

PEDRO DEMO



Atividades de aprendizagem

*Sair da mania do ensino para
comprometer-se com a
aprendizagem do
estudante*

SED
Secretaria de Estado
de Educação



**GOVERNO
DO ESTADO**
Mato Grosso do Sul

ATIVIDADES DE APRENDIZAGEM

*Sair da mania do ensino para comprometer-se
com a aprendizagem do estudante*

Copyright © do autor

Todos os direitos reservados. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida ou transmitida ou arquivada, desde que levados em conta os direitos do autor.

Capa: Cezinha Galhardo

Projeto gráfico: Cezinha Galhardo e Daniel Amorin

Revisão gramatical: Daniel Amorin

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D3961a

DEMO, Pedro

Atividades de aprendizagem: sair da mania do ensino para comprometer-se com a aprendizagem do estudante [recurso eletrônico] / Pedro Demo. Campo Grande, MS: Secretaria de Estado de Educação do Mato Grosso do Sul – SED/MS, 2018.

180 p., 1,27 MB; ePDF

ISBN 978-85-65491-09-9

1. Educação. 2. Aprendizagem. 3. Atividades de aprendizagem. 4. Metodologias de aprendizagem. 5. Educar pela pesquisa. I. Título.

CDD 370.71

Ficha Catalográfica elaborada pela Bibliotecária Edneia Auxiliadora Arruda Barreto Medeiros - CRB1-2433



Governo do Estado de Mato Grosso do Sul
Secretaria de Estado de Educação
CFOR - Coordenadoria de Formação Continuada

Reinaldo Azambuja

Governador do Estado de Mato Grosso do Sul

Maria Cecilia Amendola da Motta

Secretária de Estado de Educação

Josimário Teotônio Derbli da Silva

Secretário-Adjunto de Estado de Educação

Alessandra Ferreira Beker Daher

Coordenadora de Formação Continuada



Campo Grande - MS

2018

ÍNDICE

I. INTRODUÇÃO	9
II. DISCUTINDO ATIVIDADES DE APRENDIZAGEM	15
1. Cenários ambíguos	15
2. Aprendizagem ativa com enfoque menos dúbio	27
3. Aprender por pesquisa	39
4. Desafios dramáticos	51
5. Lições da “aprendizagem transformadora”	55
III. DESAFIOS DA APRENDIZAGEM	63
1. Aprender	63
2. <i>Deep learning</i>	71
2.1. Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs)	78
2.2. Questão de qualidade	82
IV. TECENDO ATIVIDADES DE APRENDIZAGEM	84
1. Autoria do aluno	84
2. Atividades de aprendizagem	87
3. Desde o pré-escolar	97
Preliminares	100
Ensaio 1	102
Ensaio 2	103
Ensaio 3	104
Ensaio 4	105
Ensaio 5	108
Ensaio 6	109
Desafios estratégicos.....	110
V. QUESTIONAMENTOS DO “EDUCAR PELA DESCOBERTA/ PESQUISA”	113
1. <i>The Debunker Club</i>	114
2. Superioridade alegada da instrução guiada	119
2.1. Consequências da arquitetura cognitiva humana para guia mínima	121
2.2. Origens do construtivismo e a visão corrente de instrução minimamente guiada	124
2.3. Pesquisa comparativa da instrução guiada e não guiada	127
2.4. Pesquisa sobre modelos educacionais que favorecem guia mínima durante a instrução em vários cenários.....	130
3. Precisamos melhorar muito	136
CONCLUSÃO	146
REFERÊNCIAS	149

INTRODUÇÃO

“**Vítima de aula**” é a condição típica do estudante brasileiro da escola básica e da universidade (DEMO, 2017): seu cardápio consiste apenas de aula, prova e repasse. As atividades se esgotam no âmbito do ensino, centrado na atuação do professor, que tem como função crucial transmitir conteúdos curriculares, em geral às carradas. Estudante frequentador de aula é o modelo de comportamento esperado, a ponto de vermos a escola reduzida a esse figurino quase exclusivo. A sociedade também costuma esperar só isso: aula. Quando esta não é dada, imagina-se que a escola não fez sua missão essencial. Por exemplo: quando, por alguma razão, ela é fechada, lamenta-se apenas isso – os estudantes estão sem aula. Quando reabre, os estudantes acodem a ela por uma razão: frequentar aula.

No entanto, quando aumentamos em 2006 o ensino fundamental de oito para nove anos, o resultado foi contraproducente: até hoje os anos finais estão estagnados ou em queda. Foi assim também quando a LDB determinou o ano letivo de 200 dias, em 1997: em 1999 tivemos uma das maiores quedas do desempenho escolar, um alerta claro para a inutilidade do aumento de aula. O sistema atual de ensino cuida só disso: o professor dá aula; o aluno frequenta aula. Este ritual é, cada vez mais claramente, o maior signo da inoperância da escola, em especial nos anos finais e no ensino médio. A escola privada também caiu nesse redemoinho contraproducente (tabela 1)¹: no Ideb de 2015, nos anos finais emergiu inequívoca estagnação e, no ensino médio, queda livre; a escola mais nitidamente conteudista, que mais prega transmissão curricular crua, totalmente voltada para ensino e instrução e suas respectivas atividades, é também a que tem a maior crise pedagógica, vítima da própria arapuca.

¹ Uso aqui dados do Ideb na arrumação de *Todos pela Educação* (http://www.todospelaeducacao.org.br/indicadores-da-educacao/5-metas?task=indicador_educacao&id_indicador=15#filtros). Os números do Ideb – e outros igualmente – podem ser contestados, já que todo dado é fruto de um procedimento longo e complexo de interpretação e construção teórico-estatística. Uso como referência externa útil para termos uma ideia do que acontece na escola (aprendizado adequado), com as devidas cautelas.

Tabela 1. Brasil – Ideb 2005-2015

Anos Iniciais							
anos	2005	2007	2009	2011	2013	2015	meta 2015
pública	3,6	4,0	4,4	4,7	4,9	5,3	5,0
privada	5,9	6,0	6,4	6,5	6,7	6,8	7,0
Anos Finais							
anos	2005	2007	2009	2011	2013	2015	meta 2015
pública	3,2	3,5	3,7	3,9	4,0	4,2	4,5
privada	5,8	5,8	5,9	6,0	5,9	6,1	6,8
Ensino Médio							
anos	2005	2007	2009	2011	2013	2015	meta 2015
pública	3,1	3,2	3,4	3,4	3,4	3,5	4,0
privada	5,6	5,6	5,6	5,7	5,4	5,3	6,3

Fonte: Inep.

Em matemática, onde o buraco é mais fundo, cada vez mais fundo, em 2015 no ensino médio apenas 1,5% dos estudantes teve aprendizado adequado no Maranhão – cifra minúscula e em queda, além de ser a pior do país; a melhor apareceu no Distrito Federal, com 12,8%, muito acima da maranhense, mas também uma miséria clamorosa – em 1995, foi de 31,5%! (tabela 2). Aprender adequadamente matemática já é algo excepcional; normal é não aprender. Como todas as aulas foram dadas, todas as provas aplicadas, todos os conteúdos transmitidos, essas atividades de ensino soam sugestivamente inúteis. Não é por falta de aula que na escola não se aprende. Diria que, em grande proporção, é precisamente por causa delas que o aprendizado adequado está sendo destruído. Muitos dirão que o professor faz sua parte, dando aula; o aluno não aprende porque não tem interesse. Essa alegação cabe, certamente. Mas não se tapa o sol com a peneira. Se os alunos que não aprendem fossem minoria, talvez fosse possível alegar que não aprendem porque não estão “nem aí”. Mas quando a regra (crescente) é não aprender, a ponto de apenas excepcionalmente se aprender, a alegação não faz sentido. Não segue disso que o professor seja “culpado”. Primeiro, não é de seu interesse que o estudante não aprenda, até porque, como regra, dão as aulas sistematicamente, muitas vezes com dedicação exemplar. Segundo, como aprendizagem se dá na mente do estudante, não na aula do professor, aprender mal pode provir de muitas outras razões (RAVITCH, 2013). No entanto, o professor tem a ver com o problema, mesmo sendo fator externo (mediador), ou, como se diz na teoria da correlação estatística, está *associado* ao problema.

Tabela 2. Aprendizado adequado em **matemática**, ensino médio, em 1995 e 2015 (Ideb), ranking dos estados (%) (por 2015).

Estados	1995	2015	Estados	1995	2015	Estados	1995	2015	Estados	1995	2015
Brasil	11,6	07,3	Rio Gr. Norte	04,9	03,8	Piauí	02,0	05,2	Rio Gr. Sul	16,1	08,9
Maranhão	04,1	01,5	Bahia	06,1	04,0	Sergipe	19,3	05,4	São Paulo	14,4	09,0
Amapá	05,2	02,6	Roraima	02,1	04,3	Ceará	11,0	06,0	Rio de Janeiro	07,8	09,3
Acre	02,7	02,7	Amazonas	08,3	04,4	Goiás	15,2	06,8	Santa Catarina	06,2	09,3
Pará	04,3	02,9	Rondônia	06,5	04,6	Pernambuco	03,7	07,0	Minas Gerais	13,3	09,6
Alagoas	11,2	03,2	Paraíba	04,3	04,8	Mato Gr. Sul	07,2	08,1	Espírito Santo	03,5	12,7
Tocantins	10,2	03,5	Mato Grosso	04,3	04,9	Paraná	10,5	08,9	Distrito Federal	31,5	12,8

Fonte: Todos pela Educação

Em **língua portuguesa** (tabela 3), as cifras são mais elevadas, mas a “miséria” pedagógica é a mesma, com quedas em geral relativamente mais pronunciadas; a melhor cifra apareceu no Distrito Federal, com 41,1% de aprendizado adequado (foi de 65,5% em 1995), ainda longe da metade dos estudantes. Na média nacional, passamos de 45,4% em 1995, para 27,5% em 2005.

Tabela 3. Aprendizado adequado em **língua portuguesa**, ensino médio, em 1995 e 2015 (Ideb), ranking dos estados (%) (por 2015).

Estados	1995	2015	Estados	1995	2015	Estados	1995	2015	Estados	1995	2015
Brasil	45.4	27.5	Pará	32.4	19.0	Amazonas	36.6	23.7	São Paulo	57.6	32.3
Maranhão	19.2	15.1	Piauí	21.7	20.7	Mato Grosso	36.4	23.7	Rio Gr. Sul	57.5	32.4
Alagoas	35.6	15.9	Ceará	29.0	21.5	Rondônia	49.0	24.2	Santa Catarina	49.2	32.8
Tocantins	26.0	17.5	Acre	23.9	21.7	Mato Gr. Sul	45.4	27.5	Paraná	49.1	33.2
Bahia	30.4	17.5	Paraíba	28.6	22.0	Pernambuco	22.3	27.7	Rio de Janeiro	38.8	34.4
Amapá	37.5	18.2	Roraima	27.9	22.2	Goiás	49.6	28.9	Espírito Santo	33.0	35.9
Rio Gr. Norte	27.5	18.5	Sergipe	44.2	23.0	Minas Gerais	48.5	30.0	Distrito Federal	65.5	41.1

Fonte: Todos pela Educação

Observando, ademais, que na escola acontece ostensivo **efeito desaprendizagem**, à medida que se sobe dos anos iniciais para o ensino médio (*sobe-se para baixo!*), a falta de aprendizagem associa-se à escola, no sentido de que, cuidando do ensino, ignora a aprendizagem do aluno e

aceita a decadência pedagógica. Sendo aula a atividade fundamental – para muitos a atividade fundante – da escola, ela certamente tem a ver com esse fracasso tão contundente. Anos iniciais mantêm um tom de subida, embora muito insuficiente; anos finais mostram estagnação e queda; Ensino Médio escancara quedas livres, exasperadoras.

Tabela 4. Brasil – Ideb 1995-2015

Anos	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015
4 ^a /5 ^a EF Matemática	19.0	21.4	14.4	14.9	15.1	18.7	23.7	32.6	36.2	39.5	42.9
4 ^a /5 ^a EF L. P.	39.3	35.5	24.8	23.7	25.6	26.6	27.9	34.2	40.0	45.1	54.7
8 ^a /9 ^a EF Matemática	16.8	16.7	13.2	13.4	14.7	13.0	14.3	14.8	16.9	16.4	18.2
8 ^a /9 ^a EF L. P.	37.5	31.8	18.6	21.8	20.1	19.5	20.5	26.3	27.0	28.7	33.9
3 ^a EM Matemática	11.6	17.9	11.9	11.6	12.8	10.9	9.8	11.0	10.3	9.3	07.3
3 ^a EM L. P.	45.4	39.7	27.6	25.8	26.9	22.6	24.5	28.9	29.2	27.2	27.5

Fonte: Todos pela Educação.

Para ilustrar com maior evidência o efeito desaprendizagem, tomemos o aprendizado adequado em Sobral-CE (DEMO, 2017a), o melhor município brasileiro no Ideb 2015 (tabela 5). Anos iniciais desvelam cifras “finlandesas”, tão elevadas são (95,1% de aprendizado adequado em matemática e de 95,6% em língua portuguesa). No entanto, nos anos finais, a queda é muito pronunciada: aprendizado adequado de apenas 54,9% em matemática e de 61,8% em língua portuguesa.

Tabela 5. Aprendizado adequado em Sobral (CE) – 2005-2015 Ideb (%)

Anos	2005	2007	2009	2011	2013	2015
4 ^a /5 ^o EF – Matemática	07,0	22,7	65,7	83,2	86,0	95,1
4 ^a /5 ^o EF – L. Portuguesa	16,5	33,7	65,7	75,7	87,0	95,6
8 ^a /9 ^o EF – Matemática	03,8	03,2	07,1	12,8	26,5	54,9
8 ^a /9 ^o EF – L. Portuguesa	06,0	08,2	18,6	24,8	37,9	61,8

Fonte: Todos pela Educação.

Esse efeito desaprendizagem torna-se ainda mais *sui generis* porque sugere uma diferença escabrosa entre o desempenho do pedagogo (anos iniciais) e do licenciado (anos finais e ensino médio). Muitas alegações são aduzidas para tais diferenças – a chegada de especialistas para cada disciplina nos anos finais, outros níveis de exigências formais e abstratas (em matemática,

particularmente), outro estilo de contato com os estudantes, mais distanciado e intermitente etc.) – que podem tentar entender o disparate, mas não “consolam”. Sem espicaçar o desconforto dos licenciados, é fato que a aprendizagem vai caindo, em grande parte por conta da “progressão automática” (a LDB sugere a “progressão continuada”), uma das maiores “pragas da escola”. Como não aprender é a regra e como não se pode reprovar – não é para isso que a escola serve – todos avançam, aprendendo ou não. Todos deveriam avançar porque aprenderam adequadamente, por ser direito constitucional. No entanto, a escola se enreda em inoperância crescente que parece não querer ver. Bastaria lembrar que no Enem 2015, apenas 70 estudantes obtiveram nota máxima em redação – ninguém sabe redigir! No PISA 2015, cerca de 44% dos estudantes brasileiros que participaram ficaram abaixo do último lugar (Brasil no PISA 2015, 2016). Segundo o INAF (Indicador Nacional de Alfabetismo Funcional), apenas 8% dos brasileiros adultos seriam “proficientes” (digamos, “sabem pensar”!)². A inoperância da escola é inacreditável, lembrando a crítica ferina de Frigotto no fim dos 1980: *A produtividade da escola improdutiva* (1989). A quem interessaria uma escola tão inoperante, inclusive na esfera privada?

Como aula é o coração da escola e como visivelmente não funciona, para que serve? Neste texto busco fundamentar a percepção de que algo falta na escola, que vou denominar aqui de **atividades de aprendizagem**. A escola está repleta de atividades de ensino; na verdade só tem isso. Anda, porém, para trás. Se quisermos “salvar” a escola, precisamos sair desse marasmo, dessa inoperância tão gritante. Busco aqui delinear estratégias do que fazer para mudar o paradigma instrucionista – fundado em aula, prova e repasse (= instrucionismo) – e chegar a um **sistema de aprendizagem**, comprometido com o direito do estudante de aprender. Essa virada é conduzida pelo professor que, a par de precisarmos questionar, temos de valorizar devidamente, em todos os sentidos. A rigor, professor é uma peça da engrenagem escolar, não resolve tudo sozinho jamais, mas, no rol dos fatores externos da aprendizagem dos estudantes, é o mais sensível e produtivo. Em geral muito mal-formado na faculdade, não teve experiência convincente de aprendizagem; foi vítima de aula. Não tem autoria, não sabe lidar com ciência e pesquisa, não tem produção própria (material didático próprio, por exemplo), não se atualiza persistentemente, não é parte do século XXI. Concretamente, ainda é parte dos “tempos modernos” de Charles Chaplin³, da fábrica fordista uniforme e reprodutiva, uma das metáforas mais agudas para a aula inepta na escola inepta.

² http://acaoeducativa.org.br/wp-content/uploads/2016/09/INAFEstudosEspeciais_2016_Letramento_e_Mundo_do_Trabalho.pdf.

³ https://www.youtube.com/watch?v=ieJ1_5y7fT8.

Desde pelo menos 1995, quando começa a série histórica do Ideb (o problema da péssima escola brasileira não começou em 1995, claro), sabemos que esse modelo instrucionista vigente não presta. Passaram-se 20 anos e não queremos entender que é preciso mudar radicalmente. Entre os maiores problemas está a formação docente na faculdade (pedagogos e licenciados), considerada hoje totalmente decadente (sobretudo do licenciado). Muitos professores – em certos sistemas estaduais quase todos – possuem “especialização” (um tipo de pós-graduação *lato sensu*), mas isso não tem qualquer repercussão no desempenho dos estudantes – é uma soma zero. Ainda, persiste contradição ou hipocrisia ostensiva entre formação na graduação e formação na pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado): nesta, a dinâmica central é pesquisa, produção própria, autoria – o candidato é avaliado por sua autoria. Na graduação, porém, só existem aula, prova e repasse, à revelia de experiências alternativas exitosas, como do Pibic e do PBL (na medicina sobretudo). A universidade sabe claramente o que é aprender (aprender como autor) (DEMO, 2015), mas reserva para sua elite acadêmica. Há a impressão de que autoria não pode ser de acesso generalizado para graduandos. Por que não interessa um graduando que sabe pensar?

Nossa escola (faculdade também) é uma encrenca. Tem como patrono um sistema oficial de ensino (MEC), outra encrenca. Entre as mais recentes incompetências está o Plano Nacional de Educação (PNE), já desarmado, porque é vergonhoso ficar todo ano justificando por que não funciona. Fruto de diagnóstico inepto e planejamento fanfarrão, lançou projeções mirabolantes, impossíveis de atingir, tanto que a revista *Veja*, em estudo técnico, descreveu como “pura fantasia” ou “enredo carnavalesco” (BUSTAMANTE, 2017; DEMO, 2016). Precisamos ser tão incompetentes? Matemática está, literalmente, em extinção no ensino médio. Vamos assistir a essa derrocada passivamente?

I

DISCUTINDO ATIVIDADES DE APRENDIZAGEM

1. Cenários ambíguos

Não faltam propostas para, de alguma forma, sair do marasmo instrucionista vigente, começando em geral por “metodologias ativas”, que, contudo, tendem a ser manobras salvacionistas da aula (DEMO, 2016a). Primeiro, há que tomar em conta o sarcasmo implícito na própria terminologia: o apelo a metodologias ativas tem nas costas a plethora infinita de metodologias passivas, que são o paradigma dominante de longe. Tem-se pela frente o aluno “vítima de aula”, bocejando ou irrequieto, desligado ou alvoroçado, que comparece obrigado à aula para engolir conteúdos que, em geral, sequer entende. Essa aula “sacal” é seguida pela prova, para garantir que o conteúdo foi “absorvido”, não propriamente para cuidar que seja “entendido”. Quando 1,5% dos estudantes de matemática, em 2015, no Maranhão, teve aprendizado adequado, na pior situação do país, e 12,8% no Distrito Federal, na melhor situação, temos aí o deserto ressecado da multidão de estudantes que teve aula e nunca entendeu (DEMO, 2017). Segundo, metodologias ativas mais facilmente encobrem truques bisonhos para salvar a aula insuportável e inútil do que apresentam propostas que se comprometem com a autoria do estudante. Os truques mais comuns são digitais, desde PowerPoint, ou algo similar, até efeitos especiais para manter a turma ligada, como uso de vídeo, animação, áudio, plágio da Wikipédia etc. Terceiro, dificilmente o professor reconhece o que Schuell (1986, p. 429) declarou enfaticamente: *A tarefa fundamental do docente é conseguir que os estudantes se envolvam nas atividades de aprendizagem que tendem a promover os resultados colimados. É útil lembrar: o que o estudante faz é realmente mais importante do que aquilo que o docente faz.*

Embora muito pertinente, esse posicionamento contém uma impropriedade muito comum nessa discussão: a propensão de secundarizar o professor, quando se trata de algo completamente diferente, ou seja: colocar o professor em seu devido lugar, como “mediador”. Nunca é o caso desvalorizar o professor – o fato de não poder aprender pelo estudante não o torna figura relegável; ao contrário, enfatiza sua posição maiêutica, tal qual da mãe em família: ela não pode viver a vida do filho, mas é referência absolutamente fundamental como mediadora (HRDY, 1999). Quarto,

metodologias ativas facilmente sucumbem à mania da retenção do conteúdo como efeito central buscado em sala de aula, razão pela qual a dimensão “ativa” se derrete em iniciativas para fixar conteúdo, privilegiando decoreba, não autoria, tanto assim que prova não se destina a diagnosticar o avanço na capacidade autoral do estudante, mas à reprodução conteudista⁴. Observando a proposta da Universidade da Tasmânia (UTAS), na Austrália⁵, no tópico sobre “exemplos de atividades de aprendizagem”, encontramos sugestões como: i) toda atividade de aprendizagem em sua unidade deveria ser intencional, significativa e útil (posição meramente retórica); ii) *foco no conteúdo (e interação)* – interação entre parênteses, sem mencionar a autoria do estudante, em contexto ainda muito instrucionista:

*Atividades que envolvem a interação do estudante com conteúdo podem incluir escutar e/ou assistir à fala ao vivo ou gravada, envolver-se com texto escrito ou visual, com multimídia ou combinações. Tipicamente, estudantes tendem mais a reter (sic) informação apresentada dessas maneiras ao serem solicitados a interagir de alguma forma com o material, o que induz a perguntas ou questões, ou incluir outro tipo de atividade após cada bloco de 5 ou 15 minutos de informação*⁶. Aparece sinalização explícita da mania da retenção de conteúdo, buscando manter os estudantes acesos de alguma forma, enquanto se desfila o currículo.

Exemplifica-se com uma aula ao vivo (online ou no campus): *Prover informação oralmente, apoiada por slides, em blocos de 4 a 7 minutos, intercalados com interações breves, tais como perguntar aos estudantes para que respondam a uma questão relacionada, que lhes exija aplicar, sumariar, explicar, identificar etc., um aspecto importante da informação há pouco apresentada. Após propor a questão, esperar 10 a 15 segundos antes de solicitar voluntários, ou chamar um estudante escolhido aleatoriamente para responder. (Pode ser útil prover dica visual para estudantes identificarem que, após colocada a questão que se quer que ele responda, considerem uma resposta e permaneçam em silêncio por lapso designado de tempo). Depois que um estudante respondeu à questão, chamar outro estudante para sumariar a resposta do primeiro. Alternativamente, se a primeira resposta não foi plenamente acurada, convidar um segundo*

⁴ Um exemplo: <http://www.teaching-learning.utas.edu.au/learning-activities-and-delivery-modes/planning-learning-activities/examples-of-learning-activities>. Nota-se que o site mistura atividades de aprendizagem com modelos de transmissão (*delivery*), sem a menor cerimônia, indicando que não se trata de mudança de paradigma, mas de agitação do instrucionismo.

⁵ <http://www.teaching-learning.utas.edu.au/home>.

⁶ <http://www.teaching-learning.utas.edu.au/learning-activities-and-delivery-modes/planning-learning-activities/examples-of-learning-activities>. Citação traduzida do original em inglês.

estudante a responder à resposta do primeiro estudante (e. g., “o que pensa sobre isso”, ou “concordaria?”)⁷.

Em negrito, consta, então: ***Esta atividade seria particularmente relevante para apoiar progresso estudantil rumo a aprender resultados com conhecimento declarativo.*** Declarar conhecimento seria suficiente, ao invés de buscar devida autoria elaborada! Enquanto se propõe usar texto/leitura (de artigo de revista, blog, apresentação de multimídia), a expectativa continua muito baixa ou simplória, como identificar pontos relevantes no texto, ao invés de solicitar para reelaborá-los ou contestá-los. Ao tentar valorizar conteúdo de multimídia, sugere-se encaixar um vídeo do YouTube ou Vimeo, ao invés de instigar a feitura do vídeo pelo aluno (com celular, por exemplo). Quando se trata de promover “reflexão crítica”, tende-se a bastar-se com questionário reprodutivo que colhe, não crítica elaborada, mas chute próprio ou de outros.

Não admira, então, que o professor seja visto como “facilitador”⁸, posição comum no instrucionismo que considera a “aula” como a arte da facilitação – dar conteúdo “mastigado” ao aluno. O quadro a seguir⁹, embora contenha sugestões aceitáveis para dinamizar a aula torpe usual, pontua essencialmente táticas de aulas “ativas”.

<i>Selecionar o tópico e determinar o objetivo da aula</i>	<i>Quais são os conceitos-chave, ideias e teorias? Por que são importantes?</i>
<i>Determinar aprendizagem e habilidades prévias</i>	<i>Qual entendimento os estudantes já têm? Quais são suas concepções e equívocos?</i>
<i>Decidir sobre resultados da aprendizagem do estudante e indicadores do progresso</i>	<i>O que os estudantes vão saber e ser capazes de fazer ao fim da sessão? Quais indicadores serão usados para determinar se eles realizaram tais resultados? Abordagem útil é escrever resultados da aula, expressos usando verbos para indicar o que estudantes vão realizar.</i>
<i>Selecionar e organizar recursos</i>	<i>Quais recursos estão disponíveis para conceber e usar como parte de uma sessão? Alguns recursos úteis são livros, textos, anotações de colegas, recursos online e artigos aplicáveis de ensino.</i>
<i>Determinar a sequência para o desenvolvimento do conhecimento e habilidades</i>	<i>Qual o ordenamento ótimo do material para consolidar e estender o conhecimento do estudante? Em qual estágio o material de apoio e as anotações devem ser introduzidos? Como a teoria corrente seria vinculada ao trabalho prévio?</i>
<i>Selecionar estratégias apropriadas de ensino e tarefas de avaliação</i>	<i>Quais experiências irão consolidar o entendimento dos estudantes e permitir que demonstrem a realização dos resultados da aula?</i>
<i>Refletir e avaliar a aula</i>	<i>Como se pode usar o feedback dos estudantes para responder à experiência e características da turma?</i>

⁷ Idem.

