



A VIA DAS APROXIMAÇÕES MULTIFÁRIAS COM IA

Prof. Nazareno Fonteles

I - INTRODUÇÃO

Apresentamos aqui um esboço da Teoria das Aproximações Multifárias com base na nossa obra “Aproximações Multifárias: uma introdução”, mas direcionado para sua aplicação com a IA generativa no processo Ensino-Aprendizagem, com algumas atualizações.

O conceito central dessa teoria é o de Aproximações Multifárias. Trata-se de um conceito “quase primitivo”, o que exige múltiplas apresentações e exemplos para uma compreensão mais completa. É o que tentaremos fazer a seguir.

Conceitos, modelos, teorias, palavras, metáforas, narrativas, analogias, processos, leis, mapas, diagramas, classificações, comparações, aplicações, padrões, métodos, adaptações, recorrências, transições, sequências, programas, algoritmos, linguagens e simbologias são formas desenvolvidas pela humanidade do que denominamos de **“aproximações multifárias”** da Realidade Estudada. Por aproximações multifárias sucessivas, podemos fazer **transições** verticais e transversais em/entre disciplinas e áreas do conhecimento já acumulado, provocando a emergência de novos conhecimentos e novas práticas. As Aproximações Multifárias revelam e expressam a “Configuração Fundamental”, através da qual, os humanos pensam, sentem, agem e constroem o conhecimento da Realidade Estudada. Elas dinamicamente ocorrem, desde o nível intracelular, em nosso cérebro e em todo o nosso corpo, que é uma síntese de Aproximações Multifárias da Terra e do Universo. Um exemplo ilustrativo é o mecanismo de feedback negativo para manter a homeostase de nosso corpo. Veja o link <https://escolakids.uol.com.br/ciencias/mecanismo-feedback.htm>.

Todo o conhecimento acumulado pela humanidade, ao longo dos séculos, é formado de redes de “Aproximações Multifárias” da Realidade Estudada, na qual estamos imersos. Essas “Aproximações Multifárias” sempre podem ser aprimoradas. E quanto mais aprimoradas elas forem, mais “precisos” deverão ou poderão ser os conhecimentos construídos e configurados a partir dessas novas aproximações. O caminho é “aproximações multifárias de aproximações multifárias” na busca do conhecer cada vez mais e melhor a Realidade. Por isso, devemos sempre

aprimorar/innovar nossas práticas e métodos, questionando as teorias e modelos estabelecidos, reconstruindo o conhecimento acumulado e motivando o diálogo solidário/fraterno para o aprendizado mútuo. Pois “viver é conhecer”[Maturana e Varela, 2011] e “tudo o que não regenera, degenera” [Morin, 2003].

A Matemática e as outras ciências devem ser estudadas, ensinadas e aprendidas, de modo ativo, por e como aproximações multifárias da Realidade Estudada. Noutras palavras, **não há “ciências exatas” da realidade**. Devemos, cada vez mais, evitar usar a expressão “ciência exata” para a Matemática e tratá-la como uma bela “ciência da aproximação” que integra com todas as outras uma totalidade dos conhecimentos acumulados, que é também uma aproximação global da Realidade Estudada. O singular da Matemática é que suas Aproximações Multifárias são modelos/padrões/representações de diversos aspectos da Realidade Estudada pelas outras ciências. Mas sua construção é feita também por aproximações multifárias. Aliás, essa é a razão principal que motivou a elaboração da obra sobre Matemática Intermediária que será lançada em 2025.

Hoje, os estudos e pesquisas realizados pela Neurociência, Psicologia, Epistemologia e Biologia confirmam que o método que Jesus usou para ensinar aos discípulos e às multidões é o mais adequado e eficaz no processo de Aprender/Ensinar. **Sabe-se que aprendemos bem, principalmente, com o uso de metáforas e em forma de narrativas** [Lakoff, 2003]. E as parábolas são combinações elegantes de metáforas com narrativas. Aliás, os estudos integrados relacionados à Inteligência Artificial, confirmam que **os seres humanos têm uma capacidade reduzida para processar a lógica, mas uma capacidade grande e profunda para reconhecer padrões**[Kurzweil, 2014], o que reforça a teoria das Aproximações Multifárias. Perceba que as narrativas são aproximações sequenciadas no tempo, não necessariamente lineares, feitas em diversas formas: escritas, faladas, vídeos, filmes, mímicas, artes plásticas, música, etc. Como as experiências de vida nos ensinam e a neurociência confirma, as narrativas, enriquecidas com boas metáforas/analogias, carregam mais compreensão e permanecem por mais tempo em nossas memórias. Conforme a escolha da metáfora, maior(ou menor) será a amplitude da rede neuronal ativada por outras memórias já organizadas na mente., melhor será o aprendizado deles. A metáfora, como disse Paul Ricoeur, “fornece a ilustração mais brilhante do poder da linguagem para criar sentido mediante aproximações inéditas” [Ricoeur, 2020]. Portanto, quanto mais soubermos construir boas narrativas/metáforas nos conteúdos das disciplinas

Daí a importância atual dada ao ensino-aprendizagem ativo, contextualizado, interdisciplinar e transdisciplinar, com adequada mediação tecnológica digital. E perceba como essas ideias e conceitos podem ser melhor compreendidas, de forma mais integrada e sistêmica, à luz das Aproximações Multifárias. De fato, a Mente/corpo aprende por aproximações multifárias, quer no modo Percepção/imaginação/intuição/devaneio, quer no modo Pensamento/raciocínio/razão ou no modo misto. O desafio é seu uso sistemático e cotidiano, como atitude fundamental no processo de Aprender/Ensinar, de modo mais aberto, dinâmico, criativo e libertador.

É preciso incorporar, de modo consciente e compreensivo, as aproximações multifárias como padrões fundamentais da mente inteligir no cotidiano, tanto no modo individual, quanto em grupo.

Afinal, estamos hoje na era dos smartphones e tablets e da densidade aumentada de ruídos nas cidades, com uma inflação de informações fragmentadas na comunicação digital, dispersando a atenção e o foco e impedindo o desenvolvimento da capacidade de pensar de forma mais profunda e sistemática. Como lidar com tantas informações sem estar capacitado, habitualmente, a pensar com muitos dados? E como lidar com tantos dados que não seja por aproximações multifárias? O próprio desenvolvimento da Estatística no século XX, da Ciência de Dados no século XXI e das TDICs refletem esforços coletivos e sistematizados da humanidade nesta direção.

Isso reforça nossa teoria de que o modo natural de aprender de nossa Mente/corpo é por Aproximações Multifárias, sucessiva e sistematicamente realizadas, e que a melhor organização/configuração do conhecimento acumulado sobre a Realidade Estudada é de uma rede de Aproximações Multifárias. Disso decorre a importância de se apresentar conceitos novos(e suas propriedades principais), sempre fazendo comparações(aproximações) com outros conceitos(e suas propriedades principais), ampliando a compreensão e a integração de vários conteúdos afins. Dessa forma desenvolveremos, de fato, a arte de aprender de forma crítica e aberta qualquer conhecimento da Realidade Estudada. Por isso devemos nos esforçar para preservar a “memória essencial” dos principais conceitos e ideias construídos ao longo da história da Matemática e das outras ciências, respeitando os traços culturais mais significativos, no processo de organização do conhecimento acumulado e na construção de novos conhecimentos, realizando aproximações multifárias para aprimorá-los ou superá-los com conceitos melhores e mais compreensíveis da Realidade estudada.

As Aproximações Multifárias, além de serem naturalmente adaptadas aos dois modos principais de ativação do cérebro – modo devaneio e modo executivo central, quando bem organizadas em seu uso sistemático, tornam-se o suporte básico da concepção de mundo que cada um vai construindo ao longo da vida em seu processo dinâmico de vivências e aprendizagens, com uma abertura mais flexível às mudanças, inovações e adaptações.

Assim, uma sensibilidade solidária tende a permear o processo de Ensinar/Aprender em sua totalidade, o que facilitará a construção de um mundo realmente mais solidário e justo. Afinal de contas, o renomado biólogo da aprendizagem Humberto Maturana concluiu de suas pesquisas e reflexões: “O amor é o fenômeno biológico-humano mais fundamental: o ser humano emerge na evolução biológica, não da agressão, não da competição, não da luta pela vida, mas da convivência, da cooperação que torna a linguagem possível como uma maneira de conviver. Os seres humanos, como seres na linguagem, são filhos do amor.” [Maturana, 2008, p. 309]. Mas o amor precisa ser compreendido em uma configuração mais profunda como prática da liberdade na comunidade. E essa prática altera as relações entre alunos e mestres, como já ensinara Paulo Freire em sua obra “Pedagogia do Oprimido”:

“O educador já não é o que apenas educa, mas o que, enquanto educa, é educado, em diálogo com o educando que, ao ser educado, também educa. Ambos,

assim, se tornam sujeitos do processo em que crescem juntos e em que “os argumentos de autoridades” já não valem. Em que, para ser-se, funcionalmente, autoridade, se necessita de estar sendo com as liberdades e não contra elas.

Já agora ninguém educa ninguém, como tampouco ninguém se educa a si mesmo: os homens se educam em comunhão, mediatizados pelo mundo”.

Neste sentido, o foco inicial deve ser, cada vez mais, em situações e problemas da vida real, mesmo quando formulados de maneira genérica e formal. O que precisamos fazer bem-feito, facilitando a compreensão e a satisfação interior no processo de aprendizagem de crianças, jovens e adultos, é *usar aproximações e transições sucessivas e dinâmicas para o “ir-e-vir”, em rede de conexões, do concreto para o abstrato, do simples para o complexo, do particular para o geral, do todo para a parte, do tema A para o tema B, etc.* **Pois, todo o conhecimento acumulado pela humanidade, ao longo dos séculos, é formado de aproximações multifárias da Realidade Estudada.**

É preciso aproximar mais as áreas afins dentro das universidades e centros de pesquisas, a fim de que novas configurações curriculares e novas disciplinas sejam formatadas para dar conta dos novos desafios e problemas.

