklin, criador de uma ferramenta colaborativa radicalmente inclusiva para a gestão da informação que permite aos grupos capturar e dar sentido ao conhecimento durante reuniões, denominada *Dialogue Mapping*™ (“Mapeamento de Diálogo”, em português). Os comentários dos participantes são capturados e conectados por um “tecnógrafo” (ou facilitador) em um

diagrama de hipertexto ou “mapa”. Jeff Conklin, que também representa um autêntico informata, facilitou milhares de reuniões, inclusive para o Banco Mundial, as Nações Unidas, a Câmara dos Representantes dos EUA e a NASA. A abordagem é especialmente eficaz para problemas complexos e, o principal, funciona de forma não-linear, assim como os seres humanos pensam, se comunicam e tomam decisões.¹²

A tecnologia de mapeamento de diálogo, uma expressão do conceito de inteligência coletiva, combina uma tela de hipertexto compartilhado, um facilitador treinado e uma gramática conversacional, chamada IBIS (sigla inglesa para “Sistema de Informação Baseado em Problemas”, em português).

Por fim, Kurzweil (2012), cuja teoria apresentaremos no tópico seguinte, corrobora com esta dimensão coletiva da inteligência, afirmando que uma forma de expandirmos nosso neocórtex é pela colaboração de diversos seres humanos, especialmente com o uso de ferramentas de cooperação em tempo real. Ao argumentar acerca da consciência e das entidades conscientes – uma questão que, segundo o autor, permanece fora do alcance do método científico e que, por isso, pertence ao âmbito da filosofia – explica que o panprotopsiquismo é uma corrente que sustenta que todos os sistemas físicos são conscientes, não obstante um ser humano seja mais consciente do que um interruptor de luz, por exemplo.

My own view, which is perhaps a subschool of panprotopsychism, is that consciousness is an emergent property of a complex physical system. In this view a dog is also conscious but somewhat less than a human. An ant has some level of consciousness, too, but much less than that of a dog. The ant colony, on other hand, could be considered to have a higher level of consciousness than the individual ant; it is certainly more intelligent than a lone ant (KURZWEIL, 2012, p. 203).¹³

3.3 A Teoria da Mente Baseada em Reconhecimento de Padrões

Até aonde vão as semelhanças entre o nosso cérebro e os computadores que construímos? Ou melhor, até onde estamos imbricados? Ou mais especificamente, conforme também interessou a Kurzweil (2012), até que ponto o nosso próprio cérebro é similar aos programas de computador com os quais nós estamos familiarizados? Como o pensamento e a computação estão relacionados?

¹² Para mais informações: <https://www.cognexus.org/id41.htm>.

¹³ O meu ponto de vista, que talvez seja uma subscola do panprotopsiquismo, é que a consciência é uma propriedade emergente de um sistema físico complexo. Segundo essa visão, um cão também tem consciência, mas esta é um pouco menor do que a humana. Uma formiga também tem certo nível de consciência, mas muito menor que a de um cão. Por outro lado, podemos considerar que a colônia de formigas tem um nível de consciência superior ao de cada formiga; ela é, com certeza, mais inteligente do que uma formiga isolada.

Ray Kurzweil, célebre inventor e escritor estadunidense, foi pioneiro, no campo da Inteligência Artificial, na criação de sistemas e dispositivos de reconhecimento visual e de fala, como a primeira máquina de leitura para cegos. Há cinquenta anos esse autor investiga o paralelo entre cérebros e computadores.

Nas décadas de 1980 e 1990, Kurzweil desenvolvia seus primeiros sistemas. Ainda que de forma incipiente àquela altura, já estava simulando em computador capacidades do neocórtex humano – a região do cérebro responsável pela percepção sensorial, pela identificação em geral incluindo conceitos abstratos, pelo controle dos movimentos e pelo pensamento racional e memória. Com base em seu longo trabalho e nas recentes descobertas da neurociência, o autor, em seu livro *How to create a mind: the secrets of human thought revealed*¹⁴, apresenta uma tese que chamou de Teoria da Mente Baseada em Reconhecimento de Padrões (TMRP), que, segundo expõe, descreve o algoritmo básico do neocórtex. A TMRP é um modelo funcional do cérebro no nível de abstração da cognição, ou seja, explica como aquele processa informações para produzir significado cognitivo (KURZWEIL, 2012).

Nesta pesquisa, exploramos a TMRP em uma escala relativamente singela, usando-a para identificar recursos e ferramentas educacionais provenientes da informática que, por sua correspondência ao funcionamento cognitivo do cérebro humano, são capazes de aprimorar e/ou assistir processos de aquisição de conhecimentos. Portanto, considerando nosso propósito, apresentamos, com base em Kurzweil (2012), a dinâmica do reconhecimento de padrões pelo neocórtex de forma bastante simplificada.¹⁵

Aquilo que o neocórtex faz é processar [ou, simplesmente, lidar com] padrões, fazendo-o de forma hierárquica. O neocórtex, por meio de identificadores de padrões (conjuntos de neurônios), é capaz de aprender, prever, reconhecer e implementar um padrão. Um padrão é, em si mesmo, um conjunto de outros padrões de nível conceitual inferior ao seu. Cada padrão percebido num nível da hierarquia informa ao nível seguinte que parte daquele padrão de nível superior está presente. As comunicações, também, acontecem no sentido descendente (KURZWEIL, 2012).

There is one Web page (that is, one pattern) for the letter “A”, and all of the Web pages (patterns) for words the include “A” will have a link to the “A” page (to the “A” pattern). Instead of Web

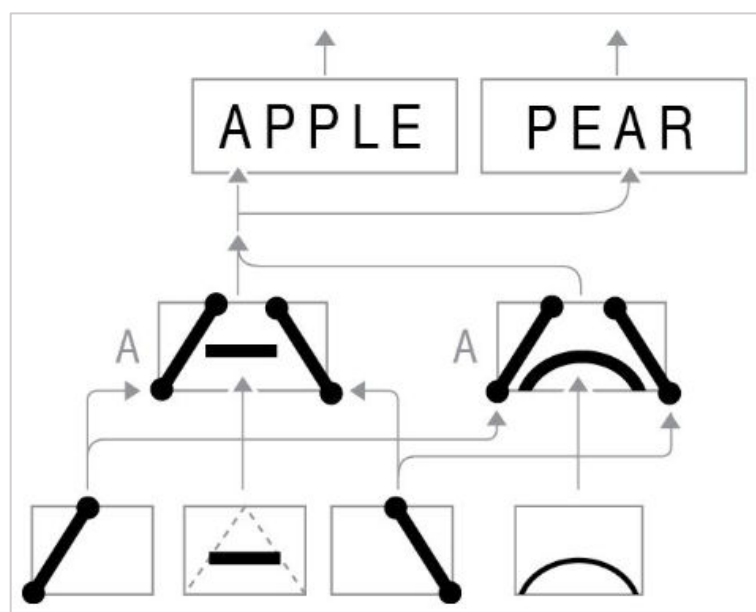
¹⁴ Como criar uma mente: os segredos do pensamento humano revelados

¹⁵ Para a indispensável compreensão detalhada do funcionamento do neocórtex no nível da TMRP, ver especialmente o Capítulo 3, chamado *Um modelo do neocórtex: a teoria da mente baseada em reconhecimento de padrões*.

links, the neocortex uses actual neural connections. There is an axon from the “A” pattern recognizer that connects to multiple dendrites, one for each word that uses “A” (*ibid.*, p. 42).¹⁶

No caso de letras impressas (e não faladas, portanto), os padrões de nível conceitual mais baixo são as formas e traços que compõem as letras, as quais estão no próximo nível da hierarquia e que, por sua vez, formam padrões de alto nível, os quais nós chamamos de palavras. Contudo, Kurzweil (2012) explica que o neocórtex trata letras, palavras e conceitos (categorias criadas por nós) como padrões. E padrões de nível superior irão incluir estruturas semânticas complexas (tais quais ironias e metáforas) e ideias altamente abstratas. Assim, cada nível mais elevado é conceitualmente mais abstrato do que aquele situado abaixo dele. Para ilustrar essa dinâmica sobre a qual acabamos de nos debruçar, o autor apresenta a seguinte imagem em seu livro, aqui referenciada como Figura 2.

Figura 2 – Formação de padrões de alto-nível (palavras) a partir de padrões de níveis inferiores (traços e letras).



Fonte: Kurzweil (2012)

Nessa figura, temos dois padrões diferentes representando a letra “A”, e dois padrões diferentes num nível superior (“APPLE” e “PEAR”), dos quais “A” é uma parte. Por ser um

¹⁶ Existe uma página da Internet (ou seja, um padrão) para a letra “A”, e todas as outras páginas (padrões) da Internet para palavras que incluem “A” terão um link com a página “A” (com o padrão “A”). Em vez de links da Internet, o neocórtex usa conexões neurais reais. Existe um axônio do identificador do padrão “A” que se conecta com diversos dendritos, uma para cada palavra que usa “A”.

padrão muito comum, temos várias formas do padrão “A” armazenadas em nosso neocórtex (KURZWEIL, 2012), por isso conseguimos identificar e ler letras “A” escritas por diferentes pessoas.