⁸ <http://www.teaching-learning.utas.edu.au/learning-activities-and-delivery-modes/facilitating-learning-experiences>.

⁹ <http://www.teaching-learning.utas.edu.au/learning-activities-and-delivery-modes/facilitating-learning-experiences>. O conteúdo do quadro foi traduzido do original, em inglês.

Quando se alega ambiente do tipo Wikipédia, por alguns professores valorizado, não se enfatiza o clube de autores de que é constituído, com compromisso ostensivo de educação científica (KONIECZNY, 2012; LIH, 2009; DEMO, 2011), mas se permanece no ensaio coletivo de contribuições incipientes (BERBEL, 2001), *à la brainstorming* (chutes à-toa). Talvez seguindo a provocação de Finkel – *Ensinando com sua boca fechada* (2000) –, Sutton (2002) sugere 25 modos de “ensinar sem falar”, mas vinculados a “aulas de teoria”. Parece típico o procedimento de Prince (2004): introduzir atividades na aula tradicional e promover o envolvimento do estudante, ou seja: dinamiza-se a aula, não a autoria estudantil.

Diria, então, que o movimento das metodologias ativas, em geral prolífero na esfera privada da educação, detém componente eminente de “má consciência”: sabe-se que o sistema instrucionista é um fracasso, mas não se consegue superar a aula. Tomando o desafio tão árduo da matemática, só aprendemos se **entendemos**. Entender, porém, não surge de aula. Ocorre na mente do estudante, à medida que o conteúdo matemático for reconstruído/elaborado autoralmente. O professor não pode entender pelo estudante, ficção que a aula facilmente suscita, repassando dicas, facilitando, encurtando, reproduzindo etc. Se levarmos em conta que a matemática mais relevante é aquela que capricha nas formalizações, modelagens, abstrações, não faz sentido pretender rebaixar ou eliminar o lado abstrato, como se pudéssemos inventar uma matemática importante não abstrata (RAMIREZ, 2013). É preciso, justamente, “entender” as abstrações matemáticas, que são, em grande medida, o centro do método científico. Os alunos, como regra, mostram, no mundo todo, dificuldade com abstrações em geral e com matemática em particular – talvez uma das razões por que alunos dotados para matemática tendem a ser poucos –, mas precisamos achar um jeito para que os outros – todos, sem exceção – tenham acesso ao lado abstrato da matemática, não sendo justo imaginar que os menos dotados se contentem com “matematiquinha” de quinta categoria (DANTZIG, 2005; ARTSTEIN, 2014; BENJAMIN, 2015). Matemática é, contudo, “ensinada”, não “entendida”. Cuida-se que o professor dê suas aulas ou repasse os conteúdos. Se o aluno aprende, fica descuidado. Esse descaso marca ostensivamente a escola: mesmo sabendo que desde quando começa a série histórica do Ideb matemática nunca evoluiu bem – está em queda no ensino médio e estagnada nos anos finais – não tomamos providências relevantes. Continuamos formando o mesmo licenciado na faculdade e temos sempre a mesma aula na escola (BOWMAN, 2014; PAULOS, 2011; STEWART, 2011).

Podemos nos perguntar: por que professores acham que basta apenas ensinar? Por que a escola gira só em torno de ensino?

Primeiro: recordemos que, no mundo todo, há muita aula, muito mais do que as teorias da aprendizagem suportariam, já que, objetivamente falando, sua relação com aprendizagem é muito frouxa, ou mesmo inexistente (LINN & EYLON, 2011; FINKEL, 2000). Isso se torna mais estranho quando vemos mestres e doutores “dando aula”, pois tiveram experiência própria concreta de que seu mestrado ou doutorado não veio de aula, mas de pesquisa, flagrantemente (BOK, 2007; ARUM & ROKSA, 2011, 2014). Aula é fixação, obsessão docente. Professor “gosta de ensinar”, como é o caso de muita gente que volta à faculdade para “dar aula” (juízes, técnicos, docentes aposentados), pretendendo com isso ficar próxima do estudante, mas tendo seu êxtase num público cativo, condenado a escutar e a reproduzir (DEMO, 2015b – *Adoro ensinar*). Alunos tornam-se *Vítimas de aula* (DEMO, 2017) quando chegam à escola, nada mais. Quase ninguém aprende matemática no ensino médio, mesmo tendo todas as aulas: fantástica vitimização!

Segundo: culpa do professor? Não! Sua formação na faculdade está principalmente na origem dessa desordem, pois durante ela só teve, a rigor, aula, em geral copiada para ser copiada, e lhe foi inculcado forçadamente que sua função na escola é “dar aula”. Aprendizagem nunca foi tema importante, porque, para a faculdade, basta ensino. Sobretudo em faculdades noturnas o acerto é nítido: para aluno trabalhador, cansado, resta aula; não há tempo para estudar, ler, pesquisar, elaborar, coisas para gente mais chique, que pode ter aula durante o dia¹⁰. Ao final, a diferença não é notável: é tudo só aula. Não há teoria que abone essa prática, porque é precisamente má prática.

Terceiro: a graduação, porém, tem tido experiências alternativas pertinentes, como Pibic (programa de bolsa para graduando pesquisar com professor) e, agora, o PBL (*Problem/Project-Based Learning*), iniciado na medicina, mas alaistrado para outras áreas, também para a educação básica (COOPER & MURPHY, 2016), indicando a importância de cuidar da aprendizagem, não do ensino. Assim, a universidade sabe bem o que é aprender, mas, ou reserva para sua cúpula (mestres e doutores), ou ignora na graduação, seguindo sua obsessão clássica de “ensinar”.

A escola já foi envolvida em gafes monstruosas por causa da obsessão com aula. A LDB determinou o aumento o ano letivo para 200 dias – em 1999 tivemos uma das maiores quedas de

¹⁰ Delpit publicou obra *Multiplicação é para gente branca* (2012). Nos Estados Unidos, gente não branca ficaria – metaforicamente – sem multiplicação na escola!

desempenho, sugerindo que aumentar aula é contraproducente. Em 2006, passamos o ensino fundamental de 8 para 9 anos – também contraproducente: anos finais estão estagnados ou em queda. Mas, como a escola não tem compromisso com a aprendizagem, ela mesma tipicamente “não aprende” – continua “dando aula” a todo vapor, a ferro e fogo, inutilmente. É certo que a grande maioria dos professores não saberia o que fazer da vida “sem aula” – iria se sentir totalmente esvaziada, desarvorada. Se aula tivesse alguma importância, no mínimo iríamos exigir que só pode dar aula quem tem produção própria (autoria), como é o acerto no mestrado/doutorado. Isso não é cumprido sistematicamente; no mínimo, aula teria de ser resultado de aprendizagem, não de plágio. Reclamamos do plágio do estudante? É muito pior o plágio docente! Em especial do doutor! Achamos ainda que retirar conteúdo de qualquer lugar (hoje, em especial da web) basta para dar aula.

Se lembrarmos do filme de Chaplin *Tempos modernos*, poderemos correlacioná-lo com a era da aula, do fordismo, da produção cronometrada, uniforme, repetitiva, que hoje nem o capitalismo suporta. Ao contrário, o capitalismo exige produção aberta, sempre renovada, tocada por gente que sabe se autorrenovar, chegando a falar (embora hipocritamente) de “pensamento crítico” (DUARTE, 2001). A escola não chegou ao século XXI, das TICs, da sociedade do conhecimento – por mais que esta denominação seja ambígua, ao confundir-se com o neoliberalismo mais tacanho –, bem como nossas universidades. Ficaram para trás. Encontramos professores que tentam justificar a irrelevância de ser cientista, pesquisador, autor, ecoando mimeticamente a (de)formação na faculdade e abdicando se serem protagonistas dessa sociedade. Oferecem para os estudantes uma escola totalmente atrasada, fora de época, sem sentido. Para que ser cientista? Essa resistência a fazer parte do mundo da ciência apenas desvela a esparrela que a universidade curte: enquanto o bacharelado, pelo menos na ementa, ainda se interessa por pesquisa, a licenciatura essencialmente é para treinar em dar aula. Não se pode correlacionar linearmente (mecanicamente) a atuação docente com o desempenho discente, porque a aprendizagem ocorre na mente do estudante, não na aula, mas certamente existe alguma associação, que, por sinal, é bem negativa. Que matemática esteja em extinção no ensino médio associa-se, em alguma extensão, com o desempenho do licenciado em matemática, não por culpa, mas por má formação universitária e leseira instrucionista. Outros fatores também influem, como condições de trabalho, má remuneração, deficiências do estudante, desinteresse dele e da família, etc. Os resultados indicam que ocorre na escola um péssimo ensino, se a árvore se conhece por seus frutos. Leve-se em conta

que a escola mais marcada por crise pedagógica é a particular, aquela que mais defende ensino, aula, conteudismo, repasse etc.: em 2015, no Ideb, não alcançou a meta em nenhum caso (anos iniciais, finais, ensino médio), nos anos finais está estagnando, e no ensino médio em queda franca.

Ensino também faz parte da vida, quando, por exemplo, dizemos que pais ou prepostos influem nos filhos ou discípulos, numa relação de autoridade, ou autoritarismo, mais propriamente. Precisamos construir limites comportamentais nos filhos, porque filhos sem limites prejudicam, antes de mais nada, a si mesmos (são insuportáveis) e aos outros (que precisam aturar) (TIBA, 2007, 2007a). Essa tarefa em geral é de ensino, em especial quando feita autoritariamente. Mas ficaria melhor se feita com autoridade de mérito, com persuasão, argumento, não a relho, ameaça, gritaria. Esse tempo passou, até mesmo por legislação. O processo de socialização – pelo qual as crianças são moldadas para conviverem segundo regras, normas e valores – pode ser feito com jeito, educação, acolhimento, ou a tapa. Acontece quando o estudante vai para a escola obrigado, a contragosto, desmotivado, o que é mais comum do que o contrário. Acontece quando o adolescente é obrigado a renunciar ao celular, não porque se convence de que não é adequado passar o dia grudado nele, mas por censura, comando direto, ameaça de castigo.

O que mais emerge como decisivo para a vida dos alunos é fazer-se protagonista de sua sociedade, tão marcada pela ciência (sociedade/economia do conhecimento). Não lhes significa nada estarem inseridos no século passado, na fábrica reprodutiva, porque isso não serve nem ao mercado. Primeiro, um dos distintivos maiores na porfia dos países é a produção própria de conhecimento – um punhado produz conhecimento próprio; a grande periferia “dá aula”. Segundo, está entre os maiores desafios do desenvolvimento, atualmente, conseguir que países atrasados, como o Brasil, se deem conta da importância de entrar no clube dos autores de conhecimento, como atesta com veemência Amsden, ao falar da “ascensão do ‘resto’” (2009). Embora em outro contexto, o argumento dessa economista de Harvard é similar ao de Paulo Freire (1997): é preciso “ler a realidade” para poder encará-la de modo transformador. A escola não sabe ler a realidade, flagrantemente. Por isso, persiste no século passado, perdidamente.

É nesse sentido que falamos do desafio de fazer do estudante um **autor, cientista, pesquisador**, implicando essa mesma mudança, principalmente, no professor. A formação acadêmica passou a léguas disso, porque totalmente alienada dos tempos atuais – a universidade está entre as instituições que ainda não chegaram ao século XXI. Embora detenha experiência concreta de que pesquisa é fundamental para aprender (Pibic, PBL na

graduação, ou mestrado e doutorado), a universidade trabalha a graduação da maneira mais medieval possível, como se vê na produção de licenciados extremamente carentes (DEMO, 2017c). Além disso, seus cursos de pós-graduação *lato sensu* já faleceram há muito – vê-se isso na especialização que quase todo professor na escola tem, sem produzir impacto nenhum na aprendizagem do estudante; ao contrário! A universidade sabe bem que, para aprender, uma das estratégias mais bem comprovadas é a pesquisa, porque favorece a autoria do estudante, tanto que exige autoria de seus mestres e doutores, e, para fazer carreira acadêmica condizente, produção própria é fatal. Embora no mundo todo ainda se dê muita aula, as universidades de ponta são todas de “pesquisa” (*à la* Harvard, digamos), onde o que realmente conta é a produção/formação do estudante, coerentemente com a própria formação docente.

Ademais, educadores interessados em educação científica propõem começar no pré-escolar, com 4 anos de idade (LINN & EYLLON, 2011; SLOTTA & LINN, 2009), preocupados em fazer da criança protagonista de sua sociedade na mais tenra idade. Procura-se oferecer-lhe a chance de mexer com experimentação (em especial virtual – daí a plataforma WISE – *Web-based Inquiry Science Environment*), lidar com o método científico, fazer produção própria adequada à sua idade, aprender a pesquisar, experimentar, argumentar e assim por diante, com qualidade formal e política. Fica claro que se pretende trazer o espírito do doutorado para a educação infantil, na dose certa. Quer-se claramente manter, curtir, favorecer a curiosidade infantil, a iniciativa da criança em experimentar as coisas, em perguntar, duvidar, querer saber etc. Na escola isso é vedado, porque o centro de tudo é aula. Rapidamente a criança torna-se “vítima de aula”. E o desalento toma conta dela, considerando a escola uma chatice, a começar pela censura às tecnologias digitais.

Deve-se reconhecer que, mesmo tendo entrado no ar a noção de **educar pela pesquisa**, muitos professores não têm formação suficiente para pesquisar, tornando-se facilmente uma proposta mal posta, reduzida, encolhida ou, até mesmo, fraudada. Como não houve esse cuidado na graduação, urge, em serviço, buscar oportunidades para aprender a pesquisar, porque o estudante precisa dessa chance. A produção estudantil precisa crescer em qualidade científica, sustentadamente, texto após texto, em especial multimodal. Como o estudante não escreve sistematicamente – esse cuidado não existe na escola – os primeiros textos serão ilegíveis. Não importa. Começamos do começo. Esse texto ilegível vai se tornar, lá na frente, um texto de muitas páginas, “científicas”, gradualmente. Exara-se aí um caminho emancipatório, que é a expectativa crucial da “pedagogia da autonomia” (FREIRE, 1997). O estudante que, no fim do ensino médio, produz um texto de 10

páginas com cientificidade acentuada, aprendeu bem, está preparado para enfrentar desafios da sociedade do conhecimento, faz parte dela e é protagonista dela. Temos aqui, naturalmente, outra visão de protagonismo. Não de propostas privatistas que acentuam apenas teteias externas como relacionamentos associativos superficiais, grêmios estudantis, relacionamentos político-sociais etc., que cabem, mas não são emancipatórios. O protagonismo fundamental da sociedade de hoje é ser autor, cientista, pesquisador. Projeto de vida não é fantasia mirim, mas estratégia para se tornar pivô da sociedade do conhecimento.

Resulta disso tudo que é preciso cuidar do professor com afinco sem precedentes, porque é ele que toca qualquer mudança que se queira fazer na escola. Não toca nada sozinho, mas é a peça mais importante. Transformar nossos professores em autores, cientistas, pesquisadores é tarefa indispensável e urgente, para que, sabendo aprender bem, tenham a chance de cuidar da aprendizagem do estudante. Os professores precisam de cursos longos, híbridos, baseados na autoria deles – essa experiência é imprescindível: aprender como autor (DEMO, 2015). É fundamental ter a experiência bem concreta de que aprender não implica aula: implica atividades de aprendizagem que foram extintas na escola, porque foram extintas na faculdade.

Analisando preliminarmente razões por que professores gostam tanto de “ensinar”, não de “aprender” – têm-se por profissionais do ensino; deveriam ser *profissionais da aprendizagem* (DEMO, 2015a). Essa inversão dos valores é produzida pela instituição que mais bem sabe que ensino só faz sentido se virar aprendizagem. A aprendizagem não está no ensino; está na autoria do estudante. Esta é totalmente ignorada na escola, que é, ao final, um espetáculo de submissão. Essa é uma das razões para Foucault ter arrolado a escola na categoria das prisões, sob o mote de *Vigiar e punir* (1977). Hoje, essa percepção aparece de outra forma também: instituição cada vez mais inútil para a vida dos estudantes. Eles apreendem isso no fato de que a escola se evade do mundo digital, censura o celular, proíbe, pune. Naturalmente, os professores não podem simplesmente “soltar” os alunos com seus celulares em sala de aula, porque é um risco tremendo também, mas há que educar para uso responsável (DEMO, 2017d).

Por que professor gosta tanto de aula? Aduzo algumas razões que me parecem argumentáveis.

Primeiro, existe o fascínio por manipular o destino alheio, uma propensão profunda que vem das entranhas da relação autoritária (Freud explica!), como elaboraram alguns próceres da Escola de Frankfurt (ADORNO et al. 1969). Esse fascínio se exacerba quando se trata de controlar as mentes, uma tentação eterna na sociedade autoritária. Hoje temos um arsenal na web de táticas e

truques para controlar a mente dos outros¹¹ que, em geral, busca algum apoio “científico” na psicologia ou em disciplinas correlatas, voltadas para o que Foucault chamava de tecnologia do espírito (TORRANO, 2007)¹². Diria que este é o substrato mais palpável do fascínio pela aula: controlar o que outros pensam, pelo menos em termos psicanalíticos (em especial na argumentação frankfurteana).

Segundo, aula garante, em geral, um público cativo, dócil, obrigado a escutar, porque o professor tem meios para impor a disciplina, usando principalmente avaliação como arma (em particular, para reprovar). Na escola, esse público cativo está em desagregação, porque os estudantes são cada vez mais indóceis, com justa razão. Mesmo assim, é motivo de atração para o professor controlar a docilidade da moçada, em especial quando há pela frente um auditório imenso, como é o caso dos “cursinhos”, um vexame nacional de imbecilização sistemática. Ninguém “aprende”, porque nenhuma atividade de aprendizagem existe; todos decoram, memorizam, engolem. Amém!

Terceiro, vã-glória também é base crucial desse apreço enfermício por aula, porque, ocupando o palco que, em si, é do estudante – ou seja, açambarcando o palco alheio indevidamente – o professor faz seu show, ou pensa que faz, esperando valorizar-se com isso. Muitas vezes ele cai em si que sua profissão é muito desvalorizada – basta ver a infâmia de seu “piso salarial” –, mas compensa-se com essa vã-glória: considera-se parte crucial da vida do estudante, acorrentado à aula. Essa ideia está na origem de alguns figurões que querem dar aula, em geral alardeando que gostariam de colaborar com a educação, estar próximo de jovens que os fazem voltar a estudar, mas a motivação mais palpável é bem outra: bravatear que é “professor”, postulando uma ascendência que a própria sociedade não reconhece. Não precisa ser negativo que um procurador, cansado ou aposentado de sua lida judicial, aprecie, de noite, “dar aula”, desde que ele esteja à altura das necessidades de formação dos estudantes, ou seja, que tenha estatura de autor, cientista, pesquisador. Sua experiência judicial não basta.

Quarto, temos o peso da tradição, em geral aludido como razão para dar aula: sempre foi assim, sempre funcionou assim. Precisamos desconstruir essa alegação. Uma coisa é constatar que a escola sempre girou em torno de aula; outra é se deu certo. Nunca deu certo! Vamos lembrar: a LDB determinou o aumento do ano letivo para 200 dias – inutilmente; em 2006, passamos o

¹¹ <https://www.youtube.com/watch?v=0-zYnfR0ELw>.

¹² https://www.google.com.br/search?q=tecnologia+do+esp%C3%ADrito+foucault&tbm=isch&tbo=u&source=niv&sa=X&ved=0ahUKEwj0_seE_dbXAhXChpAKHTL5DoIQsAQIMA&biw=1225&bih=1191.

ensino fundamental de 8 para 9 anos – inutilmente. A escola, na qual cada vez mais estudantes não aprendem nada, é abarrotada de aula, prova e repasse. Isso temos em superabundância. Não temos aprendizagem. Não faz sentido investir em aula; é preciso investir em aprendizagem. A tradição da aula é como a do patriarcalismo: é arraigada, mas é inaproveitável.

Quinto, temos também o chão tão comum do comodismo docente e discente. Professores e alunos preferem aula, aqueles bem mais, estes bem menos, mas ainda há um conluio comum em favor da mediocridade da escola, porque a produção da mediocridade é sempre muito mais fácil. Muitos professores e estudantes não querem pesquisar, porque “dá trabalho”. Certamente, não é viável cuidar da autoria do estudante sem mais trabalho. Copiar uma aula na web e repassar como porta-voz é bem mais fácil. É o que temos hoje como prato feito escolar. A essa dupla (professor/aluno) podemos acrescentar os pais: consideram, porque foram assim manipulados, que aula é o centro da escola. Não exigem atividades de aprendizagem; exigem aula. No todo, o atavismo – tomado aqui como dedicação a velharias tradicionais – pode ser visto como razão maior do apego à aula.

Isso coloca a escola entre as entidades mais resistentes à mudança neste século, junto com religiões. Sua sina parece ser resistir, como se fosse questão de fé. A escola não é conhecida pela capacidade de autorrenovação, como indica a dinâmica rebelde, convulsionada, criativa do conhecimento, mas pela fé na aula. Escola é igreja velha. Essa condição prende a escola a propostas dúbias ou equivocadas, como metodologias ativas, uso da mídia digital para enfeitar a aula, confusão primária de ensino e aprendizagem, aula invertida e outros modismos que acabam ressuscitando o principal amuleto docente: aula.

Para ilustrar ainda mais claramente a dubiedade das propostas de “aprendizagem ativa”, reconstruo uma espécie de “tratado” sobre *Active learning and teaching methodologies* (2015), em que se misturam posicionamentos muito apropriados com outros totalmente antiquados. Os estudantes se envolvem diretamente no processo de aprendizagem, em todos os estágios de planejamento, execução e avaliação. Citam-se como “benefícios”: i) foco no aprendiz e na aprendizagem; ii) retenção da informação; iii) habilidades de comunicação; iv) habilidades de pensamento de nível mais elevado; v) trabalho em equipe; vi) motivação; vii) novos recursos de aprendizagem; viii) variedade de estilos de aprendizagem. Embora retenção sempre seja parte crucial da aprendizagem, recebe acento excessivo, no segundo lugar da lista. Nas “estratégias” constam: i) estudantes se envolvem na definição dos objetivos; ii) atividades são centradas em

problematização e puxadas pelos estudantes; iii) ensino é desenvolvimentista, não diretivo; iv) professor faz menos de 50% da fala e não mais que 75% de tomada de decisão; v) *feedback* positivo do professor e do estudante. Num lado, põe-se ênfase exagerada na iniciativa estudantil, mas, no outro, o lastro decisório do professor seria de 75%! Sem falar que essa métrica (50% da fala e 75% das decisões no/do professor) é mal-arrumada – não se trata de fazer o professor recuar, mas de indicar seu lugar próprio de mediador e, nisso, insubstituível.

Cita-se o provérbio chinês bem conhecido: *ouço e esqueço; vejo e lembro; faço e entendo*. Sugere-se hierarquia da capacidade de aprender, começando por **ouvir**, vinculado a esquecimento rápido; segue-se **ver**, mais próximo da habilidade de lembrar; por fim, **fazer**, consentâneo com entender. Com todo respeito a provérbios milenares, a ideia subjacente é apenas metafórica, para alegar que entender exige muito mais que apenas ouvir e ver, implicando fazer. O lado prático da aprendizagem, contudo, não se reduz a praticidades que, sem reconstrução (teorização) permanente facilmente descamba para meras reproduções. Alega-se, então, a “pirâmide da aprendizagem”, com respectivas “taxas médias de retenção”, em geral questionadas pelos expertos mais qualificados, que organizamos na figura abaixo:

Atividades	% média de retenção
Aula	5
Leitura	10
Audiovisual	20
Demonstração	30
Grupo de discussão	50
Prática	75
Ensinar aos outros/uso imediato da aprendizagem	90

Primeiro, não é pirâmide da aprendizagem, mas da “retenção”! Segundo, algumas atividades parecem bem sopesadas, como a aula, com meros 5% de retenção, mas outras causam incômodo como “ensinar aos outros/uso imediato da aprendizagem”, com 90% de taxa média de retenção, tanto porque a categoria está embaralhada (valorização excessiva do ensino – a pirâmide não é de ensino, mas de aprendizagem), quanto porque falta o apelo à profundidade do processo de autoria do aprendiz. “Leitura” poderia ter lugar mais elevado. “Prática” tem um tom muito simplificado, porque parece esquivar-se da elaboração teórica, também crucial para a aprendizagem. Sem “reflexão”, prática pode ser enfadonhamente repetitiva, assim como teorização sem prática pode reduzir-se ao mundo da lua. Seja como for, qualquer pirâmide da aprendizagem é uma construção

que vale o quanto pesa e depende sumamente de como se define aprendizagem, que, mesmo sempre tendo muito a ver com retenção, não tem a esta como razão de ser.

É nesse sentido que metodologias ativas tendem fortemente a serem camuflagens do ensino com má consciência.

2. Aprendizagem ativa com enfoque menos dúbio

Reconstruo um texto da Wikipédia (2017) sobre “aprendizagem ativa”¹³, primeiro, porque tem elaboração mais notável, permanece em ambiente de constante atualização (ou reedição) e, segundo, porque está ao alcance digital de qualquer interessado na discussão. Não é “o melhor texto”, mas tem suficiente teorização, embora também resvale, cá e lá, em saudosismos instrucionistas. A definição inicial de aprendizagem ativa é aguada, para dizer o mínimo: *forma de aprender na qual o ensino busca envolver os estudantes no processo de aprender mais diretamente do que em outros métodos*. Atividade como “passividade menor” é uma definição primária, desvelando que, mesmo na Wikipédia, a dubiedade perdura. O termo “aprendizagem ativa” foi cunhado por Revans (1982, 2011). Bonwell & Eison (1991) sugerem que estudantes, na aprendizagem ativa, participam do processo superando a passividade da mera escuta (WELTMAN, 2007, p. 7). Estudantes precisam ler, escrever, discutir ou engajar-se em resolver problemas – estão em jogo conhecimento, habilidades e atitudes – dentro dos “objetivos do processo de aprendizagem” (BLOOM, 1956). Em especial, estudantes precisam envolver-se com tarefas de ordem mais elevada do pensamento, como análise, síntese e avaliação (RENKL et al., 2002). “Aprendizagem ativa envolve os estudantes em dois aspectos – fazer coisas e pensar sobre as coisas que estão sendo feitas”. Essa formulação é sensivelmente mais elaborada porque conjuga adequadamente teoria e prática, análise abstrata e aplicação. Se um dos objetivos da aprendizagem for “ler a realidade”, para usar essa expressão freireana, torna-se claro que a escola não pode ler pelo aluno via aula, mas precisa saber mediar a formação da autoria do estudante, não sumindo da cena, mas ocupando seu devido lugar de mediador.

