

AS APARÊNCIAS ENGANAM? UMA EXPERIÊNCIA INCLUSIVA E PRÁTICA SOBRE O PARADOXO DE MONTY HALL NO ENSINO DE PROBABILIDADES

Joao Victor Silva de Sousa ¹

Fabrício Filizola Souza ²

Maxiliano Batista Barros ³

RESUMO

Apesar das limitações significativas no raciocínio e na autonomia que acometem algumas pessoas, essas condições não impedem a aprendizagem, mas demandam estratégias pedagógicas inovadoras e inclusivas. Este estudo teve início com a apresentação do Paradoxo de Monty Hall a estudantes do Ensino Médio da Escola Estadual de Tempo Integral Gilberto Mestrinho, sob supervisão do professor Luiz Claudio, durante visita ao Laboratório de Matemática do Instituto Federal do Amazonas, Campus Manaus Centro (IFAM-CMC). Na sequência, durante a Semana da Inclusão do IFAM, orientado pelo professor Maximiliano Barros, o projeto foi direcionado ao contexto da educação inclusiva voltado a pessoas com deficiência intelectual severa, população pouco pesquisada conforme Caramori e Dall'Acqua (2015). Embora não houvesse estudantes diagnosticados com essa condição no IFAM para participar diretamente do jogo, na disciplina do professor Maximiliano foi possível compreender que esses indivíduos aprendem com maior eficácia por meio de estímulos simples e concretos, como a ação “apertou, abriu”. Com base nesse conhecimento, o projeto empregou a placa de prototipagem eletrônica Arduino integrada à linguagem Python, reduzindo barreiras no entendimento do paradoxo, um problema clássico da estatística. A atividade envolveu a interação por meio de três botões táteis representando portas, a escolha de uma delas e a possibilidade de manter ou trocar a decisão inicial após a revelação de uma porta sem prêmio, evidenciando a dinâmica probabilística do jogo. Os resultados preliminares indicam que o uso de tecnologias digitais despertou interesse e engajamento dos participantes, reforçando o potencial da inclusão educacional mediada pela tecnologia. Destaca-se o valor das plataformas de hardware livre como ferramentas pedagógicas acessíveis, capazes de transformar práticas educativas e democratizar o conhecimento tecnológico. Dessa forma, essa experiência sugere que conceitos estatísticos de alta abstração podem ser ensinados de forma acessível e prazerosa, inclusive para públicos historicamente excluídos da Matemática escolar.

Palavras-chave: Tecnologia inclusiva, Paradoxo Monty Hall, Arduino, Educação especial.

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal do Amazonas - AM, jsousa_1@outlook.com;

² Orientador, Mestre em Sociedade e Cultura na Amazônia, Especialista em Ética Filosófica (UFAM) e Graduado em Filosofia (UFAM), Instituto Federal do Amazonas - AM, filizolasouza@ifam.edu.br;

³ Co-orientador, Mestre em Educação Agrícola ((UFRRJ), Especialista em Língua Brasileira de Sinais e Graduado em Educação Física (UEA), Instituto Federal do Amazonas - AM, maxbarros@ifam.edu.br;



INTRODUÇÃO

Em um cenário hipotético, três portas colocam-se frente ao participante: uma esconde um carro; as demais, ocultam bodes. Ao fazer sua escolha inicial, o jogador deposita sua confiança no acaso. O apresentador, conhecedor do que se encontra atrás de cada uma, então revela uma das portas rejeitadas, expondo um bode, e propõe um dilema: permanecer com a porta original ou optar pela outra ainda fechada. Qual seria a decisão mais vantajosa? A intuição sugere que ambas as portas remanescentes oferecem chances equivalentes de 50%. Contudo, a lógica probabilística contraria essa impressão, demonstrando, de forma contundente, que a troca eleva a probabilidade de sucesso de $1/3$ para $2/3$. Eis a essência do fascinante e contraintuitivo Paradoxo de Monty Hall, herança do programa *Let's Make a Deal* que se consagrou como referência no ensino de probabilidade, desafiando noções intuitivas e servindo como porta de entrada para a compreensão de conceitos fundamentais, como a probabilidade condicional e a atualização de crenças mediante novas informações.