A TMRP explica como e porque nós conseguimos reconhecer padrões parciais ou distorcidos. Para demonstrar essa capacidade, apresento a Figura 3, de autoria desconhecida, mas comumente encontrada circulando na Internet. Tente lê-la antes de passar para o parágrafo seguinte.

Figura 3 – Texto que mostra a habilidade de reconhecimento de padrões distorcidos (e parciais) pelo neocórtex.

35T3 P3QU3N0 T3XT0 53RV3 4P3N45 P4R4
M05TR4R C0M0 N0554 C4B3Ç4 C0NS3GU3
F4Z3R C01545 1MPR35510N4ANT35 !!
R3P4R3 N1550 !! N0 COM3ÇO 35T4V4
M310 COMPL1C4DO, M45 N3ST4 L1NH4
SU4 M3NT3 V41 D3C1FRANDO O COD1GO
QU453 4UTOM4T1CA4M3NT3, S3M
PR3C1S4R P3N54R MU1TO, C3RTO?

Fonte: Google Imagens

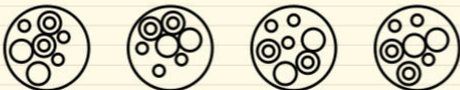
Ainda que haja uma mistura de letras e números, provavelmente você conseguiu ler o texto da Figura 3, que diz: “Este pequeno texto serve apenas para mostrar como nossa cabeça consegue fazer coisas impressionantes!! Repare nisso!! No começo estava meio complicado, mas nesta linha sua mente vai decifrando o código quase automaticamente, sem precisar pensar muito, certo?”. Há muito se sabe que jogos e exercícios com palavras cruzadas representam uma verdadeira musculação para o cérebro. Alguns aplicativos de palavras cruzadas digitais de hoje em dia incitam propriamente a capacidade de previsão de padrões com base na suscitação de inferências lógicas relacionadas às possibilidades de localização das letras.

O *GBrainy* é um *software* educacional de treinamento para o cérebro que estimula diversas capacidades cognitivas por meio de um tipo particular de quebra-cabeças. São jogos que demandam habilidades de raciocínio lógico e matemático, além de treinadores da memória de curto prazo e *games* que desafiam a aptidão verbal. As tarefas envolvem questões que exigem ou a escolha de uma alternativa entre outras possíveis ou uma resposta curta em forma de texto.

A Figura 4 mostra uma tarefa do GBrainy que suscita exatamente a habilidade de identificar padrões hierárquicos recursivos, essência do funcionamento cognitivo do neocórtex.

Figura 4 – Tarefa de identificação de padrões hierárquicos recursivos do *software* GBrainy.

Qual das respostas possíveis tem mais em comum com as quatro figuras mostradas? Responda A, B, C ou D.



Escolha um dos seguintes:



Figura A
Figura B
Figura C
Figura D

Parabéns. A resposta correta é C. Há o mesmo número de elementos no interior da figura como nas figuras.

Fonte: GBrainy

A TMRP, conforme se evidencia, é um resultado apodíctico do atual conhecimento neurocientífico e de um trabalho bem sucedido e revolucionário no âmbito da Inteligência Artificial, que foi responsável pela efetiva implementação de habilidades de um neocórtex humano em computador. A TMRP fornece princípios que podem embasar uma gama de produtos ligados à área da intersecção entre a educação e a informática para o desenvolvimento da inteligência e, sobretudo, é parte fundamental de um dos trabalhos do licenciado em Computação e Informática enquanto engenheiro do espaço cognitivo.

3.4 Uma correlação entre as tecnologias digitais e a inteligência humana

Os primeiros nômades seguiam os rebanhos, que buscavam sozinhos seu alimento segundo as estações e as chuvas. Hoje “nomadizamos” atrás do futuro humano, um futuro que nos atravessa e que construímos. O ser humano tornou-se para si mesmo o clima, uma estação infinita e sem retorno. Horda e rebanho, cada vez menos discerníveis de nossas ferramentas e de um mundo estreitamente atado a nossa marcha, desdobramos a cada dia uma nova estepe (LÉVY, 2015, p. 16).

Inconscientemente ou não, estamos sempre colocando mais de nós mesmos nas máquinas que criamos, produzindo tecnologias conforme à nossa própria imagem e semelhança, ao mesmo tempo em que somos condicionados por elas. Segundo Lévy (2010a, p. 52) a “crença na necessidade de uma comunicação com o computador que fosse intuitiva, metafórica e sensório-motora, em vez de abstrata, rigidamente codificada e desprovida de sentido para o usuário, contribuíram para ‘humanizar a máquina’”.

As tecnologias digitais têm sido aproximadas do cérebro humano em aspectos cada vez mais impressionantes. O próprio conceito de memória, implementado como um componente fundamental dos computadores, já evidencia o quanto nós estamos imbricados com estas máquinas.

De acordo com Kurzweil (2012), tanto as nossas memórias quanto os nossos pensamentos são organizados como listas de padrões recursivos. A recursividade, explica Mizrahi (2008), é um recurso bastante eficaz na programação, capaz de resolver problemas como o do fatorial de um número.

Kurzweil (2012) apresenta duas imagens (aqui reportadas como Figuras 5 e 6, respectivamente) que evidenciam uma admirável similitude morfológica entre as conexões do neocórtex e uma estrutura usada em circuitos eletrônicos.

Figura 5 – Visão da estrutura regular de grade das conexões neocorticais.



Fonte: Kurzweil (2012)

Figura 6 – Estrutura de grade da chamada comutação *crossbar*, usada em circuitos integrados e em placas de circuitos (notavelmente similar à estrutura neocortical).



Fonte: Kurzweil (2012)

Na dimensão cognitiva, Kurzweil (*ibid.*, p. 54) compara o processo de aquisição e manutenção de memórias à ligação entre páginas da Internet:

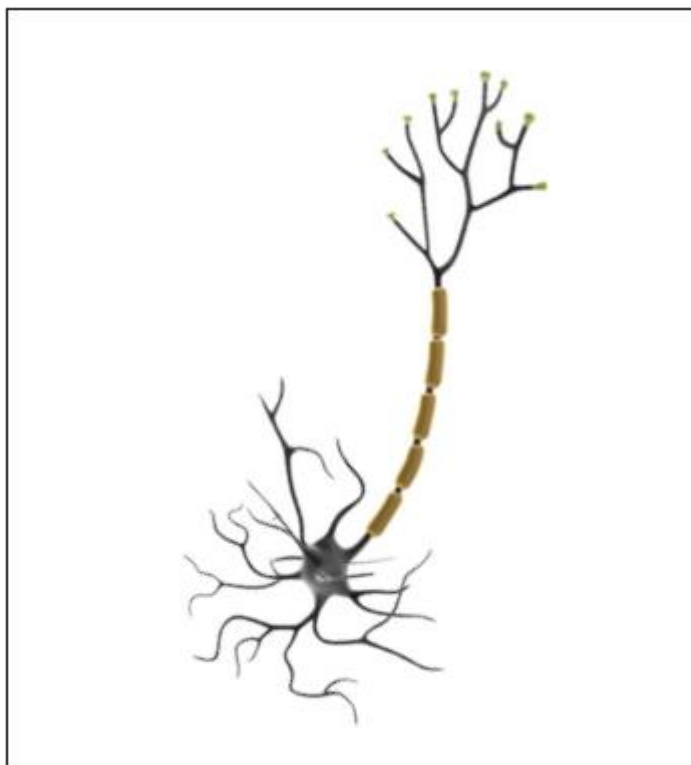
Having been buried and not activated for perhaps years, they [the memories] need a trigger in the same way that a Web page needs a Web link to be activated. And just as a Web page can become “orphaned” because no other page links to it, the same thing can happen to our memories.¹⁷ (*Adaptação nossa*)

Assim como os neurônios, nossas memórias e conhecimentos são dispostos em uma intrincada rede associativa. Cada vez mais, esse modelo de representação das informações pode ser encontrado no ciberespaço. Nesse sentido, Braga (2013, p. 103) aponta para “uma forma de apresentação inovadora do verbete que pode vir, no futuro, a mudar significativamente o formato dos dicionários”, indicando uma descrição não-linear que oferece ao usuário a palavra inserida dentro de uma rede semântica complexa.

Braga (2013) refere-se ao *Visuwords*TM, um dicionário visual que permite ao usuário explorar o léxico de uma maneira radicalmente nova, em contraste com os tradicionais materiais impressos. Trata-se de uma ferramenta de criação para o trabalho daqueles que *veem* nas

¹⁷ Tendo ficado enterradas e inativas até por anos, elas [as memórias] precisam de um gatilho, do mesmo modo que uma página da Internet precisa de um link para ser ativada. E assim como uma página da Internet pode ficar “órfã” porque nenhuma página tem links com ela, o mesmo pode acontecer com nossas memórias.

Figura 8 – Representação computacional-gráfica de um neurônio.



Fonte: Google Imagens

Ramal (2002, p. 84 *apud* SOARES, 2002, p. 151) expressou sagazmente como as tecnologias digitais e a inteligência humana estão correlacionadas, afirmando que:

Estamos chegando à forma de leitura e escrita mais próxima do nosso próprio esquema mental: assim como pensamos em hipertexto, sem limites para a imaginação a cada novo sentido dado a uma palavra, também navegamos nas múltiplas vias que o novo texto nos abre, não mais em páginas, mas em dimensões superpostas que se interpenetram e que podemos compor e recompor a cada leitura.