Pensar por aproximações multifárias favorece a todas as pessoas se sentirem humanamente capazes de vivenciar/aprender, sem medos, o “livre pensar” e, por conseguinte, a exercer com mais plenitude o direito fundamental à liberdade de expressão, sem o qual, “as ciências e as artes não podem ser cultivadas com feliz sucesso”, como escreveu em 1670 o filósofo Spinoza, um dos precursores do novo paradigma da visão sistêmica integrada. Também favorece a atitude de se esforçar/dedicar/perseverar no aprendizado de qualquer coisa, pois tem a esperança do êxito através das aproximações multifárias sucessivas.

Por trás da concepção de “ciência exata”, principalmente da Matemática, há uma concepção de mundo reducionista presa ao paradigma cartesiano/mecanicista. Pois, como disse David Bohm: “em grande parte, é nessas visões de mundo que nossas noções gerais sobre a natureza da realidade e sobre a relação entre o pensamento e a realidade são implícita ou explicitamente formadas”. É necessário avançarmos com o novo paradigma da visão sistêmica integrada, dentro da qual, está o **Princípio Holístico de Pascal**, que é a denominação que damos para uma proposição de Pascal colocada no fragmento 66(72) de sua obra “Pensamentos”. Lembramos que ele foi contemporâneo (mais novo) de Descartes. Seu enunciado é o seguinte: *“Dado que todas as coisas são causadas e causantes, ajudadas e coadjuvantes, mediatas e imediatas, e todas se mantêm mutuamente por um laço natural e imperceptível que liga entre si as mais afastadas e diferentes, parece-me impossível conhecer as partes sem conhecer o todo, do mesmo modo que é impossível conhecer o todo sem conhecer particularmente as partes.”*

O novo paradigma da visão sistêmica/holística integrada, está detalhadamente descrito pelo físico e ecologista Fritjof Capra em sua obra “A Visão Sistêmica da Vida”, em coautoria com P. L. Luisi. Outra obra que complementa a de Capra é “O Tao da Libertação” de Mark Hathaway e Leonardo Boff, que ganhou o Prêmio Nautilus 2010 em Nova Ciência e Cosmologia e que é prefaciada por F. Capra. Nela se diz: *“O universo e todo ser nele não revelam tudo que são e tudo que contêm porque estão num processo de evolução e expansão. O cosmo ainda está nascendo, ele ainda está num processo de gênese. Em decorrência disso, todo ser permanece cheio de potencialidades ainda não realizadas.”*

O Princípio Holístico de Pascal, como explicaremos melhor mais adiante, na nossa compreensão, é o coração da visão sistêmica integrada. Embora isso não seja colocado explicitamente por F. Capra em sua obra citada acima. Também consideramos parte complementar do novo paradigma o conceito de Inteligência Senciente proposto por Xavier Zubiri: *“A inteligência senciente... é uma inteligência estruturalmente uma com o sentir. A inteligência humana sente a realidade...Inteligir e sentir não só não se opõem, mas, apesar de sua irreduzibilidade, constituem uma só estrutura, uma mesma estrutura que, segundo o ângulo que se olhe, devemos chamar de inteligência senciente ou sentir intelectual”.*

2 - APROXIMAÇÕES FRACTAIS

Vamos focar aqui, de forma breve, nos fractais de Mandelbrot e de Julia.

Fractal de Mandelbrot

O **fractal de Mandelbrot** é um conjunto de pontos no plano complexo que é gerado a partir de uma fórmula de recorrência simples: $z_{n+1} = z_n^2 + c$, onde z e c são números complexos. Para cada ponto c no plano complexo, começamos com $z_0 = 0$ e aplicamos a fórmula repetidamente. Se a sequência (z_n) não tende ao infinito, o ponto c pertence ao conjunto de Mandelbrot.

Visualmente, o conjunto de Mandelbrot é conhecido por suas formas complexas e belas, com bordas que revelam detalhes infinitos quando ampliadas. Cada zoom revela novas estruturas e padrões, incluindo miniaturas do próprio conjunto.

Fractal de Julia

O **fractal de Julia** é semelhante ao de Mandelbrot, mas com uma diferença crucial: em vez de variar c e fixar z_0 , fixamos c e variamos z_0 . A fórmula usada é a mesma:

$z_{n+1} = z_n^2 + c$. Dependendo do valor de c , o conjunto de Julia pode ter formas muito diferentes.

Se c for escolhido de forma que o conjunto de Julia seja conexo, ele terá uma

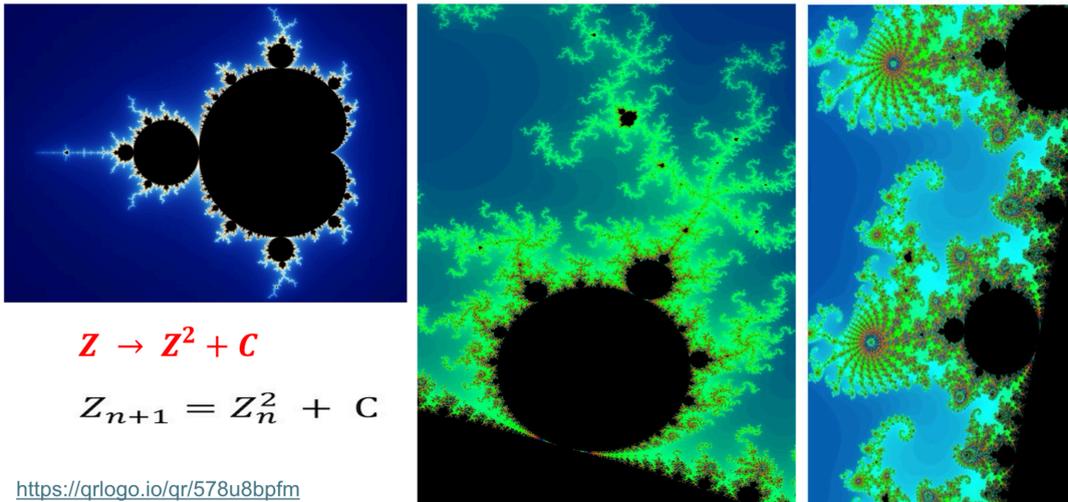
estrutura complexa e fractal. Caso contrário, o conjunto será desconexo.

Comparação e Visualização

- **Mandelbrot:** Explora a estabilidade de pontos c no plano complexo.
- **Julia:** Explora a estabilidade de pontos z_0 para um valor fixo de c .

Ambos os conjuntos são visualmente fascinantes e podem ser explorados através de zooms sucessivos, revelando detalhes infinitos e padrões complexos.

FRACTAIS: Mandelbrot e Julia



$$Z \rightarrow Z^2 + C$$

$$Z_{n+1} = Z_n^2 + C$$

<https://qrlogo.io/qr/578u8bpfm>

O conjunto de Mandelbrot é certamente o fractal mais popular, e talvez o objeto mais popular da matemática contemporânea. [Benoît B. Mandelbrot](#) (1924-2010) o descobriu em 1979-1980, enquanto investigava o mapeamento da função quadrática $z \rightarrow z^2 + c$.

Os endereços eletrônicos dados a seguir ilustram e descrevem, com mais detalhes, esses fractais intrigantes e belos.

<https://www.dynamicmath.xyz/mandelbrot-julia/>

<https://mandelbrotandco.com/en.hub169.html>

<https://www.ibiblio.org/e-notes/MSet/cpu-anim.htm>

<https://www.bbc.com/portuguese/geral-50656301>

<https://cftc.ciencias.ulisboa.pt/PRISMA/capitulos/capitulo2/modulo4/topico9.php>

https://youtu.be/jm_Q1FO9bP4?si=IHK6WFZGvldHte1d

3 - TRAÇOS PRINCIPAIS DAS APROXIMAÇÕES MULTIFÁRIAS



**APROXIMAÇÕES MULTIFÁRIAS
(TRAÇOS PRINCIPAIS)**

- 1- FORMAS DIVERSAS
- 2- TRANSIÇÕES (Sequências e redes)
- 3- COMO APRENDEMOS (Teoria Epistemológica)
- 4- PRINCÍPIO HOLÍSTICO DE PASCAL APROXIMADO (PHPA)
- 5- APRIMORAMENTO SUCESSIVO NA BUSCA DA BELEZA*

JNCF – 15/01/25

Um **primeiro traço** fundamental a ser enfatizado é que as aproximações multifárias se apresentam de várias formas, como listamos no quadro inicial acima. Elas podem ter características quantitativas e/ou qualitativas. Quando dizemos, em matemática, que um *anel de integridade* (por exemplo, o conjunto Z dos números inteiros com suas duas operações “+” e “x”) é uma boa aproximação de um *corpo* (por exemplo, o conjunto R dos números reais com suas duas operações “+” e “x”), essa aproximação é essencialmente de “padrão” qualitativo. A estrutura padrão de um anel de integridade é muito parecida com a estrutura padrão de um corpo. Um exemplo similar, no campo da biologia, é o seguinte: O DNA de um macaco é uma boa aproximação do DNA humano. Outro exemplo, no campo da Literatura: um conto é uma forma aproximada de um romance. Um romance pode ser visto como uma rede integrada de contos. As “linguagens de programação” são aproximações multifárias das “linguagens humanas”. Por outro lado, as medidas físicas usuais, são exemplos típicos de aproximações quantitativas.