Este artigo apresenta uma pesquisa que teve como objetivo adaptar e aplicar a dinâmica do Paradoxo de Monty Hall em um contexto educacional inclusivo, voltado especialmente para estudantes com deficiência intelectual severa, um público ainda pouco contemplado pelas pesquisas em educação matemática, conforme apontado por Caramori e Dall'Acqua (2015). A justificativa implícita reside na necessidade de desenvolver estratégias pedagógicas inovadoras e acessíveis que superem as barreiras de abstração frequentemente impostas pelo ensino tradicional de probabilidade, democratizando o acesso a conceitos estatísticos complexos.

Metodologicamente, o estudo foi desenvolvido em duas etapas: inicialmente, foi realizada uma atividade com estudantes do Ensino Médio da Escola Estadual de Tempo Integral Gilberto Mestrinho, no Laboratório de Matemática do Instituto Federal do Amazonas - Campus Manaus Centro (IFAM-CMC) . Posteriormente, durante a Semana da Inclusão do IFAM, o projeto foi reorientado para um contexto de educação inclusiva, utilizando a plataforma de prototipagem Arduino integrada à linguagem de programação Python. Por meio de três botões táteis que representavam as portas, os participantes interagiam com o jogo, realizando escolhas e observando os resultados, em uma abordagem “mão na massa” que privilegiava estímulos concretos e a ação direta, como a relação “apertou, abriu”, para facilitar a compreensão.





As discussões e resultados preliminares indicam que o uso de tecnologias acessíveis, como o Arduino, foi determinante para despertar o interesse e o engajamento dos participantes, permitindo a exploração lúdica e concreta de um problema abstrato. A experiência reforçou o potencial de ferramentas de hardware livre como mediadoras no processo de ensino e aprendizagem, capazes de transformar práticas educativas e promover a inclusão. Em síntese conclusiva, o trabalho demonstra que, por meio de abordagens pedagógicas adequadas e suportadas pela tecnologia, é possível tornar conceitos probabilísticos de alta complexidade acessíveis e significativos, inclusive para públicos historicamente excluídos do universo da Matemática escolar.

METODOLOGIA

Do ponto de vista metodológico, este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, cuja natureza se assenta no âmbito experimental (TRIVIÑOS, 1987) e exploratório. Adota-se uma abordagem quanti-qualitativa (SOUZA; KERBAUY, 2017), na qual a dimensão qualitativa permite analisar o engajamento e a interação dos participantes, e a quantitativa possibilita a mensuração dos resultados do experimento, focando na investigação da eficácia de uma intervenção pedagógica mediada por tecnologia. A pesquisa desdobrou-se em duas etapas distintas, conforme exposto na sequência.

A primeira etapa da pesquisa envolveu cerca de 25 estudantes do Ensino Médio da Escola Estadual de Tempo Integral Gilberto Mestrinho, durante visita ao Laboratório de Matemática do IFAM-CMC. A segunda etapa, foco principal deste artigo, foi realizada em um contexto de educação inclusiva durante a Semana da Inclusão do IFAM. Embora não tenham participado diretamente sujeitos com deficiência intelectual severa, devido à indisponibilidade de tal público na instituição no momento da pesquisa, a atividade e o aparato tecnológico foram concebidos e avaliados com base nos princípios de Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), visando atender a aprendizes com diversidade funcional cognitiva (MOURA, 2018). Os dados foram coletados por meio de observação sistemática do engajamento e das interações dos participantes com o aparato experimental e do registro dos



dados quantitativos gerados automaticamente pelo sistema, referente às escolhas (manter ou trocar) e aos resultados (vitórias / derrotas) de cada sessão do jogo.