¹³ https://en.wikipedia.org/wiki/Active_learning. Os trechos em itálico correspondem a traduções livres do conteúdo da página, em inglês no original.

Não é, porém, esclarecedor sugerir que aprendizagem ativa é o oposto da passiva, mas já indica pretensão interessante quando está centrada no aprendiz, não no professor, pois exige mais do que só escutar – participação é crucial: estudantes devem fazer coisas e refletir sobre essa fazeção, para ser viável chegar ao pensamento de ordem mais elevada, aquele que interfere na realidade, modelando-a abstratamente, ou a modela interferindo de modo prático (LAURILLARD, 2007; DEMO, 2017b). Colocam-se desafios de intensa participação e motivação intrínseca, para ser possível sair da zona de conforto (BEAN, 2011). Barnes (1989) e Kyriacou (2006) sugeriram princípios da aprendizagem ativa: i) *propositiva: relevância da tarefa para as preocupações do estudante*; ii) *reflexiva: reflexão do estudante sobre o significado do que se aprende*; iii) *negociada: negociação dos objetivos e métodos de aprendizagem entre estudantes e professores*; iv) *crítica: estudantes apreciam modos e meios diferentes de aprender o conteúdo*; v) *complexa: estudantes comparam tarefas de aprendizagem com complexidades existentes na vida real e fazem análise reflexiva*; vi) *movida pela situação: a necessidade da situação é considerada para estabelecer as tarefas de aprendizagem*; vii) *compromissada: tarefas da vida real são refletidas nas atividades conduzidas para aprender*.

Qualquer categorização como essa é incompleta, também porque a aprendizagem é dinâmica extraordinariamente complexa (DEMO, 2002) para poder ser aprisionada em algumas caixinhas. Mas é bem mais urdida que outras, buscando atingir graus de intensidade da construção autoral, não apenas extensões da retenção. Aprendizagem ativa requer ambientes apropriados de aprendizagem via implementação de estratégias corretas. São características desse ambiente (GRABINGER & DUNLAP, 1995; PANITZ, 1999): i) *alinha-se com estratégias construtivistas, superando filosofias tradicionais*; ii) *promove aprendizagem baseada em pesquisa e contém conteúdo autêntico escolar*; iii) *instiga habilidades de liderança dos estudantes via atividades de autodesenvolvimento*; iv) *cria atmosfera adequada para aprendizagem colaborativa para construir comunidades bem-informadas de aprendizagem*; v) *cultiva ambiente dinâmico via aprendizagem interdisciplinar e gera atividades de alto perfil para melhor experiência de aprendizagem*; vi) *integra conhecimento prévio com novo para armar estrutura farta de conhecimento entre estudantes*; vii) *performance com base em tarefa, dando aos estudantes senso realista de prática dos conteúdos aprendidos em aula*.

Nessa versão aparece o alinhamento ao construtivismo, que não é necessário, talvez nem prudente. Não cabe creditar a um conjunto de teorias (construtivistas) tamanha honra, porque toda

teoria é importante e incompleta, naturalmente. São tipicamente instrumentais, não fatais, cabendo à autonomia docente preferir este ou aquele aporte teórico, desde que os estudantes aprendam adequadamente. O alinhamento a certas teorias desvela tendencialmente pontos fracos, em que, à falta da autoridade do argumento, cede-se à ao argumento de autoridade. É, porém, comum indicar o pano de fundo “construtivista” (ANTHONY, 1996; RUSBULT, 2007), que fica menos alinhado quando se juntam outros elementos, como o cognitivo, metacognitivo, evolutivo e afetivo. Lembra-se que não existem resultados imediatos na construção do conhecimento, já que se trata de um processo intenso acima de tudo, não apenas extenso (por exemplo, memorizar conteúdo). O texto, contudo, se enreda em escorregadela incrível, ao falar de “absorção de conhecimento”, logo derrubando as pretensões construtivistas. A aprendizagem depende, naturalmente, do conhecimento prévio (AUSUBEL, 1963), da descoberta (BRUNER, 1961) e da construção social (BANDURA, 1963; VYGOTSKY 1989; 1989a).

Bonwell & Eison (1991) sugerem trabalho colaborativo, discussão de materiais, enquanto se assumem papéis, debatem-se estudos de caso, toma-se parte em aprendizagem cooperativa ou produção de pequenos exercícios escritos etc. E logo aponta-se para a pergunta sem sentido: *durante a instrução, onde entraria aprendizagem ativa?* O próprio termo “instrução” poderia/deveria ser questionado, porque reverbera ensino instrucionista (treinamento, por exemplo), mas o pior é que a pergunta deixa escapar que a dimensão ativa é algo superposto ao paradigma passivo. Escutar aula submissamente é a regra. Por isso, vários estudos sugerem que pode ter resultado importante introduzir aprendizagem ativa antes das aulas (simulações, jogos, contraste de casos, laboratórios etc.), resultando em aprendizagem mais profunda, entendimento e transferência (BRANT et al., 1991; SCHWARTZ & BRANSFORD, 1998; KAPUR & BIELACZYK, 2011; KAPUR, 2010, 2008, 2012; KAPUR & BIELACZYK, 2012; WESTERMANN & RUMMEL, 2012). Mas é nítido passo em falso, porque aprendizagem ativa comparece como acólito da aula. No entanto, também se reconhece que “em ambiente de aprendizagem ativa aprendizes estão imersos em experiências dentro das quais se envolvem em pesquisa para produzir sentido, ação, imaginação, invenção, interação, montando hipóteses e refletindo pessoalmente” (CRANTON, 2012). Exemplos de “aprendizagem ativa” apresentados são¹⁴:

¹⁴ As práticas apresentadas foram descritas a partir do original, em inglês, da Wikipedia.

a) *Discussão em sala de aula, pessoalmente ou online*: pode ser feita com qualquer número de alunos, mas é preferível em grupo menor – pensar criticamente sobre o conteúdo e usar lógica para avaliar seus posicionamentos; discutir construtiva e inteligentemente (McKEACHIE & SVINICKI, 2006). A discussão pode explorar diversidade de perspectivas, aumenta a agilidade intelectual, mostra respeito pelas vozes e experiências estudantis, desenvolve o hábito de aprendizagem colaborativa, ajuda os estudantes a desenvolverem habilidade de síntese e integração (BROOKFIELD, 2005). Ainda, tendo o professor se engajado com os estudantes, faculta que eles cheguem mais bem preparados e alertas para o que vai acontecer em sala (WEIMER, 2011)¹⁵.

Comentário: discussão com “qualquer número de alunos” não é realista; se quisermos a participação ativa de todos, o grupo deve ser pequeno, com padrões de organização (por exemplo, escolher um líder e um escriba, que coloca por escrito a parte essencial). O erro mais comum, porém, é não preparar a discussão, entrando nela sem contribuição relevante, elaborada por escrito. Sempre é o caso lembrar que estamos no contexto da educação científica, ou seja, a discussão se dá pela autoridade do argumento elaborado, não do argumento de autoridade. Chutar, conversar animadamente, comunicar qualquer coisa nunca é o caso.

b) *Pensar com pares e partilhar*: aprendizes tomam um minuto para ponderar a aula anterior, e logo discutem com um dos pares, partilhando com a turma como parte da discussão formal. É durante esta discussão formal que o instrutor deveria clarificar equívocos, embora estudantes necessitem background da matéria para conversar de modo significativo. Preparação é chave. Permite que tímidos/retraídos também falem. Permite que o professor observe a cada um e perceba se houve entendimento (ROBERTSON, 2006). Não é aconselhável com turma grande (BONWELL & EISON, 1991). Faculta organizar conteúdo e rastrear os estudantes no ponto em

¹⁵ *Participação é uma das estratégias instrucionais (sic) tipo cavalo de batalha – fácil de usar, direta e reta, esperada e muitas vezes bem exitosa em cumprir objetivos de aprendizagem. É bom lembrarmos de seus usos muito diversos, especialmente nesses dias em que conseguir que estudantes participem é como tirar água da pedra. 1. Participação agrega interesse. 2. Participação envolve os estudantes. 3. Participação provê feedback ao professor. 4. Participação provê feedback aos estudantes. 5. Participação pode ser usada para promover preparação. 6. Participação pode ser usada para controlar o que ocorre em sala. 7. Participação pode ser usada para balancear quem está contribuindo em sala e quanto. 8. Participação encoraja o diálogo entre estudantes. 9. Participação pode ser usada para desenvolver importantes habilidades de fala. 10. Participação dá aos estudantes a oportunidade de prática usando a linguagem da disciplina.*

(<https://www.facultyfocus.com/articles/teaching-and-learning/10-benefits-of-getting-students-to-participate-in-classroom-discussions/>). Citação traduzida do original, em inglês).

que se encontram na matéria; poupa tempo, podendo-se avançar para outros tópicos, auxilia a tornar a turma mais interativa, provê oportunidades de interação entre si (RADHAKRISHNA et al., 2012).

Comentário: esse item está mais bem-posto, acentuando a preparação; valoriza, ainda, outra postura avaliativa, direcionada para a participação dos estudantes, que ficaria extremamente mais realista se fosse elaborada por escrito ou ancorada em produções multimodais – a melhor forma de avaliar é avaliar o que o estudante produz.

c) *Célula de aprendizagem*: modo efetivo para dupla de estudantes estudar junto; foi desenvolvida por Goldschmidt, da *Swiss Federal Institute of Technology*, em Lausanne (1971): dois estudantes se alternam, perguntando e respondendo questões sobre materiais comumente lidos. Para preparar a tarefa, estudantes leem e escrevem questões que levantam na leitura; na próxima aula, o professor aleatoriamente junta estudantes aos pares. O processo começa designando um que pergunta primeiro; uma vez discutida a questão juntos, o outro estudante põe sua questão. Durante esse tempo, o professor perambula pelos grupos dando *feedback* e respondendo a questões; o método chama-se também “díade estudantil”.

Comentário: proposta interessante que leva os estudantes a se envolverem argumentativa e colaborativamente com os conteúdos, embora a tentação de “responder a questões” devesse ser evitada (lembremos do aforismo piagetiano: sempre que respondemos a questões dos estudantes, impedimos que aprendam). De novo, boa preparação com produção própria é crucial.

d) *Pequeno exercício escrito*: muito usado como “texto de um minuto” – seria uma boa maneira de revisar materiais e prover *feedback* – na prática, usam-se 10 minutos, se quisermos elaboração de texto.

Comentário: a ideia tem muito valor pedagógico, mas, em sua formulação primeira, trai enorme contiguidade com práticas instrucionistas encurtadas, facilitadas, farsantes; elaborar por escrito – deveria também incluir texto multimodal – pode ser expediente importante do exercício autoral, desde que faça jus à qualidade produtiva argumentada, fundamentada, crítica autocrítica; sobretudo, essa prática indicaria, de imediato, que não se pode continuar no formato dos 50 minutos de aula, um tempo no qual nada de importante se pode fazer na escola, a não ser “transmitir” conteúdo de modo instrucionista.

e) *Grupo colaborativo de aprendizagem*: bom método para aprender material diferente para aulas diferentes – atribuem-se a estudantes organizados em grupos (com um líder e um escriba) tarefas para fazerem juntos: pode ser responder a uma questão para apresentar à turma em seguida. Bom exemplo de aprendizagem ativa porque leva os estudantes a revisarem o trabalho antes de participar (McKINNEY, 2010). Para criar participação e sacar o que cada um sabe, os arranjos em sala precisam ser flexíveis e resultar em grupos pequenos (BENS, 2005).

Comentário: a proposta contém praticamente todos os cuidados cruciais para fazer da aprendizagem colaborativa a forma preferida, pedagogicamente, de aprendizagem (DEMO, 2015). Para evitar “aproveitadores”, que são a praga do “bem comum”¹⁶, cumpre tomar providências, como exigir produção individualizada antes de o grupo funcionar, indicação de um coordenador que regule a participação equilibrada de todos e de um escriba que ponha por escrito os resultados fundamentais da produção coletiva. Ou seja, o grupo precisa constituir-se em torno da produção realmente coletiva, somando as partes de cada membro. Os grupos devem ser pequenos (de 3 a 5 membros), embora se possa optar por grupos maiores, se houver a intenção de exercitar produção coletiva de qualidade com mais gente implicada, tornando o desafio muito mais árduo.

f) *Debate estudantil*: dá a chance de posicionar-se e juntar informação para apoiar sua visão e explicar a outrem; pode ser divertido e ajuda a qualificar a expressão verbal (McKINNEY, 2011).

Comentário: ideia pertinente, desde que devidamente preparada e organizada, para evitar o ambiente de “abobrinhas”; a melhor forma de preparação é a elaborada por escrito, podendo haver outras importantes, como leitura prévia assídua, uso de vídeos e áudios, consulta a textos digitais ou impressos etc.; o desafio de explicar a outrem pode ser valorizado porque implica bom entendimento do assunto por parte de quem explica.

g) *Reação a um vídeo*: muitos gostam de vídeo, sendo modo alternativo de apresentação; tentar oferecer algumas questões antes de mostrar o vídeo, para direcionar a atenção; depois de verem, dividir em grupos ou pares para discutir o que aprenderam e escrever revisão ou reação (McKINNEY, 2011).

¹⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Free-rider_problem.

Comentário: ver um vídeo pode ser pertinente, mas a tentação instrucionista pode estragar a chance, razão pela qual é importante transformar o que se viu em material analítico elaborado; como hoje é fácil fazer vídeo (no celular, por exemplo), a melhor sugestão sempre será fazer vídeo próprio em reação ao que foi visto.

h) *Discussão em grupo pequeno:* permite que os estudantes se expressem em sala. Fica melhor em grupos pequenos do que durante a aula com todos. Pode-se turbinar o método via competição, jogo, compromisso – “estatísticas mostram que discussões em grupo pequeno são mais benéficas para estudantes do que discussões em grupos maiores, quando se trata de todos participarem, expressarem os pensamentos, entenderem as questões, aplicarem soluções e conhecimento em geral” (HAMANN et al., 2012).

Comentário: embora seja ideia adequada, aparece no contexto da aula, de certa forma para dinamizar a aula, não tanto a aprendizagem como tal; o melhor posicionamento seria não agregar à aula discussão em grupo, mas fazer esta ao invés daquela, sempre com devida preparação e organização.

i) *Jogo em aula:* “considerado modo energético de aprender porque não só ajuda aos estudantes a reverem o material do curso antes de um exame grande, mas também a gostar de aprender sobre um tópico. Jogos diferentes como *Jeopardy!* e palavras cruzadas parecem manter a mente dos estudantes focada” (McKINNEY, 2011).

Comentário: alguns consideram videogame ou similar como o melhor ambiente de aprendizagem disponível, por conta da oportunidade de motivação intrínseca eminente e de desenvolvimento da autoria/autonomia (GEE, 2003, 2007; PRENSKY, 2010), o que certamente vai muito além da proposta instrucionista de “rever o material do curso antes de um exame grande”; não basta manter a mente focada, cumpre tornar-se autor; ligar jogo à aula propende, ainda, a degradar o jogo como enfeite da aula.

j) *Aprender a ensinar:* estudantes designados para ensinar em geral se preparam bem, para não fazerem feio – isso ajuda os estudantes a aprenderem seu tópico ainda melhor e por vezes aprendem e se comunicam melhor com seus pares do que com os professores.

Comentário: o lado saudosista da ideia é vincular ao ensino, ainda que alunos que ensinam possam aproveitar a oportunidade de se prepararem bem; ao invés de fazer a transição para um sistema de aprendizagem, arranja-se um jeito de salvar o sistema de ensino.

k) *Passeio na galeria*: também é exemplo de aprendizagem ativa no qual estudantes em grupo se movimentam durante a aula ou workshop ativamente, envolvendo-se em discussões e contribuindo para outros grupos e finalmente construindo conhecimento sobre um tópico e partilhando.

Comentário: de novo, cuida-se de movimentar a aula, não de abraçar a chance de aprender autoralmente, possivelmente superando a aula.

O texto da Wikipédia valoriza, naturalmente, o uso da tecnologia, pois pode melhorar a atmosfera da sala de aula, levando os estudantes a se engajarem no processo, usando filmes e jogos para que a experiência se torne mais efetiva. Fundamentos são: i) *flow* (fluxo): para melhorar o foco, envolvimento, empenho (CSIKSZENTMIHALYI, 1991, 2014); ii) *estilos de aprendizagem*: é o nome dado à capacidade de cada um de aprender por si, conforme seu potencial – de todos os tipos (visuais, cinéticos, cognitivos, afetivos); iii) *lócus do controle*: alguns se acham capazes de forte controle interno e cuidam de seus recursos; outros atribuem a forças externas em geral não controláveis; importância do autocontrole; iv) *motivação intrínseca*: a que realmente conta (PINK, 2009). A questão mais fundamental seria sair do ambiente de sala de aula, da prisão totalmente artificial dos 50 minutos de transmissão de conteúdo, usando tecnologias digitais para turbinar oportunidades de autoria dos estudantes, individual e/ou coletiva. No entanto, como se vê, busca-se *melhorar a atmosfera da sala de aula*! Como exemplo, cita-se *Technology-enhanced active learning* (TEAL)¹⁷, empurrado pelo MIT, questionando salas de aula (aulas grandes têm o mesmo destino do quadro negro¹⁸. Nota-se que a iniciativa está na direção certa, mas a Wikipédia tem apenas um *stub* (esboço preliminar) sobre o assunto do bom uso da tecnologia¹⁹. É inestimável a potencialidade autoral das tecnologias, mas a tentação instrucionista persiste avassaladora e subserviente à aula.

Maneja-se alguma evidência empírica em favor da aprendizagem ativa:

¹⁷ <http://web.mit.edu/edtech/casestudies/teal.html>.

¹⁸ http://www.nytimes.com/2009/01/13/us/13physics.html?_r=1.

¹⁹ https://en.wikipedia.org/wiki/Technology-enhanced_active_learning.

Meta-análise de 225 estudos comparando aula tradicional à aprendizagem ativa em cursos universitários de matemática, ciência e engenharia descobriu que aprendizagem ativa reduz de 32% para 21% o índice de fracasso e aumenta a performance do estudante nas avaliações e inventários conceituais do curso por 0,47 de desvio padrão. Tendo em vista que os achados foram tão robustos com respeito à metodologia do estudo, extensão dos controles e conteúdo, a publicação da National Academy of Science sugere que poderia ser antiético continuar a usar a abordagem da aula tradicional como grupo de controle para tais estudos. Os efeitos mais positivos foram vistos em turmas menores que 50 e entre estudantes sub-representados em campos de STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) (FREEMAN et al., 2014).

Hake (1998) revisou dados de mais de 6 mil estudantes de física em 62 cursos de introdução à física e achou que estudantes em salas que utilizavam aprendizagem ativa e técnicas de envolvimento interativo melhoraram em 25 pontos de porcentagem, realizando ganho médio de 48% em teste padrão de conhecimento conceitual de física – o Force Concept Inventory – comparado com um ganho de 23% para estudantes em cursos tradicionais, baseados em aula.

Hoellwarth & Moelter (2011) mostraram que quando instrutores mudam suas aulas de física da instrução tradicional para aprendizagem ativa, a aprendizagem estudantil melhora em 38 pontos de porcentagem, de cerca de 12% para 50%, medida por Force Concept Inventory (agora o padrão de medida da aprendizagem nos cursos de física).

Parece muito incisiva a constatação dos bons resultados, ainda que sua vinculação com testes padronizados possa subjugar a iniciativa a efeitos instrucionistas. O melhor resultado, ainda que muito difícil de construir metodologicamente, seria o aprimoramento da autoria do estudante, observado não em testes, propriamente, mas na produção própria alentada.

Prince (2004) considera que há suporte grande, mas desigual, para elementos centrais da aprendizagem colaborativa, cooperativa e baseada em problematização em engenharia. Michael (2006), revisando a aplicabilidade da aprendizagem ativa na educação em fisiologia, achou corpo crescente de pesquisas em comunidades específicas científicas de ensino (sic) que apoiam e validam novas abordagens ao ensino adotadas.

Em relatório de 2012, intitulado Engage to excel, o Council of Advisors on Science and Technology dos Estados Unidos descreveu o quanto métodos aprimorados de ensino, incluindo envolver estudantes em aprendizagem ativa, vai aumentar a retenção do estudante e performance melhorada em cursos de STEM. Um estudo descrito no relatório verificou que estudantes em

curso de aula tradicional tendiam duas vezes mais a abandonar o curso e três vezes a evadir da faculdade, comparados com aqueles que usam técnicas de aprendizagem ativa. Em outro estudo citado, estudantes em curso de Física que usavam métodos de aprendizagem ativa aprenderam duas vezes mais que os da aula tradicional, medidos por resultados de teste (KARAHOCOA et al., 2010; YU et al., 2009).

O texto da Wikipédia é bem mais elucidativo e coerente, muito embora esteja atrelado, fartamente, a melhorar ensino, nem sempre aprendizagem. E isso aparece no agarramento a resultados de testes, em geral propensos a apanhar bem mais domínio de conteúdo do que capacidade autoral. Isso indicaria que aprendizagem ativa entrou no ar, mas ainda é refém do instrucionismo. Tomando outro texto da Wikipédia, agora sobre **aprendizagem por ação**²⁰, percebe-se que seu foco volta-se para resolver problemas reais, implicando tomar ação e refletir sobre os resultados, o que auxilia no processo de solução de problemas. Inclui: i) *problema real, que seja importante, decisivo e usualmente complexo*; ii) *grupo diversificado de solucionadores de problemas*; iii) *processo que promove curiosidade, pesquisa e reflexão*; iv) *exigência de que a fala seja convertida em ação e, em última instância, numa solução*; v) *compromisso com aprendizagem*.

Em muitas, mas não em todas as formas de aprendizagem por ação, um coach (orientador) é incluído, responsável por promover e facilitar aprendizagem, bem como encorajar a aprender por autogestão. Em acréscimo, a aprendizagem adquirida pelo trabalho sobre problemas complexos, decisivos e urgentes, que não possuem soluções correntemente aceitáveis, pode ser aplicada por indivíduos, grupos e organizações a outras soluções. A teoria da aprendizagem por ação e a posição epistemológica foram desenvolvidas originalmente por Revans (198), que aplicou o método para apoiar desenvolvimento organizacional e empresarial, solução de problemas e melhoria.

Ela demonstrou sua efetividade em desenvolver liderança e habilidades de solução de problemas (LEONARD & FREEDMAN, 2013; MARQUARDT, 1999, 2004, 2011; MARQUARDT & YEO, 2012), razão pela qual tem sido usada intensivamente em programas de desenvolvimento de liderança. Como problemas complexos exigem muitas habilidades, membros individuais de times podem desenvolver agenda customizada de aprendizagem para si mesmos.

²⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Action_learning#cite_note-2.

Essa estratégia é bem diferente do currículo *one size fits all* (o mesmo tamanho para todos), característico de muitos programas de treinamento e desenvolvimento. O uso do termo “treinamento” não é adequado, pois conflita com desenvolvimento, mas esse ato falho é comum quando se usa *coach* como referência, entre nós em geral traduzido como “treinador” (de futebol, por exemplo). Mesmo assim, a pegada é interessante, porque insiste no protagonismo autoral do aprendiz.

Nesse contexto, surgiu a fórmula de Revans: *ele aproveitou sua experiência como professor de física na Universidade de Cambridge, em encontros com grupo talentoso de cientistas (alguns receberam prêmio Nobel), e notou a importância de cada cientista descrever sua própria ignorância, partilhar experiências e refletir juntos para aprender* (TREHAN & PEDLER, 2011). *Usou tais experiências para desenvolver o método nos anos 1940, enquanto trabalhou para a Coal Board (Comissão do Carvão) no Reino Unido. Incitou gestores a se encontrarem em grupos pequenos, para partilharem suas experiências e colocaram-se reciprocamente questões sobre o que viam e ouviam. A abordagem aumentou a produtividade por mais de 30%. Sua fórmula: $L = P + Q$ (L para learning; P para programming; Q para questioning, para criar insights no que as pessoas veem, ouvem ou sentem). A fórmula foi estendida depois para $L = P + Q + R$ (R para reflection) (MARQUARDT et al., 2009). Elevou-se com isso a exigência de teorização aprofundada (WADDILL & MARQUARDT, 2003; WADDILL, 2004).*

Uma das ramificações da aprendizagem por ação é *Action Reflection Learning* – ARL (de origem sueca – Mil Model, do Mil Institute). Outra é WIAL (*World Institute for Action Learning*), puxado por Marquardt e colegas. Algumas diferenças: i) *o papel de orientador de projeto do grupo (learning coach), que Revans não via como importante*; ii) *uso de projetos de equipe, não desafios individuais*; iii) *duração das sessões, mais flexível em designs de ARL*.

O modelo WIAL incorpora seis elementos: i) *problema ou desafio*; ii) *grupo de 4 a 8 membros*; iii) *pesquisa reflexiva*; iv) *desenvolvimento e implementação de estratégias e ações*; v) *aprendizagem individual, grupal e organizacional*; vi) *coach de aprendizagem por ação*.

Alguns passaram a valorizar a “desaprendizagem” estratégica como requisito para aprender mais profundamente, à medida que se sabe aproveitar da desestruturação mental que toda aprendizagem mais exigente implica. *Kramer (2008, 2007a, 2007b) foi pioneiro em usar aprendizagem por ação para oficiais do governo americano e para a European Commission, em Bruxelas e Luxemburgo; levou também para cientistas na European Environment Agency, em*

Copenhague, e aos oficiais do governo estoniano do State Chancelary (gabinete do primeiro-ministro) em Tallin. Promove-se reflexão sobre o que se está fazendo, sobre as ações que podem ser melhoradas. É consistente com a psicologia positiva (SELIGMAN & CSIKSZENTMIHALYI, 2000) e a pesquisa crítica (COOPERRIDER & WHITNEY, 2001), voltada para curtir os lados fortes e desafios da vida. Kramer aproveitou intensamente a noção de Rank (1932-1989), da experiência de desaprendizagem, no sentido terapêutico. A relação terapêutica permite que o paciente i) aprenda mais modos criativos de pensar, sentir e ser aqui e agora; ii) desaprenda modos autodestrutivos de pensar, sentir e ser aqui e agora. Padrões de autodestruição (neuroses) representam falha de criatividade, e não, como queria Freud, regressão da sexualidade.