Um **segundo traço** a ser destacado é o de “transições”, como uma sequência de aproximações multifárias. Transições mais complexas são configuradas em redes de aproximações multifárias. A rede de neurônios em nosso cérebro ilustra uma transição biológica complexa de nosso corpo. Ela serve de metáfora para outras transições complexas. A evolução das espécies e o desenvolvimento embrionário são outros exemplos. Muitas vezes, ocorrem lacunas nas transições, o que provoca novas investigações, pesquisas e reflexões. A teoria da evolução de Darwin, até hoje, tem suas lacunas. Quando se tenta englobar a teoria da relatividade geral com a teoria da mecânica quântica percebe-se algumas lacunas. Essas lacunas ou insuficiências são testemunhas de que as teorias, por mais elaboradas que sejam, são sempre Aproximações Multifárias da Realidade Estudada. As transições também determinam a configuração das “narrativas” de textos e hipertextos da Matemática e de todas as

outras áreas do conhecimento humano. A “pedagogia epistemológica” condutora dessas transições tem implicações imensuráveis sobre aqueles(as) que interagem com elas no processo dinâmico de Ensinar/Aprender. A clareza dos “passos” de aproximações sucessivas é medida pela diversidade de aprendentes que compreendem seu conteúdo. Daí a importância da mediação tecno-simbólica digital nesse processo, que mesmo em turmas com dezenas de estudantes permite “aproximações multifárias personalizadas” no processo de aprendizagem. Esta forma de mediação nos propicia transições complexas, bem organizadas, mas com interface pedagógica ativa e flexível que facilita a compreensão/aprendizagem dos conteúdos abordados. É claro que devemos ter todo o cuidado de humanizar o uso das ferramentas digitais envolvidas nessa mediação, evitando a idolatria da técnica e promovendo o protagonismo criativo dos aprendentes.

Um **terceiro traço**, já esboçado antes, é que a teoria das aproximações multifárias, também é uma teoria epistemológica, uma teoria ampla sobre o processo do conhecimento, tanto interno(mental), como externo(organização sistematizada), que busca fazer uma síntese aproximativa das evidências atuais da Neurociência e da teoria sistêmica integrada em diálogo com reflexões de alguns pensadores/cientistas. Como dissemos antes, a Mente/corpo aprende por aproximações multifárias, quer no modo Percepção/imaginação/intuição/devaneio, quer no modo Pensamento/raciocínio/razão ou no modo misto alternado. Importante destacar também a interação recíproca e integrada desses dois modos de ativação do nosso cérebro/mente. Um reforça o outro se hábitos mentais adequados forem desenvolvidos. É importante se conscientizar que a própria construção do Pensamento/raciocínio/razão é realizada, primordialmente, por sequências/redes de Percepções sucessivas, o que revela naturalmente o uso das Aproximações Multifárias pela mente no processo de aprender/conhecer.

Um experimento mental, que pode ser repetido amiúde pelo leitor, descrevemos a seguir. Trata-se, de ao buscar resolver uma questão ou problema mais desafiador, tentar perceber “os percursos” do pensar, as aproximações/correlações de padrões, conceitos, ideias, propriedades, regras, princípios, imagens e outros insights que nos vêm à mente para construirmos a resolução. Depois, tente ver se existem outros caminhos alternativos de resolução. Você vai perceber, que sua mente usou diversas formas de aproximação, mesmo que não tenham sido as melhores. Mas se fizer uma pausa e mais tarde tentar novamente, pode acontecer de ter acesso a aproximações melhores. Ou se conversar com seus pares, receber novos insights. É assim que você irá se convencer, paulatinamente, que pensamos/imaginamos/sentimos por aproximações multifárias. Tanto conscientemente, como inconscientemente, pois até dormindo nossa mente é ativa. Quantas vezes não já vivenciamos ou lemos relatos de outros nos contando que ao amanhecer do dia ou durante uma caminhada ou numa conversa surgiu uma ideia acerca de algo ou solução de um problema! Albert Einstein, que gostava de fazer “experimentos mentais”, disse certa vez: “O segredo da criatividade está em dormir bem e abrir a mente às possibilidades infinitas. O que é um homem sem sonhos?”

O desafio proposto é o uso sistemático e cotidiano das Aproximações Multifárias, como atitude fundamental no processo de Aprender/Ensinar, de modo mais aberto.

dinâmico, criativo e libertador. É preciso incorporar, de modo consciente, as aproximações multifárias como padrões fundamentais da mente inteligir a realidade estudada e de organizar o conhecimento acumulado sobre ela. Isso tem implicações práticas no formato dos livros didáticos e na grade curricular.

Para lidar com a abundância de informações e dados que nos chegam acerca da realidade do mundo atual, e que crescem exponencialmente, precisamos nos aprimorar no uso das Aproximações Multifárias, em suas múltiplas configurações, principalmente com a mediação tecno-simbólica digital. Trata-se também de uma questão de saúde pública, pois o excesso de informação leva à “Síndrome da Fadiga da Informação”, que já é uma pandemia, e por conseguinte a outros transtornos psíquicos, como a depressão. Além disso, como escreveu o filósofo Byung-Chul Han: *“O excesso de informação faz com que o pensamento definha.”*. Bem antes de Han, já nos alertava o grande neuropsiquiatra Viktor Frankl: *“Se o ser humano quiser subsistir ante essa enxurrada de estímulos trazida pelos meios de comunicação de massa, ele precisa saber o que é e o que não é importante, o que é e o que não é essencial, em uma palavra: o que tem sentido e o que não tem”*..

É imprescindível transformar progressivamente a “sociedade da informação” em “sociedade do conhecimento”, aprimorando as aprendizagens dialógicas por aproximações multifárias, intra-inter-transdisciplinares! *“É a inteligência, a apreensão senciente do real, o que determina o caráter pensante que a vida tem”* como escreveu Zubiri no final de sua obra *Inteligência e Realidade*.

Afirmamos antes o seguinte:

“Todo o conhecimento acumulado pela humanidade, ao longo dos séculos, é formado de redes de Aproximações Multifárias da Realidade Estudada, na qual estamos imersos. Essas Aproximações Multifárias sempre podem ser aprimoradas. E quanto mais aprimoradas elas forem, mais “precisos” deverão ou poderão ser os conhecimentos construídos e configurados a partir dessas novas aproximações. Por isso, devemos sempre aprimorar/innovar nossas práticas e métodos, questionando as teorias e modelos estabelecidos, reconstruindo o conhecimento acumulado e motivando o diálogo solidário/fraterno para o aprendizado mútuo, atuando sempre com a perspectiva das Aproximações Multifárias em cada momento. Pois “viver é conhecer” e “tudo o que não regenera, degenera”, como disseram Maturana e Varela.

É importante relacionar isso com o **Princípio Holístico de Pascal, que é o coração da visão sistêmica integrada, no nosso modo de compreender.** De acordo com esse princípio, todas as coisas estão interligadas e só podemos conhecer as partes se conhecermos o todo e vice-versa. Por outro lado, nunca alcançamos o conhecimento todo da Realidade Estudada. Logo não alcançamos também o conhecimento completo de uma parte desta Realidade Estudada. Assim, estamos, peremptoriamente, submetidos a conhecer a Realidade apenas por Aproximações Multifárias, quer queiramos ou não. Porém, se adotarmos conscientemente essas aproximações como método de aprendizagem sistemática, teremos a “colaboração cósmica” desta própria Realidade em se tornar mais compreensível a todos nós. Sobretudo, quando inteligimos solidariamente sobre ela. Pois, afinal de contas, somos parte relevante dessa Realidade, o que nos torna, multifariamente aproximada,

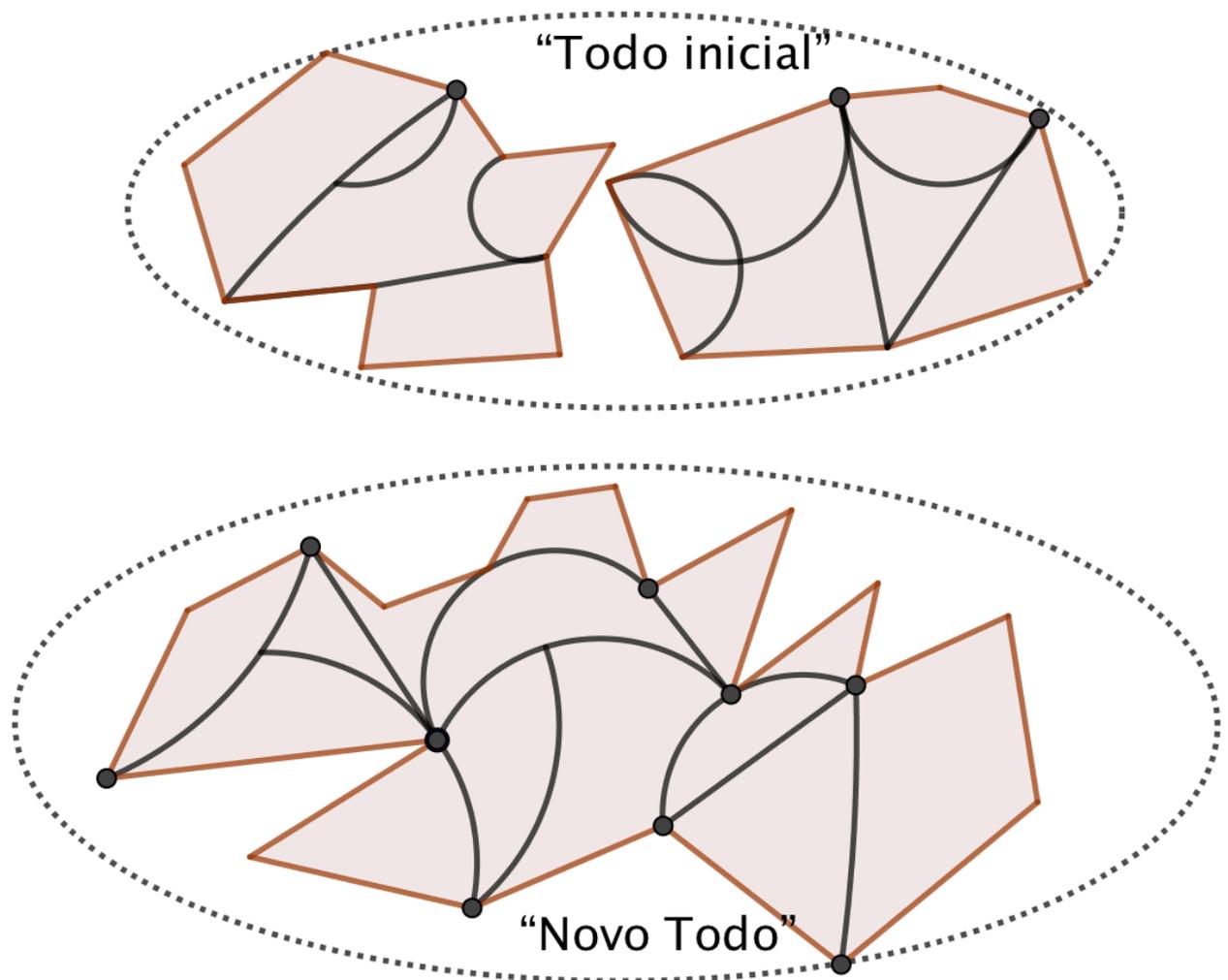
“imagem e semelhança fractal” dela. Isso tem várias implicações. Uma delas é que todo o conhecimento que temos sobre nós mesmos é aproximado, tanto quanto o é o conhecimento sobre a totalidade da Realidade estudada. Outra implicação é que quanto mais aproximarmos/integramos as ciências humanas das outras ciências, mais aprimorado será o conhecimento sobre a Realidade, quer por partes ou em sua totalidade. E como precisamos ter uma “visão de mundo” cada vez mais ampla para compreender melhor as suas partes, então a evolução das ciências humanas dependerá da evolução das outras ciências e vice-versa. E de modo análogo, a evolução do conhecimento do Universo e da realidade histórica depende da evolução do conhecimento sobre a humanidade e vice-versa. Com o nível atual da mediação tecno-simbólica digital e dos avanços da Neurociência, da Ecologia Integral e da nova Cosmologia, podemos acelerar a aproximação/integração delas.

