

4.1.2 As contribuições da Semiótica na Inteligência Artificial para a educação

P. U. AVILA¹, J. R. U. da CRUZ¹, W. R. BARBOSA²

¹Faculdade Sumaré – Departamento de Informática e Comunicação
Campus Sumaré – São Paulo – SP – Brasil

²Centro Universitário Unipaulistano – Departamento de Análise e
Desenvolvimento de Sistemas

fispuavila@gmail.com

jrcruz9@gmail.com

wellbar2@yahoo.com.br

COMO CITAR O ARTIGO:

AVILA, P. U.; CRUZ, J. R. U. e BARBOSA, W. R. **As contribuições da semiótica na inteligência artificial para a educação.** URL: [www.italo.com.br/portal/cepep/revista eletrônica.html](http://www.italo.com.br/portal/cepep/revista_eletronica.html). São Paulo SP, v.9, n.2, p. 264-287, abr/2019.

RESUMO

O trabalho se constitui de um conjunto de ideias e revisões bibliográficas demonstrando que a semiótica pode ser explorada no processo de criação de ferramentas com inteligências artificiais e sua utilização no processo educacional tende a ser benéfica, gerando discussões mais semânticas entre alunos e professores. Deixando como contribuição uma reflexão sobre os diversos autores analisados e questionamentos para serem respondidos em propostas futuras.

ABSTRACT

The work consists of a set of ideas and bibliographic reviews demonstrating that semiotics can be explored in the process of creating tools with artificial intelligences and their use in the educational process tends to be beneficial, generating more semantic discussions between students and teachers. Leaving as contribution a reflection on the various authors analyzed and questions to be answered in future proposals

1. Introdução

Com o progresso dos avanços tecnológicos na educação, tornam-se notórias as melhorias junto aos vários setores da sociedade. Percebe-se tal desenvolvimento tanto em hospitais, como em escolas, indústrias e etc. A robótica circunda cada vez mais o cotidiano humano e os semioticistas sustentam a ideia de que conhecer e entender a semiótica é preponderante para a ciência da computação. Conforme Duval (2009), “o progresso do conhecimento vem acompanhado sempre da criação e do desenvolvimento de sistemas semióticos novos e específicos, que coexistem mais ou menos com o primeiro dentre eles, o da língua natural.” [Duval 2009]

A robótica como meio de educação ainda é recente nas escolas do Brasil, sua função é cooperar para que os alunos tenham uma cognição dos elementos que o cercam, podendo intervir sobre eles, assegurando o desenvolvimento de suas habilidades no que tange à liberdade, comunicação e colaboração com os seus semelhantes.

É evidente que a matemática tenha um papel protuberante no processo digital. Computadores podem ser mensurados como máquinas de matemática automatizada. A física, de igual modo tem seu papel indispensável para conceber e construir os computadores.

Mason (2017) declara que em 1961, o físico da IBM Rolf Landauer provou logicamente que a informação é física. Ele escreveu que a informação não é uma entidade intangível: “ela está sempre atada a uma representação física. Isso enlaça o manuseio da informação a todas as possibilidades e restrições do nosso mundo físico real, as suas leis da física e seu depósito de partes disponíveis”. Em contrapartida, Norbert Wiener, um dos fundadores da teoria da informação defendeu

que “informação é informação, não é matéria, nem energia. Nenhum materialismo que não admita isso poderá sobreviver nos dias de hoje.”

Partindo desse confronto, com o progresso da tecnologia, tem-se como objetivo averiguar resultados em invenções que correspondam a simetria do ser humano, afim de se resolver problemas de natureza física que auxiliem no processo de aprendizagem. A semiótica tem como raiz grega a palavra *semeion*, que quer dizer signo. Um signo é: [...] uma coisa que representa uma outra coisa: seu objeto. Ele só pode funcionar como signo se carregar esse poder de representar, substituir uma outra coisa diferente dele. [Santaella 2000]

À vista disso, considera-se a tese do pensamento de Moreira (1999) e Laburú (2014) que uma aprendizagem adequada é quando o discurso se forma através de multirrepresentações, de tal forma que não permaneça dependente de um modo exclusivo expressivo de representação.