Na medida em que as ferramentas digitais se imbricam cada vez mais à inteligência humana, elas são capazes de aprimorar os processos de construção do conhecimento e de desenvolvimento cognitivo. Por outro lado, as tecnologias da Informática condicionam o surgimento de paradigmas e metodologias educacionais inovadores, reconfigurando o papel do professor e, conseqüentemente, causando profundos impactos no campo de investigação da Didática.

4 A ENGENHARIA DO ESPAÇO COGNITIVO

4.1 Didática Informacional

A Didática – Teoria do Ensino e principal ramo de estudos da Pedagogia –, vincula-se à Teoria do Conhecimento e tem como alguns de seus principais objetivos selecionar métodos e estabelecer os vínculos entre ensino e aprendizagem. O uso e aplicação de técnicas, recursos e meios de ensino constituem um tema fundamental da Didática e são complementos da metodologia, “colocados à disposição do professor para o enriquecimento do processo de ensino” (LIBÂNEO, 2013, p. 55).

Em conformidade com Castro (2005), educar é uma tarefa que afeta a tríplice relação entre aprendiz, ensinante e o conteúdo ensinado/aprendido. Este último fator, na escola correspondente aos currículos, formados por diferentes ciências, artes, técnicas e atividades, “é por si mesmo tão relevante que exige a quebra da Didática em uma parte geral e outra especial, esta ligada aos problemas específicos dos conteúdos” (p. 21).

Nesta seção, refletimos a respeito dos impactos positivos que a Informática tem o poder de causar sobre o campo da Didática. A seguir, buscamos demonstrar que a Informática Educativa oferece recursos tecnológicos, conceitos e formas de abordagem e apresentação dos conteúdos que são potencialmente solucionadores de problemas epistemológicos relacionados às diversas disciplinas, tornando-se assim uma importante fonte de investigação da própria Didática, assim como o são a Psicologia da Educação e a Filosofia da Educação.

De acordo com Libâneo (2011, p. 14):

A noção mais conhecida de interdisciplinaridade é a de interação entre duas ou mais disciplinas para superar a fragmentação, a compartimentalização, de conhecimentos implicando uma troca entre especialistas de vários campos do conhecimento na discussão de um assunto, na resolução de um problema, tendo em vista uma melhor compreensão da realidade. A característica central da interdisciplinaridade, segundo Japiassu (1976), consiste no fato de ela conseguir incorporar os resultados de várias especialidades, tomando-lhes de empréstimo esquemas conceituais de análise, instrumentos e técnicas metodológicas [...]. Nessa noção está a ideia de superação da especialização excessiva, portanto, de maior ligação teoria-prática, maior ligação da ciência com suas aplicações. A ideia é de que não se trata de conhecer por conhecer, mas de ligar o conhecimento científico a uma cognição prática, isto é, de compreender a realidade para transformá-la.

A Informática é uma tecnologia intelectual transversal a todas as áreas do saber, oferecendo-lhes instrumentos e técnicas metodológicas. Sob tal perspectiva, uma organização inteligente dos conteúdos aproveitaria o assunto “reprodução das bactérias” da disciplina de

Biologia para introduzir o conceito matemático de função exponencial, por exemplo, e o computador poderia ser usado para que os alunos realizassem simulações desses fenômenos.

Braga e Menezes (2014), em seu importante estudo sobre os *Objetos de Aprendizagem* (OAs), dissertam sobre este poder didático-interdisciplinar da Informática aqui descrito. De acordo essas autoras, um dos fatores que determinam uma maior ou menor interatividade tanto na concepção e no desenvolvimento de um OA, quanto em sua escolha e utilização, é a nossa concepção epistemológica e de aprendizagem:

Por exemplo, se acreditamos que determinado conhecimento deve ser transmitido aos alunos predominantemente por meio de memorização, que características buscaremos em um objeto de aprendizagem? Servem de exemplos de casos de memorização: alunos de medicina que necessitam saber o nome de todos os ossos do corpo humano; crianças que precisam aprender a tabuada. Certamente, buscaríamos OAs, que transmitam informações a serem memorizadas e/ou OAs que apresentarão perguntas para respostas diretas e objetivas, sem exigir muita reflexão (p. 32).

No caso da demanda supracitada dos alunos de medicina, poderia ser desenvolvido um programa de computador, com o caráter de um *game*, que exibisse a foto de cada osso do corpo humano e solicitasse o seu nome e/ou suas características, oferecendo as alternativas ou exigindo as respostas.

Dessa forma, evidencia-se que o licenciado em Computação e Informática é um profissional interdisciplinar por natureza. Está apto a auxiliar a tornar assimiláveis os conteúdos de diferentes disciplinas. Dispondo de métodos, tecnologias e recursos conceituais e didáticos, é capaz de abstrair em *software* soluções para problemas epistemológicos particulares. Atuando com os outros professores, um dos papéis fundamentais daquele profissional é precisamente oferecer ferramentas informáticas capazes de melhorar qualitativamente os processos de aquisição dos conhecimentos. Nesta concepção, algo didático é, com base em Libâneo (2013), algo tornado ativamente assimilável.

Conforme Castro (2005), a meta maior do ensino educativo é efetivar a construção de “instrumentos intelectuais”. Ou seja, de ferramentas para continuar a aprender que permaneçam na memória dos alunos, permitindo aprender e expandir conteúdos, tornando-os elementos disponíveis para o pensamento e a ação dos sujeitos. Entre tais condições intelectuais estão os processos mentais que permitem-nos realizar abstrações, lidar com fatos e suas interpretações, ligá-los ou distingui-los uns dos outros, formular hipóteses e chegar à solução de problemas novos. Aprender a conhecer, corrobora Delors (2003, p. 90) requer “o domínio dos próprios instrumentos do conhecimento”.

Não obstante, muitos desses instrumentos estão objetivados em dispositivos digitais. Os espaços virtuais, por exemplo, de acordo com Souza (2014), ampliam e amplificam o intelecto. Dessarte, revelá-los e concebê-los é justamente o papel do licenciado em Computação e Informática enquanto engenheiro do espaço cognitivo.

O século XX foi marcado pelas tecnologias da aquisição, do processamento e da distribuição de informações. A colaboração e o compartilhamento – que, por sinal, são características intrínsecas ao funcionamento e à evolução dos computadores¹⁸ –, passam a instituir-se de forma progressiva como paradigmas em praticamente todos os domínios da sociedade. O velho modelo simbolizado pelo centro de computação foi substituído pelas chamadas redes de computadores, viabilizadoras da capacidade de correlacionar informações e compartilhar recursos (TANENBAUM, 2003).

Evidencia-se que são as próprias mutações de técnicas informáticas que tornam possíveis as inovações significativas no campo da Didática. Assim, as TDIC condicionaram a suplantação definitiva de um tipo réprobo de educação: a educação bancária (FREIRE, 1996), cujo caráter denota a passividade, o individualismo e a massificação. Colocaram os alunos no centro do processo, tirando-os da condição de seres passivos. Conduziram-nos, sobretudo, à possibilidade desse trabalho em conjunto de modo extraordinário. Atualmente, nenhuma distância impede a comunicação e o trabalho intelectual conjunto em tempo real. Dessa maneira, Braga (2013) observa que as novas propostas pedagógico-metodológicas estão centradas na construção colaborativa e cooperativa de conhecimento e nas formas autônomas de estudo.

O professor agora é muito mais um orientador de grupos de trabalho, um mediador, do que alguém que supostamente transmite informações. Investe contra a prevalência da pedagogia da transmissão, criando condições para que cada participante do processo pedagógico tenha a “possibilidade de co-professorar o curso com os aprendizes”. É um fomentador do trabalho em equipe. O professor da sociedade digital é o que engendra uma rede, não uma rota (SILVA, 2005, p. 67).

De um ponto de vista metodológico geral, Levin (2005) identifica basicamente dois modelos de educação nos ensinos secundário e superior do Reino Unido. No primeiro modelo, os estudantes são considerados justamente como “receptáculos”, como contêineres, a serem

¹⁸ A memória virtual, por exemplo, é uma técnica de gerência de memória em computadores, onde as memórias principal e secundária são combinadas, dando ao usuário a impressão de a memória principal ter uma capacidade de armazenamento maior do que a real. A técnica se baseia no compartilhamento da memória principal por um maior número de processos (MACHADO; MAIA, 2007).

preenchidos com conhecimento (especialmente com conhecimento factual, suplementado por certo montante de know-how), e sua tarefa é reter a maior quantidade de informações possível e então reproduzi-la em avaliações.

No segundo modelo, os estudantes são tratados como “detetives”: são apresentados a quebra-cabeças e problemas para serem resolvidos. Espera-se que adquiram não apenas técnicas de resolução de problemas e de *puzzles*, mas também maneiras de buscar e reunir pistas juntos. Almeja-se a aquisição não apenas de técnicas, mas igualmente de iniciativa, atenção, percepção, intuição e sexto sentido; qualidades que bons detetives possuem e que o licenciado em Computação e Informática é capaz de otimizar e amplificar por meio das inovações trazidas pelos novos patamares sociotécnicos alcançados pela informática, incluindo os mais recentes significados adquiridos pelo computador.