A importância prática do Princípio Holístico de Pascal continua válida, porém com uma limitação. Sua aplicação só é possível por meio de Aproximações Multifárias. Qualquer “todo” da Realidade Estudada será sempre uma aproximação dele, um “todo parcial”. De maneira análoga se aplica isso às partes dele. E lembremos que assim como um conjunto de elementos pode ser particionado de diversas maneiras, assim também qualquer “todo” da Realidade Estudada poderá ser dividido em diferentes partes de vários modos. Por outro lado, quando integramos uma parte/todo já estudado com outra, construímos novo “todo parcial” e assim ampliamos o conhecimento acumulado. Daí a importância das correlações/comparações entre pensadores e áreas distintas das ciências e da busca de integrações entre essas. Isso aumenta mais ainda a diversidade de formas da aplicação do Princípio Holístico de Pascal.

Por isso, para maior clareza, nessa nova forma, denotaremos o princípio holístico de Pascal por **Princípio Holístico de Pascal Aproximado(PHPA)**. Portanto, o que afirmamos no quadro acima, com essa compreensão dada aqui, é uma espécie de complemento ao paradigma da visão sistêmica integrada. E por consequência, em todas as épocas futuras, sempre teremos muito o que aprender e o que elaborar, pois as aproximações multifárias sucessivas nunca atingirão a plenitude da Realidade Estudada. E isto por sua relevância merece ser indicado como um **quarto traço** das Aproximações Multifárias. E uma de suas implicações práticas é a seguinte.

Na busca do aprimoramento do conhecimento da Realidade Estudada, em uma de suas partes ou na totalidade em foco, podemos e devemos repetir, periodicamente, com alguma redundância, a aplicação do Princípio Holístico de Pascal Aproximado. Isso vale no processo de aprendizagem inicial, bem como na realização de qualquer atividade teórico-prática. Esta introdução, por exemplo, foi escrita e reescrita usando essa regra.

Uma ilustração pictórica desse princípio (PHPA) é disposta abaixo. Nela indicamos dois conjuntos de conhecimentos com suas partes respectivas formando um “todo inicial”. Após algumas aproximações integradoras feitas pela aplicação do PHPA, as mudanças ocorrem tanto nas partes como no “todo inicial” resultando em um “novo todo”.



O que propomos incentiva e amplia as possibilidades do desenvolvimento humanizado das ciências em geral, quebra a divisão clássica entre ciências exatas e não exatas ou entre ciências humanas e ciências da natureza, bem como facilita o “modus operandi” intradisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar de estudar e fazer, com maior abertura ao diálogo solidário para ampliar/renovar/construir uma visão de mundo onde caibam todos(as). Afinal, não precisa de uma argumentação sofisticada e longa para se reconhecer que quanto mais pessoas interessadas e comprometidas com a Matemática e as outras ciências, em seus diversos níveis e áreas, se dedicarem ao estudo delas, buscando sua integração humanizada, mais chances teremos de ampliar/aprimorar os seus conteúdos e suas aplicações, bem como a sua compreensão. A inteligência coletiva de muitos, organizada e aplicada, é sempre mais abrangente e eficaz do que a inteligência coletiva de poucos. Aristóteles refletiu com lucidez sobre isso no livro-III da sua obra “Política”. Hoje sua ideia é conhecida como “doutrina da sabedoria da multidão”. [Waldrom, 2003].

Sabemos da importância que a beleza tem, quando percebida e contemplada, sobre nossos significativos momentos de vida e de suas memórias. Precisamos incorporá-la, com suas múltiplas faces, no processo de Ensinar/Aprender da Matemática e de todas as Ciências, em todos os níveis! A sua busca pelo aprimoramento sucessivo das aproximações multifárias considero como um **quinto traço** dessas.

O genial e excepcional romancista Dostoiévski, em seu romance “O Idiota”, diz que a humanidade pode passar sem muitas coisas, *“mas que só a beleza lhe é indispensável, porque sem beleza não haveria nada a fazer no mundo! Todo o segredo, toda a história está nisto! A própria ciência não subsistiria por um minuto sem a beleza.”*

No entanto, achamos necessário complementar esse pensamento de Dostoiévski.

Jamais perceberemos a beleza de algo mais profundo sem a busca de uma plenitude de cada momento que vivenciamos, o que só se torna possível com a expansão do Amor-gratuidade em tudo o que se faz/vive! Se desejamos vivenciar um momento de beleza/encantamento na dinâmica da compreensão maior da realidade que se estuda/conhece é preciso aprender a parar, meditar e contemplar reiteradas vezes, permitindo em nossa mente/coração a organização aprimorada das “aproximações multifárias”, onde o todo e as partes dialogam de modo holístico, com doação total a esses momentos, para que, “de repente”, recebamos gratuitamente as percepções integradoras das formas belas que nos fazem exclamar: que beleza, que maravilha! É o transcendente(sublime) tocando, ainda que de modo fragmentar, a fronteira do imanente! É o ilimitado se aproximando tanto quanto possível do limitado! É o complexo se tornando simples e o simples se tornando complexo! É o espiritual se expressando no material e o material se expressando no espiritual! E isso tem uma singularidade de percepção interior para cada um que vivencia tal momento extraordinário! E o mais interessante nisso é que independente da abrangência do conhecimento acumulado que cada um tenha, cada momento contemplativo de beleza tem uma marca inicial de novidade/surpresa sempre. Por que? Porque a beleza nunca se esgota nas aproximações/construções através das quais a percebemos. Ela é inesgotável! E a realidade que a carrega influencia/atua em dimensões profundas e integradas de nosso ser/viver/conviver! Não conseguimos ficar indiferentes quando percebemos a beleza! Trata-se do transcendente(o sublime, o belo, o admirável, o maravilhoso) da Realidade, em momento de totalidade e de integração plena, se revelando em aproximações multifárias de forma excepcional à nossa Mente integrada, que em tais momentos sente-se em plenitude! É também a nossa liberdade se expressando em sua plenitude humana, sem as travas internas/externas, em comunhão com o mais profundo da Realidade Universal percebida!

Quanto mais momentos de percepção da Beleza, em suas diversas formas, vivenciarmos, mais plenas serão nossas vidas!!! Assim, poderemos, juntos com os personagens(“O Idiota”) de Dostoiévski, afirmar:

“A beleza salvará o mundo!”

4 - IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS DAS APROXIMAÇÕES MULTIFÁRIAS

Antes de listarmos as implicações pedagógicas, queremos enfatizar que o uso sistemático das Aproximações Multifárias através da aplicação periódica e redundante do PHPA(Princípio Holístico de Pascal Aproximado) como hábito mental primordial deve ser o guia de todas elas. E na aplicação do PHPA deve sempre ficar curiosamente atento às “propriedades emergentes” que surgem na formação de cada “novo todo” construído mentalmente pelas aproximações multifárias das partes. Por exemplo, ao imaginarmos a união de três segmentos para formar um triângulo devemos ficar atentos às novas propriedades que surgem, como alturas, ângulos, bissetrizes, medianas, seno, cosseno, etc. E dessas propriedades surgem outras, como os teoremas de Tales e de Pitágoras. De modo análogo, quando integramos tópicos distintos de uma mesma área do conhecimento ou de áreas diferentes, surgem novas propriedades, novos conhecimentos. A isso chamamos de “Princípio das Propriedades Emergentes” e indicamos por PPE. E, para maior clareza e simplicidade, indicaremos a união ou soma desse princípio com o PHPA por PHPA+. Ou seja, $PHPA+ = PHPA + PPE = PHP + AM + PPE$, em que $AM =$ Aproximações Multifárias. Denominaremos o PHPA+ de **Princípio Holístico de Pascal Ampliado**.

PRINCÍPIO HOLÍSTICO DE PASCAL AMPLIADO(PHPA+)

PRINCÍPIO HOLÍSTICO DE PASCAL (PHP)

"Dado que todas as coisas são causadas e causantes, ajudadas e coadjuvantes, mediatas e imediatas, e todas se mantêm mutuamente por um laço natural e imperceptível que liga entre si as mais afastadas e diferentes, parece-me impossível conhecer as partes sem conhecer o todo, do mesmo modo que é impossível conhecer o todo sem conhecer particularmente as partes."