2. Metodologia

Este artigo se desenvolve através de uma abordagem qualitativa, lançando-se mão do procedimento de pesquisa bibliográfica valendo-se da técnica de análise de conteúdo. Para alcance do objetivo a que se pretende atingir lançar-se-á mão da Metodologia Ativa buscando-se desenvolver o processo de aprender, por meio de experiências reais ou simuladas, com foco nas condições de encontrar meios plausíveis e desafiadores frente às atividades essenciais da prática social, nos vários contextos.

Mitri et al. (2008) relatam que as metodologias ativas fazem uso da problematização como estratégia de ensino/aprendizagem, perscrutando

a motivação do discente, pois ao enfrentar o problema, ele se detém, examina, reflete, relaciona a sua história e passa a ressignificar suas descobertas.

A linha de pesquisa metodológica se fundamenta e se desenvolve a partir do raciocínio de Peirce (1839-1914) e Vigotski (1896-1934), estabelecendo o pensamento de mundo à nossa volta. A priori nos objetos que surgem em nossa mente como qualidades potenciais; a posteriori, procurando uma relação de identificação e por último, quando a mente interpreta o signo que se trata.

Fazendo uso dessa ideia será feita proposta de junção entre os conceitos de semiótica e inteligência artificial para reforço no processo de ensino aprendizagem em ambientes educacionais, provendo melhor forma de assimilação dos conteúdos propostos com o apoio de recursos tecnológicos com formas de interação entre homem máquina com processos mais naturais, porém sem desconsiderar os aspectos éticos.

3. O conceito de semiótica e a interpretação de suas representações

Vigotski ao falar de mediação simbólica, conceitualmente, a formulação de sua ideia equivale às definições de Peirce, dado que tanto um quanto o outro consideram a natureza dinâmica e mutável dos signos. A diferença é que para Vigotski, dada a ênfase no caráter psicológico, considera o uso da palavra como mais fundamental, e Peirce, que enfatiza a lógica, afirma que a palavra possui o grau mais baixo de significado.

Charles Sanders Peirce (1839-1914): foi um cientista (físico, químico, matemático) e filósofo estadunidense. Para ele, filosofia e

ciência sempre estiveram de mãos dadas, sem separações de qualquer tipo. Toda busca pelo conhecimento é um tipo de ciência. Desenvolveu a semiótica como forma de entender o pensamento, como uma ciência lógica, partindo da observação dos fenômenos do mundo, da experiência, tal como se apresentam (Fenomenologia). Procurava categorias universais que pudessem ser encontradas em qualquer tipo de fenômeno. Tudo aquilo que pode ser observado e pode ser compreendido se enquadra dentro de três categorias onipresentes:

- Primeiridade – Qualidade
- Secundidade - Existência
- Terceiridade - Lei ou hábito

Para Isabel Jungk (2017) a semiótica pode ser definida por vários ângulos, mas fundamentalmente, ela é a ciência que estuda o funcionamento de todos os tipos de signos. A definição mais básica de signo é que ele é algo que está no lugar de alguma outra coisa para alguma mente, ou seja, ele é um signo que está no lugar de um objeto para um interpretante, e a semiótica é a ciência que estuda como isso acontece em diferentes níveis.

Já Vinícius [Romanini 2006] aponta que semiótica é, “antes de mais nada, uma lógica geral. Seu propósito é, primeiro, identificar e descrever os elementos lógicos envolvidos na ação da mente; segundo, investigar as normas que regem e guiam o pensamento enquanto representação; terceiro, compreender os condicionantes metafísicos de uma lógica universal, tais como a produção de efeitos e consequências resultantes da ação da mente em processos de compartilhamento social de sentido, motivados pela busca de uma representação verdadeira do real.”