4.2 O computador como Ator Social

Não há identidade estável na informática porque os computadores, longe de serem exemplares materiais de uma imutável ideia platônica, são redes de interfaces abertas a novas conexões, imprevisíveis, que podem transformar radicalmente seu significado e uso (LÉVY, 2010a, p. 103).

Os primeiros computadores eletrônicos foram construídos para a realização de cálculos com objetivos militares e científicos. A máquina alemã Z-3, como dizem, foi criada em 1941 para auxiliar os cálculos das aeronaves (CASTELLS, 2019).

Kurzweil (2012) explica que em 1943 uma equipe de engenheiros influenciada por Alan Turing concluiu a construção de um dos primeiros computadores, o Colossus, que permitiu aos Aliados continuarem a decodificar mensagens das versões mais sofisticadas da máquina nazista Enigma. O Colossus foi projetado para uma única tarefa e não podia ser reprogramado para outra. Contudo, realizando-a de forma magistral, foi decisivo para os desdobramentos da Segunda Guerra Mundial. Em conformidade com o autor, rapidamente os programas de computador permitiram que as máquinas fossem vistas como capazes de feitos que os cérebros biológicos comuns não conseguiam realizar. O “solucionador geral de problemas”, criado em 1959 por Herbert A. Simon, J. C. Shaw e Allen Newell, conseguiu idealizar uma prova para um teorema que os matemáticos Bertrand Russell e Alfred North Whitehead não tinha conseguido resolver em sua famosa obra de 1913, *Principia Mathematica*.

What became apparent in the decades that followed was that computers could readily significantly exceed unassisted human capability in such intellectual exercises as solving

mathematical problems, diagnosing disease, and playing chess [...] (KURZWEIL, 2012, p. 181).¹⁹

Quando, em 1969, entrara em funcionamento a primeira rede de computadores, que se chamava ARPANET e foi precursora da Internet (CASTELLS, 2019), os computadores adquiriram um novo significado, passando a ser usados principalmente como dispositivos de comunicação que enviavam e recebiam mensagens sob diversos propósitos. Dessa forma, surgia o ciberespaço.

Em 1979 surgiram um dos primeiros processadores de texto para microcomputadores (*Apple Writer*), assim como a primeira planilha (*Visicalc*, programa de simulação e de tratamento integrado de dados contábeis e financeiros). O computador tornou-se, então, uma máquina que permite aos executivos e aos pequenos empresários fazerem previsões contábeis e financeiras sem que precisassem programar. A *Visicalc*, apresentada por Daniel Bricklin e Robert Frankston, reinventou a microinformática, abrindo suas portas às empresas (LÉVY, 2010a).

Com a evolução dos estudos no campo da interação humano-computador e, consequentemente, das interfaces gráficas de usuário, o computador se transmutou novamente. Nesse sentido, o computador *Star*, lançado pela empresa Xerox em 1981, baseava-se em um sistema cuja representação foi concebida como uma escrivaninha vista de cima (*Desktop*), sobre a qual eram exibidos ícones representativos de pastas, documentos, etc. “Dessa forma, o sistema operacional simulava a aparência e funcionamento de um escritório” (SILVEIRA; RIBEIRO, 2013, p. 17).

Por último, os avanços no campo da IA conduziram o computador a um patamar que outrora muitos achavam que não passaria de ficção científica. No ano de 2016, Watson (o célebre supercomputador da IBM) salvou a vida de uma mulher ao diagnosticar um tipo raro de leucemia. O diagnóstico inicial de leucemia mieloide aguda por médicos humanos se mostrou equivocado quando, apesar de ter recebido o tratamento supostamente adequado, a paciente continuou a piorar, sem causa aparente. Analisando 20 milhões de documentos científicos sobre câncer junto com informações de 1,5 mil modificações de DNA, Watson chegou à conclusão, após dez minutos, de que a doença era, na verdade, uma leucemia secundária. O novo tratamento obteve sucesso. De acordo com os profissionais do Laboratório

¹⁹ O que ficou aparente nas décadas seguintes foi que os computadores podiam exceder, rápida e significativamente, a capacidade humana desassistida em exercícios intelectuais como a solução de problemas matemáticos, o diagnóstico de doenças e o jogo de xadrez [...].

de Medicina da Universidade de Tóquio, que utilizaram o computador, a demora na medicação poderia ter levado a uma sepse grave e, consequentemente, à morte.²⁰

Ao refletir sobre o processo de aprendizagem, Demo (2009) explica que o conceito de “autopoiese” é empregado por Maturana (2001) para designar a propriedade de todo ser vivo de autoformação e auto-organização, no sentido de captar a realidade externa de maneira interpretativa própria.

Ao abordar o argumento piagetiano da construção do conhecimento referido por Becker (2001), Demo (2009) explica que “nada entra na mente que não seja interpretado pelo sujeito. A subjetividade é parte integrante dos processos interpretativos, tipicamente autorreferentes”. Trata-se da “marca interpretativa da mente” (p. 16). Nessa perspectiva, o autor argumenta que:

Assim é o computador: se gravarmos em 10 computadores o mesmo arquivo, será o mesmo em todos, porque computador não é autopoietico. Não reconstrói conhecimento, apenas processa informação. Conhecimento reproduzido é apenas informação, por mais importante que seja a informação. Aí pode ser armazenado, transportado, enviado, reproduzido. Conhecimento, entretanto, é dinâmica reconstrutiva complexa não linear (DEMO, 2002a), que exige a constituição do sujeito capaz de autonomia. Neste sentido, a autonomia do ser vivo está escrita em sua biologia, não apenas em sua história social (DEMO, 2009, p. 16-17).

Uma outra forma sob a qual essa questão pode ser representada é o conhecido experimento do “Quarto chinês” do filósofo norte-americano John Searle, “utilizado como argumento contra a afirmação de existência de uma IA forte – de que as máquinas são capazes de atingir pensamentos inteligentes” (GUNKEL, 2017, p. 11). Searle conclui, em suma, que a inteligência das máquinas é apenas aparente, mas não real.

Watson, o supercomputador da IBM, põe em xeque estas ideias. Segundo Kurzweil (2012), Searle disse que Watson não é capaz de pensar e que apenas manipula símbolos sem compreender seu significado. Porém, o autor explica que Searle não descreve Watson com precisão, uma vez que este, tal qual os humanos, compreende a linguagem com base em processos estatísticos hierárquicos, e não na manipulação de símbolos:

It is amusing and ironic when observers criticize Watson for *just* doing statistical analysis of language as opposed to possessing the “true” understanding of language that humans have. Hierarchical statistical analysis is exactly what the human brain is doing when it is resolving multiple hypotheses based on statistical inference (and indeed at every level of the neocortical hierarchy). Both Watson and the human brain learn and respond based on a similar approach to hierarchical understanding. In many respects Watson’s knowledge is far more extensive than a human’s; no human can claim to have mastered all of Wikipedia, which is only part of Watson’s

²⁰ Leia a matéria completa em: <https://canaltech.com.br/entretenimento/inteligencia-artificial-agnostica-tipo-raro-de-leucemia-e-salva-vida-no-japao-76131/>.

knowledge base. Conversely, a human can today master more conceptual levels than Watson, but that is certainly not a permanent gap (KURZWEIL, 2012, p. 170).²¹

Watson foi programado para aprender com sua experiência (KURZWEIL, 2012) e, por reconstruir conhecimento, levanto a hipótese de que Watson pode ser considerado uma entidade autopoietica. Watson provavelmente jamais conseguirá escrever uma grande obra literária tal qual *Hamlet*, mas também é provável que nenhum humano seria capaz de salvar a vida daquela mulher com leucemia.

Ao discutir sobre IA e interação social, Gunkel (2017) explica que não importa se concluímos que a máquina é inteligente ou não, o comportamento comunicacional que ela exhibe gera um efeito em nós e em nossas interações sociais e relacionamentos. O autor explica que mesmo que alguém duvide da possibilidade de a ‘IA forte’ ser alcançada, o “nosso mundo já é povoado por artefatos semi-inteligentes, robôs sociais, algoritmos capazes de aprender e sistemas de tomada de decisão autônomos que exponencialmente ocupam o lugar do Outro nas relações sociais e na interação comunicativa.” (p. 13). De acordo o autor, tal *insight* foi experimentalmente comprovado por aquilo que Clifford Nass e Byron Reeves denominam a teoria do Computador como Ator Social (CSA):

Os computadores, do modo como eles se comunicam, instruem e revezam turnos de interação, estão *tão próximos* dos humanos que eles encorajam respostas sociais. O encorajamento necessário para produzir uma reação não é tão grande. Desde que existam alguns comportamentos que indiquem uma presença social, as pessoas irão responder a eles de acordo... Consequentemente, qualquer meio que está suficientemente próximo terá um tratamento humano, ainda que as pessoas achem isso bobo e neguem o feito depois (REEVES; NASS, 1996, p. 22 *apud* GUNKEL, 2017, p. 13).

Em suma, o modelo CSA demonstra “como usuários de computadores [...] tendem a responder à tecnologia como um outro sujeito socialmente consciente e interativo”, de modo que um dispositivo pode ser reconhecido como um ator social mesmo sem ter inteligência artificial (GUNKEL, 2017, p. 13-14).