*Na aprendizagem por ação, membros do grupo podem “abandonar o quadro da ideologia prevalente”, como dizia Rank (1932-1989, p. 70), refletir nos pressupostos e crenças e reconstruir as escolhas. O processo de abandonar o quadro, superando uma forma de saber – a ideologia prevalente – é análogo ao trabalho do artista quando luta para gerar modos novos de ver o mundo, perspectivas que lhe permitam ver aspectos do mundo que ninguém, nem ele mesmo, viu algum dia antes. Os artistas mais criativos, como Rembrandt, Michelangelo e Leonardo, sabiam como se distanciar até mesmo de seus maiores sucessos, e aí está a grandeza – reinventar-se sem fim, implicando, pois, **desaprender**. Desaprender acarreta afastar-se do autoconceito, da conformidade, da repetição de si mesmo.*

Diz ainda o verbete da Wikipédia:

Desafio contínuo da aprendizagem por ação tem sido tomar ação produtiva, bem como tomar o tempo necessário para captar a aprendizagem que resulta de refletir sobre os resultados de tomar a ação. Usualmente, a urgência do problema ou tarefa decresce ou elimina o tempo reflexivo necessário para aprender. Como consequência, mais e mais organizações reconheceram a importância decisiva de um coach de aprendizagem por ação ou facilitador no processo, alguém que tem autoridade e responsabilidade de criar tempo e espaço para o grupo aprender no nível individual, grupal e organizacional.

Há controvérsia, todavia, sobre a necessidade de um coach. Revans era cético, contra todas as abordagens intervencionistas. Equipes puramente autogeridas também apresentam problemas. Ao final, contudo, existe nisso um rol de ideias interessantes, com realce para a capacidade de, incessantemente, se reinventar, apelando-se até mesmo para a **desaprendizagem**.

3. Aprender por pesquisa

Há décadas venho trabalhando a teoria e a prática do **educar pela pesquisa** (DEMO, 1990, 1996), que não vou retomar aqui. Analiso uma contribuição da Wikipédia sobre **aprendizagem com base em pesquisa**²¹, também porque está mais facilmente disponível (digitalmente).

*Aprendizagem com base em pesquisa é forma de aprendizagem ativa que inicia manuseando questões, problemas ou cenários – ao invés de apenas apresentar fatos estabelecidos ou retratar rota suave para o conhecimento. O processo é muitas vezes assistido por um facilitador. Os pesquisadores irão identificar e inquirir questões e assuntos para desenvolver seu conhecimento ou soluções. Inclui aprendizagem com base em problematização e é geralmente usado em investigações e projetos de escala pequena, igualmente como pesquisa*²².

A proposta está muito ligada ao desenvolvimento e à prática de habilidades de pensamento (DOSTÁL, 2015) próximas da educação científica que valoriza ambientes científicos críticos autocríticos. Aprendizagem com base em pesquisa é primordialmente um método pedagógico, desenvolvido durante o movimento da aprendizagem por descoberta dos anos 1960 como resposta às formas tradicionais de instrução (BRUNER, 1961), nas quais as pessoas eram instadas a memorizar informações com instrução direta e decoreba crua. Abriga antecedentes nas teorias construtivistas, como de Piaget (1990), Dewey (1997), Vygotsky (1989, 1989a) e Freire (1984), entre outros. Gerar informação e fazer sentido dela com base em experiência pessoal e societal é o que se atribui ao construtivismo, enfaticamente (BACHTOLD, 2013). A pedagogia experiencial de Dewey da aprendizagem (ou seja, aprendizagem via experiências) compreende o aprendiz ativamente participando em experiências pessoais e autênticas para fazer sentido delas (ROTH & JORNET, 2013; TWIGG, 2010). Pesquisa pode ser conduzida via aprendizagem experiencial porque valoriza os mesmos conceitos que incluem envolver-se com o conteúdo/material a questionar, bem como investigando e colaborando para dar sentido. Vygotsky abordou o construtivismo como aprendizagem da experiência influenciada pela sociedade e pelo mediador (“facilitador”). O sentido construído a partir da experiência pode ser conduzido como individual ou dentro de um grupo. Nos anos 1960, Schwab (1960) sugeriu dividir pesquisa em quatro níveis, depois formalizados por Herron em 1971, que desenvolveu a Escala Herron para avaliar o

²¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Inquiry-based_learning#Inquisitive_learning.

²² *What is inquiry based learning (EBL)?* 2012. Center for Excellence in Enquiry-Based Learning. U. of Manchester - <http://www.ceebl.manchester.ac.uk/eb1/>. Citação traduzida do original, em inglês

montante de pesquisa dentro de um exercício particular de laboratório (HERRON, 1971; LEDERMAN, s.d.)²³.

Esse contexto é bastante conhecido em termos da promoção da autoria estudantil, mas é sempre o caso indicar que o professor continua referência crucial da aprendizagem discente, na posição de mediador. Quando se usa o termo “facilitador” tende-se a sugerir, pelo menos nas entrelinhas, certo despeito pelo professor, o que não é o caso, de modo nenhum. O professor não pode ser apequenado, amarrotado ou substituído porque, na verdade, assume seu lugar próprio de mediação, tal qual ocorre com os pais com relação ao filho. É estranho imaginar que pai é apenas “facilitador”, sem falar que o termo é infeliz, porque traduz frequentemente uma mania instrucionista: facilitar as coisas para o estudante, implicando diminuir a qualidade da aprendizagem, nivelando por baixo. Assim como o pai não pode viver a vida do filho, o professor não pode entender pelo aluno – isso não significa secundarizar o docente. A variedade de contribuintes ao desenho do aprender pela pesquisa tem a vantagem de desviar a atenção sobre “donos” da teoria e da prática, realçando o que realmente importa: **cuidar da autoria do estudante**.

A Escala Herron (LaBANCA, 2006), pode assim ser sumariada:

Escore	Escala Herron
0	Problemas são apresentados, métodos e interpretações corretas emergem como acessíveis; laboratórios de observação, laboratórios de experiência, laboratórios que ensaiam nova técnicas.
1	Um problema e um método são postos; espera-se que estudantes achem novas relações.
2	Problemas são postos, métodos e respostas são abertas para interpretação dos estudantes.
3	Problemas, respostas e métodos são abertos. Estudantes são confrontados com fenômenos diretamente.

Desde então, houve muitas revisões propostas e a pesquisa pode admitir muitas formas. Há um espectro de métodos disponíveis de “ensino” baseado em pesquisa (WILHELM & WILHELM, 2010). A referência ao “ensino” é, de novo, ato falho, desvelando o apego ao ambiente instrucionista, ao invés de fazer a mudança de paradigma. O charme do uso da pesquisa não é o de ensinar, mas aprender. No entanto, para quem imagina aprender como penduricalho de ensinar, pesquisa acaba no calabouço instrucionista. Processos de aprendizagem baseada em pesquisa incluem: i) criar questões próprias; ii) obter evidência que apoie a resposta às questões; iii)

²³ Níveis de pesquisa e modelo de ciclo da aprendizagem em 5 Es: *engage, explore, explain, elaborate, evaluate*.

explicar a evidência coletada; iv) conectar a explicação ao conhecimento obtido do processo investigativo; v) criar argumento e justificção para a explanação.

Aprender por pesquisa envolve desenvolver questões, fazer observações, conduzir investigação para descobrir qual informação já está registrada, desenvolver métodos para experimentos, desenvolver instrumentos para dados, coletar, analisar e interpretar dados, esboçar explanações possíveis e criar predições para estudo futuro (NATIONAL INSTITUTE FOR HEALTH, 2005)²⁴. Essa visão está bem mais elaborada, desdobrando um cenário de autoria mais palpável.

Muitos níveis de pesquisa são possíveis (BANCHI & BELL, 2008): 1. *Pesquisa de confirmação*: em que os resultados já são conhecidos – reforça conceitos e introduz na perícia de seguir procedimentos, coligir e registrar dados corretamente, confirmando e aprofundando entendimentos. 2. *Pesquisa estruturada*: em que o professor propõe questão inicial e um esboço do procedimento; estudantes devem formular explanações de seus achados via avaliação e análise dos dados coletados. 3. *Pesquisa guiada*: o professor provê apenas a questão da pesquisa aos estudantes; estes são responsáveis por conceber e seguir seus próprios procedimentos para testar a questão e então comunicar seus resultados e achados. 4. *Pesquisa aberta/verdadeira*: estudantes formulam suas próprias questões de pesquisa, concebem e seguem procedimento elaborado, e comunicam seus achados e resultados. Esse tipo de pesquisa é muitas vezes visto em contextos da ciência em que estudantes geram suas questões de investigação (YOON et al., 2012).

Essa categorização é sugestiva, chamando a atenção para o que se diz ser **pesquisa aberta/verdadeira**, por tratar-se daquela mais consentânea com habilidade crítica autocrítica do estudante – este não só cultiva senso crítico com os resultados existentes de pesquisa, teorias e explanações da realidade, bem como com qualquer realidade observada via modelagens formais penetrantes, para ir além da superfície, das visões correntes, entrando nas estruturas dos fenômenos; cultiva ainda a capacidade de se autoquestionar, a melhor fonte da autorrenovação permanente, de manter-se aberto a continuar aprendendo, a bordo do mundo.

Aprendizagem aberta/autêntica é aquela que a evidência mais bem sustenta, pois os níveis menos elaborados não são suficientes para desenvolver pensamento crítico e científico em pleno potencial (BERG et al., 2003; YEN & HUNANG, 2001; ZION & SADEH, 2007). Não tem meta prescrita ou resultado fatal, enfatizando-se o manuseio individual e a criação de significado de um

²⁴ http://www.uwyo.edu/scienceposse/resources/nih_doing-science.pdf.

conjunto de materiais dados ou circunstanciais (HANNAFIN et al., 1999). Em muitos ambientes estruturados de aprendizagem, as pessoas recebem comandos do resultado esperado e elas tendem apenas a confirmar e buscar evidência confirmadora e confinada. Aprendizagem aberta tem muitos benefícios: estudantes não só realizam experimentos de maneira rotineira, mas realmente pensam sobre os resultados que coligem e o que significam. Com aulas tradicionais não abertas há tendência dos estudantes de dizer que o experimento falhou só porque os dados coletados vão ao contrário do esperado. Em aprendizagem aberta não há resultados errados e os estudantes têm que avaliar as forças e fraquezas dos resultados que coligiram e decidiram valorizar.

Aprendizagem inquisitiva, ligada ao sociólogo Brown (2003), é intrinsecamente motivada (por curiosidade e interesse em conhecimento por si mesmo), oposta à aprendizagem aquisitiva, extrinsecamente motivada (adquirindo escores elevados em exames para obter credenciais) (STIWNE & ALVES, 2010; NIELSEN, 2015). Tende, contudo, a ser apenas sinônimo de aprendizagem com base em pesquisa (GRASECK, 2005; MARSHALL et al., 2016). O acento na motivação intrínseca do estudante, porém, não significa relegação do professor, pois, ao contrário de postar-se contra a presença docente, solicita que o docente envide esforços para que os estudantes se automotivem. Trata-se daquela ajuda que, no processo, se transforma em autoajuda, não porque dispense o professor, mas porque o toma mediador indispensável.

Educação científica com base em pesquisa assoma, então, como referência das mais substanciais na formação do estudante, com vistas a torná-lo protagonista de sua sociedade do conhecimento. *Aprendizagem por pesquisa tem sido usada como ferramenta de ensino (sic) e aprendizagem por milhares de anos, mas o uso dentro da educação pública tem história bem mais breve*²⁵. O cuidado com ciência veio a prevalecer no fim do século XVII e começo do século XVIII (MURPHY, 2006). Até os 1900, o estudo da ciência em educação tinha foco primordial em memorizar e organizar fatos; infelizmente, temos evidência de que isso continua hoje. Dewey foi um dos primeiros a reclamar que educação em ciência não era feita para desenvolver jovens pensadores científicos; para ele deve ser trabalhada como processo e modo de pensar com autonomia – não como conteúdos a serem memorizados. Teve muita influência Schwab (1966), *ao propor que ciência não precisa ser processo para identificar verdades estáveis sobre o mundo em que vivemos, mas, ao invés, poderia ser processo motivado por pesquisa flexível e multidirecional de pensar e aprender. Acreditava que ciência em sala de aula deveria refletir mais*

²⁵ National Research Council, 2000.

de perto o trabalho dos cientistas na prática; desenvolveu três níveis de pesquisa aberta que valorizam a autoria estudantil: i) estudantes recebem questões, métodos e materiais e são desafiados a descobrir relações entre as variáveis; ii) estudantes recebem uma questão, mas o método para pesquisar fica a critério deles; iii) fenômenos são propostos, mas estudantes desenvolvem suas questões próprias e método para pesquisar e descobrir as relações entre as variáveis.

Hoje é sabido que estudantes em todos os níveis de educação podem exitosamente experienciar e desenvolver habilidades de nível mais profundo de pensamento via pesquisa científica. Os níveis de pesquisa científica esboçados por Schwab demonstram que os estudantes necessitam desenvolver habilidades de pensamento e estratégias antes de serem expostos a níveis mais elevados de pesquisa. Tais habilidades precisam ser mediadas (scaffolded) pelo professor até que os estudantes possam desenvolver questões, métodos e conclusão por si (BANCHI & BELL, 2008). Cita-se o evento do Sputnik em 1957, que abalou os Estados Unidos e levou a tomar educação científica a sério na escola. Em 1958, o Congresso aprovou o National Defense Education Act como resposta. O National Science Education Standards-NSES (1996) sublinhava seis aspectos cruciais para aprendizagem por pesquisa na educação científica: 1. Estudantes devem ser capazes de reconhecer que ciência é mais que memorizar e saber fatos; 2. Estudantes devem ter a oportunidade de desenvolver novo conhecimento que se constrói sobre conhecimento prévio e ideias científicas; 3. Estudantes desenvolverão novo conhecimento reestruturando seus entendimentos prévios de conceitos científicos e acrescentando nova informação aprendida; 4. Aprendizado é influenciado pelo ambiente social dos estudantes, por meio do qual têm oportunidade de aprender entre si; 5. Estudantes tomarão o controle de sua aprendizagem; 6. A extensão na qual estudantes são capazes de aprender com entendimento profundo influirá em quão transferível seu novo conhecimento é para os contextos reais da vida.

Embora esse contexto americano da educação científica enfatize com veemência a questão da defesa do país, da competitividade da economia, da luta por supremacia no globo, contém percepções bastante elaboradas do objetivo maior, que é **formar para a cidadania** na sociedade do conhecimento, com qualidade formal e política, começando no pré-escolar (LINN & EYLON, 2011).

Ciência naturalmente se presta em si mesma à investigação e coleta de dados, mas isso se aplica igualmente a outros conteúdos nos quais se desenvolve pensamento crítico e habilidade de

pesquisa. Em história, por exemplo, Bain, em seu *How students learn* (2005), descreve como “problematizar” a história. A ideia é primeiro organizar currículo de aprendizagem em torno de conceitos centrais; depois, os estudantes tomam questões e fontes primárias como testemunhos oculares de registros históricos e a tarefa de pesquisa é criar interpretação da história que vai responder à questão central. Vão formular hipóteses, coligir e considerar informação e revisitar suas hipóteses enquanto avaliam os dados. Aprende-se, rapidamente, que a história é uma reconstrução à luz de um ponto de vista, sempre incompleto, datado e localizado, extremamente seletivo. Quanto mais complexo o panorama histórico em xeque, mais difícil é chegar a resultados analíticos consensuais, como é, por exemplo, complexíssimo montar uma história antropológica do surgimento dos humanos na África (HARARI, 2015, 2017).

A essas alturas, o texto da Wikipédia analisa um programa de jardim de infância em Ontário, Canadá (MINISTRY OF EDUCATION, 2010-2011)²⁶, oferecido como exemplo bem-sucedido de aprendizagem por pesquisa.

Após o relatório de Charles Pascal em 2009, o Ministro da Educação decidiu implementar um programa de jardim de infância de dia inteiro que foca pesquisa e aprendizagem lúdica, chamado The Early Learning Kindergarten (PASCAL, 2009). Em setembro de 2014, todas as escolas primárias em Ontário começaram o programa; o documento do currículo esboça a filosofia, definições, processo e conceitos centrais da aprendizagem para o programa. O modelo ecológico de Bronfenbrenner, a zona do desenvolvimento proximal de Vygotsky, a teoria do desenvolvimento infantil de Piaget e a aprendizagem experiencial de Dewey estão no coração do design do programa.

Como a pesquisa mostra, as crianças aprendem melhor via brincadeiras e jogo construtivo. Por meio de jogos e experiências autênticas, elas interagem com o ambiente (pessoas e/ou objetos) e questionam as coisas; assim, são levadas à aprendizagem por pesquisa. O processo de pesquisa para crianças pequenas inclui envolvimento, exploração, investigação e comunicação. O programa apoia a abordagem holista da aprendizagem.

²⁶ http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/elementary/kindergarten_english_june3.pdf. As tabelas a seguir foram traduzidas a partir desse documento.

Processo de aprendizagem infantil (*early learning*) no jardim de infância

Elementos do processo de pesquisa da criança	Quando crianças estão envolvidas no processo de pesquisa, elas:	Quando membros da equipe estão modelando ou apoiando processo de pesquisa, eles:
Envolvimento inicial: observando, surpreendendo-se, brincando.	i) Levantam questões sobre objetos e eventos à sua volta.	i) Observam e escutam.
Exploração: explorando, observando, questionando.	i) Exploram objetos e eventos à sua volta e observam os resultados de suas explorações; ii) Fazem observações usando todos os sentidos e geram questões.	i) Agem como facilitadores para orientar as crianças com questões reflexivas e abertas; ii) Instigam as crianças a observar e falar entre si e para a equipe.
Investigação: planejando, usando observações, refletindo.	i) Ajuntam, comparam, separam, classificam, ordenam, interpretam, descrevem características observáveis e propriedades, sacam padrões e tiram conclusões, usando variedade de ferramentas simples e materiais.	i) Disponibilizam variedade de materiais e recursos, e estrategicamente questionam e observam as crianças para clarificar, expandir ou descobrir seus pensamentos; ii) Modelam como planejar, observar e refletir.
Comunicação: partilhando achados, discutindo ideias.	i) Trabalham individualmente e com os outros, escutam, partilham, discutem ideias.	i) Escutam as crianças para ajudá-las a fazer conexões entre conhecimento prévio e novas descobertas.

Fonte: Ministry of Education, 2010-2011, p. 15.

O Ministério exemplifica meticulosamente modos de brincar consentâneos com aprender por pesquisa:

Modos de Brincar – alguns exemplos

Modo de brincar	Habilidades e tipos de aprendizagem apoiada pelo brincar	O que se poderia ver as crianças fazendo
Brincar de faz-de-conta	i) Autorregulação; ii) Comunicação; iii) Pensar; iv) Comparar; v) Planejar; vi) Investigar; vii) Resolver o problema; viii) Experimentar; ix) Negociar; x) Avaliar.	i) Tentando uma variedade de papéis e cenários; ii) Tomando a perspectiva de outrem; iii) Fazendo representações mentais; iv) Convivendo bem.
Brincar sociodramático	i) Construção de literacia; ii) Recordação de narrativa; iii) Uso de linguagem complexa; iv) Desenvolvimento de esquemas; v) Organização de <i>scripts</i> mentais.	i) Determinando tarefas e objetivos, e realizando-os; ii) Contando estórias; iii) Criando impressão ambiental.
Brincar construtivo	i) Autorregulação; ii) Planejamento; iii) Uso de linguagem;	i) Desenhando; ii) Pintando; iii) Construindo;

	iv) Brincar de faz-de-conta; v) desenvolvimento de coordenação motora fina; vi) Desenvolvimento de habilidade para conectar símbolos e formas com letras e números impressos	iv) Planejando; v) Coordenando.
--	--	------------------------------------

Fonte: Ministry of Education, 2010-2011, p. 14.

O Ministério ainda apresentou áreas de aprendizagem, domínios de desenvolvimento e grandes ideias para alimentar a mediação docente (programa de aprendizagem):

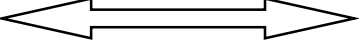
Programa de aprendizagem

Áreas de aprendizagem	Domínios de desenvolvimento	Grandes ideias
Desenvolvimento pessoal e social	Social, emocional.	i) Crianças estão conectadas às outras e contribuem para seu mundo; ii) Crianças têm senso forte de identidade e bem-estar.
Linguagem	Comunicação/linguagem, cognitiva, emocional.	Crianças são comunicadoras efetivas
Matemática	Comunicação (literacia matemática), cognitiva.	Crianças pequenas têm entendimento conceitual de matemática e de pensamento e raciocínio matemático.
Ciência e tecnologia	Cognitiva.	Crianças são curiosas e conectam conhecimentos prévio a novos contextos para entender o mundo à sua volta.
Saúde e atividade física	Física.	Crianças fazem escolhas saudáveis e desenvolvem habilidades físicas.
Artes	Comunicação/linguagem, cognitiva, emocional, física.	Crianças pequenas têm abertura inata a atividades artísticas.

Fonte: Ministry of Education, 2010-2011, p. 23.

Em termos avaliativos, o Ministério sugere alguns procedimentos para acompanhar como as crianças constroem suas conexões:

Fazendo conexões

Modos como crianças demonstram sua aprendizagem		Interações intencionais da equipe
Dizer		Responder
Fazer		Desafiar
Representar		Estender

Ministry of Education, 2010-2011, p. 25.

Por fim, delinea-se um planejamento do programa:

Planejamento do programa

Área de Desenvolvimento	Alguns comportamentos observáveis	Considerações do programa
	Crianças:	Equipes deveriam:
Saúde física e bem-estar	i) São ativas.	i) Prover espaço aberto na sala para movimento; ii) Solicitar às crianças para se sentarem por períodos curtos apenas.
	i) Estão desenvolvendo coordenação mão/olho e acuidade visual para atenção estreita ao detalhe; ii) Precisam de pequenos montantes de alimento digerido em intervalos regulares.	i) Considerar as capacidades de desenvolvimento físico das crianças quando lhes pedem para cortar com alguma acuidade ou usar marcador ou lápis; ii) Prover oportunidades regulares para comer algo saudável; Nota: equipe alerta para possíveis alergias.
Conhecimento e competência social	i) Estão começando a distinguir entre comportamento aceitável e não aceitável; ii) Estão apenas começando a desenvolver a capacidade de se relacionar.	i) Apoiar e louvar comportamento aceitável ii) Prover modelos e exemplos de modos apropriados para resolver problemas (e. g., usando palavras, fazendo escolhas positivas); iii) Oferecer às crianças oportunidades para se conscientizar das necessidades e ideias dos outros via discussões e partilha.
	i) Precisam e desfrutam de contato social para desenvolver o senso de si mesmas.	i) Oferecer oportunidades para desenvolver habilidades sociais numa variedade de contextos (e. g., em atividades em sala, em centros de aprendizagem, quando brincam cooperativamente).
Maturidade emocional	i) Precisam sentir-se valorizadas; ii) têm seus interesses e ideias próprios; iii) Expressam sentimentos com ações e palavras.	i) Oferecer oportunidades para as crianças expressarem seus pontos próprios de vista; ii) Oferecer oportunidades para fazer escolhas independentes.
	i) Precisam que as outras as tomem em conta e atendam às suas necessidades pessoais.	i) Reconhecer e aceitar forças e diferenças individuais; ii) Oferecer apoio e, se apropriado, promover desenvolvimento da independência.
Conhecimento cognitivo	i) Estão ávidas para aprender; ii) aprendem via interação com o ambiente.	i) Planejar experiências de aprendizagem que sejam concretas, ativas, interativas e conectadas com o mundo das crianças.
	i) Precisam de continuidade das experiências (e. g., aprendizagem nova é conectada com experiências prévias).	i) Estabelecer rotinas consistentes; ii) Planejar programa balanceado e diferenciado com experiências apropriadas de aprendizagem que apoiem e promovam crescimento para cada criança e que estejam baseadas nas expectativas de aprendizagem, nas avaliações nas cinco áreas de desenvolvimento e nas necessidades e interesses das crianças; iii) Oferecer oportunidades para as crianças vincularem aprendizagem nova com conhecimento prévio.

	i) Demonstram estágios diferentes de reconhecimento de letras e numerais junto com conceitos relacionados	i) Oferecer oportunidades de aprendizagem e atividades que capacitem as crianças a trabalharem em seu nível individual de desenvolvimento (dentro de sua zona de desenvolvimento proximal).
Habilidades de comunicação e conhecimento geral	i) Usam linguagem de autorregulação e expressam necessidades, imaginando, raciocinando e predizendo	i) Oferecer oportunidades para as crianças usarem e desenvolverem linguagem numa variedade de contextos e para uma variedade de propósitos (e.g., atividades orais planejadas).
	i) Falam em sentenças simples e se fazem entendidas pelos pares e adultos	i) Tomar em conta o estágio de desenvolvimento na linguagem oral das crianças.
	i) Estão começando a desenvolver conhecimento apropriado à idade sobre o mundo à volta ii) Aprendem via exploração, brincadeira, descoberta, investigação, pesquisa e modelagem	i) Criar contextos por meio dos quais aprendizagem pode ocorrer de modos que envolvam as crianças e construam e expandam sua aprendizagem.

Ministry of Education, 2010-2011, p. 33-35.

Alerta o texto da Wikipédia que se trata de programa ainda novo, muito recente para avaliar. Mas há o relatório de Vanderlee et al. (2012), assim como a tese de doutorado de Karia (2014), com a indicação de que crianças mais necessitadas aproveitam mais (falta pesquisa longitudinal ainda). O que salta aos olhos na proposta de Ontário é sua visão holista, bem-estruturada da criança como sujeito fundamental de seu processo formativo, fortemente ancorada no lúdico, incentivando sua produção própria, na dose certa. A percepção emancipatória é flagrante, inspirada na aprendizagem transformadora (MEZIROW, 2000).