Santaella (2000) ressalta a importância de se analisar a mediação da linguagem “entre o homem e o mundo, entre o eu e o outro, entre o eu e o próprio eu, em que se interpõem as telas e as redes do signo” [Santaella 2000].

Raymond Duval (2009), defende a ideia de que ler e interpretar as diferentes representações são próprias dos domínios da semiótica e da linguística; Logo, estas áreas são fundamentais para compreender os processos cognitivos que levam à produção de significados.

Assim, Ricardo Gudwin (2015) se manifesta a respeito da semiótica como sendo a ciência que estuda os processos de representação, comunicação e interpretação, tanto no mundo natural (físico, biológico e na mente humana) como em dispositivos construídos artificialmente.

Os conceitos de todos estes pensadores, citados anteriormente, são bastante audaciosos no sentido de introduzir em suas brechas novas definições que contribuem decisivamente para o aprendizado de máquina. A partir daí, procurar-se-á desenvolver a ideia de que: “No seu sentido mais geral, mídia é sinônimo de meio, este concebível como aplicável a qualquer coisa que é empregada para atingir um fim.” [Santaella 2000]

4. Aprendizagem de máquinas

Frente aos debates no meio científico fica uma questão relevante: Por meio de uma abordagem fenomenológica, que tem início na Revolução Industrial, com a transição de métodos de produção artesanais para a produção por máquinas para novos processos de manufatura, mostrar a tecnologia, que a princípio era caracterizada

como “estupida” [Flusser 2007], está presente na atualidade, ampliando sua atuação no planeta e simplificando o modo de vida. Como deve ser a relação Ser Humano - Máquina? Qual o papel da Semiótica e Engenharia Semiótica no mundo Educacional? Estaria o homem escravizado pela máquina, para a máquina como extensão do homem?

Conceitualmente pode-se definir Inteligência Artificial na prática como o ramo da ciência da computação que lida com a automação do pensamento e comportamento inteligente. Pesquisadores usualmente focam em alguma característica particular da inteligência e constroem então sistemas para auxiliar os humanos na solução de problemas complexos.

Sendo a lógica linguagem universal, a ciência tem evoluído com invenções potenciais de máquinas para automatizar a atividade prática na educação, como a interação máquina-humano, que conforme a engenharia semiótica, “a interface de um sistema computacional interativo pode representar, por exemplo, o designer em tempo de interação, constituindo-se desse modo como um preposto (aquele que é posto no lugar e faz as vezes) do designer.” [Souza 2005].

As máquinas têm o papel de processar e computar a informação que associada ao significado podem servir como objeto de operação das máquinas. Outro ponto importante é que as máquinas teriam que aglutinar os aspectos determinados e indeterminados do processo cognitivo. De modo semelhante na sublimidade do saber da computação tem-se a semiótica, que pode está tanto subentendido como desambiguado, dependendo da natureza da computação, que requererá representações e interpretações dentro do ambiente de interações

intercaladas de representações com seres vivos. Visivelmente, na prática quando as máquinas operam, elas o fazem com combinações.

Cumpra explicitar que uma boa interface deve abranger elementos que possibilitem a comunicação desta mensagem que não pode ser ambígua, mas transparente afim de que o usuário tenha como premissa realizar seus objetivos ao recebê-la.

No campo da ideia humano-computador considera-se um processo comunicativo de maneira que a engenharia semiótica aliada aos processos de interpretação e atribuição de significados se mostram intrínsecos a qualquer tipo de comunicação. [Eco 1976].

Como um adendo ao pensamento acima, de um modo mais exemplificado, considera-se a rede da engenharia semiótica se por ventura: O designer atua como emissor da mensagem de metacomunicação. O avaliador de sistemas interativos fornece sua interpretação acerca da mensagem de metacomunicação por alguns usuários propondo soluções para problemas comunicativos identificados.

Uma pergunta que merece uma reflexão é: Como a educação determina e é determinada pela tecnologia? Como a robótica se integra na educação? Quais as tarefas executadas capaz de incluir pessoas com vulnerabilidade social e de que modo pode mudar o mundo da educação?