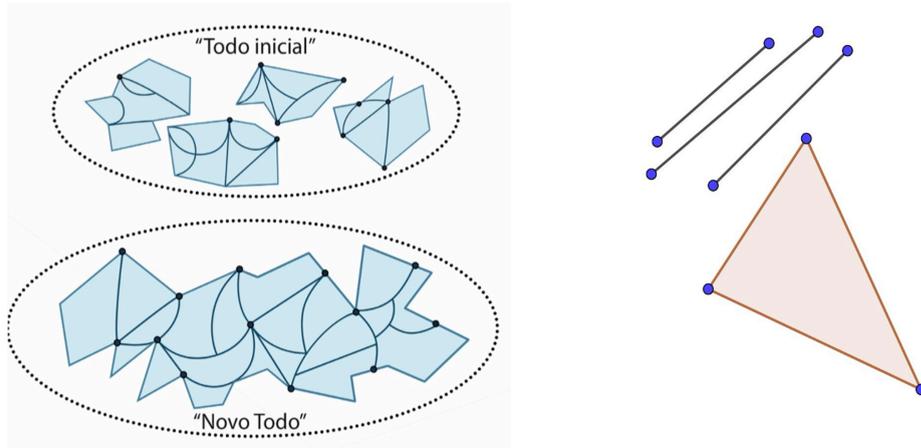
Princípio das Propriedades Emergentes(PPE):

"Quando partes distintas do conhecimento se integram em um novo "todo", emergem novas propriedades."

Aproximações Multifárias(AM)

PHPA+ = PHP + AM + PPE

PHPA+ = PHP + AM + PPE



JNCF – 15/01/25

1. Interdisciplinaridade e Transdisciplinaridade

- Promoção de conexões entre tópicos de diferentes disciplinas.
- Desenho de currículos e atividades de aprendizagem que transcendem as fronteiras tradicionais das matérias.
- Enriquecimento da experiência educacional dos estudantes.
- Preparação dos aprendentes para enfrentar problemas complexos do mundo real que exigem soluções integradas de múltiplas áreas do conhecimento.
- Estímulo à colaboração entre professores de diferentes disciplinas para desenvolver projetos e atividades interdisciplinares.

2. Personalização da Aprendizagem

- Reconhecimento de que diferentes estudantes podem se engajar com o conhecimento de maneiras distintas.
- Oferta de uma variedade de caminhos de aprendizagem, incluindo diferentes tipos de recursos (visuais, textuais, auditivos) e métodos (projetos, discussões, experimentação).
- Atendimento às necessidades individuais dos aprendentes, promovendo um ambiente de aprendizagem mais inclusivo e eficaz.
- Uso de tecnologias educacionais adaptativas para fornecer experiências de aprendizagem personalizadas com base no desempenho e preferências dos aprendentes.
- Incentivo à autonomia dos estudantes na escolha de recursos e estratégias de aprendizagem que melhor se adequem aos seus interesses e estilos de aprendizagem.

3. Desenvolvimento de Habilidades de Pensamento Crítico e Criativo

- Exposição dos estudantes a múltiplas formas de pensar e resolver problemas.
- Encorajamento para questionar suposições, explorar alternativas e fazer conexões inovadoras.
- Fortalecimento da capacidade de análise crítica dos aprendentes.
- Fomento a uma mentalidade de abertura e curiosidade, essenciais para a criatividade.
- Incorporação de atividades que desafiam os aprendentes a aplicar o conhecimento em situações novas e não familiares, estimulando o pensamento crítico e a resolução criativa de problemas.

4. Fomento ao Engajamento e à Motivação

- Oferta de múltiplas formas de interação com o conteúdo para capturar o interesse de um espectro mais amplo de estudantes.
- Aumento da participação e entusiasmo pela aprendizagem, contribuindo para melhores resultados educacionais.
- Uso de estratégias de aprendizagem baseada em projetos e problemas para tornar o processo de aprendizagem mais envolvente e gratificante.
- Criação de oportunidades para os estudantes colaborarem e aprenderem uns com os outros, promovendo um senso de comunidade e pertencimento.

5. Preparação para um Mundo em Mudança

- Cultivo de uma abordagem flexível e aberta na construção do conhecimento.
- Desenvolvimento da resiliência intelectual senciante e versatilidade necessárias para navegar em um futuro incerto.
- Ênfase no desenvolvimento de habilidades transferíveis, como comunicação, colaboração, adaptabilidade e aprendizagem ao longo da vida.
- Exposição dos aprendentes a tecnologias emergentes e tendências globais, preparando-os para os desafios e oportunidades do futuro.

6. Promoção da Aprendizagem Ativa e Colaborativa

- Encorajamento dos aprendentes a assumirem um papel ativo em seu próprio processo de aprendizagem.
- Ênfase na reflexão e no feedback como partes essenciais do processo de aprendizagem, permitindo que os estudantes aprendam com seus erros e sucessos.
- Estímulo à interação e à troca de ideias entre os aprendentes.
- Criação de oportunidades para o trabalho em equipe e a resolução conjunta de problemas.
- Desenvolvimento de habilidades interpessoais e de comunicação.

Em resumo, as Aproximações Multifárias oferecem uma abordagem pedagógica abrangente e transformadora que aborda muitos aspectos críticos da educação contemporânea. Ao promover a interdisciplinaridade, personalização, pensamento crítico e criativo, engajamento, preparação para o futuro e aprendizagem ativa e colaborativa, essa perspectiva tem o potencial de equipar os estudantes com as habilidades, conhecimentos e disposições necessárias para prosperar em um mundo complexo e em constante mudança. A adoção sistemática da via das Aproximações Multifárias no momento atual, em que as Inteligências Artificiais generativas se disseminam por todos os cantos do mundo, pode levar a uma experiência educacional mais rica, solidária, significativa e impactante, beneficiando não apenas os estudantes/aprendentes, mas também suas comunidades e a sociedade como um todo.

5 - A Sinergia Transformadora do PHPA+ na Educação

Ao longo desta obra, exploramos a teoria das Aproximações Multifárias e seu potencial transformador para o processo de ensino-aprendizagem. Vimos como a aplicação sistemática do Princípio Holístico de Pascal Aproximado (PHPA), combinado com o Princípio das Propriedades Emergentes (PPE), formando o PHPA+, o **Princípio Holístico de Pascal Ampliado**, pode revolucionar a maneira como construímos, organizamos e compartilhamos conhecimento.

O PHPA nos ensina que o conhecimento aproximado das partes está intrinsecamente ligado ao conhecimento aproximado do todo, e vice-versa. Através de aproximações

multifárias sucessivas, podemos aprimorar nossa compreensão da realidade estudada, reconhecendo que nunca alcançaremos o conhecimento absoluto, mas sempre poderemos nos aproximar dele. Já o PPE nos alerta para as propriedades que emergem quando integramos diferentes partes do conhecimento, formando um novo todo, que se nos apresenta, muitas vezes de forma surpreendente, com novas características.

A sinergia entre esses dois princípios, simbolizada por $PHPA+ = PHPA + PPE = PHP + AM + PPE$, tem implicações profundas para a educação. Ela nos convida a transcender as fronteiras disciplinares tradicionais, e mesmo dentro de cada disciplina – as fronteiras entre suas partes componentes, promovendo a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade. Ao conectar diferentes áreas do saber, enriquecemos a experiência educacional dos estudantes, expandimos sua criatividade/curiosidade e os preparamos para enfrentar os desafios complexos do mundo real.

PRINCÍPIO	SIGNIFICADO	IMPLICAÇÃO EDUCACIONAL
PHPA	Conhecimento das partes e do todo estão interligados	Promove a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade
PPE	Novas propriedades emergem da integração de partes do conhecimento	Estimula a criatividade e o pensamento crítico
PHPA+	Combinação sinérgica do PHPA e PPE	Transforma o processo de ensino-aprendizagem

O PHPA+ também valoriza a personalização da aprendizagem, reconhecendo que cada estudante é único e pode se engajar com o conhecimento de maneiras distintas. Ao oferecer múltiplos caminhos de aprendizagem e recursos variados, atendemos às necessidades individuais dos aprendentes, promovendo um ambiente educacional mais inclusivo e eficaz.

Além disso, o PHPA+ fomenta o desenvolvimento de habilidades essenciais, como o pensamento crítico e criativo. Ao expor os estudantes a diferentes formas de pensar e resolver problemas, encorajamos o questionamento, a exploração de alternativas e a realização de conexões inovadoras. Essa abordagem cultiva uma mentalidade aberta e curiosa, fundamental para a criatividade e a adaptabilidade em um mundo em constante mudança.

Outro aspecto crucial do PHPA+ é a promoção do engajamento e da motivação dos estudantes. Ao oferecer múltiplas formas de interação com o conteúdo e estratégias de aprendizagem ativa, como projetos e resolução de problemas, tornamos o processo de aprendizagem mais envolvente e gratificante. Isso resulta em maior participação, entusiasmo e melhores resultados educacionais.

Ao enfatizar a comunicação, colaboração, adaptabilidade e aprendizagem ao longo da vida, equipamos os estudantes com as ferramentas necessárias para navegar em um mundo complexo e em constante evolução.

A adoção do PHPA+ no cotidiano educacional representa uma mudança de paradigma. Ela nos convida a abraçar a complexidade, a diversidade e a interconectividade do conhecimento, promovendo uma experiência de aprendizagem mais rica, significativa e transformadora. Ao incorporar os princípios do PHPA+ em nossas práticas educacionais, estamos não apenas preparando os estudantes para os desafios do presente, mas também cultivando uma geração de pensadores críticos, criativos e adaptáveis, capazes de moldar um futuro mais justo, solidário e sustentável para todos.

Por outro lado, a implementação do PHPA+ na educação requer um esforço colaborativo de todos os atores envolvidos no processo educacional. Educadores, gestores, formuladores de políticas e a sociedade como um todo devem trabalhar em conjunto para criar as condições necessárias para que essa abordagem prospere.

Isso envolve a revisão dos currículos, a formação continuada dos professores, o investimento em recursos educacionais diversificados e o fomento a uma cultura de aprendizagem ao longo da vida. É essencial que os educadores estejam preparados para facilitar a aprendizagem interdisciplinar, personalizada e centrada no estudante, atuando mais como mentores e guias do que como meros transmissores de conhecimento ao estilo tradicional.