²¹ É divertido e irônico ver os observadores criticando Watson por fazer *apenas* uma análise estatística da linguagem, diferentemente de possuir a “verdadeira” compreensão da linguagem que os humanos possuem. A análise estatística hierárquica é exatamente o que o cérebro humano faz ao resolver hipóteses múltiplas com base em inferência estatística (e, na verdade, em todos os níveis da hierarquia neocortical). Tanto Watson como o cérebro humano aprendem e respondem com base numa abordagem similar à compreensão hierárquica. Em muitos aspectos, o conhecimento de Watson é bem mais extenso do que o de um humano; nenhum humano pode afirmar que dominou toda a Wikipédia, que é apenas parte da base de conhecimentos de Watson. Por outro lado, hoje um humano pode dominar mais níveis conceituais do que Watson, mas certamente essa lacuna não é permanente.

Uma interessante aplicação, que expressa notavelmente a teoria do CSA, está presente no Projeto Museu Virtual, apresentado por Aguiar e Hermosilla (2007) em seu artigo *Aplicações da Inteligência Artificial na Educação*. Trata-se de:

[...] uma aplicação da realidade virtual ao ensino colaborativo através da Internet. O projeto tem como objetivo desenvolver uma ferramenta de autoria que permite a construção colaborativa, por um grupo de alunos, de museus em realidade virtual. [...] Os museus construídos com esta ferramenta são organizados em salas com diferentes exposições. [...] Além disso, a ferramenta permite a criação de guias virtuais ou *bots* com conhecimento sobre os objetos em exposição e sobre os próprios visitantes. Os visitantes podem se encontrar nas salas do museu e conversar em tempo real usando um *chat*, da mesma forma que eles poderão falar com os *bots*.²²

Um dos principais desafios e, ao mesmo tempo, uma das principais oportunidades, para o licenciado em Computação e Informática será conceber o Computador como Ator Social e aplicá-lo no cenário da educação, como, por exemplo, os *bots* guias do museu virtual.

4.3 A realização de abstrações

Foi nas aulas de Língua Portuguesa que a maioria das pessoas ouviu pela primeira vez a palavra “abstrato”. Nesse contexto, o termo refere-se a uma classe de substantivos, normalmente opondo-se aos substantivos concretos. Por definição, um substantivo abstrato é aquele que designa entidades que dependem de outras para se manifestar ou existir. A beleza, por exemplo, não existe por si só, apenas podemos observá-la numa pessoa ou coisa que seja bela. Assim, são palavras que nomeiam conceitos como ações, qualidades, estados, sentimentos e realidades imateriais.

O abstrato ou a abstração é uma noção com muitas faces. Uma intuição geral por trás da abstração é que estamos nos deslocando do mundo real, concreto, tangível, em direção ao mundo das ideias e dos conceitos. Um dado (peça de jogo de tabuleiro) ou um Cubo de Rubik (popularmente conhecido como “cubo mágico”) são exemplares concretos, tangíveis, associados à ideia de hexaedro regular, um dos cinco sólidos platônicos.

Para Kurzweil (2012), a abstração tem a ver com diferentes níveis de compreensão. Por exemplo, explica o autor, uma única célula da ilhota pancreática é extremamente complicada, especialmente se modelada no nível de abstração das moléculas. Por outro lado, compreender

²² O número da página não está indicado nesta citação direta devido ao referido artigo não apresentar números em suas páginas.

aquilo que o pâncreas faz em termos da regulação da quantidade de insulina é uma tarefa bem menos complexa.

Discutindo sobre *como o pensamento atinge as coisas*, Lévy (2010a, p. 70), por sua vez, nos fornece um outro conceito de abstração ao explicar que:

[...] quase sempre pensamos com o auxílio de metáforas, de pequenos modelos concretos, muitas vezes de origem técnica. [...] Por exemplo, as noções de *forma e matéria*, que parecem tão gerais e abstratas, são empréstimos feitos por Aristóteles a artes que datam do Neolítico: cerâmica e escultura [...] A abstração ou a teoria, enquanto atividades cognitivas, têm portanto uma origem eminentemente prática. E isto por dois motivos. Primeiro, devido ao papel das tecnologias intelectuais no processo de redução de devires inalcançáveis ao estado de pequenos signos, que poderão, portanto, ser objeto de operações inéditas. Segundo, graças à infinidade de modelos concretos inspirados na técnica que povoam nossas narrativas, nossas teorias [...].

A “abstração muitas vezes não é nada mais do que esta colocação em signos de procedimentos – signos que, por sua vez, serão objetos de outras manipulações” (LÉVY, 2010a, p. 69). A letra grega Δ (*delta* maiúsculo) que comumente usamos na fórmula de Bhaskara é um bom exemplo de abstração, isto é, da transformação de procedimentos (nesse caso, operações matemáticas) em signo, inserido como parte de um processamento maior.

Na programação de computadores, a API²³ *socket* abstrai procedimentos das redes TCP/IP para que máquinas diferentes se comuniquem entre si (KUROSE, 2013). O conjunto de procedimentos que caracterizam o protocolo TCP (confirmações, retransmissões, etc.) é representado pelo comando *sock_stream*.

Uma função em linguagem de programação é igualmente uma abstração; a saber, um conjunto de instruções agrupadas numa unidade. Sob a forma de signo, a existência de funções, (que, abstraídas, podem ser simplesmente “chamadas” ao longo do programa) evita que o programador tenha de escrever o mesmo código repetidas vezes e permite que pessoas trabalhem sobre e *com* o que outras já fizeram. O grande princípio das linguagens estruturadas é o de dividir um programa em funções (MIZRAHI, 2008).

Progressivamente, a programação dos computadores atingiu outros níveis de abstração e tornou-se imbricada às peculiaridades do nosso sistema cognitivo e sensório-motor. De acordo com Monteiro (2007), o ENIAC era programado através da redistribuição de cabos em tomadas diferentes e rearranjo de chaves, tarefa que poderia levar muitos dias. Na década de 1950, “programava-se os computadores transmitindo à máquina instruções em código binário através

²³ Abreviação para *Application Programming Interface*, ou, em português, interface de programação de aplicação. O conceito de API refere-se a um conjunto de rotinas e padrões estabelecidos por um *software* para a utilização das suas funcionalidades por outros aplicativos.

de cartões e fitas perfuradas” (LÉVY, 2010b, p. 102). Com o surgimento das linguagens de alto nível, a programação foi facilitada, uma vez que os comandos dados ao computador são próximos à linguagem humana. Programa-se, então, uma máquina “dizendo” por escrito o que ela tem que fazer (como, por exemplo, “some esses dois números”, “exiba o resultado desta soma na tela”, etc.). Agora, também programamos movendo (arrastando) e encaixando hierarquicamente comandos abstraídos em blocos ideográficos. Fomos da troca física de cabos metálicos à movimentação de instruções imagéticas com o uso do mouse e de nossos próprios dedos.

A engenharia do espaço cognitivo requer, para usar as palavras de Delors (2003, p. 92), uma cultura geral, uma abertura a outras linguagens e outros conhecimentos que permite, antes de tudo, comunicar-se, promovendo uma aprendizagem da atenção, que pode “tirar partido de várias ocasiões da vida”. No nível da TMRP, Kurzweil (2012, p. 50) explica que:

At much higher levels of abstraction, the neocortex will deal with patterns with all sorts of continuums, such as levels of attractiveness, irony, happiness, frustration and myriad others. We can draw similarities across rather diverse continuums, as Darwin did when he related the physical size of geological canyons to the amount of differentiation among species.²⁴

A realização de abstrações é uma atividade cognitiva cada vez mais exigida pelo atual meio técnico-científico-informacional e a computação, de modo especial, demanda e fomenta, a um só tempo, esta habilidade. Evidencia-se, portanto, outra razão fundamental que justifica a inserção regular de conteúdos desta ciência nos currículos e nos projetos pedagógicos da Educação Básica.

4.4 Outras faces da inteligência humana

O problema de *definir* o campo inteiro da inteligência artificial é semelhante ao de definir a própria inteligência: ela é uma única faculdade ou é apenas um nome para uma coleção de capacidades distintas e não relacionadas? Até que ponto a inteligência é aprendida e não existe desde o nascimento? O que acontece quando ocorre o aprendizado? O que é criatividade? O que é intuição? A inteligência pode ser deduzida do comportamento observável ou ela requer evidências de um mecanismo interno em particular? (LUGER, 2013, p. 1).

De acordo com Medeiros (2018), não há um consenso na comunidade científica quanto a uma definição de inteligência. Para o psicólogo Howard Gardner, a inteligência “corresponde

²⁴ Em níveis bem mais elevados de abstração, o neocórtex vai lidar com padrões de toda espécie de *continuum*, como níveis de atratividade, ironia, felicidade, frustração e milhares de outros. Podemos traçar semelhanças entre *continua* bem distintos, como Darwin fez ao relacionar o tamanho físico dos cânions geológicos com o grau de diferenciação entre espécies

a capacidade de resolver problemas ou de elaborar produtos que sejam importantes em um determinado ambiente ou em uma comunidade cultural específica” (p. 19). No capítulo anterior, vimos como a compreensão sobre a inteligência evoluiu para abarcar um conjunto de faculdades e, neste capítulo, propomos reflexões acerca de algumas das faces sob as quais a inteligência humana se expressa.