Para a realização da experiência prática do Paradoxo de Monty Hall, foi desenvolvido um protótipo eletrônico interativo, cuja arquitetura seguiu os preceitos da cultura *maker* e do aprendizado mão na massa (VALENTE, 1999), estratégias fundamentais para a concretização de conceitos abstratos. Os componentes usados são descritos a seguir:

- Microcontrolador: Arduino Mega 2560, responsável por gerenciar as entradas e saídas do sistema.
- Dispositivos de entrada (*INPUT*): Três push buttons (botões de pressão) momentâneos, que representavam as três portas do jogo.
- Dispositivos de Saída (*OUTPUT*): Três LEDs (*Light Emitting Diodes*) de iguais cores, utilizados para fornecer *feedback* visual aos participantes, indicando quais portas foram "abertas" ou "descartadas" durante a dinâmica.
- Conexões: Fios jumpers e uma placa de ensaio (protoboard) para interligar os periféricos às portas digitais do Arduino.
- Programação e Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE): Para a implementação do jogo, foram utilizadas as linguagens de programação Python e C++, em conjunto com as Interfaces de Desenvolvimento Integrado (IDE) Visual Studio Code e Arduino IDE.

A lógica probabilística do Paradoxo de Monty Hall foi implementada por meio de um programa desenvolvido na linguagem Python (versão 3.x), que se comunicava serialmente com o firmware do Arduino. Esse script em Python era responsável por:

- Gerar aleatoriamente a posição do prêmio (o "carro").
- Processar a escolha inicial do participante, recebida via sinal do push button.
- Determinar qual porta seria "aberta" pelo apresentador (sempre uma que contivesse um "bode" e não fosse a escolhida pelo participante). Oferecer a opção de troca e processar a decisão final.



- Comandar o acionamento dos LEDs para simular a abertura das portas, proporcionando um feedback imediato e concreto.

Essa integração entre uma linguagem de alto nível (Python) e uma plataforma de prototipagem física (Arduino) permitiu criar uma interface tangível que traduziu um problema abstrato em uma experiência sensorial e lúdica, reduzindo significativamente as barreiras de compreensão. Ademais, o projeto foi conduzido sob a supervisão e anuência dos professores orientadores do IFAM - Campus Manaus Centro, estando em estrita conformidade com as diretrizes éticas da instituição. Para a garantia dos direitos dos participantes, adotaram-se os seguintes cuidados: (1) os dados coletados foram restritos à observação do engajamento e aos registros anônimos das jogadas, sem a coleta de qualquer informação pessoal identificável e (2) as imagens registradas durante as atividades focaram exclusivamente na interação dos participantes com o aparato tecnológico ou o protótipo em si, não sendo captados seus rostos ou quaisquer outros elementos passíveis de identificação pessoal.

REFERENCIAL TEÓRICO

O avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no ambiente escolar tem inaugurado novas possibilidades para a mediação pedagógica e o engajamento discente, particularmente quando articuladas a metodologias investigativas e simulativas. Contudo, conforme alertam Nascimento e Feitosa (2022), persiste um desafio significativo na incorporação eficaz desses recursos em práticas de ensino que promovam aprendizagens significativas, transcendendo a mera familiaridade dos estudantes com dispositivos digitais.

No contexto específico do ensino de Estatística e Probabilidade, onde conceitos como incerteza, variabilidade e tomada de decisão são centrais, a utilização de ambientes de simulação e jogos revela-se particularmente profícua. A dramatização do Paradoxo de Monty Hall, por exemplo, permite a visualização concreta de fenômenos abstratos e mobiliza o pensamento probabilístico, alinhando-se às exigências curriculares da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente na habilidade EM13MAT316, que prevê que os estudantes





sejam capazes de "resolver e elaborar problemas que envolvem cálculo de probabilidade condicional e tomar decisões com base nesses cálculos".

Paralelamente, a educação inclusiva de estudantes com deficiência intelectual severa, caracterizada por funcionamento intelectual significativamente inferior à média e limitações adaptativas manifestadas antes dos dezoito anos, demanda estratégias pedagógicas específicas. Conforme fundamentado por Giangreco (2017), tal contexto exige adaptações curriculares, mediações diferenciadas e o uso de tecnologias assistivas que funcionem como efetivos apoios à aprendizagem.