Além disso, a incorporação de tecnologias educacionais, como plataformas adaptativas e recursos digitais, pode potencializar a implementação do PHPA+, permitindo a personalização da aprendizagem em larga escala e a criação de comunidades de aprendizagem globais. No entanto, é crucial que o uso da tecnologia seja equilibrado e alinhado com os princípios pedagógicos do PHPA+, evitando a mera substituição de métodos tradicionais por ferramentas digitais.

Outro aspecto fundamental é a promoção da equidade e da inclusão na educação. O PHPA+ tem o potencial de atender às necessidades de estudantes com diferentes backgrounds, habilidades e estilos de aprendizagem. No entanto, para que isso se concretize, é necessário garantir o acesso igualitário a recursos educacionais de qualidade, bem como o suporte adequado para que todos os estudantes possam se beneficiar dessa abordagem.

A adoção do PHPA+ também requer uma mudança na forma como avaliamos a aprendizagem. Em vez de focar apenas em testes padronizados e memorização de conteúdos, devemos valorizar o desenvolvimento de habilidades, competências e atitudes que são essenciais para o sucesso pessoal e comunitário no século XXI. Isso inclui a capacidade de pensar criticamente, resolver problemas complexos, colaborar, comunicar-se efetivamente e aprender de forma autônoma.

Por fim, a implementação do PHPA+ na educação não é uma tarefa fácil, mas é um imperativo para preparar os estudantes para os desafios do futuro. Requer coragem, criatividade e compromisso de todos os envolvidos. No entanto, os benefícios são inestimáveis: uma educação mais relevante, engajadora e transformadora, que capacita os estudantes a se tornarem agentes de mudança em suas comunidades e no mundo.

Ao abraçarmos o PHPA+ como um princípio norteador da educação, estamos não apenas reformando o sistema educacional, mas também plantando as sementes para uma sociedade mais justa, inclusiva e sustentável. Uma sociedade em que o conhecimento é valorizado não apenas como um fim em si mesmo, mas como um meio para o crescimento pessoal, o bem-estar coletivo e a transformação social.

Que possamos, então, nos inspirar na sabedoria do PHPA+ e trabalhar juntos para construir uma educação que celebre a diversidade, a interconectividade e o potencial ilimitado do espírito humano. Uma educação que nos permita não apenas compreender o mundo, mas também transformá-lo para melhor. Esse é o convite e o desafio que o PHPA+ nos apresenta, e cabe a cada um de nós aceitá-lo com entusiasmo, determinação e esperança no futuro que podemos construir juntos.

6 - Correlação entre IA Generativa e Aproximações Multifárias

1. Processo Iterativo e Feedback: Tanto as IAs generativas quanto o aprendizado por Aproximações Multifárias dependem de processos iterativos e de feedback para aprimoramento. No caso das IAs, o feedback entre o gerador e o discriminador permite refinamentos contínuos. Analogamente, as Aproximações Multifárias envolvem a reavaliação e o aprimoramento contínuo das abordagens de aprendizagem com base na experiência e no feedback.

2. Interdisciplinaridade e Conexões Transversais: As IAs generativas podem ser treinadas com dados de diversas fontes e tipos, criando novas conexões e insights. De forma semelhante, as Aproximações Multifárias promovem a interdisciplinaridade e a capacidade de fazer conexões transversais entre diferentes áreas do conhecimento, enriquecendo o processo de aprendizagem.

3. Adaptação e Inovação: As IAs generativas adaptam-se ao aprender padrões complexos nos dados, gerando soluções inovadoras. Esse princípio de adaptação e inovação é central para as Aproximações Multifárias, onde o objetivo é sempre aprimorar e inovar nas práticas e métodos de aprendizagem.

4. Construção de Conhecimento: Tanto em IAs generativas quanto no aprendizado por Aproximações Multifárias, há uma ênfase na construção de conhecimento. No caso das IAs, o conhecimento é construído através da geração de novos dados baseados em padrões aprendidos. Nas Aproximações Multifárias, o conhecimento é construído através da integração e síntese de informações de múltiplas fontes e perspectivas.

Conclusão

A correlação entre os mecanismos de aprendizagem de uma IA generativa e o processo de aprendizagem por Aproximações Multifárias ilustra como princípios fundamentais de aprendizagem, adaptação e inovação podem ser aplicados tanto em sistemas artificiais quanto humanos. Essa correlação destaca a importância de abordagens flexíveis, interdisciplinares e iterativas no avanço do conhecimento e na solução de problemas complexos, seja através da inteligência artificial ou do processo humano de aprendizagem e descoberta.

7 – APLICAÇÕES do PHPA com IA

A) Lista de Exemplos Práticos de aplicação do PHPA com IA:

1. Simulações Interdisciplinares com IA Generativa

- Exemplo: Uma plataforma digital que simula ecossistemas urbanos, integrando dados de biologia (biodiversidade), engenharia (infraestrutura), sociologia (comportamento humano) e economia (custos). A IA gera cenários

dinâmicos (ex.: impacto do desmatamento na saúde pública), permitindo que alunos explorem conexões entre disciplinas.

- PHPA em ação: O "todo" (ecossistema urbano) é compreendido por aproximações multifárias (dados quantitativos, modelos qualitativos, narrativas visuais), mediadas por ferramentas digitais.

2. Narrativas Personalizadas Geradas por IA

- Exemplo: Em história, a IA cria histórias interativas onde alunos "dialogam" com personagens históricos. Por exemplo, ao estudar a Revolução Industrial, a IA conecta avanços tecnológicos com desigualdades sociais, usando metáforas matemáticas (ex.: gráficos de crescimento populacional como "mapas de conflitos").

- PHPA em ação: A narrativa integra partes isoladas (eventos históricos, dados matemáticos) em um "todo" coeso, reforçando a interdependência entre disciplinas.

3. Projetos Colaborativos Transdisciplinares

- Exemplo: Um projeto sobre mudanças climáticas no ensino médio, onde alunos usam sensores IoT para coletar dados ambientais (ciências), aplicam algoritmos de IA para prever tendências (matemática), e debatem soluções políticas (sociologia). A IA organiza os dados em dashboards interativos.

- PHPA em ação: O problema complexo (clima) é abordado por múltiplas aproximações (coleta de dados, modelagem, debate ético), evidenciando a necessidade de integração holística.

4. Plataformas Adaptativas de Aprendizagem

- Exemplo: Um sistema de IA que personaliza conteúdos conforme o perfil do aluno. Por exemplo, um estudante com dificuldade em geometria recebe explicações via metáforas musicais (ritmo como padrão espacial) ou analogias biológicas (formas de células como polígonos).

- PHPA em ação: A IA media transições entre modos de pensar (lógico, criativo, intuitivo), aproximando o "todo" (conceito matemático) através de múltiplas perspectivas.

5. Fóruns Digitais com Mediação de IA

- Exemplo: Um fórum online para discussão de ética na inteligência artificial, moderado por uma IA que sugere conexões com filosofia, direito e ciência da computação. A ferramenta destaca trechos de textos clássicos (ex.: Kant) e casos reais (ex.: vieses algorítmicos).

- PHPA em ação: A IA atua como facilitadora de diálogos transdisciplinares, mostrando como "partes" (disciplinas) se interligam no "todo" (ética tecnológica).

6. Jogos Educativos com Realidade Aumentada (RA)

- Exemplo: Um jogo de RA para o ensino fundamental, onde alunos "constroem" cidades sustentáveis. A IA ajusta desafios conforme escolhas: equilibrar orçamento (matemática), preservar rios (biologia), e garantir equidade social (geografia humana).

- PHPA em ação: O jogo reforça que o "todo" (sustentabilidade) depende da integração de aproximações multifárias (econômicas, ecológicas, sociais).

7. Análise de Dados com Visualização Holística

- Exemplo: Em um curso superior de saúde pública, a IA processa dados epidemiológicos e os visualiza em mapas 3D interativos, sobrepostos a indicadores socioeconômicos. Alunos identificam padrões e propõem políticas integradas.

- PHPA em ação: A ferramenta digital destaca como "partes" (dados isolados) só fazem sentido no contexto do "todo" (saúde como fenômeno multidimensional).

8. Laboratórios Virtuais de Experimentação Criativa

- Exemplo: Um laboratório virtual de química onde a IA sugere analogias entre reações químicas e processos artísticos (ex.: a tabela periódica como uma "paleta de cores universais"). Alunos criam projetos que unem ciência e arte.

- PHPA em ação: A aproximação multifária (ciência + arte) revela novas dimensões do "todo" (propriedades químicas), estimulando a criatividade.

9. Feedback Personalizado por IA para Professores

- Exemplo: Uma ferramenta que analisa redações de alunos e sugere conexões interdisciplinares. Por exemplo, um texto sobre migrações humanas recebe recomendações para integrar dados históricos, estatísticos e geopolíticos.

- PHPA em ação: A IA auxilia o docente a promover transições verticais (detalhes → contexto amplo) e transversais (disciplinas → temas globais).

10. Contemplação Crítica com Ferramentas Digitais

- Exemplo: Uma atividade de meditação guiada por IA, onde alunos refletem sobre conceitos abstratos (ex.: infinito matemático) enquanto a ferramenta exibe visualizações fractais e citações filosóficas.

- PHPA em ação: A prática integra modos racionais e intuitivos, aproximando o "todo" (infinito) através de experiências multifárias (visual, textual, emocional).

Conclusão:

Esses exemplos ilustram como o Princípio Holístico de Pascal Ampliado pode ser aplicado pedagogicamente, usando IA generativa e tecnologias digitais para:

- Integrar disciplinas em projetos coesos;
- Personalizar aprendizagens conforme estilos cognitivos;
- Promover diálogos transdisciplinares;
- Visualizar conexões entre partes e todo;
- Estimular criatividade através de aproximações inéditas.

A chave está em usar a tecnologia não como fim, mas como meio para ampliar as "aproximações multifárias" e humanizar o processo de ensino-aprendizagem.