A fenomenologia é a análise da cognição natural, a descrição das formas do pensamento que a engenharia pode tentar ou imitar e substituir, ou complementar se a substituição não for possível (SOKOLOWSKI, 1988). Um conceito equivalente é chamado de metacognição. Conforme Kurzweil (2012), trata-se da ideia de pensar sobre nosso próprio pensamento, da capacidade de compreender nossos próprios pensamentos e explicá-los. Esse é o intuito desta seção.

A inteligência é o fenômeno mais surpreendente que já existiu, responsável por amplificar nossas habilidades naturais. Com ela conseguimos desde a erradicação de uma gama de doenças até a construção de computadores inteligentes capazes de feitos impossíveis para os cérebros humanos. Podemos vê-la como uma coleção de capacidades condicionada por fatores biológicos e socioculturais, que vão desde um consumo adequado de proteínas durante a infância à qualidade dos estímulos recebidos.

De acordo com Castro (2005, p. 9), a resposta oferecida pelas pesquisas piagetianas não se limita a um sim ou um não para dizer se os “processos mentais como aqueles que nos permitem realizar abstrações, lidar mentalmente com os fatos e suas interpretações, ligá-los ou distingui-los uns dos outros, formular hipóteses, chegar à solução de problemas novos” são aprendidos ou inatos. A autora explica que há indícios de que são resultado do exercício da inteligência desde a mais tenra idade.

Outras evidências indicam que nossa inteligência pode ser afetada até mesmo pelo que as pessoas que nos cercam estão fazendo, pensando e sentindo. Em *O poder das conexões*, Christakis e Fowler (2010) explicam como nossas redes sociais reais moldam nossas vidas. Um ponto central de sua pesquisa é o fato de que as redes disseminam ações, escolhas, pensamentos, sentimentos e desejos. Por causa da tendência de os seres humanos influenciarem e copiarem uns aos outros, nossos amigos nos afetam de maneira decisiva. “Estudantes com companheiros de quarto mais estudiosos tornam-se mais estudiosos” (*ibid.*, p. 17). Os autores apresentam experimentos que demonstraram que as pessoas podem “adquirir” estados emocionais observados em outros indivíduos ao longo de períodos de tempo que variam de segundos a semanas. Assim, calouros que dividem quartos com estudantes moderadamente deprimidos tendem a ficar cada vez mais deprimidos ao longo de um período de três meses.

Descobertas neurocientíficas recentes evidenciaram que somos capazes de criar novos neurônios em qualquer idade através da prática de exercícios físicos. Até então acreditava-se que nascíamos com um “banco de neurônios” que ia diminuindo com o tempo, impossível de se renovar ou expandir. Uma pesquisa sobre o hipocampo, área do cérebro responsável por nossa memória e capacidade espacial, mostrou que roedores perderam neurônios jovens ao parar de exercitar-se. Constatou-se que o exercício físico melhora a secreção do fator neurotrófico cerebral (que influencia positivamente a memória) e permite que novos neurônios nasçam em nosso hipocampo (JERICÓ, 2018).

A inteligência emerge, portanto, de um sujeito biopsicossocial, que é formado por um arranjo cromossômico específico e cujo humor e disposição para aprender são alterados com base na variação de níveis de hormônios e fluxos de neurotransmissores que são postos em jogo a partir de suas relações sociais.

4.4.1 Duas formas da inteligência natural

De acordo com o filósofo Robert Sokolowski, realizar inferências é “apenas” um dos tipos de inteligência. A seguir, apresentaremos as duas formas de atividade intelectual discutidas pelo referido autor: citação (*quotation*) e realização de distinções (*making distinctions*).

One of the essential characteristics of natural intelligence is that we as speakers can quote one another. This does not just mean that we can repeat the words that someone else has said; it means that we can appreciate and state how things look to someone else. [...] This ability to quote allows us to add perspectives to the things we experience and express. I see things not only from my own point of view, but as they seem to someone from another point of view, as they seem to someone who has a history different from mine, as they seem to someone with interests different from mine (SOKOLOWSKI, 1988, p. 58).²⁵

Portanto, a habilidade de fazer citações é uma característica básica da inteligência humana. Por meio dela podemos abandonar dogmas e princípios infundados na medida em que somos capazes de ver as coisas por outros ângulos. Se vemos as coisas de um único jeito, nosso

²⁵ Uma das características essenciais da inteligência natural é que nós, como falantes, podemos citar uns aos outros. Isso não significa apenas que podemos repetir as palavras que outra pessoa disse; significa que podemos apreciar e declarar como as coisas parecem para outra pessoa. [...] Essa capacidade de citar nos permite agregar perspectivas às coisas que vivenciamos e expressamos. Eu vejo as coisas não apenas do meu ponto de vista, mas como parecem para alguém de outro ponto de vista, como parecem para alguém que tem uma história diferente da minha, como parecem para alguém com interesses diferentes dos meus. (*Tradução nossa*)

ou de outrem, não somos tão inteligentes. Ser inteligente implica estar aberto e ser flexível para abandonar convicções quantas vezes forem necessárias ao aparecerem novas evidências.

Segundo Harari (2019), a ciência moderna se distingue de todas as tradições de conhecimento anteriores em três aspectos cruciais. Um desses aspectos é sua disposição para admitir ignorância. A “ciência moderna se baseia na sentença latina *ignoramus* – nós não sabemos” (p. 261). E, principalmente, aceita que as coisas que achamos que sabemos podem se mostrar equivocadas. Assim, nenhuma ideia, conceito ou teoria é sagrado e inquestionável. De acordo com o autor, isso expandiu grandemente nossa capacidade de entender como o mundo funciona e nossa habilidade de inventar novas tecnologias.

Sokolowski (1988) explica ainda que podem haver complexas camadas de citação. É possível, por exemplo, citar não apenas como algo parece para John, mas também como a visão de John parece para Mary. No nosso pensamento natural, as opiniões dos outros exercem influência sobre as nossas. Diferentemente de um sistema lógico-dedutivo, nós não derivamos nossas posições apenas de axiomas que aceitamos como verdade.

A possibilidade de citarmos uns aos outros é a base de todo o processo de construção do gigantesco monumento cultural que a nossa espécie engendrou, para o qual o advento da imprensa foi crucial ao difundir as publicações científicas. Como Darwin poderia ter elaborado sua teoria da evolução sem ter lido e citado Lamarck e tantos outros?

Outra forma da inteligência natural consiste na atividade de fazer distinções. Fazer distinções é uma atividade intelectual primordial, demandada em todos os momentos de nossa vida, pois, em consonância com Sokolowski (1988), alguma distinção está inserida em cada noção que temos e a instalação cuidadosa de uma ideia sempre envolve distinção.

Frequentemente, armazenamos fatos ou conceitos em nossa memória de longo prazo lançando mão diretamente de distinções. A distinção entre as teses de Rousseau e Hobbes sobre a condição do homem no estado de natureza pode ser um exemplo emblemático. Para o primeiro, “o homem nasce bom, e a sociedade o corrompe”. O segundo, por sua vez, declara que a natureza do homem é essencialmente má. Considerar esta distinção, diametralmente oposta, nos ajuda a memorizar as concepções desses dois pensadores de um modo eficaz.

Esta atividade cognitiva, aparentemente paradoxal, de associar com o distinto, podemos interpretá-la como a estratégia de armazenamento e pesquisa na memória de longo prazo denominada de elaboração, conforme explica Lévy (2010a, p. 80):

As elaborações são acréscimos à informação alvo. Conectam entre si itens a serem lembrados, ou então conectam estes itens a ideias já adquiridas ou anteriormente formadas. No pensamento

cotidiano, os processos elaborativos ocorrem o tempo todo. O que acontece, por exemplo, quando lemos um ensaio sobre as tecnologias da inteligência? Juntamos as proposições que encontramos pela primeira vez às proposições encontradas anteriormente no texto. Também as associamos a proposições – eventualmente contraditórias – de outros autores, assim como a perguntas, ideias ou reflexões pessoais. Este trabalho elaborativo é, indissociavelmente, uma forma de compreender e memorizar.

4.4.2 Fazendo comparações

A criatividade é um componente básico da inteligência. Um aspecto importante da criatividade é o processo de encontrar grandes metáforas (símbolos que representam outras coisas) e o neocórtex é uma poderosa máquina de metáforas, o que explica porque somos uma espécie singularmente criativa. Encontrar uma metáfora consiste em identificar um padrão apesar das diferenças em detalhes e contextos. Os grandes saltos metafóricos costumam acontecer nas fronteiras de disciplinas diferentes (KURZWEIL, 2012).

Esta habilidade constitui um recurso mnemônico e cognitivo eficaz, ao transformar ideias abstratas e complexas em “imagens” inteligíveis. Por outro lado, consiste em um instrumento retórico, ao apresentar as noções envolvendo-as em um discurso ilustrativo, mais concreto e, portanto, convincente.

A obra do célebre filósofo alemão Arthur Schopenhauer (1788-1860) está repleta de metáforas assim, deslumbrantes, especialmente inspiradas nas ciências naturais. Na citação a seguir, ao tratar da indestrutibilidade de nossa verdadeira essência após a morte, Schopenhauer faz uma comparação que remete à falsidade do conceito da continuação individual de nossa consciência pessoal inteira pós-morte:

Pois, a longo prazo, o que é verdadeiro só pode subsistir em sua pureza: uma vez mesclado a enganos, ele passa a participar de sua debilidade; assim como o granito se desfaz quando o feldspato nele erode, embora o quartzo e a mica não se encontrem submetidos à erosão. Portanto, a situação não é boa para os substitutos da verdade (SCHOPENHAUER, 2019, p. 35).