Neste sentido, a articulação entre TICs, como simuladores, softwares interativos e jogos adaptados, os objetivos curriculares de probabilidade e estatística previstos na BNCC e a inclusão de estudantes com deficiência intelectual configura uma abordagem pedagógica inovadora e significativa. Embora o foco recaia sobre essa população específica, a proposta transcende este público ao adotar os princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), favorecendo a universalização do acesso, a participação plena e a aprendizagem de todos os estudantes, independentemente de suas diversidades funcionais.

Portanto, a fundamentação teórica aqui construída percorre uma trajetória que parte do potencial pedagógico geral das TICs, específica sua aplicação no ensino de probabilidade por meio de simulações e jogos, incorpora as premissas da educação inclusiva e do Desenho Universal para a Aprendizagem e, por fim, articula esses eixos para justificar a proposta de uma intervenção prática baseada no Paradoxo de Monty Hall. Essa articulação entre tecnologia, currículo e inclusão configura o quadro teórico que sustenta a investigação, demonstrando a pertinência de se explorar ambientes de aprendizagem acessíveis e investigativos para o ensino de probabilidade condicional.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação e análise dos resultados são organizadas em duas categorias analíticas, correspondentes aos contextos distintos de aplicação da atividade, que permitem sistematizar





os achados empíricos sobre o engajamento dos participantes e a eficácia do aparato tecnológico como mediador da aprendizagem.

A atividade realizada com estudantes da Escola Estadual de Tempo Integral Gilberto Mestrinho, no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), transcorreu no Laboratório de Matemática do IFAM, configurando um ambiente de aprendizagem estimulante e tecnologicamente equipado. Observou-se um alto nível de envolvimento dos estudantes do Ensino Médio durante a dinâmica. Os bolsistas do PIBID atuaram como mediadores, selecionando inicialmente a porta premiada, enquanto os alunos, organizados em grupos, dedicavam-se a identificar o padrão probabilístico subjacente ao paradoxo. Para potencializar a motivação e a adesão à atividade, implementou-se um sistema de recompensa imediata: os discentes que identificassem corretamente a porta do carro eram premiados com chocolates. Este elemento lúdico mostrou-se um catalisador efetivo do engajamento, transformando um desafio cognitivo abstrato em uma atividade concreta e competitiva de forma saudável. A interação observada entre os pares e com os bolsistas, somada ao contexto do laboratório, facilitou significativamente a imersão dos estudantes na resolução do problema probabilístico, promovendo uma atmosfera de investigação colaborativa.

Aplicação do Paradoxo de Monty Hall com estudantes do ensino
médio no Laboratório de Matemática do IFAM-CMC



Fonte: dos autores (2025)





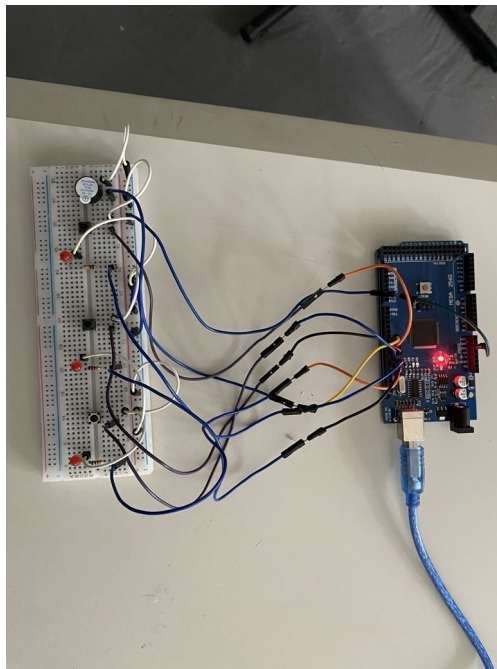
A participação na Semana da Inclusão do IFAM proporcionou um contexto valioso para avaliar a adequação do protótipo aos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), ainda que o público participante tenha sido diverso em relação ao recorte inicialmente projetado. O evento contou com a presença majoritária de pessoas com deficiências sensoriais e físicas, cujas interações enriqueceram significativamente a análise.