O texto questiona os **equívocos sobre pesquisa**, começado pela propensão de ficar apenas em instrução voltada para que estudantes sigam o método científico mimeticamente. Muitos professores tiveram oportunidade de trabalhar dentro das constrictões do método científico como estudantes e acham que aprendizagem por pesquisa seria a mesma coisa. Ciência por pesquisa não é só resolver problemas em seis passos, mas muito mais amplamente focada nas habilidades intelectuais de resolver problemas, desenvolvidas via processo científico. Adicionalmente, nem toda tarefa em aula pode ser considerada pesquisa. Alguns educadores creem que há só um método autêntico de pesquisa, que seria do nível quatro: pesquisa aberta. Enquanto pesquisa aberta pode ser a mais autêntica, há muitas habilidades e níveis de entendimento conceitual que estudantes precisam desenvolver antes que possam exitosamente estar nesse nível elevado de pesquisa.

Enquanto ciência com base em pesquisa é considerada estratégia de ensino (sic) que promove pensamento de ordem mais elevada nos estudantes, deveria ser um dos vários métodos.

Abordagem multifacetada à ciência mantém os estudantes envolvidos e aprendendo. Nem todo estudante vai aprender o mesmo montante de uma aula de pesquisa (sic); estudantes precisam estar imersos no tópico de estudo para autenticamente alcançar os objetivos de aprendizagem do conjunto. Professores precisam estar preparados para pôr questões aos estudantes para testar seus processos de pensamento com o intuito de avaliar acuradamente. Ciência por pesquisa requer muito tempo, esforço e expertise, mas os benefícios superam o custo quando aprendizagem autêntica pode ocorrer²⁷.

Tais formulações, embora bastante inspiradas, traem escorregadelas instrucionistas, indicando que a mudança de paradigma se prenuncia, mas não se efetiva plenamente. Em termos neurocientíficos, estamos verificando que pesquisa requer processos cognitivos múltiplos, envolvendo causalidade e coocorrência, cenários embaralhados, dinâmicas difusas, apreensões incompletas em constante revisão etc. (KUHN et al., 2000; KUHN & PEASE, 2008). E isso leva a uma conclusão frontal: **importância da preparação docente**. Se queremos formar um estudante como protagonista de sua sociedade do conhecimento, com qualidade formal e política, precisamos, antes, ter um professor protagonista: autor, cientista, pesquisador. Como na faculdade essa habilidade não foi contemplada, é preciso que a escola cuide disso.

Há, naturalmente, questionamentos das propostas de aprendizagem por pesquisa, com realce para um texto de Kirschner et al. (2006) (vamos estudar isso mais tarde), bem contundente, embora fundado em visão antiquada/rígida da estrutura mental. Em geral, porém, a situação evolui para um cenário *sui generis*, marcado, de um lado, por reconhecimentos já quase comuns de que aprendizagem ativa é preferível e, de outro, pela manutenção teimosa do instrucionismo em sala de aula. Quase sempre, professores que dizem apreciar aprendizagem por pesquisa usam-na não para mudar o paradigma, mas para, jeitosamente, salvar práticas instrucionistas, em parte porque poucos professores saberiam realmente pesquisar ou teriam noção satisfatória de educação científica, não por culpa, mas por causa de sua (de)formação original na faculdade. O movimento construtivista assumiu dimensão relevante nos 1990, já que muitos educadores passaram a escrever sobre e praticar esse tipo de aprendizagem. Hmelo-Silver et al. (2007) analisaram muitos estudos favoráveis, realçando habilidades de problematização e pesquisa. Citam um projeto chamado GenScope, *software* de ciência com base em pesquisa – estudantes que o usaram mostraram ganhos significativos sobre grupos de controle, com ganhos maiores em estudantes de cursos

²⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/Inquiry-based_learning#Inquisitive_learning.

básicos. Citam ainda estudo de Geier sobre efetividade da ciência com base em pesquisa para estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental, demonstrada em sua performance com testes padronizados de alta exigência. Consta que a melhoria foi de 14% para a primeira coorte de estudantes e de 13% para a segunda, reduzindo, ademais, o hiato de estudantes afroamericanos.

Em pesquisa de 2005, a Fordham Institute concluiu que, enquanto aprendizagem com base em pesquisa é apropriada até certo ponto, em muitos casos teria sido levada longe demais (WALKER, 2015). Mayer, da University of California (Santa Barbara), asseverou em 2004 que havia suficientes evidências de pesquisa para tornar qualquer pessoa razoável cética sobre os benefícios da aprendizagem por descoberta – praticada sob o disfarce de construtivismo cognitivo ou construtivismo social – como método pedagógico preferido. Revisou pesquisa sobre descoberta de solução de problemas, culminando nos 1990; descoberta de estratégias de conservação, culminando nos 1970; e descoberta de programação LOGO, culminando nos 1980 – em cada caso, a descoberta guiada foi mais efetiva do que a não guiada em auxiliar os estudantes a aprender e a transferir conhecimento (MAYER, 2004). O autor alerta ainda que aprendizagem por pesquisa toma tempo de planejamento antes de se implementar e não se insere rapidamente em aula, sendo igualmente mais difícil de avaliar e realça o papel de facilitador (instrucionista) do professor (BELL et al., 2010, 2005). Mayer caricaturiza amplamente a aprendizagem por pesquisa como método solto e frouxo, deixando tudo nas mãos do estudante, algo que nenhuma proposta séria de aprender por pesquisa abonaria. É crucial que o professor perceba as deficiências dos estudantes para saber lidar com a transição complexa de um noviço desinformado e despreparado, para um experto avançado (BAIN, 2005, p. 201). Ao final, a questão remete ao objetivo do processo educacional: se for instrução (domínio de conteúdos, em geral apenas memorizados), que se define como “descoberta guiada” (quase uma contradição nos termos), prevalece a mania de ensino; se for autoria crítica autocrítica do estudante, definida como descoberta não guiada (que não implica largar o aluno), interessa aprender como autor.

Alguns já veem aprendizagem por pesquisa como prevalente, crescentemente, mas surgem conflitos com teste padronizado, voltado para memorização de conteúdos dados. Avaliações externas de grande porte facilmente armam testes com respostas fechadas, contrapondo-se à expectativa da aprendizagem aberta e da promoção da autoria, como parece ser o caso da valorização de avaliações de “fatos” da *National Assessment of Educational Progress*, como

resultado do *No Child Left Behing*²⁸. Essa ambiguidade continua muito forte no ambiente escolar: de um lado, por causa sobretudo do enorme fracasso escolar, em especial nos anos finais e ensino médio, emerge a premência de superar o instrucionismo inútil; de outro, porém, a escola continua amarrada à aula, prova e repasse. Programas como *Internacional Baccalaureate Primary Years* são frequentemente criticados por suas pretensões de fundar-se em aprendizagem por pesquisa, talvez prejudicando o desempenho em programas internacionais, como PISA, em que os estudantes americanos têm performance relativamente apagada (RAVITCH, 2013). Revive-se a saudade da aula instrucionista, na expectativa fútil de que conseguiria fixar conteúdo mais garantidamente. O temor da pesquisa aberta, por sua vez, tem induzido a cercá-la de tal forma que não resta espaço de iniciativa do estudante (HMELO-SILVER, 2004; EDELSON et al., 1999; NATIONAL INSTITUTE FOR HEALTH, 2005).

Parte da crítica alimenta-se das mediocridades facilmente encontradas na aprendizagem por pesquisa, tais como: abuso do conceito e prática de pesquisa, por desconhecimento clamoroso de seus métodos e procedimentos; confusão da liberdade/autonomia do estudante com libertinagem; aceitação de produtos destituídos de mínima qualidade acadêmica, contentando-se com o alvoroço dos estudantes; falta de preparação devida para exercitar com profundidade e produtividade os métodos alternativos etc.

4. Desafios dramáticos

Professores com algum senso crítico percebem que a escola está em franca decadência, em particular nos anos finais e no ensino médio. Dão-se conta de que aulas, provas e repasse sistematicamente, não resultam em nada de importante para a vida dos estudantes. A progressão automática contaminou a escola de alto a baixo, fulminando a ideia de frequência escolar, porque só frequentar não basta. A grande maioria dos estudantes frequenta diariamente a escola, mas chega ao fim do ensino médio em situação de quase analfabetismo generalizado, mormente em matemática. Não sabem redigir. Nem sabem pensar. No máximo tartamudeiam conteúdos que nunca entenderam. É a condição própria da massa de manobra, capacho dos políticos que precisam dela para espoliarem a nação e se perpetuarem no poder. Muitos professores percebem isso,

²⁸ https://en.wikipedia.org/wiki/No_Child_Left_Behind_Act.

também porque sabem algo de Paulo Freire, que foi nosso protagonista maior da educação emancipatória. “Ler a realidade” implicaria saber confrontar-se com ela, mas parece claro que a escola não sabe fazer isso. Ao contrário, ela reproduz a realidade, como sempre constou da tradicional sociologia da educação de pendor althusseriano (BOURDIEU & PASSERON, 1975), na qual escola é vista como aparelho ideológico do Estado, a serviço dos donos dos meios de produção. O tempo passou e sabemos hoje, na esteira de Paulo Freire (1997) e Gramsci (1978), que educação, mesmo tendo essa tendência reprodutiva mais prevalente e típica, pode ser alavanca emancipatória, se conseguir elaborar a habilidade de “ler a realidade” de maneira crítica e autocrítica (MEZIROW, 2000).

Continuamos apostando nisso, mas a escola tem traído a causa, tanto pela direita, que caracteristicamente a quer “sem partido”, reprodutiva, de joelhos (DEMO, 2016s; 2017f), quanto por esquerdas que compactuam com o instrucionismo flagrantemente. A direita, que sempre se apresentou como garante da razão, como o próprio mercado liberal seria a razão de ser da sociedade, reclama que as esquerdas aparelham o Estado, mas faz do aparelhamento do Estado sua bandeira central – Estado existe para viabilizar o mercado, tanto que a corrupção do Estado e do mercado (megaempresários) se confundem (veja a operação Lava Jato). Quer uma escola sem partido porque fantasia que a posição da direita é tão óbvia que parece ser a razão em pessoa. Não é que não tenha partido; é de partido único (neoliberal). Estranha que a escola particular detenha a maior crise pedagógica do momento (tabela 1) porque, ao vincular-se educação com produtividade (dogma básico da sociedade/economia do conhecimento), não faz mais sentido um trabalhador ignorante, embora continue fazendo sentido um trabalhador dócil. A escola atende pelos dois lados lidimamente: produz um aluno ignorante e dócil.

Muitas esquerdas, mesmo declamando Paulo Freire, praticam um instrucionismo cru, reprodutivo, passivo, incidindo no que Popkewitz tem chamado de “pedagogia como efeito de poder” (2001): uma pedagogia que se diz de esquerda, mas tem o mesmo efeito da direita. Esquece-se que, para “ler a realidade”, cumpre estudar com afinco educação científica, dominar métodos e técnicas, bem como metodologia científica, navegar com perícia a cientificidade, tornar-se, enfim, autor, cientista, pesquisador. O que se ensina na escola não permite que se leia nada, muito menos “a realidade”. O fato de que apenas 70 estudantes tiveram nota máxima em redação no Enem 2015, dentre mais de 8 milhões, significa que ninguém sabe redigir, ninguém tem assunto (porque não lê, não se informa, não discute), ninguém sabe pensar. Os estudantes têm a barriga repleta de aula,

prova e repasse, mas a cabeça vazia de autoria. Para o instrucionismo, certas esquerdas e a direita costumam bater as mesmas palmas, frequentar o mesmo cemitério, abraçar-se no mesmo conluio. Dentro da história dos confrontos entre esquerdas e direitas, convém muito que as esquerdas sejam “melhores” que a direita. O que tem acontecido é que, chegando certas esquerdas ao poder, aliam-se à direita e podem mesmo tornar-se piores. Muitos líderes de esquerda lutaram para chegar ao poder e, uma vez nele sentados, gostaram, se lambuzaram, e aí ficaram, locupletando-se.

Se quisermos chegar a uma escola emancipatória, não escaparemos de superar radicalmente o que nela acontece hoje, pois, ou não acontece nada (escola que simplesmente não vale a pena), ou acontecem as quinquilharias instrucionistas que também são, ao final, nada. Emancipação (MEZIROW, 2000) postula habilidades críticas autocríticas supinas, superlativas. Sem matemática não lemos a realidade minimamente bem, embora essa leitura não se reduza à matemática (DEMO, 2016b). Precisamos de habilidades formais acuradas, modelagens e análises capazes de penetrar a realidade para surpreendê-la em suas entranhas mais profundas (por exemplo, no argumento clássico de Paulo Freire, é preciso descobrir que opressão não é dada, natural, fatal, parte intrínseca da realidade história etc., mas forjada, inventada, mantida). A escola manda o estudante para a guerra atômica de estilingue, totalmente despreparado. Essa situação de lancinante **pobreza política** (DEMO, 2007) da população – segundo o INAF, apenas 8% dos adultos sabem pensar (Instituto Paulo Montenegro/Ação Educativa, 2016) –, de massa de manobra, de marginalização contundente extensiva, poderia ser atacada na escola, não com ideologizações excitadas (para não responder a um erro com outro), mas com formação de autoria elevada que permite tomar o destino em suas mãos.

Na verdade, a preocupação da “escola sem partido” que a direita tem levantado com certa fúria mostra extremo desconhecimento da efetividade da escola que temos. Esta não tem qualquer condição de incomodar a ninguém político-ideologicamente, porque está mais para cemitério do que para manjedoura de alternativas históricas. Mas não só certas esquerdas são burras, a direita também, quando faz tempestade em copo d’água, como se essa escola pudesse “perverter” o aluno. Com a matemática e língua portuguesa que nela “aprendemos”, não fazemos nenhum combate que coloque em risco os privilégios da direita. Ela continua reprodutiva como nunca, como sempre a sociologia da educação constatou, na condição que Frigotto cunhou argutamente: *produtividade da escola improdutiva* (1989).

A dificuldade extrema que a população tem para reagir aos desmandos da política, como foram desvelados na operação Lava Jato, recolocam o tema de uma escola no mundo da lua, perdida em aula, prova e repasse, para gáudio da direita e de certas esquerdas que anseiam pelos mesmos privilégios da direita. Bastaria lembrar que os moralistas de plantão do Judiciário, incluindo-se aí a turma da Lava Jato em Curitiba e a Procuradoria Geral da República, não possuem “moral”, porque são “privilegiados” (supersalários, penduricalhos remuneratórios tilintando na cintura, férias em dobro, aposentadoria integral como “condenação” etc.) – quando propõem um combate altivo à corrupção, não podem esquecer que é preciso começar pela própria casa! Como reza a bíblia da justiça, juiz privilegiado não pode julgar. Usando a metáfora de Popkewitz, é justiça como efeito de poder (parece uma turma da esquerda, comprometida com a população marginalizada, mas que, na prática, é uma versão da direita, camuflada).

Lembrando que a qualidade da democracia depende também – talvez sobretudo – da “**desobediência civil**” da população suficientemente educada para organizar-se e pressionar por mudanças de interesse geral – estamos no deserto mais árido imaginável (SAUTER, 2014). Lembrando, ademais, que hoje, com a internet, seria ainda mais fácil organizar uma desobediência civil mais ampla e combativa – a leseira política em que nos encontramos é um vexame. O clássico mais conhecido da desobediência civil foi o canadense Thoreau (1849 [1993]), mas que tinha em mente, mais propriamente, a luta contra os excessos do governo (Estado), o que tem levado a manchar a noção de desobediência civil como liberalismo de mercado. Refiro-me aqui à expectativa freireana de “ler a realidade” no sentido de poder com ela se confrontar, com conhecimento de causa. A tese do “Estado mínimo” (Thoreau queria, ao final, nenhum!) pode ser fundamental – um dos maiores defensores foi Marx, na Comuna de Paris, por outras razões, naturalmente (DEMO, 1986) –, mas em geral referencia apenas a disputa inglória entre o socialismo “real” (já desmoronado) e o mercado liberal (prevalente e destrutivo), que aqui não interessa. A escola seria lugar primordial para gestar alunos capazes de ler crítica e autocriticamente a realidade, como contribuição inestimável para a qualificação da democracia, hoje em frangalhos. Como não se aprende quase nada na escola, não há como esperar efeito emancipatório. Na visão freireana, “ensino” não pode ser emancipatório, porque emancipação não é dádiva do professor; precisa ser conquista do estudante, tendo no professor o mediador generoso e exigente. Aprendizagem pode ser transformadora, caso o estudante tivesse a chance de se reinventar, reinventando a realidade (“ler a realidade”).

5. Lições da “aprendizagem transformadora”

Reconstruo outro texto da Wikipédia²⁹ sobre “aprendizagem transformadora”, um dos filhotes mais notáveis de Paulo Freire nos Estados Unidos, mas que se espalhou pelo mundo (TAYLOR & CRANTON, 2012). Sob a liderança de Mezirow, a aprendizagem transformadora virou ícone da educação de adultos ao se perceber que era possível deslanchar epifanias emancipatórias visíveis na vida dos estudantes à medida que eles aprendiam a “ler a realidade” crítica e autocriticamente. *A teoria sugere que o processo da “transformação perspectiva” possui três dimensões: psicológica (mudanças no entendimento do self), relativa às convicções (revisão dos sistemas de crença) e comportamental (mudanças no estilo de vida)* (CLARK & WILSON, 1991; CLARK, 1993). Refere-se ainda à expansão da consciência (lembra “conscientização” freireana) via transformação da mundivisão básica e capacidades específicas do *self* – a aprendizagem transformadora é viabilizada por processos conscientemente direcionados, como acessar reflexivamente conteúdos simbólicos do inconsciente e criticamente analisar premissas subjacentes (ELIAS, 1997, p. 3).

Para Mezirow, a transformação perspectiva que leva à aprendizagem transformadora ocorre infreqüentemente, em geral ocasionada por “dilema desorientador”, crise de vida ou transição maior de vida, embora também possa resultar de acúmulo de transformações em esquemas de significados num período de tempo (MEZIROW, 1995, p. 50). *Condições menos dramáticas, como as oferecidas pelo professor, também podem incitar transformação* (TOROSYAN, 2007; CALLEJA, 2014). *É imprescindível mudar os quadros de referência, refletindo-se criticamente sobre os pressupostos e crenças, e conscientemente fazer e implementar planos que impliquem novos modos de definir seus mundos, um processo, para Mezirow, fundamentalmente racional e analítico* (MEZIROW, 1997; GRABOVE, 1997, p. 90-91).

Mezirow tomou “ler a realidade” ao pé da letra eurocêntrica – como iriam depois questionar os críticos do conhecimento colonizador (HARDING, 1998, 2011) –, negligenciando as dimensões emocionais e subjetivas, além das culturais. Foi, porém, a figura fundamental do movimento em torno da aprendizagem transformadora, que iniciou com sua pesquisa sobre mudança de vida de estudantes – em geral mulheres adultas recém-descasadas, agora fazendo alguma faculdade

²⁹ https://en.wikipedia.org/wiki/Transformative_learning. Os trechos em itálico correspondem a traduções livres do conteúdo da página, em inglês no original.

(1975). Desde então a teoria prosperou para *uma descrição abrangente e complexa de como aprendizes constroem, validam e reformulam o sentido de sua experiência* (CRANTON, 1994, p. 22). *Para aprendizes mudarem seus esquemas de significado (crenças específicas, atitudes e reações emocionais), “precisam envolver-se em reflexão crítica sobre suas experiências, que, por sua vez, levam a uma transformação perspectiva”* (MEZIROW, 1991, p. 167). A noção da crítica inclui autocrítica ao voltar-se para as assunções próprias: abalar crenças alheias só é coerente se, antes, abalarmos as próprias (DEMO, 2011a), pois a coerência da crítica está na autocrítica. Aprendizagem é, ao final, processo infundável de desconstrução e reconstrução provisória de estruturas mentais abertas que permitem lidar com a realidade de modo flexível e sempre reinventado. Entender o significado das nossas experiências está na definição humana, não bastando recepcionar o que outros pensam; cumpre ter interpretação própria e autocrítica ou pensamento autônomo (MEZIROW, 1997, p. 5). A perspectiva da aprendizagem transformadora sói incluir (IMEL, 1998; KITCHENHAM, 2008): i) *dilema desorientador*, como estopim; ii) *autoexame*, evitando empurrar o problema para os outros; iii) *senso de alienação a ser confrontada*; iv) *descontentamento relativo aos outros*, que podem impedir a evolução pretendida; v) *explicação de opções de novo comportamento*; vi) *construção de confiança relativa a novos modos de agir*; vii) *planejamento de um curso de ação*; viii) *conhecimento para implementar planos*; ix) *experimentação de novos papéis*; x) *reintegração em novo cenário libertador* (IMEL, 1998; KITCHENHAM, 2008).

Como seria natural, surgiram no debate crescentemente outras perspectivas mais ou menos rivais (CRANTON, 1994; TAYLOR, 1998). A crítica faz reparos ao racionalismo eurocêntrico. Muitos estudos apoiam Mezirow, porque sua tese básica, inspirada em Freire, é potentemente certa, mas outros acham que deu importância exagerada à reflexão crítica racionalista (TAYLOR, 1998, p. 33-34). Taylor (2001) sugeriu pesquisa neurobiológica como referência promissora para equilibrar a percepção do papel das emoções, superando o hiato entre racionalidade e emoção na aprendizagem transformadora. Tecnologias atuais que facultam “ler” o cérebro permitem observar que o processo libertador é holista, além de muito complexo, reconhecendo papel importante aos dilemas desorientadores e ao percurso que se enceta para mudar de vida. Aprendizagem é também experiência profunda, implicando mudança espiritual e emocional igualmente. A experiência de desfazer atitudes racistas, sexistas e outras opressivas pode ser penosa e emocional, já que tais atitudes muitas vezes foram desenvolvidas como modo

de lidar com o mundo fazê-lo gerar sentido. Isso requer assumir riscos e propensão à vulnerabilidade, para que as atitudes e assunções próprias possam ser questionadas.

Outros teóricos acentuaram aprendizagem transformadora como processo intuitivo e emocional. Dirkx (DIRKX et al., 2006), Boyd (BOYD & MYERS, 1988) e Ruether (HOLM, 2014) vinculam a abordagem racional, cognitiva e analítica de Mezirow a uma visão mais intuitiva, criativa e holista da aprendizagem transformadora (GRABOVE, 1997, p. 90). Essa percepção mais ampla baseou-se primordialmente na obra de Boyd, que desenvolveu teoria fundada na psicanálise (BOYD & MYERS, 1988); *transformação é mudança fundamental na personalidade de cada qual, implicando junto a resolução de um dilema pessoal e a expansão da consciência, resultando em integração maior da personalidade* (TAYLOR, 1998, p. 13). *Isso apela para fontes extrarracionais, como símbolos, imagens e arquétipos, que auxiliam na criação de visão ou significado pessoal do que significa ser humano* (CRANTON, 1994). *Primeiro, o indivíduo precisar estar receptivo ou aberto a receber “expressões alternativas de significado” e, então, reconhecer que a mensagem é autêntica* (BOYD & MYERS, 1988, p. 277). *Afligir-se, considerado por Boyd como fase mais crítica do processo de discernimento, ocorre quando um indivíduo percebe que velhos padrões ou modos de perceber não mais são adequados, movendo-se para adotar ou estabelecer novos caminhos e finalmente integrando velhos e novos padrões. Pesquisa recente explorou o processo de aprendizagem transformadora em idosos enlutados* (MOON, 2011), *mantendo que o “dilema desorientador”, visto como necessário por Mezirow, está presente na perda de alguém amado, tendo como fator adicional devastador o isolamento. Outro estudo considerou aprendizagem transformadora no contexto do luto suicida* (SANDS & TENNANT, 2010). *O dilema é composto por questionamentos das concepções ou equívocos mantidos sobre a relação entre o falecido e a resolução do significado da relação durante o luto. Ao contrário de Mezirow, que vê o ego desempenhando papel central no processo de transformação perspectiva, Boyd e Myers usam quadro de referência que se move para além do ego e a ênfase na razão e lógica para uma definição de aprendizagem transformadora que é mais psicossocial* (Taylor, 1998).

Outra definição de aprendizagem transformadora foi acenada por O’Sullivan (2003): implica experienciar mudança profunda e estrutural nas premissas básicas de pensamento, sentimento e ações; é mudança de consciência que dramática e irreversivelmente altera o modo de ser no mundo; requer entendimento de nós mesmos e nossas autolocalizações; nossas relações com

outros humanos e com o mundo natural; nosso entendimento das relações de poder, entrelaçando estruturas de classe, raça e gênero; nossa consciência do corpo ou nossas visões de abordagens alternativas para viver; e nosso senso de possibilidades para justiça social e paz, e alegria pessoal.

King, por sua vez, apontou que a *aprendizagem transformadora foi coibida por perspectivas do pensamento racional e tradições ocidentais* (O’SULLIVAN, 2003; KING, 2005) e, por isso, ofereceu *modelo alternativo fundado em meta-análise da pesquisa, o “Modelo de Oportunidades de Aprendizagem Transformadora”*.

Na prática, contudo, cotejando as várias perspectivas, elas não precisam se excluir necessariamente. *Por exemplo, Mezirow e Dirkx discutiram suas visões sobre aprendizagem transformadora na International Transformative Learning Conference de 2005; o diálogo, mediado por Cranton, continuou por e-mail depois e o resumo foi publicado em Journal of Transformative Learning. Dirkx realça a subjetividade, força do mundo interior de mudar a visão de fora; Mezirow sublinha a avaliação crítica das assunções. São abordagens tão diferentes quanto similares, incluindo, em ambos os casos, transformar quadros de referência que perderam significado ou viraram disfuncionais, e promover alerta e consciência acrescidos do estar no mundo (como protagonista) (DIRKX et al., 2006).*

Definir aprendizagem transformadora implica dificuldades próprias de limites fluidos em conceitos como “fazer sentido” ou “pensamento crítico”. “Fazer sentido” (ou seja, construir sentido) mais frequentemente provém do construtivismo, com base em autores como Dewey, Montessori, Piaget, Bruner e Vygotsky. O sentido é (re)construído a partir do conhecimento existente e constantemente refeito. Dirkx (1998) vê aprendizagem transformadora como processo de produção de sentido dentro da educação de adultos, visando promover visão democrática e autorrealizadora dos indivíduos. Aprendizagem é vida – não só preparação para ela. Portanto, requer autenticidade, compromisso com focar o aqui e agora e consciência dos sentimentos e emoções envolvidos no cenário da aprendizagem (DIRKX, 1997). Mezirow (1990) propôs que toda aprendizagem é mudança, mas nem toda mudança é transformação. Há diferença entre educação reprodutiva, transacional e transformadora (MILLER & SELLER, 1990). Na primeira, conhecimento é transmitido do professor para o estudante; na educação transacional, reconhece-se que o estudante tem experiências valiosas e aprende melhor via experiência, pesquisa, pensamento crítico e interação com outros aprendizes. Poder-se-ia aduzir que algo da pesquisa

relativa à aprendizagem transformadora emerge no âmbito da educação transacional e o que se depreende como transformador em alguns autores (CRAGG et al., 2001) está de fato dentro do âmbito dessa aprendizagem. De acordo com Brookfield (2000), aprender pode ser considerado transformador apenas se implicar questionamento fundamental ou reordenamento de como pensamos e agimos, além do desafio às implicações hegemônicas. Reflexão sozinha não resulta em aprendizagem transformadora, a menos que o processo inclua reflexão crítica, reconhecimento e análise de assunções tomadas como garantidas.