Para compreender e apreciar esta comparação, não precisamos necessariamente nos aprofundarmos completamente na questão filosófica. Basta observarmos que Schopenhauer compara a fragilidade de conceitos parcialmente verdadeiros, ou seja, compostos por partes falsas, com o processo de erosão que ocorre em algumas rochas. A verdade não mesclada a enganos permanece intacta como o quartzo e a mica, que não são desfeitos pela erosão. O que Schopenhauer está fazendo é, conforme explicou Kurzweil (2012), identificar um padrão apesar da diferença dos contextos.

Uma característica fundamental da filosofia schopenhaueriana, talvez o seu traço mais conhecido, é o pessimismo. O filósofo desvela a essência do mundo como vontade, isto é, carência, necessidade; de modo que toda satisfação é ilusória. Em suas próprias palavras, nossa “sensibilidade para a dor é quase infinita, já a para o prazer tem limites estreitos” (SCHOPENHAUER, 2019, p. 70) além do mais “[...] via de regra, as alegrias se encontram muito abaixo, e as dores muito acima de nossas expectativas” (p. 71). Em outra perspicaz comparação, esta marca da filosofia de Schopenhauer aparece:

Da mesma maneira que o riacho não faz torvelinhos enquanto não encontrar um obstáculo, também a natureza humana, assim como a animal, determina que não notemos propriamente nem nos demos conta de tudo que vai de acordo com nossa vontade. Para que notemos algo, esse algo não pode ter sido diretamente de acordo com nossa vontade, mas precisa ter sofrido algum empecilho. – Em contrapartida, tudo quanto se oponha à nossa vontade, que a contrarie, que dela divirja, ou seja, tudo que é desagradável e doloroso, sentimo-lo imediatamente, sem demora e com grande nitidez. Assim como *não sentimos* a saúde de nosso corpo inteiro, mas apenas o pequeno ponto em que o sapato nos aperta, tampouco pensamos no conjunto de nossos assuntos que vão perfeitamente bem, mas em alguma ninharia insignificante qualquer que nos contraria (SCHOPENHAUER, 2019, p. 70-71).

Outra brilhante comparação é feita por Sokolowski (1988), ao explorar a tese de a inteligência artificial ser, tal qual a escrita, uma substituta genuína para algumas formas do pensamento, não apenas uma imitação superficial:

Thinking is shaped by writing; intelligence is modified when it takes on the written form; writing permits us to identify and differentiate things in ways that were not possible when we could speak but not write. If artificial intelligence can in turn transform writing, it may be able to embody a kind of intelligence that cannot occur in any other way, just as the automobile provides a kind of motion that was not available before the car was invented (SOKOLOWSKI, 1988, p. 50).²⁶

A realização de metáforas significativas, que manifesta nossa criatividade, é um dos elementos fundamentais mais sublimes da atividade intelectual mais ampla. Fazer comparações entre termos ou situações pode ser uma maneira de formular e expressar grandes ideias e torná-las altamente assimiláveis, ou seja, didáticas. Quanto maior for a bagagem cultural do indivíduo, seu domínio da cultura geral, maior será sua capacidade para fazer analogias significativas. Destarte, a formação inerentemente híbrida (técnica e humana) do licenciado em

²⁶ O pensamento é moldado pela escrita; a inteligência é modificada quando assume a forma escrita; escrever permite-nos identificar e diferenciar coisas de maneiras que não eram possíveis quando podíamos falar, mas não escrever. Se a inteligência artificial pode, por sua vez, transformar a escrita, ela pode ser capaz de incorporar um tipo de inteligência que não pode ocorrer de outra forma, assim como o automóvel fornece um tipo de movimento que não estava disponível antes de o carro ser inventado. (*Tradução nossa*)

Computação e Informática qualifica-o de maneira singular para formar metáforas, tarefa crucial para a engenharia do espaço cognitivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os cursos de licenciatura da área da Computação passam atualmente por um sensível enfraquecimento, enfrentando problemas como a evasão crescente e a significativa diminuição do número de alunos ingressantes, apresentando, então, a menor taxa de alunos por curso entre as graduações da área, conforme demonstraram Menolli e Coelho Neto (2021) em seu recente estudo.

Pode-se concluir, portanto, que os desafios e impasses relacionados à identidade do licenciado em Computação, especialmente o desconhecimento público da relevância de seu papel e de suas competências e os poucos espaços legalmente constituídos para este profissional no contexto da Educação Básica, segundo apontaram Santos, Silva e Hinterholz (2017), contribuem decisivamente para a desvalorização da profissão, e, em consequência, para tal enfraquecimento. Ademais, o reconhecimento do curso, pelo MEC, a partir de distintas denominações, gerando discussões sobre o conceito da graduação, também dificulta a criação de uma identidade do curso.

Uma das competências mais importantes dos licenciados em Computação consiste em “atuar junto ao corpo docente das Escolas nos níveis da Educação Básica e Técnico e suas modalidades e demais organizações no uso efetivo e adequado das tecnologias da educação” (BRASIL, 2016, p. 7). No entanto, na realidade, isto não ocorre como deveria. Os profissionais licenciados ainda não são devidamente reconhecidos pelo Estado brasileiro e sua integração às escolas acontece de modo majoritariamente irregular, escasso e não sistemático. Para isto concorre o fato de que tanto a Computação quanto a Informática ainda não são elementos de estudo devidamente incluídos nos currículos da Educação Básica. Assim, esta investigação tem como resultado um diagnóstico dos principais aspectos que dificultam o reconhecimento da relevância dos licenciados em Computação e Informática e de sua inserção no mercado de trabalho, suscitando a implementação de políticas públicas institucionais voltadas ao fortalecimento desses cursos.

Nessa perspectiva, este estudo produziu um *framework* teórico que fundamenta uma atuação inovadora por parte desses profissionais e que justifica sua importância societária, diante da abertura de uma nova revolução cognitiva, atrelada às tecnologias digitais de informação e de comunicação que, como vimos, têm assumido usos e sentidos inéditos, condicionando inovações sociotécnicas no campo da Educação que reforçam ainda mais a necessidade de se reengendrar a identidade do licenciado em Computação e Informática,

atribuindo-o novas oportunidades. Dessa forma, o presente trabalho resulta em contribuição à tarefa tão crucial da construção da identidade dos licenciados em Computação e Informática.

A teoria apresentada neste estudo, descreve como e porque a integração desse profissional à Educação Básica é importante. Além de diagnosticar impasses associados à sua valorização, ela identifica e vislumbra horizontes de ferramentas informáticas e epistemológicas de amplificação e otimização da inteligência, as quais constituem instrumentos para a (re)concepção da identidade do licenciado em Computação e Informática, caracterizado como desenvolvedor por excelência de tais ferramentas. Com isso, a presente pesquisa alcançou os objetivos propostos.

Compreende-se que a presença do licenciado em Computação e Informática nas escolas da Educação Básica é indispensável para a introdução do pensamento computacional em seus níveis de ensino, oferecendo recursos cognitivos demandados em todas as áreas do saber. Também favoreceria a implantação daquilo que Mendonça (2018) denomina de espaços de criação digital, aproximando os currículos das crianças e jovens de habilidades intelectuais e conhecimentos científicos cada vez mais importantes, como a realização de abstrações e a programação, respectivamente.

Atualmente, as nações se desenvolvem e mantêm o seu vínculo material com o mundo por meio de uma formidável infraestrutura epistêmica e de *software*, desde as instituições de educação e formação às tecnologias intelectuais com suporte numérico (LÉVY, 2015). Diferentemente dos modos de desenvolvimento agrário e industrial, no informacionalismo o elemento fundamental à promoção da evolução socioeconômica agora “acha-se na tecnologia de geração de conhecimentos, de processamento de informação e de comunicação de símbolos”