Este estudo fomenta a necessidade de investigação em engenharia semiótica e educação corroborados por uma pesquisa válida com software, afim de intermediar a interação do aprendiz com problemas cognitivos e o professor.

Dentro da teoria proposta por Vigotski, há uma corroboração com o exposto por Lévy em seu livro – As tecnologias da inteligência, “as próprias bases do funcionamento social e das atividades cognitivas modificam-se a uma velocidade que todos podem perceber diretamente”. [Lévy 2004].

A utilização de recursos midiáticos, sobretudo de softwares educacionais, é o retrato do avanço da tecnologia, que possibilita encontrar auxílio para a construção do conhecimento que ultrapassa as barreiras do tradicional ensino.

Considera-se explicitar a relação existente entre Inteligência Artificial e imagem, bem como suas tipologias:

- Tipo 1: Apenas reativos, porque não têm a capacidade de criar memórias e, portanto, não conseguem usar experiências passadas para processar suas decisões atuais.
- Tipo 2: Sistema recebe a propriedade de olhar e ouvir o passado, isto é, uma memória sonora e visual.
- Tipo 3: Quando há reatividade e memória, tal qual interação com o ambiente social ou ambiental, e pensamentos ou emoções afetando o comportamento do dispositivo.
- Tipo 4: A máquina se torna consciente de si mesma, algo que hoje está em pleno debate entre cientistas, teóricos, engenheiros, designers, artistas, etc.

Pesquisadores em computação molecular (Tadashi Nakano da UC-Irving, Miles Pierce da Caltech, John Reif da Duke University, entre outros) mantêm o firme propósito de personificar máquinas vivas [Crain; Kroeker; Halpern 2008]. Auto-estruturação autônoma de Turing parece

apropriada para lidar com computação viva. Acoplada ou não à corpos humanos, sendo uma expressão do nexos entre metabolismo e representação, cuja informação e processo semiótico se incorporam em informação significativa.

A máquina de Turing foi concebida pelo matemático britânico Alan Turing (1912-1954), pré existindo antes dos modernos computadores digitais. Sua proposta se fundamenta em que cada algoritmo de suas máquinas, formalizado como um conjunto finito de instruções bem definidas, pode ser interpretado e executado por um processo mecânico.

Para que haja relações significativas entre ser humano e a máquina bem como interação homem computador e implicações educacionais são assuntos da ciência da semiótica que visa melhorar a comunicação entre emissor e receptor reduzindo a entropia negativa.

4.1. Entropia na Educação

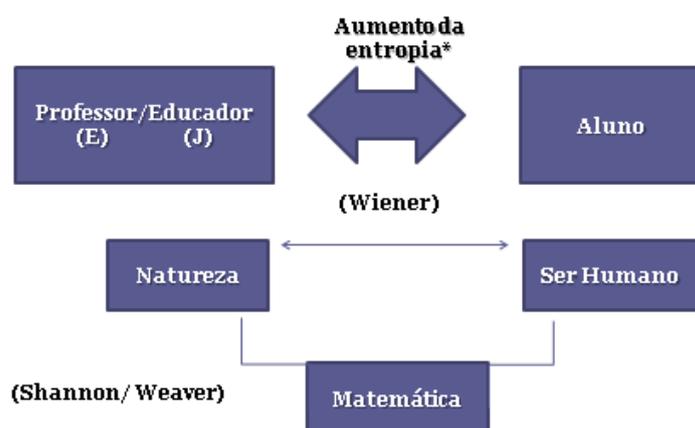
Para a física pode-se, para fins de entendimento, associar a perda de capacidade de realização de trabalho com uma grandeza denominada entropia. A perda da capacidade de trabalho está associada ao aumento dessa grandeza entropia.

Porém no processo de ensino aprendizagem entropia pode até ser utilizada como recurso positivo, onde na física a entropia entre emissor e receptor de uma mensagem sempre é negativa em sala de aula esse ruído gerado tem como principal função ser fator de estímulo para a busca de novos desafios e troca de experiências entre os estudantes.