B) Sugestões Práticas para Aplicar o PHPA no Ensino Médio com IA e Tecnologias Digitais:

1. Projetos Interdisciplinares com IA Generativa

- Exemplo: Um projeto sobre mudanças climáticas integrando Biologia (impacto nos ecossistemas), Geografia (análise de mapas de temperatura), Matemática (gráficos de emissões de CO₂) e Redação (elaboração de artigos críticos). A IA gera simulações de cenários futuros e sugere conexões entre dados.

- PHPA em ação: Os alunos veem o "todo" (crise climática) através de aproximações multifárias (dados científicos, argumentos éticos, modelagem matemática).

2. Realidade Virtual (VR) para Aulas Imersivas

- Exemplo: Usar VR para explorar a Revolução Industrial em História, conectando avanços tecnológicos com impactos sociais (Sociologia) e poluição ambiental (Química). A IA adapta a narrativa conforme o ritmo de aprendizagem.

- PHPA em ação: A imersão integra eventos históricos, consequências ambientais e debates éticos em um "todo" coeso.

3. Oficinas de Arte e Ciência com IA

- Exemplo: Criar esculturas digitais baseadas em fractais (Matemática) ou composições musicais inspiradas em sequências de DNA (Biologia), usando ferramentas de IA como DALL-E ou AIVA.

- PHPA em ação: A arte torna conceitos abstratos tangíveis, aproximando o "todo" (ciência) por meio de metáforas visuais e sonoras.

4. Análise de Dados Ambientais em Tempo Real

- Exemplo: Usar sensores de baixo custo e apps como *Arduino* ou *Google Sheets* para monitorar a qualidade do ar na escola. Em Matemática, analisam os dados; em Química, estudam poluentes; em Sociologia, debatem políticas públicas.

- PHPA em ação: Dados locais são contextualizados como parte de um "todo" global (meio ambiente).

5. Debates com Mediação de IA

- Exemplo: Plataformas como *Padlet* ou *Mentimeter* mediadas por IA, onde alunos discutem temas como *inteligência artificial e emprego*. A IA fornece dados econômicos (Matemática), contextos históricos (História) e dilemas éticos (Filosofia).

- PHPA em ação: O debate revela como disciplinas isoladas se interligam em questões complexas.

6. Jogos Transdisciplinares com Gamificação

- Exemplo: Um jogo como "SimCity Educativo", onde os alunos constroem cidades sustentáveis. A IA ajusta desafios: equilibrar orçamento (Matemática), garantir energia limpa (Física) e reduzir desigualdades (Sociologia).

- PHPA em ação: O jogo reforça que soluções reais exigem integração de conhecimentos múltiplos.

7. Portfólios Digitais Interativos

- Exemplo: Usar plataformas como *Google Sites* ou *Wakelet* para criar portfólios que conectem trabalhos de Literatura (análise de obras), Biologia (estudo do corpo humano) e Arte (representações visuais de sistemas biológicos). A IA sugere links entre temas.

- PHPA em ação: Os alunos percebem como conceitos aparentemente desconexos formam um "todo" integrado.

8. Aulas Invertidas com Conteúdos Personalizados

- Exemplo: Vídeos gerados por IA (ex.: Synthesia) explicam funções matemáticas em casa. Na aula, os alunos aplicam o conteúdo em projetos de Física (movimento de projéteis) ou Economia (juros compostos).

- PHPA em ação: A personalização permite que cada aluno explore o "todo" (matemática aplicada) por caminhos distintos.

9. Tutoriais Adaptativos por IA

- Exemplo: Ferramentas como Khan Academy ou Quizlet usam IA para identificar dificuldades em Gramática e sugerir exercícios que integrem Literatura (análise de textos) e História (contexto de obras).

- PHPA em ação: A aprendizagem adaptativa conecta "partes" (regras gramaticais) ao "todo" (comunicação humana).

10. Projetos Comunitários com Tecnologia

- Exemplo: Mapear problemas locais (ex.: falta de saneamento) usando Google Maps e planilhas digitais. Em Matemática, analisam dados; em Biologia, estudam impactos na saúde; em Sociologia, propõem soluções.

- PHPA em ação: A ação prática mostra como o conhecimento escolar se aplica ao "todo" (realidade social).

Destaques:

- Interdisciplinaridade: Todas as atividades quebram barreiras entre disciplinas.

- Tecnologia Acessível: Uso de ferramentas gratuitas ou de baixo custo (Google, Arduino).

- Engajamento Ativo: Os alunos são protagonistas, desde a coleta de dados até a criação artística.

- Conexão com a Realidade: Problemas locais e globais são abordados de forma integrada.

Resultado Esperado:

Alunos desenvolvem uma visão holística do conhecimento, entendendo que disciplinas são "aproximações multifárias" de uma realidade interconectada. A

IA e as tecnologias digitais atuam como mediadoras, ampliando possibilidades de exploração e criatividade.

NOTA: Os Exemplos acima foram obtidos em diálogo com a DeepSeek.

8 - COMPLEMENTOS:

O artigo colocado a seguir foi publicado em 07/03/2025 no meu blog Viver Pleno do site www.piauihoje.com.

Soberania Digital e Tecnodiversidade: um futuro mais democrático e fraterno

No alvorecer de uma era definida pela **inteligência artificial** (IA) e tecnologias digitais onipresentes, uma questão fundamental emerge: como podemos moldar um **futuro tecnológico** que não apenas respeite, mas celebre ativamente a **diversidade cultural** e promova a **autodeterminação digital** das nações? Esta pergunta está no cerne dos conceitos interligados de soberania digital e tecnodiversidade, que prometem um caminho para um futuro tecnológico mais democrático e fraterno.

A **soberania digital** refere-se à capacidade de nações, comunidades e indivíduos de exercer controle sobre seu destino digital, incluindo dados, infraestrutura e desenvolvimento tecnológico. Por outro lado, a **tecnodiversidade**, conceito proposto pelo filósofo **Yuk Hui**, sugere que diferentes culturas não apenas podem, mas devem desenvolver tecnologias que reflitam seus próprios valores, tradições e visões de mundo.

Em seu livro "Tecnodiversidade", Hui oferece uma perspectiva esclarecedora sobre o verdadeiro desafio da inteligência artificial: *"O desafio da inteligência artificial não está na construção de uma superinteligência, mas na facilitação de uma noodiversidade. E, para que a noodiversidade seja possível, precisaremos desenvolver uma tecnodiversidade"*. Esta afirmação profunda ressalta que o objetivo não é simplesmente criar IAs mais poderosas, mas sim fomentar uma diversidade de inteligências e abordagens tecnológicas que reflitam a riqueza da experiência humana.

Central a essa discussão é o conceito de "recursividade" de Hui, que postula que cada cultura desenvolve tecnologia de maneira recursiva, baseando-se em suas próprias tradições e reinterpretando-as continuamente. Esta ideia desafia a noção de uma trajetória tecnológica universal e linear, predominantemente baseada em perspectivas ocidentais, e abre caminho para uma pluralidade de futuros tecnológicos.

Um exemplo notável dessa abordagem é a recente iniciativa anunciada pelo **Governador do Piauí**: uma IA generativa pública denominada **SoberanIA**. Treinada especificamente em português e desenvolvida independentemente das grandes empresas de tecnologia, a SoberanIA representa um passo significativo em direção à soberania digital e à tecnodiversidade. Ao desenvolver uma IA própria, voltada para as necessidades específicas do estado e treinada na língua local, o Piauí

não apenas afirma sua autonomia tecnológica, mas também contribui para a "noodiversidade" que Hui defende.

Paralelamente, o surgimento da *DeepSeek*, uma IA generativa chinesa de código aberto, eficiente e de baixo custo que desafia as gigantes do setor como OpenAI, Google e Microsoft, ilustra como os avanços tecnológicos plurais podem abrir caminhos para uma maior diversidade no desenvolvimento de IA e outras tecnologias digitais. A *DeepSeek*, ao facilitar a criação de IAs mais independentes, potencialmente democratiza o acesso à tecnologia de ponta, permitindo que mais atores entrem no campo da IA generativa e contribuam para a tecnodiversidade global.

Estas iniciativas apontam para um futuro em que a tecnologia não seja uma força homogeneizante, mas um meio de expressão e empoderamento cultural diverso. Imagine um mundo onde cada região desenvolve soluções tecnológicas que refletem sua herança cultural única, suas necessidades específicas e suas visões de futuro. Este cenário não apenas promove a diversidade tecnológica, mas também fortalece a democracia digital, dando às comunidades maior controle sobre as ferramentas que moldam suas vidas.

No entanto, o caminho para este futuro mais democrático e fraterno não é isento de desafios. O desenvolvimento de IA avançada requer recursos significativos e expertise técnica, que nem sempre estão distribuídos equitativamente. Além disso, questões de interoperabilidade e padronização surgem: como garantir que diferentes sistemas de IA "locais" possam comunicar-se entre si e com sistemas globais, mantendo ao mesmo tempo sua singularidade cultural?

A educação desempenha um papel crucial neste cenário. Instituições educacionais têm a oportunidade de desenvolver currículos que não apenas ensinam habilidades técnicas, mas também promovem uma compreensão profunda das implicações éticas, culturais e sociais da tecnologia. Formar profissionais capazes de navegar na interseção entre tecnologia e cultura será fundamental para realizar o potencial da soberania digital e da tecnodiversidade.

Além disso, essa abordagem à tecnologia pode ter impactos significativos nas relações internacionais e na diplomacia tecnológica. À medida que mais países desenvolvem suas próprias soluções tecnológicas, novas formas de cooperação e intercâmbio podem emergir, potencialmente levando a um diálogo global mais equitativo sobre o futuro da tecnologia.



A busca por soberania digital e tecnodiversidade nos convida a reimaginar fundamentalmente nossa relação com a tecnologia. Em vez de consumidores passivos de soluções tecnológicas padronizadas, podemos nos tornar cocriadores ativos de um futuro tecnológico que reflete a rica tapeçaria da experiência humana. Este é um convite para um futuro mais democrático, onde o poder tecnológico é distribuído de forma mais equitativa, e mais fraterno, onde diferentes abordagens culturais à tecnologia são valorizadas e respeitadas.