Portanto, ante o exposto, constata-se o reconhecimento e a valorização da importância do licenciado em Computação e Informática enquanto engenheiro do espaço cognitivo por excelência, resultado que se espera do presente estudo, como uma condição civilizatória fundamental a fim de garantir uma formação de qualidade que prepare as crianças e jovens de hoje com as competências e habilidades necessárias para o exercício crítico da cidadania e para o mundo do trabalho incessantemente fluido e extremamente informatizado do século XXI, podendo assim, também, repercutir na posteridade.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Juliana; HERMOSILLA, Lígia. Aplicações da inteligência artificial na educação. *Revista científica eletrônica de psicologia*. Ano IV, n. 06, fev. 2007. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/UznmHMbvYnsaKRH_2013-5-27-17-26-30.pdf. Acesso em: 02 abr. 2021.
- BRAGA, Denise Bértoli. *Ambientes digitais: reflexões teóricas e práticas*. 1ª ed. São Paulo: Cortez, 2013.
- BRAGA, Juliana; MENEZES, Lilian. Introdução aos Objetos de Aprendizagem. In: BRAGA, Juliana (Org.). *Objetos de aprendizagem: introdução e fundamentos*. Vol. 1. Santo André: Editora da UFABC, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação – Câmara de Educação Superior (Org.). *Resolução nº 5, de 16 de novembro de 2016*. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=52101-rces005-16-pdf&category_slug=novembro-2016-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 02 abr. 2021.
- CAMPOS, Claudinei José Gomes. Método de análise de conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. *Revista Brasileira de Enfermagem*. v. 57, n. 5, p. 611-614, set./out. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/reben/v57n5/a19v57n5.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2021.
- CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede* (tradução de Roneide Venancio Majer). 20ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.
- CASTRO, Amelia Domingues de. O ensino: objeto da didática. In: CASTRO, Amelia Domingues de; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (Orgs.). *Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.
- CHRISTAKIS, Nicholas A.; FOWLER, James H. Quando você ri, o mundo ri com você. In: _____. *O poder das conexões: a importância do networking e como ele molda nossas vidas* (tradução de Edson Furmankiewicz). Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- DELORS, Jacques. Os quatro pilares da educação. In: _____. *Educação: um tesouro a descobrir*. 2ª ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: MEC/UNESCO, 2003.
- DEMO, Pedro. Cuidar da aprendizagem. In: _____. *Professor do futuro e reconstrução do conhecimento*. 6ª ed. Petrópolis: Vozes, 2009.
- DUTON, Rafael. *Empreendedorismo e o processo de identificação de oportunidades*. Rio de Janeiro: PUC, 2005. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&nrSeq=7162@1>. Acesso em: 01 abr. de 2021.
- FACELI, K. et al. *Inteligência artificial: uma abordagem de aprendizagem de máquina*. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

FAIS, Roni Márcio. Diferença entre computação e informática. *RMFAIS*, 2010. Disponível em: http://www.rmfaais.com/rmfaais/artigos/table.php?_codigo=25. Acesso em: 01 abr. 2021.

FERREIRA, Windyz B. Inclusão x exclusão no Brasil: reflexões sobre a formação docente dez anos após Salamanca. In: RODRIGUES, David (Org.). *Inclusão e educação: doze olhares sobre a educação inclusiva*. São Paulo: Summus, 2006.

FILATRO, Andrea. *Design instrucional na prática*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008.

FISCINA, Fabrizio Leandro Fonsêca. *Introdução à computação: licenciatura em computação*. Salvador: UNEB/GEAD, 2010.

FONTANA, Roseli; CRUZ, Maria Nazaré da. *Psicologia e trabalho pedagógico*. São Paulo: Atual, 1997.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 25ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GUNKEL, David J. Comunicação e inteligência artificial: novos desafios e oportunidades para a pesquisa em comunicação (tradução de Francisco B. Trento e Daniela Norcia Gonçalves). *Galáxia*, São Paulo, n. 34, p. 05-19, jan./abr., 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-2554201730816>. Acesso em: 02 abr. 2021.

HARARI, Yuval Noah. *Sapiens: uma breve história da humanidade* (tradução de Janaína Marcoantonio). 49ª ed. Porto Alegre, RS: L&PM, 2019.

JERICÓ, Pilar. *Somos capazes de criar novos neurônios em qualquer idade com um simples exercício* (que está em suas mãos). *El País*, 2018. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2018/10/27/ciencia/1540643073_895649.html. Acesso em: 02 abr. 2021.

KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. *Redes de computadores: uma abordagem top-down* (tradução de Daniel Vieira). 6ª ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

KURZWEIL, Ray. *How to create a mind: the secret of human thought revealed*. New York: Penguin Books, 2012.

LEVIN, Peter. *Excellent dissertations!* Berkshire: Open University Press, 2005.

LÉVY, Pierre. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática* (tradução de Carlos Irineu da Costa). 2ª ed. São Paulo: Editora 34, 2010a.

_____. *Cibercultura* (tradução de Carlos Irineu da Costa). 3ª ed. São Paulo: Editora 34, 2010b.

_____. *A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço* (tradução de Luiz Paulo Rouanet). 10ª ed. São Paulo: Edições Loyola, 2015.

LIBÂNEO, José Carlos. *Adeus Professor, adeus Professora?* Novas exigências educacionais e profissão docente. 13ª ed. São. Paulo: Cortez, 2011.

_____. *Didática*. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LIMA, Artemilson Alves de. *Fundamentos e Práticas na EaD*. Cuiabá: Rede e-Tec Brasil, 2012.

LOO, Bryce. *Education in the United States of America*. WENR, 2018. Disponível em: <https://wenr.wes.org/2018/06/education-in-the-united-states-of-america>. Acesso em: 02 abr. 2021.

LUGER, George F. IA: história e aplicações. In: _____. *Inteligência artificial* (tradução de Daniel Vieira). 6ª ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

MACHADO, Francis Berenger; MAIA, Luiz Paulo. *Arquitetura de sistemas operacionais*. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

MARTINO, Luís Mauro Sá. *Teoria das Mídias Digitais*: ambientes, linguagens e redes. 2ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.

MEDEIROS, Luciano Frontino de. *Inteligência artificial aplicada*: uma abordagem introdutória [livro eletrônico]. Curitiba: InterSaberes, 2018.

MENDONÇA, Helena Andrade. Construção de jogos e uso de realidade aumentada em espaços de criação digital na educação básica. In: BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs.) *Metodologias ativas para uma educação inovadora*: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

MENOLLI, André; COELHO NETO, João. Uma Análise do Perfil dos Cursos de Licenciatura em Computação no Brasil. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 29, p. 01-24, jan. 2021. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/v29p01>. Acesso em: 01 abr. 2021.

MIZRAHI, Victorine Viviane. *Treinamento em linguagem C*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall, 2008.

MONTEIRO, Mario A. *Introdução à Organização de Computadores*. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

PACHECO, Wellem dos Santos. OLIVEIRA, Marinalva Silva. Aprendizagem e desenvolvimento da criança com síndrome de Down: representações sociais de mães e professoras. *Ciências & Cognição*, v. 16, n. 3, p. 002-014, dez. 2011.

PRIETCH, Soraia Silva; PAZETO, Tatiana Annoni; DIAS, Livia Ferreira. A Importância de Registrar a História de um Curso de Licenciatura em Informática. *Academia.edu*, 2010. Disponível em: https://www.academia.edu/6149439/A_Import%C3%A2ncia_de_Registrar_a_Hist%C3%B3ria_de_um_Curso_de_Licenciatura_em_Inform%C3%A1tica. Acesso em: 01 abr. 2021.

SANTOS, Wilk Oliveira dos; SILVA, Célia Cristina Vilela da; HINTERHOLZ, Lucas Tadeu. Licenciatura em computação: Desafios e Oportunidades na Perspectiva do Estudante. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, p. 885-894, 2017. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/7307>. Acesso em: 02 abr. 2021.

SANTOS FILHO, José Camilo dos; GAMBOA, Silvio Sánchez (Org.). *Pesquisa Educacional: quantidade-qualidade*. 7ª ed. São Paulo: Cortez, 2009.

SCHOPENHAUR, Arthur. *Sobre o sofrimento do mundo & outros ensaios* (tradução de Gabriel Valladão Silva). Porto Alegre, RS: L&PM, 2019.

SENAI. Departamento Nacional. *Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030*. Brasília: SENAI, 2018. Disponível em: <https://www2.fiescnet.com.br/web/uploads/recursos/d1dbf03635c1ad8ad3607190f17c9a19.pdf>. Acesso em 02 abr. 2021.

SETTE, S. S.; AGUIAR, M. A.; SETTE, J. S. A. Licenciatura em Informática - Uma questão em aberto. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v.1, n. 01, 1997. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2328>. Acesso em 02 abr. 2021.

SILVA, Marco. Internet na escola e inclusão. In: ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; MORAN, José Manuel (Orgs.). *Integração das tecnologias na educação: salto para o futuro*. Brasília: Ministério da Educação/Seed, 2005.

SILVA, Tomaz Tadeu da. *Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo*. 3ª ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2019.

SILVEIRA, André Luis Marques da.; RIBEIRO, Vinicius Gadis. Os princípios básicos para o design das interfaces gráficas de usuário: uma revisão de literatura histórica. *Educação gráfica*, v. 17, n. 03, p. 06-25, 2013. Disponível em: <http://www.educacaografica.inf.br/artigos/os-principios-basicos-para-o-design-das-interfaces-graficas-de-usuario-uma-revisao-de-literatura-historica>. Acesso em: 02 abr. 2021.

SOARES, Magda. Novas práticas de leitura e escrita: letramento na cibercultura. *Educação & Sociedade*. Campinas, v. 23, n. 81, p. 143-160, dez. 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-73302002008100008>. Acesso em: 02 abr. 2021.

SOKOLOWSKI, Robert. Natural and Artificial Intelligence. *Daedalus*. v. 117, n. 1, p. 45-64, 1988. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/20025138?seq=1>. Acesso em: 02 abr. 2021.

SOUZA, Renato Rocha. O que é, realmente, o virtual? *Scribd*, 2014. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/203793306/O-Que-e-Realmente-o-Virtual>. Acesso em: 02 abr. 2021.

TANENBAUM, Andrew S. *Redes de computadores*. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

UFERSA. Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Computação e Informática. *Portal UFRSA*, 2010. Disponível em: <https://coinfangicos.ufersa.edu.br/apresentacao/>. Acesso em: 02 abr. 2021.