Na superfície, as duas visões parecem opostas: uma advoga abordagem racional que depende primordialmente da reflexão crítica, enquanto a outra repousa mais na intuição e emoção. Contudo, as diferenças são de ênfase; utilizam, ambas, processos racionais e incorporam imaginação como parte do processo criativo, não existindo modelo único (CRANTON, 1997; TAYLOR, 1998).

Aprendizagem transformadora como objetivo maior da educação de adultos inclui³⁰:

a) *papel do educador*: aprendizagem transformadora não pode ser garantida, como se fosse resultado linear. Professores podem prover oportunidade, ou melhor, como diz Vygotsky, “mediar”. O papel docente é cuidar que os aprendizes se tornem alertas e críticos de suas assunções, incluindo as próprias, que levam a suas interpretações, crenças, hábitos da mente, pontos de vista, bem como das assunções dos outros. Há que qualificar os aprendizes a reconhecer estruturas mentais cristalizadas, para desconstruí-las, redefinindo problemas de perspectivas diversas (MEZIRROW, 1997). A meta é criar comunidades de aprendizes que estejam unidos numa experiência compartilhada de tentar fazer sentido de sua experiência de vida (LOUGHLIN, 1993, p. 320-321). É imprescindível a oportunidade de efetivamente praticar no discurso, envolvendo avaliar crenças, sentimentos, valores (CRANTON, 2006). O diálogo visa avaliar razões por trás de interpretações conflitivas por meio do exame crítico da evidência, argumentos e pontos alienados de vista. O métodos incluem análise metafórica, mapeamento de conceito, elevação da consciência, histórias de vida, grades de repertório e participação em ação social. Pensamento autônomo, bem-argumentado, fundamentado, é essencial; os fundamentos do pensar autonomamente iniciam na infância e continuam a vida toda, proporcionando que aprendizes se tornam mais críticos em avaliar assunções, reconhecer melhor as referências e perspectivas

³⁰ As ideias apresentadas foram descritas a partir do original, em inglês, da Wikipedia (https://en.wikipedia.org/wiki/Transformative_learning#cite_note-27).

alternativas, bem como colaborar com os outros para avaliarem e chegarem a julgamentos com respeito às crenças.

Alguns métodos em sala de aula: contratos de aprendizagem, projetos grupais, jogo de papel, estudos de caso, simulações, visando a facilitar aprendizagem transformadora, enquanto os aprendizes se auxiliam a examinar conceitos no contexto de suas vidas e analisar a justificação do conhecimento novo. É preciso ambiente de confiança e cuidado, desenvolvendo relações sensíveis entre aprendizes (TAYLOR, 1996). Educador é eminente modelo de papel, mostrando boa vontade de aprender e mudar (CRANTON, 1994), refletindo sobre as próprias experiências autocriticamente (CRANTON & KING, 2003). Dois pontos a ressaltar: primeiro, lidar com aprendizagem transformadora pressupõe que o educador seja exemplo dela; segundo, o professor não a “causa”, mas medeia, no pleno sentido do termo.

b) *papel do desenvolvimento profissional do educador*: aprendizagem transformadora ocorre quando educadores, crítica e autocriticamente, examinam sua prática e desenvolvem perspectivas alternativas sobre seu entendimento (CRANTON, 1996). O desenvolvimento profissional (ou formação continuada docente) tem a função de alimentar esse exame, cuidando que educadores se conscientizem de seus hábitos mentais, com respeito ao ensino (CRANTON & KING, 2003). Faz-se referência a “ensino” por conta do cacoete prevalente da perícia docente – é profissional do ensino, mas ficaria bem melhor como profissional da aprendizagem. Para serem agentes de mudança na escola, professores precisam mudar, aplicando sobretudo em si mesmos a capacidade de desconstrução e reconstrução; a escola, como é bem sabido, é uma fábrica antiquada que gira em torno de sua monotonia rotineira – não pode ser transformadora, se não se transformar: i) **estratégias para desenvolvimento profissional docente** incluem planos de ação, atividades reflexivas, estudos de caso, desenvolvimento curricular e discussão crítica autocrítica; ii) **exemplos no desenvolvimento profissional do educador** incluem mentoria – outra estratégia para desenvolvimento profissional, pessoal e organizacional transformador, incentivando a reconstruir os *selves* docentes, em via de mão dupla: para mentores e “mentorados” (FLETCHER, 2007). Professores precisam aplicar a si mesmos a aprendizagem transformadora, reinventando-se na função docente como mediadores da emancipação dos estudantes (KLIGYTE, 2011).

c) *papel do aprendiz*: o educador se faz mediador quando a meta da aprendizagem é que aprendizes construam conhecimento sobre si mesmos, sobre os outros e sobre normas sociais. Aprendizes têm papel crucial no ambiente e no processo de aprender (CRANTON, 2006): criam

normas em sala de aula, incluindo civilidade, respeito e responsabilidade em se auxiliarem reciprocamente; devem aclamar a diversidade no ambiente e visar à colaboração entre pares; precisam tornar-se críticos autocríticos de suas assunções, para transformar seus quadros não questionados de referência, e flagrar intenções subjacentes, valores, crenças e sentimentos para reformular suas referências, de modo objetivo e subjetivo.

d) *papel do racional e do afetivo*: aprendizagem transformadora desvela dois componentes que, por vezes, parecem em conflito: o cognitivo, racional e objetivo; e o intuitivo, imaginativo e subjetivo (GRABOVE, 1997). A ênfase maior tem recaído no lado racional, mas é crucial equilibrar (KEGAN, 2000), não só porque não há razão sem emoção, como a neurociência tem mostrado *ad nauseam*, mas também para evitar laivos eurocêtricos colonizadores; há instituições educacionais e de pesquisa baseadas em princípios da aprendizagem transformadora, sendo exemplos: *Transformative Studies Institute* e *The Transformative Learning Centre* (Ontario Institute for Studies in Education – OISE) da University of Toronto (O’SULLIVAN, 1999). E a evidência cresce favorável (BAMBER & HANKIN, 2011; IMEL, 1997, p. 4).

O texto da Wikipédia sobre aprendizagem transformadora, embora cite Paulo Freire, não lhe confere o lugar de destaque absolutamente central, que sempre teve, em especial na cabeça de Mezirow. Também não toca na questão da educação científica, que Freire soube integrar argutamente em seu *Pedagogia da autonomia* (1997), porque o conhecimento mais próximo da dinâmica emancipatória é o científico, mesmo sendo tão ambíguo (eurocêntrico, colonizador, machista, destruidor do meio ambiente, neoliberal, agressivo contra outros saberes etc.). Tem lugar eminente a capacidade analítica formal, modelar, matemática, mais capaz de penetrar o fenômeno em suas estruturas mais fundas e típicas, permitindo desconstruí-lo/confrontá-lo com maior “objetividade”. No caso da opressão, é fundamental que o oprimido se dê conta de que é fenômeno histórico forjado, inventado, imposto, curtido, não componente inamovível da vida das pessoas. É preciso analisar além da superfície, por cima, por baixo, por dentro e por fora, de longe e de perto, dividi-lo em pedaços para ver as entranhas e, assim, o oprimido pode “ler a realidade” com a potência da análise científica. O que o texto acrescenta com inteira justiça é que análise racional não pode ignorar o lugar da emoção, envolvimento, subjetividade, até porque se trata de uma “experiência subjetiva” a ser desconstruída e reconstruída. É vício eurocêntrico supor que entendimento humano é feito apenas de texturas racionais. Um lado (racional) não substitui o outro (emocional), porque não são dois lados.

A escola atual perdeu qualquer chance emancipatória ou transformadora, porque seu “ensino” é o oposto da formação crítica autocrítica. Não sabe ler a realidade e, por consequência, não consegue que seus estudantes leiam a realidade. O texto mostra alguns deslizes instrucionistas, quando fala de ensino, mas marca bem o papel mediador docente, inclusive pedindo que seja capaz de ser exemplo de aprendizagem transformadora em si mesmo. É importantíssimo que o professor saiba se reinventar radicalmente, colocando em xeque sua experiência escolar, em geral completamente ultrapassada, como consta nos dados disponíveis, vistos acima (CHRISTIE et al., 2015; FULLERTON, 2010; KHABANYANE et al., 2014; LYSAKER & FURUNESS, 2011; MERRIAN & CLARK, 1991; SWANSON, 2010).

II DESAFIOS DA APRENDIZAGEM

1. Aprender

Aprender é processo de autodesenvolvimento dos seres vivos em geral – *autopoiético*, para Maturana (2001), acentuando o movimento autoral, de dentro para fora (DEMO 2002, 2015), por meio do qual nos reconstruímos pela vida afora movidos por fatores internos e externos. Seres adaptam-se autoralmente aos ambientes, ou seja, não passivamente, mesmo sofrendo a maior pressão. Embora para muitos a noção de sobrevivência do mais apto seja antropomorfismo distorcido (NAGEL, 2012; NOWAK, 2011; DEACON, 2012), essa visão do processo evolucionário reforça frontalmente a ideia de que evoluir, por mais que seja resultado de pressões externas, depende das habilidades internas mais destacada e decisivamente: sobrevivem os que conseguem maior chance ou margem de manobra no ambiente, oferecendo respostas mais apropriadas. Essa virtude pode ser vista com clareza ainda maior nos mamíferos. A mãe – talvez o exemplo maior de mediação na natureza (HRDY, 1999) – não “causa” o filho; medeia, de maneira muito profunda e envolvida, dentro de seu papel natural de contribuir para a autonomia crescente da cria. Em grande medida, a mãe segue um script natural que implica papel decisivo ao nascer da cria, garantia de alimentação (ela mesma é o alimento), mas logo vem a desmama, e em alguns meses a cria precisa “virar-se”. Quem não se torna autônomo não sobrevive. O mundo animal faz isso mais cruamente, por exemplo: se o bichinho nasce com deficiência ou limitação, as chances de sobreviver podem não existir. Humanos desenvolvem uma comunidade moral (BOEHM, 1999, 2012) que pode facultar o cuidado com pares deficientes, até mesmo formulando legislações protetivas. Estas, contudo, visam oferecer às pessoas com necessidades especiais as condições possíveis de autonomia perdida. A mãe não pode viver a vida do filho. Este precisa aprender a tomar o destino em suas mãos – lá na frente, ele terá de constituir família, montar um domicílio, arrumar trabalho, cuidar de filhos etc. Em termos mais acintosos, podemos perceber que o papel da mãe é induzir o filho a livrar-se dela, aos poucos. Vai continuar precisando dela, pode manter com uma relação profunda, mas cada qual segue sua vida. A família ajuda os filhos,

mas esse apoio detém em seu âmago a ideia de ajudar de tal forma que se supere essa dependência. O filho que, crescendo, continua dependendo da família para tudo, “não deu certo”.

Aprendemos a vida toda, porque aprendizagem e vida se confundem. De certa forma, aprendizagem é o modo que temos de nos atualizar constantemente em face à realidade, suas mudanças e novos desafios, bem como de nossa idade. Num lado, nossos esquemas mentais de entendimento da realidade nunca são completos, porque são modelagens reducionistas, cujo protótipo mais comum é a teoria científica: um ordenamento mental do que a realidade seria – não ela toda, mas suas estruturas mais fundamentais, dentro da expectativa (positivista) do método. Noutro, temos a capacidade de refazer tais esquemas sempre, desde que nos mantenhamos de cabeça aberta. Para Piaget (1990), aprender seria precisamente essa habilidade de, percebendo que um esquema não é mais suficiente, formular outro mais abrangente, e assim sucessivamente – aprende-se com as divergências muito mais do que com consensos, que, ao trazerem conforto, tendem a se cristalizar.

A escola, porém, não se liga nisso. Entende aprendizagem como ensino, reprodução de conteúdos curriculares, centrando-se na aula, o amuleto fatal docente, uma arma facilmente prepotente/covarde (LINN & EYLON, 2011). Numa entrada da Wikipédia sobre teoria da aprendizagem em educação³¹, consta: *Teorias da aprendizagem são quadros conceituais de referência que descrevem como conhecimento é absorvido (sic), processado e retido durante a aprendizagem* (SIMANDAN, 2013). A linguagem é instrucionista, crua, completamente divorciada da dinâmica autoral da aprendizagem. *Influências cognitivas, emocionais e ambientais, bem como experiência de vida, tudo desempenha papel em como entendimento, ou visão de mundo, é adquirido ou mudado, e conhecimento e habilidades são retidos (sic)* (KNUD, 2004; ORMROD, 2012). A formulação é embaralhada e contorcida, unindo aquisição e mudança do entendimento, com o rito sempre de retenção na memória, que é a fixação docente em sala de aula: memorizar conteúdos. Aprendizagem e conhecimento não se “adquirem” (nem estão à venda), mas se elaboram mentalmente de maneira autoral, por condição evolucionária. E retenção, por mais importante que seja para a vida de todos nós, não é estocagem de itens empilhados, mas dinâmica de construção, desconstrução e reconstrução, bem diversa da memória de computador (pelo menos por enquanto), porque esta não lida com experiência subjetiva. Enquanto o estudante

³¹ [https://en.wikipedia.org/wiki/Learning_theory_\(education\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Learning_theory_(education)). Os trechos em itálico correspondem a traduções livres do conteúdo da página, em inglês no original.

trabalha conteúdos curriculares dentro do contexto de sua experiência subjetiva, em grande parte ou também de modo inconsciente (em especial na memória de longo prazo), misturando aprender e desaprender, esquecer e relembrar, numa dinâmica esparramada e pouco manejável diretamente, o ensino postula uma relação linear de absorção passiva que nunca existiu.

A contorção mais comum é fantasiar que aprendizagem é produto linear do ensino, como se fosse possível “causar”; é possível, sim, **mediar**. Ensinar pode ser útil à aprendizagem, desde que esta seja a razão de ser, não subproduto eventual. Quase todo o ensino escolar não resulta em aprendizagem – é inútil. Assim, quando se fala de teoria da aprendizagem, em geral temos em mente teorias do ensino, por conta dos disparates pedagógicos escolares e universitários (SIMANDAN, 2013a; GODLEWSKA, 2013). A neurociência tem esclarecido crescentemente as dinâmicas autorais da mente, embora os mistérios do cérebro sejam muito maiores do que a parte conhecida. Cérebro e sentidos são ferramentas de captação da realidade que nos cerca de tipo evolucionário, biológico, com algumas virtudes e sempre com muitos defeitos, porque é próprio do ser evolucionário poder aperfeiçoar-se, mas nunca chegar à perfeição (DEACON, 2012). Entre as virtudes formidáveis do cérebro estão:

Plasticidade (COSTANDI, 2016), apontando para uma constituição biológica de extrema complexidade e abertura à autoformação, como resposta a necessidades e pressões, uma condição muito mais visível nos primeiros anos de vida, mas que perdura até ao fim. Cérebro não é um quadro negro onde se escrevem coisas e que ali ficam gravadas, é um órgão que responde a estímulos, não mecânica ou passivamente, mas de maneira própria, podendo aprimorar-se com o tempo;

Autoformação (DOIDGE, 2007): o cérebro muda a si mesmo a vida toda, porque se ajeita a novas situações, reestruturando-se internamente, embora, com o tempo, decaia. Não podemos moldar o cérebro de fora, mas mediar de tal sorte a influir em sua automodelagem. Professor não entra na cachola do estudante, por mais que sua aula possa querer bravatear isso, pois é fator externo, mesmo tão decisivo (DEHAENE, 2009; RAMACHANDRAN, 2012);

Manejo autoral da realidade (KOCH, 2012; DU, 2013): mesmo limitado, como todo órgão biológico natural (HERCULANO-HOUZEL, 2014; BUONOMANO, 2011; SHERMER, 2011), o cérebro não retrata a realidade diretamente, mas a reconstrói como pode, modelando-a formalmente. Em parte, reconhecemos aí limitações sempre presentes, em parte vemos oportunidades de dar conta de complexidades enormes metodologicamente, embora seja

necessário rever constantemente suas construções, que nunca dão conta de tudo. Perante o desconhecido, a mente costuma fazer três lances: i) perscruta no desconhecido o que haveria de conhecido, familiar; ii) busca o que se repete, já que toda dinâmica, mesmo a mais caótica, desvela regularidades; iii) se isso não funcionar, o cérebro impõe uma ordem, por conta e risco, ao que chamamos de teoria (FOUCAULT, 2000) – como se trata de aproximações relativas, nenhuma esgota o entendimento da realidade.

Sendo o cérebro órgão tão complexo – alguns diriam que é o mais complexo conhecido na natureza – sempre teremos querelas infundas sobre ele, como até que ponto existe vontade livre (GAZZANIGA, 2012; SWINBURNE, 2013; HERCULANO-HOUZEL, 2016); como entender a consciência que emerge do teatro neuronal, que até hoje não sabemos como ocorre em seus detalhes (KOCH, 2012; LASZLO & PEAKE, 2010; LASZLO, 2016; CHOPRA et al., 2015; HOOD, 2012; MLODINOW, 2012; SEIFE, 2007); como dar conta da experiência subjetiva, até hoje refratária ao alinhamento do método científico e à Inteligência Artificial (YONCK, 2017; TEGMARK, 2017; LIPSON & KURMAN, 2016; KELLMEREIT & OBODOVSKI, 2017); como contornar a complexidade da realidade usando modelagens reducionistas compatíveis, úteis e incompletas (BOULTON et al., 2015; MARCH, 2011; STROGATZ, 2004; GROSZ, 2017; HARRIS, 2014; SURI & BAL, 2010); ou como usar o recurso da atenção sem forçar o cérebro (DAVIDSON, 2011; CARR, 2010; JENSEN & SNIDER, 2013; WU, 2016), e assim por diante. Como Edelman & Tononi (2000) avisaram no começo do milênio, não sabemos “como a matéria se torna imaginação” ou como engendra “amor” (LEWIS et al., 2000). Mas sabemos que o cérebro consegue aprender de maneira autoral, certamente limitada, mas aberta, por mais que, na escola, não se tenha respeito mínimo por suas dinâmicas reconstrutivas.

Ao falarmos de “reconstrução”, isso não implica nenhuma filiação aos construtivismos da praça ou similares – apenas o reconhecimento de que a dinâmica cerebral se faz e refaz naturalmente, seguindo provocações externas e internas sem fim. Memorização crua não faz sentido porque o cérebro não tem este tipo de resposta, que existe no computador. Guardar na memória significa lidar com um processo aberto de alocação e mudança de conteúdos que esquecemos, relembramos e mudamos, em geral de modo inconsciente e sem sabermos muito bem as razões. Sabemos, porém, que a aprendizagem autoral permite memorização mais longa, porque o conteúdo foi construído autoralmente, é parte de uma experiência subjetiva aprofundada, não de decoreba imbecil. Mas decoreba também pode caber, se for útil. Assim, decorar a tabuada é útil.

Mas entendê-la, tanto mais. Sabemos também que razão e emoção se misturam no cérebro, o que confere à aprendizagem características formais (analítica científica), bem como marcas emocionais próprias de toda experiência subjetiva (DAMASIO, 1996, 1999). Mas, como sugere Eagleman (2011), o cérebro é um “incógnito”, ainda ou sempre.

Os anos 1990 foram designados “a década do cérebro” e os avanços foram espetaculares desde então, com realce para as tecnologias de “leitura” da atividade cerebral (SAWYER, 2006, p. 20). Surgia a neurociência educacional, voltada para entender o vínculo entre cérebro e a experiência escolar (WOLF, 2010). Busca-se analisar mudanças biológicas no cérebro à medida que nova informação é processada, observando quais situações ambientais, emocionais e sociais mais favorecem que uma nova informação seja retida e estocada – uma linguagem que, de novo, derrapa no instrucionismo. Espera-se aproveitar o conhecimento do cérebro para aprimorar práticas escolares, como alegou a *American Federation of Teachers* em 2000: *É vital identificar o que a ciência estatui sobre como as pessoas aprendem, com o fito de melhorar o currículo escolar* (RADIN, 2009; ROWLAND, 2010), postura essa visivelmente interessada em reprodução de conteúdos. Embora muitos esperem aprimorar/refinar o lado do ensino, mais que aprendizagem, é certo que teremos avanços importantes no atendimento a pessoas com necessidades especiais de aprendizagem.

O texto realça a “disciplina formal e mental”, preocupado em como angariar e manter a atenção do estudante; acentua que estar atento contribui para pensar mais criticamente, sentir e entender nova informação que está no “processo de ser absorvida” (sic); e chega a sugerir o termo “causação” sobre a mente, exercitando-a via exposição a conteúdos abstratos escolares, como ciência, linguagem e matemática (SHEAHLY, 2015). É inacreditável que se use neurociência de modo contorcionista para abonar o instrucionismo. Enquanto as novidades da neurociência turbinam modos autorais de aprender, porque assim parece ser a estruturação biológica cerebral, o instrucionismo sempre espera encontrar aí algum suporte para aula, prova e repasse. Ocorre isso também com novas tecnologias digitais (UNDERSTANDING MULTIMEDIA LEARNING, 2008; MAYER, 2009; SITZMANN, 2011): “Pretensões foram levantadas de que videogames *online* têm potencial para ensinar, treinar e educar (sic), e são meios efetivos para aprender habilidades e atitudes que não são fáceis de aprender por memorização crua” (MICHAEL & CHEN, 2006). A mistura terminológica (ensinar/treinar vs educar) é indicativa do desencontro de expectativas e isso é coroado no seguinte comentário: “Críticos das teorias da aprendizagem que

buscam substituir práticas educacionais tradicionais insistem em que não há necessidade dessas teorias; a tentativa de compreender o processo de aprender via construção das teorias cria problemas e inibe liberdade pessoal” (HOLZMAN, 1997; GREENBERG, 1987).

A neurociência revitalizou velhas abordagens educacionais, como a da tradição maiêutica (socrática), exercitada nos diálogos em que Sócrates trabalhava não a inculcação de ideias no parceiro, mas a extração de suas capacidades de autoformulação; ou como a tradição latina – *educare* ou *educere* indicam “retirar de dentro”, sendo esse o papel mediador do professor. Abonou também ideias construtivistas, no sentido de que conhecimento não pode ser “transmitido”, porque não é questão de transporte, aquisição, cópia, mas de reconstrução autoral. Cérebro e sentidos não “reproduzem” a realidade, que sempre é extremamente maior do que a parte formalmente captada, tanto porque são limitados (captam o que podem, evolucionária e culturalmente), quanto porque são seletivos, interpretativos, reconstrutivos. Não vemos tudo, vemos o que é possível, embora isso possa ser aprimorado pela aprendizagem e por tecnologias de apoio (óculos, microscópio, telescópio etc.). O médico sabe ler uma radiografia pulmonar, enquanto o leigo não.

Entre experimentos provocativos que demonstram o lado “reconstrutivo” sensorial e cerebral, podemos citar o “gorila invisível” de Chabris & Simons (2010). Funciona mais ou menos assim: um grupo de pessoas é convidado a quicar bolas de basquete, voltando a atenção para contar os quiques. Entra alguém vestido de gorila, faz seu estardalhaço conhecido (estufa e bate no peito, por exemplo) e sai. Terminado o experimento, pergunta-se se alguém viu algo diferente. Em geral metade não viu nada diferente. Mostrando o vídeo e vendo o gorila aparecer, eles mal podem acreditar que não viram. O que aconteceu? Não vemos tudo; vemos o que interessa, foca, chama a atenção. Sentidos e cérebro são órgãos reconstrutivos tipicamente. A cena é objetiva – aconteceu de fato – mas é manejada na experiência subjetiva de cada qual, autoralmente. Por isso, em sala de aula, a situação mais comum é do estudante “ouvindo sem escutar”, divagando no mundo da lua, sem noção do que o professor fala. Segue sua (des)motivação, não o script instrucional.

Usando outro texto da Wikipédia sobre aprendizagem³², notamos derrapadas instrucionistas e contorcionistas, remanescentes da expectativa de manter a escola intocável: *Aprendizagem é definida como processo de adquirir (sic) conhecimento, comportamentos, habilidades, valores ou preferências novos ou modificar os existentes* (GROSS, 2010). A habilidade de aprender é própria

³² <https://en.wikipedia.org/wiki/Learning>. Os trechos em itálico correspondem a traduções livres do conteúdo da página, em inglês no original.

de humanos, animais e algumas máquinas, também, possivelmente, de algumas plantas (KARBAN, 2015). Alguma aprendizagem é imediata, induzida por simples evento (ex: ser queimado por fogo), mas muita habilidade e conhecimento se acumulam com experiências repetidas, e o que se guarda na memória parece ficar “perdido” na mente (SCHACHTER et al., 2009, p. 264). Aprendizagem humana começa antes do nascimento e continua até a morte como consequência de interações persistentes entre a pessoa e o meio. Aprendizagem, à revelia do texto, não é estudada só em psicologia educacional, neuropsicologia, psicologia experimental e pedagogia, mas igualmente em biologia, neurociência e IA, para citar alguns casos apenas (HAWES, 1996; WHAT BEHAVIOR CAN WE EXPECT OF OCTOPUSES?, 2017). A “retenção da aprendizagem” persiste como referência básica:

Retenção da aprendizagem		
Aprender fazendo	Trabalhar com <i>coach</i> , prática imediata	> 75%
Participar	Exercícios de jogo, discussão, demonstração	20-75%
Receber	Audiovisual, leitura, aula	< 20%

O texto trabalha, a certa altura, fatores que afetam a aprendizagem, distinguindo entre externos e internos.