Segundo Cruz (2017) para que esse processo de comunicação aconteça, pode-se utilizar objetos de aprendizagem no apoio da comunicação entre aluno/professor. Para [Shannon 1948] apud [Araújo, Unifal em Pesquisa, São Paulo SP, v.9, n.2 abr/2019

Junior e Gomes 2015] “a comunicação seria constituída por uma sequência de escolhas dentro de um conjunto finito de símbolos elementares. Nela, cada símbolo na sequência da mensagem depende de certas probabilidades, variando de acordo com os símbolos já transmitidos, em um processo estocástico (em que cada passo depende de passos prévios), de tal forma que a entropia, em Shanonn, mede exatamente essa probabilidade do próximo símbolo aparecer na sequência da mensagem.” Assim, na comunicação dentro do contexto educacional, entropia significa a variação da incerteza durante a transmissão da mensagem, para ele um objeto de aprendizagem pode ser qualquer recurso utilizado para auxiliar o professor no processo de ensino-aprendizagem junto ao aluno, onde nos dias atuais se faz muito presente. Tal ideia pode ser explicitada na figura 1:

Figura 1. Entropia na comunicação aluno/professor



Fonte: Elaborado por autores.

Wiener (1954) aconselha que ao se ter um problema de interpretação da fala por meio de outro sentido por dano da audição, bem como o sentido do tato, também se pode buscar interpretação dentro das possibilidades de linguagem. Deste modo, pode-se perceber que há três estágios de linguagem e duas traduções intermediárias entre o mundo exterior e o recebimento subjetivo de informação. O primeiro estágio diz respeito aos símbolos acústicos tomados fisicamente como vibrações no ar; o segundo ou o estágio fonético, aponta os vários fenômenos do ouvido interno e da parte conexas do sistema nervoso; o terceiro ou estágio semântico, corresponde a transferência desses símbolos para uma experiência de significação. Quando há presença da surdez, o primeiro e o terceiro estágio ainda estão evidentes, mas há inexistência do segundo estágio.

O autor supracitado foi um dos primeiros pesquisadores dos processos de ruído estocástico e matemático, deixando sua contribuição

Unifal em Pesquisa, São Paulo SP, v.9, n.2 abr/2019

de muita relevância para a engenharia eletrônica, comunicação eletrônica e sistemas de controle. Foi um dos pioneiros a modelar um sinal como um tipo diferente de ruído, atribuindo-lhe uma base matemática sólida. O exemplo que professores podem oferecer aos alunos é de que o texto em inglês pode ser moldado a uma seqüência aleatória de letras e espaços, onde cada letra do alfabeto (e o espaço) tem uma probabilidade atribuída. O pesquisador teve que lidar com sinais analógicos, onde um simples exemplo não existe. Wiener não foi muito bem sucedido em seus primeiros trabalhos sobre teoria da informação e processamento de sinais, uma vez que foram limitados a sinais analógicos e posteriormente esquecidos dado ao desenvolvimento da teoria digital.

Um outro conceito de entropia segundo Silveira () se referem às alterações sistêmicas dos processos que ao se transformarem sofrem variações de entropia. Pode-se perceber que uma caixa rígida, isolada termicamente e que não possa interagir com o entorno, dentro de seu interior há um bloco de metal aquecido a 200 graus Celsius e um outro bloco a 50 graus Celsius. Se esperarmos um tempo suficientemente grande, esse sistema atingirá o equilíbrio térmico pois os dois blocos trocarão energia na forma de calor, equilibrando suas temperaturas em algum valor entre 50 e 200 graus C. Nota que o sistema como um todo, por estar isolado, conservou a sua energia total (Lei da Conservação da Energia). Ou seja, do ponto de vista do conteúdo energético, não há diferença entre o sistema no início e no fim.