Dentre os participantes, a experiência de um professor com deficiência visual merece destaque. Em visita ao estande, acompanhado de seu par de apoio, ele engajou-se com a atividade, explorando o sistema por meio de estímulos táteis e auditivos em três rodadas consecutivas. Ao final, o professor compartilhou espontaneamente suas impressões, registradas em diário de campo, manifestando apreço pela oportunidade de acessar conceitos probabilísticos que, em sua experiência, são comumente dependentes de representações visuais.

Em seu depoimento, ele ressaltou que os feedbacks sonoros diferenciados e a disposição espacial constante dos botões foram decisivos para a construção de um modelo mental consistente do problema. Esta avaliação prática atesta que a transposição didática realizada pelo protótipo foi bem-sucedida em preservar a complexidade conceitual do Paradoxo de Monty Hall sem comprometer os princípios de acessibilidade, validando sua eficácia como ferramenta pedagógica inclusiva. As figuras abaixo ilustram os recursos utilizados para a realização dessa atividade.



Protótipo Arduino com três botões e LEDs utilizados na Semana da Inclusão



Fonte: dos autores (2025)

Registro de interações durante a atividade inclusiva

```
Open  historico_montyhall.txt
~/Documents/GitHub/enalic-2025/enalic - 2025/monty hall

2025-09-16 15:28:52, escolha=1, premiada=1, manteve=False,
ganhou=False
2025-09-16 15:36:01:
escolha=1,
premiada=1,
manteve=False,
ganhou=False

2025-09-16 15:37:58:
escolha=2,
premiada=1,
manteve=True,
ganhou=False
```

Fonte: dos autores (2025)





A despeito da análise quantitativa aprofundada, que será apresentada graficamente durante a exposição oral deste trabalho, os dados observacionais e depoimentos coletados permitem tecer considerações substantivas sobre as potencialidades educacionais da proposta. A reação de engajamento tanto dos estudantes do ensino médio quanto dos participantes da Semana da Inclusão revela um aspecto fundamental frequentemente negligenciado no ensino de matemática: a dimensão dialógica da construção do conhecimento.

Neste sentido, o aparato tecnológico mostrou-se mais que um mero simulador; funcionou como um "problematizador" na concepção freireana. Ao desafiar a intuição imediata dos participantes, o Paradoxo de Monty Hall, materializado pelos botões e LEDs, cumpriu o papel de codificar uma situação-limite que, nas palavras de Freire (1987), "incita à investigação". Os estudantes não recebiam passivamente uma fórmula, mas eram convidados a um diálogo crítico com a própria lógica, num processo onde "o homem, ser de relações, não apenas está no mundo, mas com o mundo" (FREIRE, 1979, p. 39). A atividade, portanto, transcende o exercício matemático para se tornar uma experiência de "conscientização", na qual os educandos percebiam-se como sujeitos capazes de reinterpretar sua realidade, mesmo que esta realidade se apresentasse como um simples jogo de portas.

A eficácia do protótipo junto ao professor com deficiência visual corrobora a premissa freireana de que o educador não é o detentor único do saber, mas um mediador em um processo circular. A acessibilidade da ferramenta permitiu que ele, tradicionalmente excluído de certos conceitos por barreiras metodológicas, não apenas acessasse o conhecimento como também se tornou um re-criador do mesmo, validando a eficácia da abordagem a partir de sua própria experiência sensorial. Isto reforça que a verdadeira inclusão ocorre quando a pedagogia deixa de ser "do oprimido" no sentido literal, para se tornar uma pedagogia com o oprimido, construída a partir de suas potencialidades e não de suas limitações.

A limitação na amostra de pessoas com deficiência intelectual severa, longe de invalidar o estudo, realça a urgência de se criar canais efetivos de diálogo com este público, conforme preconiza a educação libertadora. O princípio freireano do inacabamento do homem nos lembra que a pesquisa em educação inclusiva é um processo contínuo, e que a ausência de vozes no presente trabalho não é um ponto final, mas um chamado para uma investigação mais profunda e eticamente comprometida.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desta pesquisa no contexto amazônico representa mais que uma localização geográfica, configura um posicionamento epistemológico que desafia assimetrias históricas na produção do conhecimento. Desenvolver tecnologias educacionais acessíveis na Região Norte significa afirmar que a inovação pedagógica deve florescer para além dos centros consolidados, dialogando com as especificidades de realidades historicamente negligenciadas. Esta perspectiva alinha-se ao que Santos (2007) denomina "ecologia de saberes", onde conhecimentos locais e científicos se fertilizam mutuamente.