Externos: 1. *Hereditariedade*: professor não muda ou aumenta a hereditariedade, mas o estudante pode usar e desenvolver; alguns vêm com boa dotação, outros não; cada estudante é único, com habilidades diferenciadas. A inteligência nativa é diferente nos indivíduos; hereditariedade governa ou condiciona nossa habilidade de aprender e o ritmo de aprender. 2. *Status do estudante*: condições físicas e domiciliares importam: certos problemas, como má nutrição, fadiga, fraqueza corporal e saúde precária obstaculizam a aprendizagem, assim como condições precárias de habitação (má ventilação, falta de higiene, luz insuficiente etc.) (MANGAL, 2007, p. 736; AGGARWAL, 2009, p. 596); 3. *Ambiente físico*: *design*, qualidade e cenário do espaço de aprendizagem, como escola e sala de aula, podem ser decisivos para o sucesso do ambiente de aprendizagem; tamanho, configuração, conforto – ar fresco, temperatura, luz, acústica, mobília – tudo pode afetar o estudante. As ferramentas usadas por professores e alunos afetam diretamente a maneira como informação é trabalhada, desde exibição e superfícies para escrever (quadros negros, quadro de marcadores, superfície para adesivos) até tecnologias digitais. Se uma sala está cheia demais, o estresse se eleva, a atenção se reduz e o arranjo mobiliário fica restrito. Se a mobília está disposta incorretamente, pode-se prejudicar a visão dos alunos e bom

acesso a materiais. Estética também conta, pois *se a moral do estudante se prejudica, assim também a motivação para frequentar a escola* (NEW TEACHERS, 2015; PHILLIPS, 2014).

Esses três fatores externos são pertinentes, mas o mais citado em geral não aparece: status socioeconômico familiar (renda domiciliar ou algo parecido), muito embora não seja adequado reduzir todos os fatores externos a apenas este (RAVITCH, 2013). Com efeito, pobreza socioeconômica impacta muito negativamente o desempenho escolar, em grande parte porque alunos mais ricos chegam à escola com grandes vantagens (vocabulário muito maior, informação geral, manuseio de equipamentos digitais, comunicação mais escorreita etc.)³³.

Internos: 1. *Objetivos ou propósitos*: o objetivo foca no resultado desejado. Há dois tipos de objetivos: imediatos e distantes – cada aluno tem os seus, que funcionam como metas a serem alcançadas. 2. *Comportamento motivacional*: a motivação que mais importa é a intrínseca, regulando as energias internas. 3. *Interesse*: anima o estudante a fazer suas tarefas sempre, indicando que não precisa ser empurrado para agir. 4. *Atenção*: significa consideração. É concentração ou foco da consciência num objeto ou ideia essencial. 5. *Decoreba ou prática*: repetir tarefas “n” vezes – *isso torna aprendizagem mais efetiva* (sic). 6. *Fadiga*: três tipos gerais – muscular, sensorial e mental, duas corporais, outra no sistema nervoso central. *Ajuda a mudar métodos de ensino, p. ex., apelar para audiovisuais etc.* (sic); 7. *Aptidão*: habilidade natural; *é condição da habilidade dos indivíduos de adquirir certas habilidades, conhecimento via treinamento* (sic); 8. *Atitude* (modo de pensar): deve ser testada para descobrir quanta inclinação tem o estudante para aprender conteúdo ou tópico; 9. *Condições emocionais*: emoções são estados fisiológicos do ser. Estudantes que respondem certo e dão bons resultados devem ser elogiados; esse encorajamento aumenta a habilidade e ajuda a produzir resultados melhores. Certas atitudes, como sempre botar defeito na resposta estudantil ou provocar/embaraçar o estudante na frente de todos, é contraprodutivo; 10. *Velocidade, acuidade e retenção*: dependem de atitude, aptidão, interesse, atenção e motivação; 11. *Atividades de aprendizagem*: *aprender depende das atividades e experiências propostas pelo professor, seu conceito de disciplina, métodos de ensino e acima de tudo sua personalidade geral* (sic – professor no centro, embora estejamos falando de fatores

³³ Ravitch (2013) é uma das autoras que consideram pobreza como óbice maior do desempenho escolar, tomando como referência a discussão acirrada sobre o desempenho pífio americano no PISA (lá pelo meio). Retirando-se da amostra americana os alunos pobres, o desempenho se “normaliza”, em relação ao dos europeus. Ocorre que na Finlândia por volta de 5% dos alunos são pobres, enquanto nos Estados Unidos a cifra pode ir além dos 20%. Pobreza é certamente barreira formidável, mas instrucionismo escolar também é comprometedor, ao lado de políticas ineptas, escolas despreparadas, entre outros fatores.

internos!); 12. *Teste: medir diferenças individuais dos aprendizes, procedimento crucial do ensino efetivo* (sic) – *testar ajuda a eliminar elementos subjetivos em medir diferenças e performances dos alunos* (sic); 13. *Orientação*: todos precisam; alguns mais, outros menos; crianças menores, mais; orientação é conselho para resolver um problema; arte de ajudar, melhorando aspectos vocacionais, como escolher carreiras e aspectos recreacionais como escolher *hobbies*.

Torna-se claro o instrucionismo de fundo, privilegiando sempre a transmissão de conteúdo, a aula, a docência intrusiva. Não se citam a formação da autonomia, a autoria, o protagonismo do estudante. Tudo muda, menos a escola! Esta ainda não descobriu aprendizagem e, quando cita a dupla “ensino/aprendizagem”, fixa-se no primeiro, que é a razão de tudo na instituição. Cita-se neurociência como promessa maior para confirmar os tradicionalismos mais inúteis. Escola não parece ser parte da evolução, pois teria conseguido eximir-se.

2. *Deep learning*

O conceito em si é uma provocação, apontando para a capacidade maquinal de aprender. Muitos diriam que aprender é atribuição de seres vivos, em especial humanos. Agora é de máquinas também. Não só isso: máquinas podem se tornar mais inteligentes que os humanos, inaugurando uma nova era, sem precedentes e sem perspectiva para os humanos (HARARI, 2015, 2017). Aproveito aqui outra entrada da Wikipédia sobre ***deep learning***³⁴, para responder à provocação da IA com outra: se máquina consegue “aprender”, por que a escola resistiria assim? Certamente, muitos diriam que o termo “aprender” está fora de lugar, porque, entre outras coisas, falta a *experiência subjetiva* que seres vivos têm. Harari (2017), porém, ao defender enfaticamente que seres vivos animais possuem experiência subjetiva, num gesto tocante de cuidado, não deixa dúvida de que a era humana está no fim, sinalizando que inteligência não depende de experiência subjetiva – essa inteligência é apenas um tipo, já subalterno e superado.

Temos aqui polêmicas à vontade, cabeludas. Como humanos são também “tecnologia” da natureza, uma prótese como outras inserida na invenção da vida, ou melhor, de um ramo da vida (Tegmark [2017] diz que vida não se reduz ao reino biológico), não admiraria vê-los como

³⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Deep_learning. Os trechos em itálico correspondem a traduções livres do conteúdo da página, em inglês no original.

tecnologia ultrapassada, porque é o destino de qualquer tecnologia: a mais recente é apenas a próxima; logo vem outra; a última não existe. É “ruim” ver-se descartado, logo por máquinas que nós mesmos inventamos. Mas essa narrativa sempre existiu na saga humana: a criatura, por ter pretensões infinitas de autonomia, que realiza apenas relativamente, se confronta com o criador (HARARI, 2017). Na visão provocativa de Tegmark, inteligência é definida como *habilidade de realizar objetivos complexos*, sem referência à experiência subjetiva, e vida é vista como *processo que pode reter sua complexidade e replicar*.

Vida	Processo que pode reter sua complexidade e replicar
Vida 1.0	Vida que evolui seu <i>hardware</i> e <i>software</i> (estágio biológico)
Vida 2.0	Vida que evolui seu <i>hardware</i> , mas concebe muito de seu <i>software</i> (estágio cultural)
Vida 3.0	Vida que concebe seu <i>hardware</i> e <i>software</i> (estágio tecnológico)
Inteligência	Habilidade de realizar objetivos complexos (TEGMARK, 2017, p. 746)

Talvez o que mais incomode é ver vida biológica como tecnologia ultrapassada, tendo o estágio tecnológico como superior (ou seguinte). É o golpe mais duro, até agora, contra a supremacia humana na natureza terrestre (HERCULANO-HOUZEL, 2016), indicando o abate completo de qualquer pretensão excepcional/superior dos humanos. Estes são entidades comuns da natureza, com marcas próprias evolucionárias – não são superiores, nem especiais, apenas naturais. Tegmark achou um jeito de contornar questões que sempre rugiram forte nessa polêmica, como da experiência subjetiva, consciência, ética etc. O encanto de muitos autores que viram a vida humana como expressão de inigualável enlevo, com referências como amor, generosidade, compromisso, moralidade, cai por terra; robôs não “amam” ou “se amam”; em compensação podem viver “para sempre” e não se limitam ao contexto biológico. Nós temos o maior problema para colonizar outros planetas ou o universo; robôs não (WOHLFORTH & HENDRIX, 2016).

Deep learning (também conhecido como *deep structured learning* ou *hierarchical learning*) é parte de família mais vasta de métodos de aprendizagem maquinal com base em aprender representações de dados, oposto a algoritmos de tarefa específica. Aprendizagem pode ser supervisionada, semissupervisionada e não supervisionada (BENGIO et al., 2013, 2013a; SCHMIDHUBER, 2015). Algumas representações estão soltamente baseadas em interpretação do processamento de informação e padrões de comunicação num sistema nervoso biológico, tal qual a codificação neuronal que tenta definir relação entre vários estímulos e respostas associadas neuronais no cérebro (OLSHAUSEN, 1996). O termo “representação” precisa ser qualificado, em

particular epistemologicamente. A máquina não faz representação direta, linear da realidade – não copia ou plagia – como o próprio cérebro não faz. Monta-se uma modelagem da realidade, sempre reducionista, simplificada, conforme a capacidade evolucionária e cultural de captação. Por exemplo: as fotos podem ser mais e menos nítidas (conforme seu grau de resolução), não sendo viável reprodução perfeita, porque os sensores são naturalmente limitados e seletivos. Não se capta a realidade como tal, mas se reconstrói a modelagem possível, que pode ser melhorada, mas não completada. A realidade como tal – que sequer sabemos o que é – não cabe em nenhuma teoria, nem nos megadados. Estes, por serem ingentes, melhoram por demais as médias, permitindo previsões, projeções, manipulações com crescente acuidade, mas sempre no âmbito das probabilidades estatísticas. O lado provocativo de *deep learning* está principalmente na alegação de que aprendizagem maquinal não deve nada à biológica, é tão profunda quanto...

Arquiteturas de deep learning, como redes neuronais profundas, redes de crença profunda e redes neuronais recorrentes, têm sido aplicadas a campos como visão de computador, reconhecimento de fala, processamento de linguagem natural, reconhecimento de áudio, filtragem social de rede, tradução maquinal, bioinformática e design de droga (GHASEMI et al., 2017), *nos quais produziram resultados comparáveis e em alguns casos superiores* (CIRESAN et al., 2012) *a expertos humanos* (KRIZHEVSKY et al., 2012). Outro pedaço da provocação: *deep learning* tem dimensões superiores à aprendizagem humana, evidenciando-se isso crescentemente nas vitórias em jogos complexos: Deep Blue vencendo o campeão de xadrez, Watson vencendo o campeão do Jeopardy!, DeepMind vencendo o campeão de Go.

Deep learning é classe de algoritmos maquinais de aprendizagem que: i) usa cascata de camadas múltiplas de unidades não lineares de processamento para extração e transformação de característica; cada camada sucessiva usa o *output* da camada prévia como *input*; ii) aprende de maneira supervisionada (e. g., classificação) e/ou não supervisionada (e. g., análise de padrão); iii) aprende de níveis múltiplos de representações que correspondem a níveis diferentes de abstração; os níveis formam uma hierarquia de conceitos; iv) usa alguma forma de gradiente descendente para treinar via propagação retroativa (*backpropagation*) (DENG & YU, 2014, p. 199-200). Camadas usadas incluem camadas ocultas de uma rede neuronal artificial e um conjunto de fórmulas propositivas (BENGIO, 2009). Podem incluir variáveis latentes organizadas em camadas e modelos profundos generativos como os nós em *Deep Belief Networks* e *Deep Boltzman Machines*. Essa linguagem contém alusões pouco claras ainda, como uso de unidades não lineares

(representações recorrem a níveis diferentes de abstração, não “representam” diretamente, mas reconstrutivamente) num processo de visível linearização; talvez o que mais chame a atenção é o processo recursivo, similar ao mental: o *output* retorna como novo *input*, exponencializando as capacidades. Tendemos a ver esta recursividade como “treinamento”, por ser linear, diferente da recursividade mental, que pode extrapolar, via imaginação, intuição, criação, arte etc., indicando aprendizagem de cunho heurístico (linear, algorítmico) e hermenêutico (não linear, com experiência subjetiva), ou a mistura de ambas.

O *software* usado para autoconduzir um carro na rua ou na estrada aberta precisa transformar o cenário circundante em dados (megadados) digitalizados para, nessa condição, serem manuseados de sorte a oferecer resposta adequada, resultando em condução efetiva e sem riscos (LIPSON & KURMAN, 2016). À sua maneira o *software* precisa “ler a realidade”, via seus sensores cada vez mais potentes, num contexto também crescente de capacidade de computação (uma força bruta que cresce incrivelmente), tornando-se capaz de andar autonomamente porque reconstrói respostas adequadas. Essa elaboração digital é usada sempre de novo – recursivamente, numa espécie de *autofeedback* – permitindo um processo de aprimoramento sem fim da aprendizagem e que desafia os humanos. Para muitos, é muito mais efetivo e garantido usar um carro autoconduzido. Motoristas humanos podem ser descartados! A experiência subjetiva dos humanos poderia ser vista também como atrapalho, porque é nela que vamos encontrar a maioria dos disparates do tráfego de carros e caminhões, como excesso de velocidade, condução sob efeito de álcool, imprudência com velocidade e ultrapassagem, sono ao volante, consulta do celular etc. Cabe certamente a alegação de que essa condução digital não tem sensibilidade ética – assim como toda tecnologia tem limitações, também a tecnologia ética tem, ao lado de suas virtudes, que honram a humanidade, seus tropeços monumentais, como as homéricas intrigas religiosas, moralistas e fundamentalistas.

Artificial Neural Networks (ANNs), ou sistemas conexionistas, são sistemas de computação inspirados nas redes neuronais biológicas que constituem cérebros animais. Aprendem (progressivamente melhoram suas habilidades) a fazer tarefas, considerando exemplo, geralmente sem programação de tarefa específica. Por exemplo, no reconhecimento de imagem, podem aprender a identificar imagens que contêm gatos, analisando imagens de exemplos que foram manualmente etiquetadas como “gato” ou “não gato” e usando os resultados analíticos para identificar gatos em outras imagens. Apresentam maior uso em aplicativos difíceis de

expressar com algoritmo tradicional de computador, usando programação com base em regra. Uma ANN baseia-se em coleção de unidades conectadas chamadas de neurônios artificiais (análogos aos axônios no cérebro biológico). Cada conexão (sinapse) entre neurônios pode transmitir um sinal para outro. O neurônio (pós-sináptico) recipiente pode processar o(s) sinal(is) e então sinalizar para frente aos neurônios conectados. Neurônios podem ter estado, em geral representado por números reais, tipicamente entre 0 e 1; neurônios e sinapses podem igualmente ter peso, que varia à medida que aprendizagem procede, que pode aumentar ou diminuir a forma do sinal que manda para o fluxo. Caracteristicamente, neurônios se organizam em camadas – diferentes camadas podem realizar tipos diferentes de transformações em seus inputs (lembra a operação de matrizes em matemática) (BENJAMIN, 2015). Sinais viajam de uma primeira camada (input) para a última (output), possivelmente após atravessar as camadas múltiplas vezes. O fito original era resolver problemas como o cérebro humano faz; com o tempo, a atenção desviou-se para compatibilizar habilidades mentais específicas, levando a desvios da biologia com propagação retroativa, ou passando informação na direção reversa e ajustando a rede para refletir esta informação. Em 2017, redes neuronais têm milhares de unidades e milhões de conexões; a despeito de isso ser bem menos do que ocorre no cérebro, essas redes podem realizar muitas tarefas num nível além do humano (e. g., reconhecer faces, jogar Go).

De certa maneira, *deep learning* aprendeu da estruturação cerebral humana, até onde a conhecemos (sobram mistérios), mas foi achando seu lugar próprio como proposta tecnológica, não biológica, avançando de maneira incrível e superando habilidades humanas, em especial as lineares. Humanos, por exemplo, podem ver o número 7 como símbolo da sorte na vida; isso não faz sentido para a máquina. Mas a máquina pode calcular muitíssimo melhor que a mente humana. O que não falta no mundo digital são eflúvios misteriosos, uma das razões para ligar tecnologia como religião, como faz eloquentemente Harari (2017). A teoria da informação, na versão de Shannon (GLEICK, 2011), matematicamente modelada, permitiu entender a transmissão abstrata, formalizada dela (agora digitalizada), como ocorre quando um narrador de futebol transmite pela TV: o que passa via satélite não é a voz do narrador, mas sua forma matemática, abstrata, formalizada, mas, ao chegar ao aparelho de TV, é recomposta como narração situada, hermenêutica, com tom próprio de voz; a experiência subjetiva é desfeita na formalização matemática, mas é refeita na chegada. No telefone podemos reconhecer a voz do interlocutor, embora a transmissão não passe a experiência subjetiva da voz, mas sua forma matematizável

apenas. Haveria nos algoritmos algum “poder misterioso”, como no DNA, que, sendo formal em sua constituição, abriga e insufla a experiência subjetiva, onde hermenêutica e heurística se encontram. É como na poesia que usa gramática (código), ultrapassando-a hermeneuticamente, sem livrar-se heurísticamente (DAWKINS, 2013).

Mosco (2005) chamou a atenção para o lado “sublime” do digital; Stolow (2012) para “*Deus in machina*”; Noble (2013) para a “religião da tecnologia”; Herzfeld (2011) para “tecnologia e religião”; Han (2017) para “tecnologias da religião”; Ricard & Thuan (2009) para “o quantum e o lótus” (fronteiras da ciência e budismo); Leonard (2016) para “tecnologia vs humanidade”; Toyama (2014) para “heresia do geek” e “culto da tecnologia”. Muitos autores consideram a superinteligência como inevitável (KELLY, 2016, 2011; KURZWEIL, 2005; ARTHUR, 2009; KURZWEIL & BISSON, 2013) e a invenção humana final (BARRAT, 2013; HARARI, 2017). Markoff (2015) pleiteia, tocantemente, uma relação amistosa entre humanos e robôs, já que, se robôs se portarem como humanos em relação à natureza terrestre, não há perspectiva! Yonck (2017) acena com a possibilidade de a IA chegar à inteligência emocional, apostando ainda em virtudes hermenêuticas como valiosas. Enquanto educadores mais atualizados insistem na importância de considerar programação digital como a alfabetização mais incisiva dos tempos (MANOVICH, 2013; RUSHKOFF, 2010), para que possamos dominar a máquina e não sermos dominados por ela, o futuro aponta para a prevalência da máquina (THEOBALD, 2017).

Deep Neural Networks (DNNs) são uma ANN com camadas múltiplas ocultas entre as camadas de input e output; similares às ANNs rasas, DNNs podem modelar relacionamentos não lineares complexos. Arquiteturas de DNN geram modelos compostos nos quais o objeto é expresso como composição em camadas de primitivos (SZEGEDY et al., 2013). As camadas extras capacitam composição de características de camadas inferiores, potencialmente modelando dados complexos com menos unidades do que a rede rasa similar em ação. Arquiteturas profundas incluem muitas variantes de poucas abordagens básicas; cada qual teve sucesso em domínios específicos. DNNs são tipicamente redes alimentadas para frente, nas quais os fluxos de dados da camada de input para a de output fluem sem laço retroativo. Redes neuronais recorrentes (RNNs), nas quais dados podem fluir em qualquer direção, são usadas para aplicações como modelagem de linguagem (GERS & SCHMIDHUBER, 2001; SUTSKEVER et al., 2014. JOZEFOWICZ et al., 2016. GILLICK et al., 2015. MIKOLOV et al., 2010). Memória longa de curto prazo é

particularmente efetiva para este uso (GERS et al., 2002). *Redes neuronais profundas convolucionais (CNNs) são usadas na visão de computador (LeCUN et al., 1998).*

Assim a tecnologia do *deep learning* avança incisivamente, tornando-se talvez a invenção tecnológica mais marcante do momento e que mais perturba a sensibilidade humana, junto com *Internet of Things* (IoT) (KELLMEREIT & OBODOVSKI, 2017), que faculta dotar coisas com sensores inteligentes capazes de se relacionar com humanos. Tudo é ainda muito novo, incerto, exasperado, bravateado, mas avoluma-se a percepção de que humanos são tecnologia superada. Segundo Marcus (2012), *realisticamente, deep learning é apenas parte do desafio maior de construir máquinas inteligentes. Tais técnicas carecem de modos de representar relações causais (...), não têm modos óbvios de realizar inferências lógicas, e ainda estão muito longe de integrar conhecimento abstrato, com informação sobre o que são os objetos, para que servem e como são tipicamente usados. Os sistemas mais potentes de IA, como Watson (...) usam técnicas como deep learning como apenas um elemento num conjunto muito complicado de técnicas, indo de técnica estatística de inferência bayesiana até raciocínio dedutivo.*

Podemos tentar armar uma diferença entre aprendizagem humana (hermenêutica, que exige experiência subjetiva) e maquinal (heurística, digital). Enquanto alguns acham que o estágio tecnológico é superior ao biológico, não havendo então razão para perder tempo com uma tecnologia já ultrapassada, outros tentam emular virtudes hermenêuticas no computador, como produzir emoção (YONCK, 2017). Usando o argumento da biodiversidade – a natureza mistura os seres, de preferência – provavelmente humanos poderão coexistir com máquinas superinteligentes, supondo-se que estas venham realmente a acontecer. Mas a mesma natureza sugere que tecnologias vão sendo superadas, porque nenhuma invenção inventa do nada, mas do que existe, sendo mais propriamente uma recombinação (SATELL, 2017), numa sucessão sem fim – humanos são também, plenamente, uma tecnologia de passagem. Todas as “gracinhas” humanas (em especial a experiência subjetiva) vão sendo minadas, uma a uma, ou porque tecnologias digitais são mais efetivas, ou porque as humanas ficaram para trás. Triste fim de um rei da Terra, que se supôs um dia ser a razão de ser do universo, e agora descobre que “morre” também. Mas, diz Harari (2015, 2017), com veemência, podemos arrumar isso, se soubermos reprogramar, no DNA, os humanos!

Ficam a ironia do destino, o sarcasmo da história. Enquanto a máquina achou um jeito de “aprender”, a escola ainda não. *Deep learning* não precisa de aula, prova e repasse. Precisa de

autonomia, autoria. Digamos que a autoria digital é heurística, linear, e a humana hermenêutica, complexa, não linear. Por enquanto humanos são mais criativos, não só porque criaram o computador, mas porque, na dimensão hermenêutica, cabem arte, criatividade, poesia, música, ética, rebeldia, autorrenovação permanente, que a escola teima em ignorar. Prefere continuar como fábrica reprodutiva fordista do século passado. A máquina centra-se em atividades de aprendizagem, buscando modos recursivos de *autofeedback*, por meio dos quais exponencializa sua capacidade de autorrenovação. Aprender a aprender é princípio digital também, não apenas “neoliberal” (DUARTE, 2001. DEMO, 2011b).

2.1. Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs)

Com *deep learning*, a discussão sobre a relevância de ambientes digitais para a aprendizagem mudou de patamar e, assim, vai progredir acentuadamente, em ritmo alucinante, difícil de acompanhar. A mudança maior está na percepção tanto mais visível de que acesso à informação é apenas preliminar. O que importa é “processar” informação, não mais apenas no sentido de fazer cálculos e arrumações estatísticas cada vez mais sofisticadas (lidando com megadados, por exemplo), mas no de saber analisar, interpretar, ou seja, transformar os dados em indicadores inteligentes de resposta inteligente aos desafios que nos cercam, como no caso do carro autoconduzido: ele precisa “ler a realidade”, a seu modo, heurísticamente digamos, para poder responder a ela inteligente e seguramente. Claramente, a máquina não reproduz, copia, plagia a realidade, mas formula dela, via sensores sempre mais qualitativos e com poder cada vez maior/melhor de computação, uma modelagem similar à mental humana (esta ainda tem de diferente, ao menos pelo que sabemos até ao momento, o lado hermenêutico da experiência subjetiva), ou, usando outra expressão consentânea, “teoriza” a realidade formalmente, digitalmente, fazendo dela uma reconstrução que permite manipulá-la de modo útil e sempre recursivo, exponencial.

É dispensado lembrar que o mundo digital vai açambarcar a escola, quer ela queira ou não, do mesmo jeito que o smartphone açambarcou a humanidade, para o bem e para o mal (ROSEN, 2012). Como sua intrusão na escola são favas contadas, é mais inteligente usar bem, sobretudo não esconder a cabeça debaixo da areia. A escola que não possui montagem satisfatória digital para fins de aprendizagem está fora da realidade, prejudicando os estudantes. Não basta mais ter

laboratório de informática, que foi, possivelmente, ideia pertinente no início, mas acabou tornando-se um lugar “separado”, que não contaminou a escola adequadamente. Não sendo mais opção, mas algo inevitável (KELLY, 2016), autorias digitais serão as prevalentes desde logo, com seus textos multimodais. Mesmo com reação da universidade, que prefere ostensivamente texto impresso tradicional (sequencial, formal, algorítmico), porque há maior controle sobre ele, o texto multimodal vai ocupar o espaço maior da comunicação. Um sinal disso está numa espécie de surpresa digital na comunicação via engenhocas digitais, como smartphones, tablets etc.: a garotada não usa smartphone para “falar”, mas para mandar/receber texto ou algo parecido (fotos, vídeos etc.), algo de que reclamou muito Turkle em seu mais recente livro sobre a necessidade de conversa para a sanidade social (2015), ecoando o anterior com a veemente constatação “sozinhos juntos” (2011).