Assim sendo, pode-se comparar que o estado inicial e o estado final deste sistema isolado são diferentes. Ao se observar que a energia total se conserva do início para o fim, é necessário alguma diferença de

temperatura entre os dois blocos. Terminantemente, o sistema está “termicamente morto”, tendo o seu conteúdo energético preservado. Assim, para fins de entendimento, ao associar essa perda de capacidade de realização de trabalho com uma grandeza denominada ENTROPIA. A perda da capacidade de trabalho está associada ao aumento dessa grandeza ENTROPIA.

Seres vivos são sistemas abertos que interagem com o ambiente trocando energia e entropia com o seu entorno. Nada proíbe que a entropia de um ser vivo permaneça constante ou até diminua enquanto a entropia do sistema ser vivo e seu ambiente aumenta.

Conforme Lucia Santaella “a similaridade homem – máquina, levada ‘ao pé da letra’, é que impede o reconhecimento das multidões de robôs musculares que tomam conta do nosso cotidiano [...] ainda que não tenham aparência humana” [Santaella 2000]. Porém, ressalta-se a ideia de Machado (2015) que ao contrário do ser humano, um computador não possui projeto de vida que o impulsiona para cumprimento das metas predefinidas. Apenas os seres humanos têm vida e potencial de escolha para optar pela tecnologia adequada, não permitindo assim que haja uma inversão de papéis de modo a desconsiderar a característica subsidiária ou subordinada das tecnologias.

5. Situação Limite pela Ética

Conforme Loraux (1994), a livre prática da racionalidade oferece como alternativa do intelecto humano o reconhecimento de valores, dentro do atalho de procedimentos metódicos mantendo a garantia no que toca à distinção entre a mera opinião pessoal ou de grupos em dignidade da universalidade consolidada conceitualmente. Sócrates foi o precursor

Unifal em Pesquisa, São Paulo SP, v.9, n.2 abr/2019

que incorporou a concepção de ética. Mesmo que haja impedimento do domínio do universo da ação pela racionalidade teórica, a dimensão prática da razão atua no sentido de proporcionar as bases e a latitude das opções possíveis, como é o caso em Aristóteles.

Dada a importância e preocupação quanto a integridade dos projetistas para criação de máquinas inteligentes, há mais de meio século, Isaac Asimov em seu livro de ficção "Eu, Robô" notou a necessidade de criar regras éticas para definir o comportamento dos robôs. Desde quando surgiram hipóteses acerca do comportamento das máquinas, as Quatro Leis da Robótica se estabeleceram no senso comum como o principal exemplo de modelo de comportamento artificial:

- Lei Zero (criada posteriormente): Um robô não pode causar mal a humanidade ou, por omissão, permitir que a humanidade sofra algum mal, nem permitir que ela própria o faça.
- Primeira Lei: Um robô não pode ferir um ser humano ou, por omissão, permitir que um ser humano sofra algum mal.
- Segunda Lei: Um robô deve obedecer às ordens que lhe sejam dadas por seres humanos, exceto nos casos que em tais ordens contrariem a Primeira Lei.
- Terceira Lei: Um robô deve proteger sua própria existência, desde que tal proteção não entre em conflito com a Primeira e a Segunda Leis.

A tradição Behaviorista (comportamental) em psicologia defende o estudo de padrões comportamentais entre estímulos e respostas. Todavia, há algumas limitações causadas por problemas quânticos, quando ao se obter uma descrição certa do estado de um sistema em um dado instante, espera-se definir no próximo instante o

Unifalop em Pesquisa, São Paulo SP, v.9, n.2 abr/2019

estado posterior, mas tal determinismo se dissipa no nível dos quanta. Logo, se a determinada descrição de um sistema se mostra inatingível, deduz-se que qualquer ideal determinista de relação estrita entre partes se vê comprometida.

Para Sfez (1994) a realidade é objetiva e universal, exterior ao sujeito. Por isso, assume-se uma posição dualista cartesiana, que formula a relação entre duas substâncias diferentes (corpo/espírito, sujeito/objeto, homem/mundo).