As conclusões deste estudo confirmam a viabilidade de traduzir conceitos probabilísticos complexos em experiências sensoriais significativas através de interfaces tangíveis. O protótipo desenvolvido mostrou-se um eficaz mediador dialógico, capaz de operar na zona de desenvolvimento proximal de aprendizes com diversidade funcional. A escassez de pesquisas com estudantes com deficiência intelectual severa, já apontada por Caramori e Dall'Acqua (2015), revela-se não como mera lacuna acadêmica, mas como reflexo de exclusões materiais que demandam respostas urgentes da comunidade científica.

Filosoficamente, este trabalho aproxima-se da concepção gramsciana de intelectual orgânico, onde a produção do conhecimento engaja-se com transformações sociais concretas. O aparato desenvolvido funciona como instrumento de emancipação cognitiva ao tornar acessível um saber tradicionalmente elitizado, criando fissuras no edifício da exclusão educacional.

Como prospecção, este estudo desdobra-se em questões prementes: Como escalar estas tecnologias para redes públicas de ensino? Que outros conceitos matemáticos podem ser traduzidos por meio de abordagens similares? Como garantir a participação efetiva de pessoas com deficiência intelectual no desenho dessas tecnologias? São indagações que convocam a comunidade científica a assumir, com urgência, o desafio de construir uma educação matemática verdadeiramente inclusiva, onde a Amazônia e suas diversidades sejam protagonistas, e não meros objetos de estudo.





REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. da S. A utilização das TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação) no sistema escolar a partir de mudanças nos modelos e paradigmas educacionais. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 9, n. 3, p. 2025-2037, 2023.
- CARAMORI, P. M.; DALL'ACQUA, M. J. C. Educação inclusiva e deficiência intelectual: reflexões e perspectivas. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2015.
- CASTRO, P. A.; ALVES, C. O. S. Formação docente e práticas pedagógicas inclusivas. *E-Mosaicos*, v. 7, p. 3-25, 2019.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1987.
- GIANGRECO, M. F. Educação inclusiva para estudantes com deficiência intelectual severa. Porto Alegre: Penso, 2017.
- GRAMSCI, Antonio. *Cadernos do cárcere*. v. 2. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2000.
- MOURA, R. Desenho Universal para a Aprendizagem: uma abordagem para a inclusão. *Revista Educação Especial*, v. 31, n. 62, p. 1-16, 2018.
- NASCIMENTO, L. S.; FEITOSA, M. C. B. Tecnologias digitais e educação: desafios na promoção de aprendizagens significativas. *Revista UEMG*, v. 15, n. 2, p. 45-60, 2022.
- PASSERO, Guilherme; ENGSTER, Elaine Wahlbrink; DAZZI, Rudimar Luís Scaranello. Uma revisão sobre o uso das TICs na educação da Geração Z. *RENOTE*, v. 14, n. 2, 2016.
- SANTOS, B. S. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. *Novos Estudos CEBRAP*, n. 79, p. 71-94, 2007.
- SOUZA, D. S.; FRACARO, A. R.; TRAINOTTI, A. O uso das tecnologias de informação e comunicação (TICs) para o ensino de estatística na educação básica. *Contraponto: Discussões Científicas e Pedagógicas em Ciências, Matemática e Educação*, v. 4, n. 1, 2023.
- SOUZA, Kelleia Rezende; KERBAUY, Maria Teresa Miceli. Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. *Educação e Filosofia*, v. 31, n. 61, p. 21-44, 2017.
- TRIVIÑOS, Augusto N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.
- VALENTE, J. A. *A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação e comunicação*. São Paulo: PUC-SP, 1999.