No entanto, é crucial que este movimento em direção à soberania digital e à tecnodiversidade não leve ao isolacionismo tecnológico. O verdadeiro potencial desta abordagem reside na criação de uma rede global de tecnologias diversas, cada uma contribuindo com perspectivas únicas para desafios comuns. A colaboração e o intercâmbio de conhecimentos entre diferentes abordagens culturais à tecnologia podem levar a soluções inovadoras que nenhuma cultura poderia desenvolver isoladamente.

Em última análise, a jornada em direção à soberania digital e à tecnodiversidade é uma jornada de autoconhecimento coletivo e empoderamento mútuo. À medida que desenvolvemos tecnologias que refletem nossas diversas identidades culturais, também aprofundamos nossa compreensão de quem somos como sociedades e como espécie. É um caminho desafiador, mas infinitamente enriquecedor, que promete não apenas avanços tecnológicos, mas também uma maior compreensão e apreciação da riqueza da experiência humana em toda a sua diversidade.

A pergunta que nos resta é: estamos prontos para abraçar este futuro mais democrático e fraterno? A resposta dependerá de nossa capacidade de colaborar além das fronteiras, de inovar respeitando tradições, e de valorizar a diversidade em todas as suas formas. O caminho para este futuro está aberto diante de nós, e as

escolhas que fizermos hoje moldarão o mundo digital de amanhã.

Ao buscarmos a soberania digital e a tecnodiversidade, não estamos apenas construindo melhores tecnologias; estamos pavimentando o caminho para um mundo onde cada voz pode ser ouvida, cada cultura pode florescer, e onde a tecnologia serve verdadeiramente aos interesses da humanidade em toda a sua diversidade. Este é o potencial transformador da soberania digital e da tecnodiversidade: um futuro não apenas mais avançado tecnologicamente, mas fundamentalmente mais democrático e fraterno, onde a tecnodiversidade pode florescer em toda a sua riqueza e complexidade.

Sobre as Ideias principais de Yuk Hui

Yuk Hui, um filósofo da tecnologia nascido em Hong Kong, destaca-se por suas reflexões críticas sobre a relação entre tecnologia, cultura e cosmologias, propondo uma perspectiva pluralista e não ocidentalocêntrica. Ele escreveu vários livros, mas em português, até o momento, temos apenas "Tecnodiversidade" publicado pela UBU editora. Na nossa opinião sua obra é um bom exemplo de aplicação do PHPA+, mesmo que o autor não conheça ainda esse princípio.

Seus principais conceitos e ideias são:

1. Cosmotecnia

Hui argumenta que a tecnologia não é neutra ou universal, mas está enraizada em **cosmologias específicas** (visões de mundo). Cada civilização desenvolve tecnologias alinhadas a seus valores cósmicos, como a relação entre humanos, natureza e cosmos. Por exemplo, na tradição chinesa, a tecnologia poderia ser pensada a partir de conceitos como *Dao* ou *Qi*, em contraste com a racionalidade instrumental ocidental. A cosmotecnia desafia a ideia de um progresso tecnológico linear e universal.

2. Tecnodiversidade

Inspirado pela biodiversidade, Hui defende a **diversidade tecnológica**, afirmando que diferentes culturas devem desenvolver trajetórias tecnológicas próprias, não subordinadas ao modelo ocidental. Critica a homogeneização global da tecnologia, defendendo que inovações devem dialogar com contextos locais e históricos.

3. Objetos Digitais

Na obra *On the Existence of Digital Objects*, Hui analisa como entidades digitais (como perfis em redes sociais ou algoritmos) estruturam novas formas de experiência e relação. Ele examina sua materialidade abstrata (dados, metadados) e como elas podem levar à **reificação** (transformar relações humanas em coisas), propondo uma "ecologia dos objetos digitais" para compreender seu impacto sociotécnico.

4. Crítica ao Universalismo Tecnológico

Hui rejeita a noção de que a tecnologia segue um único caminho (como a narrativa ocidental de "progresso"). Destaca a necessidade de **pluralismo epistêmico**, incorporando saberes não ocidentais. Sua crítica conecta-se a teorias decoloniais, questionando a dominação de paradigmas tecnológicos eurocêntricos.

5. Ética e Ecologia

Para Hui, a ética deve ser intrínseca ao desenvolvimento tecnológico, não um adendo. Ele explora como tecnologias digitais e IA afetam a autonomia, o ambiente e as relações sociais. Propõe que cosmotecnias alternativas, como as baseadas no

pensamento chinês, podem oferecer respostas à crise ecológica (Antropoceno), promovendo harmonia entre humanos e natureza.

6. China e Filosofia da Tecnologia

Em **The Question Concerning Technology in China**, Hui investiga como tradições chinesas (confucionismo, daoismo, budismo) oferecem frameworks para repensar a tecnologia. Contrasta a racionalidade instrumental ocidental (Heidegger) com noções chinesas de **wuwei** (não ação) e interdependência, sugerindo caminhos menos explorativos e mais integrados.

Influências e Interdisciplinaridade

Hui dialoga com filósofos como Heidegger (crítica da técnica), Gilbert Simondon (individualização técnica) e Bernard Stiegler – que foi seu orientador de tese de doutorado, além de pensadores asiáticos. Sua obra é interdisciplinar, conectando filosofia, estudos de ciência e tecnologia, antropologia e teoria cultural.

Relevância Atual

Seu trabalho é crucial para debates sobre ****IA****, ****globalização tecnológica**** e ****decolonialidade****, defendendo que alternativas culturais à tecnociência ocidental podem enriquecer soluções para desafios contemporâneos, como inteligência artificial ética e sustentabilidade.

Em resumo, Yuk Hui propõe um projeto filosófico que ****descentraliza a tecnologia****, integrando-a a cosmovisões diversas e promovendo um futuro tecnológico mais plural e reflexivo.

Sinopse da obra “BIG TECH: A Ascensão dos Dados e a Morte da Política” de Evgeny Morozov

A obra *“Big Tech: A Ascensão dos Dados e a Morte da Política”* de Evgeny Morozov, é uma análise crítica do impacto das grandes empresas de tecnologia na sociedade contemporânea. Publicado no Brasil em 2018, o livro reúne textos do autor que exploram como o capitalismo digital e as plataformas tecnológicas moldam a política, a economia e as relações sociais.

Morozov argumenta que o Vale do Silício, com sua retórica de inovação e emancipação, na verdade reforça estruturas de poder e desigualdade. Ele critica a dependência crescente das tecnologias digitais e alerta para os riscos de acreditar nas narrativas promovidas por essas corporações. O autor também destaca como o capitalismo neoliberal utiliza a tecnologia para alcançar objetivos lucrativos, muitas vezes à custa da democracia e da cidadania.

O livro propõe uma reflexão sobre a necessidade de repensar o papel da tecnologia na sociedade e de buscar alternativas que não estejam subordinadas aos interesses do mercado. Morozov defende que o verdadeiro potencial da internet só será realizado com o fim do capitalismo e das ideologias neoliberais.

Evgeny Morozov apresenta uma análise crítica sobre como as grandes empresas de tecnologia impactam a democracia. Aqui estão alguns dos principais argumentos do autor:

Concentração de Poder: Morozov argumenta que as Big Techs, como Google, Facebook e Amazon, concentram um poder desproporcional, tanto econômico quanto político. Isso cria um "feudalismo digital", onde essas empresas controlam vastas quantidades de dados e influenciam comportamentos sociais e políticos.

Manipulação da Informação: Ele destaca como as plataformas digitais moldam o discurso público, promovendo desinformação e polarização. Isso enfraquece os processos democráticos, pois as decisões políticas passam a ser influenciadas por algoritmos e interesses corporativos.

Capitalismo Digital: Morozov critica o modelo econômico das Big Techs, que utiliza dados pessoais como "matéria-prima" para gerar lucros. Ele aponta que esse modelo prioriza o lucro em detrimento do bem-estar social e da transparência democrática.

Erosão da Cidadania: O autor alerta que a dependência das tecnologias digitais pode enfraquecer a cidadania ativa, transformando os indivíduos em consumidores passivos, ao invés de participantes engajados na democracia.

Alternativas Necessárias: Morozov defende que é preciso repensar o papel da tecnologia na sociedade e buscar alternativas que não estejam subordinadas ao capitalismo neoliberal. Ele sugere que a verdadeira emancipação tecnológica só será possível com mudanças estruturais profundas.

Além disso, Morozov propõe várias medidas para enfrentar esses desafios:

Redefinir o Papel das Tecnologias: Ele argumenta que é essencial repensar a finalidade das tecnologias digitais. As ferramentas tecnológicas deveriam priorizar o bem-estar social, os direitos dos cidadãos e a transparência democrática, ao invés de focar no lucro e na maximização do consumo.

Controle Público e Regulação: Morozov defende que governos e sociedades devem exercer maior controle sobre as Big Techs. Isso inclui regulamentar práticas empresariais que promovem monopólios, exploração de dados e manipulação da informação.

Superar o Neoliberalismo: De acordo com Morozov, a ascensão das Big Techs está profundamente vinculada ao modelo neoliberal, que valoriza o mercado acima de tudo. Ele sugere que romper com essa ideologia é essencial para recuperar o controle coletivo sobre a tecnologia.

Apropriação Democrática dos Dados: Os dados, em vez de serem propriedade privada das grandes empresas, deveriam ser vistos como um recurso coletivo. Morozov propõe modelos em que os dados sejam geridos por consórcios públicos ou cooperativas de usuários.

Fomentar a Cultura da Resistência: O autor enfatiza a importância de uma sociedade civil crítica e ativa. Campanhas de conscientização, educação digital e movimentos sociais são cruciais para questionar a hegemonia das grandes empresas e propor alternativas sustentáveis.

Promover Inovação Fora do Mercado: Morozov argumenta que é necessário incentivar a criação de tecnologias em espaços fora do mercado, como universidades, cooperativas e centros de pesquisa comunitários.

Essas são as principais reflexões de Morozov sobre como se desvincular das estruturas atuais e criar uma relação mais equilibrada e justa entre tecnologia, sociedade e política.