6. Considerações Finais e trabalhos futuros

Educação e tecnologia são condições fundamentais para formar o conhecimento, procurando contemplar as várias propostas que visem corrigir os problemas limitativos ao se tratar de ensino-aprendizagem, possibilitando assim através da robótica a inclusão, pois, tal como em outras áreas do saber, na pedagogia a instrumentação da educação deve propiciar um ambiente de convívio saudável, compatibilizado com a situação vivenciada.

Acredita-se que tudo o que acontece na sociedade coopera para a construção do indivíduo, pois funciona como um meio educativo e a semiótica de Peirce evidenciou-se como um grande instrumento para potencializar a educação que deverá ser pensada como a semiótica, bem como a semiótica também lhe aplicada.

Com esse pensamento também pode-se fazer uso da semiótica na inteligência artificial para sistemas de apoio a aprendizagem, tornando-os mais semânticos e adequados ao contexto educacional em que o estudante se enquadre, podendo assim considerar os por menores da aprendizagem dos estudantes.

Portanto, acredita-se que a representação é a única forma de garantir a realidade do sujeito e a realidade da natureza, garantido sua coincidência.

Com esse trabalho levantamos a necessidade de responder questionamentos como:

A utilização de objeto de aprendizagem que fazem uso de inteligência artificial que consideram a semiótica deixaria os objetos de aprendizagem mais semânticos?

O uso destes objetos de aprendizagem iria produzir uma entropia mais atraente aos discentes?

Esse trabalho busca fomentar e estimular os trabalhos dessa área de pesquisa, incentivando pesquisas onde as tecnologias sejam voltadas ao processo de ensino-aprendizagem com uso de inteligência artificial usando conceitos da semiótica em seu processo de construção.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, U. P. ; JUNIOR, P. F. S.; GOMES, A. F. (Out./Dez. 2015).
Desafiando a interdisciplinaridade na ciência administrativa: o caso da entropia. Cad. EBAPE.BR, v. 13, nº 4, Artigo 1, Rio de Janeiro.

CONDES, O. 'Inteligencia Artificial : Arte Imagen', un proyecto docente que une fotografía, I.A y lenguajes de programación de código abierto.

Uníftalo em Pesquisa, São Paulo SP, v.9, n.2 abr/2019

02 de maio de 2018. Disponível em:
<https://www.xatakafoto.com/eventos/inteligencia-artificial-arte-imagen-un-proyecto-docente-que-une-fotografia-i-a-y-lenguajes-de-programacion-de-codigo-abierto>.

CRAIN, C. M.; KROEKER, K.; HALPERN, B. S. (dez. 2008) Interactive and cumulative effects of multiple human stressors in marine systems. *Ecology Letters*, [s.l.], v. 11, n. 12, p.1304-1315. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01253.x>.

CRUZ, J. R. (2017) Ursino da. Declaração de Princípios para o Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Reutilizáveis para Dispositivos Móveis. 2017. 249 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Ciência da Computação, Faculdade Campo Limpo Paulista, Campo Limpo Paulista.

DUVAL, R. (2009) *Semiósis e Pensamento Humano: Registros semióticos e aprendizagens intelectuais*. Ed. Livraria da Física.

ECO, U. (1976) *A Teoria da Semiótica*. Rio de Janeiro: Editora Albatroz.

FARIA, F. A. (2015) *Inteligência Artificial*. São Paulo: UNIFESP, 1º semestre.

FLUSSER, V. (2007) *O mundo codificado: por uma filosofia do design e da comunicação*. Rafael Cardoso (org). Tradução: Raquel Abi-Sâmara. São Paulo: Cosac Naify.

GUDWIN, R.R.; GOMIDE, F.AC. (1997) - "An Approach to Computational Semiotics" - ISAS'97 - Intelligent Systems and Semiotics - A Learning Perspective - International Conference - 22-25/ September - .Gaithersburg, USA, pp. 467-470.

GUDWIN, R.R (October 1999) - "From Semiotics to Computational Semiotics" - Proceedings of the 9th International Congress of the German Society for Semiotic Studies/ 7th International Congress of the International Association for Semiotic Studies (IASS/AIS), Dresden, Germany, 3-6, 7-11.

GUDWIN, R.R (2001) - "Semiotic Synthesis and Semionic Networks" - SEE'01 - 2nd International Conference on Semiotics, Evolution and Energy - October 6-8, University of Toronto, Toronto, Canada

GUDWIN, R.R & QUEIROZ, J. (April 2005) - Towards an Introduction to Computational Semiotics - Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Integration of Knowledge Intensive Multi-Agent Systems - KIMAS'05, 18-21, Waltham, MA, USA, pp. 393-398.

GUDWIN, R.R (2015) - Computational Semiotics: The Background Infrastructure to New Kinds of Intelligent Systems - APA Newsletter - Philosophy and Computers - FALL, Vol. 15 n. 1. pp. 27-38.
http://www.apaonline.org/?computers_newsletter

JUNGK, I. V. G. (2017). Por uma ontologia plana: Harman, Simondon, Pierce. 247 f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologia da Inteligência e Design Digital, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

LABURÚ, C. E.; NARDI, R.; ZÔMPERO, A. F. (2014) Função estética dos sígnos artísticos para promover processos discursivos em sala de aula: uma aplicação durante o ensino do conceito de energia mecânica. *Investigações em Ensino de Ciências (Online)*, v. 19, p. 451-463.

LÉVY, P.(2004). *As tecnologias da Inteligência – O futuro do pensamento na era da informática*. São Paulo. Editora 34. Tradução de Carlos Irineu da Costa.

LORAUX, N. (1994) *Invenção de Athenas*. Tradução: Lilian Valle. Rio de Janeiro: Ed 34.

MACHADO, N. J. (2015) *O conhecimento como um valor: ensaios sobre economia, ética e educação*. São Paulo: Editora Livraria da Física.

MÁQUINAS DE TURING EM PRINCETON. 02 de maio de 2018. Disponível em <http://introcs.cs.princeton.edu/java/74turing>, acesso em outubro de 2011.

MASON, P. (2017). *Pós-capitalismo: um guia para nosso futuro*. São Paulo: Companhia das letras.

MOREIRA, M. A. (1999). *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

PEIRCE, C. S. (1992). *Collected Papers (Vols. I a VIII)*. Ed. Eletrônica. Charlottesville e Cambridge: Intalex Co. & Harvard Univ. Press.

_____. *The Essential Peirce (1992 e 1998)*. (2 vols.). HOUSER, N. et al (Eds.) Bloomington: Indiana Univ. Press.

Unifal em Pesquisa, São Paulo SP, v.9, n.2 abr/2019

PUC-Rio. Engenharia semiótica e seus métodos de avaliação. 02 de maio de 2018. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/15340/15340_3.PDF

ROMANINI, V. A. (2006) Semiótica Minuta: Especulações sobre a gramática dos signos e da comunicação a partir da obra de Charles Peirce. Tese (Doutorado) Escola de Comunicação e Artes. Universidade de São Paulo. São Paulo.

SOUZA, C.S. (2005). The Semiotic Engineering of Human-Computer Interaction. Cambridge, MA: The MIT Press.

SANTAELLA, L. (2000). Cultura das mídias. São Paulo: Experimento.

_____. (2014). Imagens são óbvias ou astuciosas? Líbero: São Paulo, v. 17, n. 33 A, p. 13-18, jan./jun.

SFEZ, L. Crítica da comunicação. (1994) São Paulo, SP: Loyola.

SILVEIRA, F. L. (Junho 2016). Diferença entre energia e entropia para biólogos. Termodinâmica. CREF. IF-UFRGS. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=diferenca-entre-energia-e-entropia-para-biologos>

SHANNON, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal, n. 27, p. 379-423.

WIENER, N. (1954). Cibernética e sociedade: O uso humano de seres humanos. São Paulo: Editora Cultrix.

Uníftalo em Pesquisa, São Paulo SP, v.9, n.2 abr/2019