Ito et al. (2006) já haviam constatado, no contexto japonês, que o celular se tornara “pessoal, portátil e pedestre”, quase uma prótese corporal e mental, indicando uma “engenharia da diversão” (ITO, 2009) que os jovens apreciam em seu passatempo (ITO et al., 2007). Um dos fatos mais incômodos é que, enquanto as crianças, fora da escola, não desgrudam do celular – uma “doença”, talvez (ROSEN, 2012) –, chegando à escola precisam desligá-los. Embora não seja o caso “liberar” o celular pura e simplesmente, por conta de seus riscos terríveis – a escola precisa ser lugar inequivocamente protegido para as crianças – censurar nunca cabe, porque é postura deseducativa, além de muito contraproducente. Por mais que relutemos, é preciso achar um lugar para o celular na escola, porque, mal comparando, como não é possível retirar o livro da vida escolar, não vai ser possível retirar o celular, porque, em grande parte, “dormimos no ponto”: as engenhocas são facilmente avessas à aprendizagem autoral, começando por textos minúsculos de até 140 toques, o que não faculta “elaborar autoralmente”, sem falar que não vêm com teclado adequado para digitar textos maiores (ensaios, digamos). A indústria, seguindo a truculência do mercado liberal (VERGER et al., 2016), produz trecos para envolver as crianças em contexto mercantilizado e capcioso, “irresistível”, na expressão de Alter (2017), ou na “corrida épica para entrar nas cabeças” de Wu (2016) por parte dos “mercadores da atenção”. Educadores precisam pressionar a indústria a admitir formatos e equipamentos que se compatibilizem com a marca autoral da aprendizagem, recuando no consumismo hoje desvairado (TOYAMA, 2014). Enquanto isso, podemos fazer uso proveitoso do celular em atividades como: busca na web de tópicos pertinentes; pesquisa digital sobre tópico em questão; comunicação com colegas sobre o processo

e ordenamento da pesquisa; acesso à informação em plataformas comunitárias/abertas, em que é possível permutar achados e fazer proposições; atualização constante da comunicação/informação, por exemplo, com *feeds* programados; comunicação globalizada com outras escolas e colegas mundo afora; vasculhar blogs e correlatos e manter blogs; etc. Isso já seria apoio substancial.

Um lado já completamente ultrapassado da discussão é a distinção entre cursos presenciais e não presenciais (ou a distância) que teimamos em manter, em grande parte para aludir que os não presenciais seriam uma adulteração.

Primeiro, cada vez mais a dicotomia entre real e virtual não cabe – para os jovens, já são a mesma coisa – assim como sempre foi: a realidade nunca foi apenas a material concreta (WILLIAMS, 2017; GROSZ, 2017), exceto para o positivismo e outros fundamentalismos reducionistas. Ainda achamos que amizades virtuais são menos importantes que as reais, porque o contato corporal direto é insubstituível, mas mundos virtuais abrem oportunidades outras de relacionamentos significativos. Como se diz, precisamos do mundo da lua (da fantasia, por exemplo), embora não se possa morar lá. Por isso, parece fundamental que pais limitem o uso do celular dos filhos, porque conversar, amizade direta, contato pessoal são necessidades fundamentais da sanidade social.

Segundo, a reação a cursos “não presenciais” nutre-se, em grande parte, do próprio instrucionismo, que teme danificar a galinha dos ovos de ouro da presença física, do público cativo controlável de perto. Postula-se que o estudante bem aí na frente, olhando fixamente para o docente transmitindo conteúdo, aprende melhor do que assistindo a um vídeo em casa sobre o mesmo conteúdo. O que muda nesse cenário é apenas a dificuldade de controle mais direto, corpo a corpo. Sendo que aprender ocorre na mente do estudante, não na aula docente – o lugar e hora em que isso ocorre é irrelevante. O estudante aprende quando estuda, em qualquer lugar e hora. Professor continua insubstituível como mediador, não como repassador de conteúdo, que encontramos agora superabundantemente na web. Algumas avaliações indicam que, comparando-se cursos “presenciais” e “não presenciais”, estes acabam tendo resultados melhores, por uma ironia: muitos cursistas “não presenciais” inscrevem-se para buscar facilidades, atalhos, um diploma menos exigente etc.; se o curso for minimamente exigente, a maioria vai desistindo, sobrando uns 25% ao final que querem estudar (DEMO, 2011c).

Na tabela 6 podemos apreciar alguns traços da graduação (presencial e à distância), para 2016: i) concluintes a distância já eram 36,2% no Brasil, com grandes disparidades regionais. Essa média

era superada muito no sul, com 63,4% (ou seja, perto de dois terços dos concluintes eram a distância), chegava a quase 50% no centro-oeste e a quase um quarto no sudeste; era, porém, ínfima no norte (4,9%) e de apenas 12,8% no nordeste – o sul já tinha preferência declarada massiva por conclusões a distância; ii) quanto aos cursos, ainda eram fundamentalmente presenciais (11,5% à distância, na média nacional, chegando a 14,2% no sul); iii) quanto a matrículas, porém, a busca por cursos a distância mostrou-se muito expressiva no sul (57,7%), chegando a 44,5% no centro-oeste e a 25,8% no sudeste.

Tabela 6 - Concluintes, Cursos e Matrículas na graduação presenciais e a distância - 2016

	Concluintes			Cursos			Matrículas		
	Presencial	EaD	b/a+b	Presencial	EaD	b/a+b	Pre,encial	EaD	b/a+b
Brasil	406.331	30.717	36,2	12.809	1.662	11,5	3.011.445	1.494.418	33,2
Norte	19.113	986	04,9	559	46	07,6	143.483	12.474	08,0
Nordeste	75.018	10.964	12,8	2.750	275	09,1	633.311	73.931	10,5
Sudeste	213.359	69.390	24,5	5.659	738	13,0	1.498.393	521.920	25,8
Sul	70.089	121.583	63,4	2.764	457	14,2	524.753	716.183	57,7
Centro-oeste	28.852	27.794	49,1	1.077	146	11,9	211.505	169.910	44,5

Fonte: MEC/Inep/Deed

Desse cenário podemos concluir que cursos a distância fazem parte definitiva da oferta de graduação, embora de forma ainda muito desequilibrada regionalmente. Ao invés de reclamar, seria mais efetivo buscar modos de fazer bem. Quanto à sua qualidade, fica o desafio contundente de superação do instrucionismo, porque, ao final, tanto graduações presenciais quanto a distância fazem parte do mesmo imbróglio marcado pela mediocridade gritante. Frequentar apenas aula, presencial ou a distância, não muda a miséria do ensino. Embora estudantes prefiram cursos com presença física (78%) (KARAMBELAS, 2013), 64% dos professores de tempo integral dão aulas a distância, sendo que a taxa de conclusão é de 72% (contra 76% com presença física) (AKANEGBU, 2012).

Terceiro, é o caso abandonar essa nomenclatura ultrapassada e passar a falar de cursos com *presença física* e *presença virtual* (ambos marcados por “presença”, não ausência), tanto porque distância não é referência pedagógica (todo processo formativo pede presença, em especial física – quem estuda está presente), quanto porque a virtual tende a superar a física, embora para muitos não se devesse facultar (ainda!) cursos exclusivamente virtuais (YOUNG, 2013; ROTH, 2014; McCLUSKEY & WINTER, 2013; CROW & DABARS, 2015; CAREY, 2015). Já temos, porém,

entidades de graduação com milhões de estudantes virtuais³⁵, provocando fatos consumados do quais poderemos nos arrepender no futuro. Como seria uma graduação exclusivamente *online* em engenharia ou medicina? Virtualidade exclusiva talvez coubesse em cursos sem certificação, por conta e risco de quem oferece e de quem aceita (STEWART, 2012; SELINGO, 2013). A oferta de cursos exclusivamente *online* para graduação cresce no ritmo da voracidade do mercado (para fins lucrativos), cujo parâmetro está longe de atender ao direito de aprender como autor. Assim como cursos oferecidos à noite proliferaram por conta da clientela massiva que só pode estudar à noite (trabalhadores mormente), muitos preferem cursos com presença virtual porque esperam flexibilidade organizacional e curricular que caiba em seus apertos da vida. A tendência de engolirmos ofertas vexatórias em termos de qualidade é enorme, demandando controle incisivo por parte dos governos. Na situação atual, AVAs não deveriam dispensar um mínimo de presença física, enquanto cursos, como regra, já não deveriam ser apenas com presença física.

2.2. Questão de qualidade

O formato e a área do curso não são o mais importante, mas sua qualidade. Como tem alegado Anders (2017), um curso de “artes liberais” pode ser ótimo, se for bem feito, como pode ser péssimo um curso de medicina, se for mal feito (PAHOMOV, 2014; COOPER & MURPHY, 2016; LAUR, 2013). Como o “novo sistema operacional social” é estar em rede (RAINIE & WELLMAN, 2012), embora tenhamos de atualizar todo dia “para continuar o mesmo” (CHUN, 2016), a *iGen* (geração da internet) (TWENGE, 2017) vai preferir cursos com forte carga *online*, porque será seu ambiente mais cotidiano, tornando-se cada vez mais estranho um curso apenas com presença física, porque parece do tempo dos dinossauros. Qualidade do curso é a preocupação maior, de longe, tanto porque a atual é clamorosamente insuficiente (DEMO, 2017c), quanto porque o cenário atual da formação para a vida e o trabalho exige habilidade de autoria, pesquisa e educação científica.

O primeiro desafio ingente é sair da atual inércia, marcada por: i) uso abusivo das tecnologias digitais para enfeitar o instrucionismo ou a aula em particular; ii) tendência da escola de ver tecnologias digitais como suspeitas, arriscadas, ou desnecessárias/impróprias (Comitê Gestor da

³⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_university#Coursework.

Internet no Brasil - CGI, 2016)³⁶ – os estudantes correm riscos muito reais com elas, mas a posição pedagógica mais coerente é educar para o bom uso, sem censura; iii) diferença grotesca entre como as crianças usam tecnologias digitais fora da escola e dentro delas, levando-as a verem a escola como mundo do atraso; iv) tendência de alocar-se no laboratório de informática, num lugar exclusivo e fechado, não como estratégia generalizada de aprendizagem na escola como um todo; v) acesso precário, em especial à banda larga da internet, impedindo seu uso estrutural na aprendizagem.

O segundo desafio é reverter a propensão instrucionista, buscando ligar tecnologias digitais a atividades de aprendizagem autoral, nitidamente. A razão de ser do uso dessas tecnologias é ostensiva: promover a autoria do estudante, usando a versatilidade digital. Assim, ao invés de apenas buscar/usar vídeos, fazê-los (com celular, por exemplo); ao invés de copiar textos na web, reconstruí-los com mão própria; ao invés de bastar-se com leitura corrida, segmentada, aos pedaços de textos digitais, ler com atenção, reconstruindo autoralmente os textos, e assim por diante. É fundamental levar o espírito da pesquisa para o mundo digital, em especial da autoria, por coerência com sua própria história de sua invenção: computador e internet foram produtos de autoria superlativa humana, em especial nos hackers e similares (LEVY, 2010; ISAACSON, 2014).

O terceiro desafio é qualificar os docentes, porque, como regra, ficaram de fora, o que sugere ser tecnologia digital algo optativo, de interessados, ou vocacionados. Por isso, a grande maioria dos docentes “dá aula” sem qualquer apelo a tais tecnologias, porque nunca encaixaram em suas vidas profissionais para aprender. Em particular, professores novos não podem ausentar-se, porque não se trata mais de opção, mas de sobrevivência no século XXI. Cursos para professores precisam já comparecer em formatos adequados, ditos *híbridos* (mesclando presença física e virtual, com predominância desta), e com compromisso flagrante de trabalhar a autoria docente, não ensino. Devem ser cursos longos, com base em textos multimodais, nos quais o professor tenha experiência autêntica de aprendizagem autoral.

O quarto desafio é introduzir *programação digital* (RUSHKOFF, 2010; MANOVICH, 2013) como alfabetização mais estratégica atualmente, como passaporte fundamental da pertença à sociedade das TICs.

³⁶ Veja série de 32 textos sobre Tecnologias Digitais e Aprendizagem (TDA) a partir do link: <http://pedrodemo.blogspot.com/search?q=Tecnologias+Digitais+e+Aprendizagem>.

III

TECENDO ATIVIDADES DE APRENDIZAGEM

1. Autoria do aluno

Escola da aula do professor é uma coisa; escola da autoria do aluno pode ser bem outra coisa. Pode ocorrer nisso um processo profundo de mudança de paradigma, no sentido de trazer o direito do estudante de aprender para o centro da pedagogia escolar. Hoje, seu centro são aula, prova e repasse. É o que a escola tradicional faz, muitas vezes religiosamente fundamentalista. Professores podem ser muito dedicados, até meticolosos, persistentes, mas a aprendizagem do estudante não tem evoluído a contento, sendo que nos anos finais, e principalmente no ensino médio, o declínio torna-se regra na escola: mais aula = menos aprendizagem. O que mais temos na escola é aula; em sentido mais estrito, é só o que temos. Por vezes é resultado de intenso trabalho docente, de especialistas que seguem de perto a grade curricular, repassam conteúdos sistematicamente, tiram a limpo em provas reprodutivas, mas o Ideb constata queda contínua, endêmica, no “aprendizado adequado”. Sabemos disso desde 1995, quando a atual série histórica do Ideb começou (DEMO, 2017). Mas sabemos também por outros indicadores oriundos de outras experiências desastrosas: quando passamos o ano letivo para 200 dias, o resultado foi contraproducente (em 1999 ocorreu uma das quedas mais incisivas do aprendizado adequado); quando passamos o ensino fundamental de 8 para 9 anos, o efeito foi tipicamente contraproducente; no PISA 2015, por volta de 44% dos estudantes brasileiros que participaram ficaram abaixo do último lugar; para o INAF (Indicador de Alfabetismo Funcional) do Instituto Paulo Montenegro, apenas 8% dos brasileiros adultos são “proficientes”(digamos, sabem pensar). Colhemos o que plantamos na escola.

Muitos, em especial professores, consideram a escola como o lugar sagrado da aula santa e a imprensa toda acompanha essa visão. Quando, por alguma razão, a escola fecha (digamos, porque bandidos atacam a favela, ou porque a secretaria se atrasou e não conseguiu reparar as escolas em tempo), lamentamos apenas uma coisa: os estudantes estão sem aula. Pais também adotam o mesmo refrão: reclamam que os filhos não têm aula quando, por alguma razão, ficam em casa. O MEC também assim age: urge o repasse curricular, via aula, como prova da escola que está funcionando. Se olharmos com atenção, o que temos na escola e na universidade é aula, prova e repasse. Sobretudo, achamos que o Ideb sobe com mais aula, com mais prova, com mais repasse.

Na reforma do Ensino Médio, insiste-se em impor uma prova semanal para “treinar” para o Ideb, mesmo usando discurso de protagonismo juvenil ou de projeto de vida, cujo centro continua sendo aula. A potencialidade emancipatória da educação é assassinada no altar da aula. Universidades federais reclamam que estão perdendo até 40% dos estudantes de graduação – um desperdício clamoroso dos sonhos dos estudantes (SANTOS, 2000) – mas não pretendem mudar sua “pedagogia”, despachando o problema para os estudantes desmotivados, resistentes ou despreparados. Cada vez mais estamos vendo que a graduação universitária não produz um profissional minimamente adequado (pedagogos e licenciados) (DEMO, 2017c), se tomarmos a sério o resultado catastrófico do aprendizado adequado na escola (sobretudo nos anos finais e ensino médio) (DEMO, 2017), o que não vai linearmente para a conta exclusiva do professor (afinal aprendizagem se dá na mente do estudante, não na aula; ele aprende se estudar, não se frequentar aula), embora tenha sua parte neste imbróglio (como se fala na teoria da correlação estatística, está “associado” ao problema, não é “culpado”). Quando apenas 12,8% dos estudantes do ensino médio no Distrito Federal tiveram aprendizado adequado em matemática em 2015 (a maior cifra do país), sendo que no Maranhão apenas 1,5% aí chegaram (a menor cifra do país), tais resultados são produto/processo de um sistema como um todo, sendo professor uma peça, por mais que o consideremos “chave”. O estudante pode não aprender minimamente por muitas razões, externas umas (falta de apoio familiar, pobreza/subnutrição, trabalho para sustentar a família, más companhias etc.), internas outras (desmotivação, resistência, descrença na escola, outras motivações mais atraentes etc.). O professor pode encontrar muitos impedimentos na escola que impactam o desempenho discente e docente, como más condições de trabalho, insuficiências físicas e funcionais, ambiente de violência externa e interna, falta de biblioteca e laboratórios etc. Não se trata, então, de “culpar” ninguém – todos somos, em certo sentido, “culpados” por esse disparate tão flagrante e generalizado –, mas de diagnosticar honestamente para daí retirar conclusões eminente e iminentes.

Esse diagnóstico constata algo cristalino: **a escola está entupida de aula, prova e repasse, mas vazia de aprendizagem do estudante.** Retomando o exemplo do DF, em 1995 o aprendizado adequado de matemática foi de 31,5%; em 2015, de 12,8% – portanto, em queda; em língua portuguesa foi de 65,5% em 1995 e de 41,1% em 2015. Vê-se que o sistema está em queda livre, deixando na escola um rastro de decadência contínua. A própria decadência já seria algo alarmante, completamente inaceitável em política educacional. Mas muito mais alarmante é persistir com a

mesma pedagogia predatória vigente. Tivemos recentemente demonstração flagrante desta imperícia/irresponsabilidade: o Plano Nacional de Educação foi visto como “enredo carnavalesco” pela revista *Veja* (BUSTAMANTE, 2017; DEMO, 2016), a ponto de o termos abandonado pelo caminho – seu diagnóstico é uma fanfarra politiqueira, desvelando o quanto se ignoram os dados que temos; esses dados são, por óbvio, contestáveis, mas podem indicar impropriedades gritantes do atual sistema de ensino tão caduco. Entre outros exemplos, o PNE requer investimentos de 10% do PIB, algo com que podemos facilmente concordar, porque educação de qualidade não é barata. Mas não faz nenhum sentido jogar essa montanha de recursos num sistema totalmente falido que vai manter o professor mal formado, muito mal pago, a mesma aula inútil, a mesma reforma que anda para trás, a mesma pedagogia reprodutiva, a mesma graduação universitária etc.

Trocamos o direito de aprender pelo direito de ter aula. O professor se salva, enquanto o estudante se “ferra”. Precisamos, sim, salvar o professor, porque é o garante de qualquer mudança importante escolar. Ou seja, precisamos valorizá-lo definitivamente, porque é um dos garantes mais decisivos da qualidade da democracia e da República brasileira, que, com a operação Lava Jato, sabemos valerem zero. Se sua aula é fartamente inútil na escola, sua atuação é crucial para cuidar da aprendizagem do estudante. A mudança de paradigma que buscamos inclui o professor no centro dela, com transformação radical: vai cuidar do direito do estudante de aprender como autor, não da aula e da prova. Precisa deixar para trás a condição de profissional do ensino; é profissional da aprendizagem, primeiro em si, e logo no estudante. **Estudante pode aprender bem com professor que aprende bem.** Frequentar a escola não basta; o fenômeno crucial que deve ocorrer na escola não é frequência de aula, mas de aprendizagem autoral do estudante.

O diagnóstico – mesmo com dado questionável como o Ideb – é estridente: o que fazemos hoje na escola é contraproducente. Ignoramos o direito do estudante de aprender, porque buscamos salvar a aula, atividade docente antiquada, o instrucionismo, ao invés de salvar a emancipação do estudante. Inventamos tergiversações mirabolantes, como “metodologias ativas”, que não vão além de salvar a aula (DEMO, 2016a), só para reembalsamar defuntos, usando principalmente tecnologias digitais para enfeitar procedimentos caducos. Sobretudo ignoramos que aprender implica autoria, biológica, psicológica, culturalmente. A aprendizagem não está na aula docente, mas na mente do estudante, como protagonista, não como ouvinte.

2. Atividades de aprendizagem

A escola gira em torno de *atividades de ensino* – aula, prova, repasse – destituída, porém, de ***atividades de aprendizagem***. Estas nunca foram preponderantes, mas hoje simplesmente não existem. Em grande parte, isso se deve a deficiências na formação docente no contexto de pedagogias paupérrimas universitárias voltadas obcecadamente para repasse de conteúdo curricular sem autoria discente (em geral também sem autoria docente). “Deformado” para dar aula, o licenciado e o pedagogo não possuem habilidades de pesquisa, autoria, produção própria, não por culpa ou birra, mas porque a academia ainda está na época dos *Tempos modernos* de Chaplin: reprodutiva tal qual a lógica capitalista da fábrica fordista. Para trabalhar nessa fábrica, decoreba serve. Mas, para dar conta da sociedade do conhecimento, carecemos de autoria à flor da pele. Conhecimento científico exige autoria, só combina com autoria, é dinâmica rebelde, criativa, rompedora. A escola é o contrário disso – é um cemitério, onde os estudantes enterram seus sonhos. Mais parece a orquestra do Titanic: continua tocando, com maior estridência, para encobrir o desastre iminente.

Papel docente não é tocar atividades de ensino – contraproducentes –, mas de aprendizagem, capazes de propiciar ao estudante uma experiência emancipatória ou de autoria. Paulo Freire sempre apostou na potencialidade emancipatória da aprendizagem, por conta de sua base autoral (1997), e muitos autores levaram essa saga em frente, apostando na “aprendizagem transformadora” (MEZIROW, 2000; MEZIROW & ASSOCIATES, 2000; TAYLOR & CRANTON, 2012). A aprendizagem pode ser transformadora se instigar o aprendiz a tomar conta do processo como protagonista (SPENCER & JULIANI, 2017), empoderando-o a escrever sua própria história, no concerto de outros protagonistas. Dinâmicas da aprendizagem são, como diria Maturana (2001) (DEMO, 2002), *autopoiéticas* – construídas de dentro para fora, autoralmente, sempre na posição de sujeito, nunca de objeto. Autonomia é processo de conquista, protagonismo, iniciativa própria, motivação intrínseca (PINK, 2009), arquitetada no contato (também rivalidade) com outras autonomias. Pode ser “mediada” de fora, mas é montada de dentro.

Para arrumar um pouco essa discussão, realço seis dimensões das **atividades de aprendizagem**:

1. No plano mais geral, básico, temos atividades como **ler, estudar, pesquisar, elaborar**, voltadas para desconstruir e reconstruir conteúdos com intensa participação do estudante. O professor não pode substituir essas atividades, como se fosse possível “estudar” pelo estudante. Nesse plano temos o desafio de “entender” os conteúdos, uma atividade que acontece na mente do estudante, nunca na aula do professor. Matemática, em especial, se aprende se entendermos, sendo que entender não pode ser feito pelo docente, nem pela aula, mas pela iniciativa do estudante, se estudar; temos aqui a base mais comum da aprendizagem: *estudante aprende se estudar...*

a) **Ler** – inclui ler autor para se tornar autor. Leitura precisa comparecer como atividade de aprendizagem, não de passatempo, diversão, erudição apenas. Ler para entender significa a habilidade de reconstruir o que se lê e, nesse processo, tornar-se autor do que se lê. O resultado da leitura não será o papagaio que reproduz sem entender, mas o autor que ocupa seu lugar; ao mesmo tempo, familiariza-se com textos científicos que têm sua lógica e estrutura, no sentido do enquadramento formal, abstrato, analítico, linear, com suas virtudes e defeitos. Pode-se aprender como se fundamenta, argumenta, contra-argumenta, duvida, desconstrói e reconstrói conteúdo, de modo aberto, observando virtudes e defeitos de toda teorização: nas virtudes, tenta explicar o fenômeno por suas linearidades, recorrências, leis e regularidades; nos defeitos, enquadra dinâmicas que são observadas no que não são dinâmicas, ou seja, em suas estruturas repetitivas; e aprende-se que o lado forte da leitura é relativizar as autorias: todas são tão interessantes quanto incompletas – o bom leitor devota-se a alternativas do que leu, porque imagina poder ver além.

b) **Estudar** – deveríamos abolir o termo “estudante”, porque o que menos faz é estudar – é condenado a frequentar aula. Como regra, “estuda” para a prova, para regurgitar o que memorizou. A escola não trabalha a habilidade de se confrontar com conteúdos como autor, aprendendo de autores, para se tornar autor próprio. A noção de “currículo” também detém a farsa do PF (prato feito): conhecimento como pacote embalsamado, a ser repassado, absorvido. Todos os grandes pesquisadores/autores foram estudiosos contumazes, que nunca se satisfizeram com suas teorizações, sempre as superaram, sabendo que nunca seriam completas, no entanto, na escola temos uma “aula completa”, tão completinha que urge anotar e devolver copiada na prova. De certa forma, o professor “facilita” as coisas: mastiga pelo aluno, ou até mesmo digere por ele. O formato organizacional curricular impede o estudo, começando pela aula de 50 minutos, um disparate que só serve à prepotência docente de enfiar conteúdo na cachola do estudante. Em 50 minutos não acontece nada de importante em termos de produção própria de conhecimento, de

autoria. Muito mais distante está a ideia de “gostar de estudar”, já que a escola é chatice profissionalizada.

c) **Pesquisar** – no mais básico, a pesquisa busca valorizar a autoria, iniciativa, produção do estudante, mesmo que ele ainda não seja bom em pesquisar. Assim, começa buscando textos, informação, dados, livros, vídeos, fotos etc., para poder com eles analisar, escrever. Esse é um dos significados da pesquisa: seu uso pedagógico, para aprender como autor (“educar pela pesquisa”) (DEMO, 1996); depois, com orientação docente, aprender que pesquisa tem um horizonte técnico fundamental, voltado para um buscar qualificado metodologicamente: não se trata de qualquer dado, qualquer texto, muito menos de qualquer produção. Facilmente a escola banaliza a pesquisa, em grande parte porque não sabe pesquisar profissionalmente – manda o aluno pesquisar, mas não usa a pesquisa como modo fundamental de aprender. Seguindo na rota da qualificação da pesquisa, o aluno vai entender que há métodos quantitativos e qualitativos, sua mistura, o uso de dados já existentes (do Ideb, por exemplo) ou a produção própria de dados, com cuidado metodológico e estatístico. A qualidade formal (metódica) é crucial na produção de conhecimento próprio, que pode aparecer na feira de ciência quando o aluno expõe seu banner; a qualidade política (protagonismo na sociedade) também é crucial, porque “ler a realidade” implica confrontar-se com ela e mudar. Assim, pesquisa é princípio científico e educativo ao mesmo tempo (DEMO, 1990), modo de aprender, formar-se e produzir conhecimento de qualidade adequada. Pode ser inicialmente realizada com abordagem simples, desde que não frívola, e que vai se sofisticando via autorias crescentes científicas. Seu charme maior é apostar no protagonismo do estudante para que se torne, aos poucos, sob o olhar atento do professor, um pesquisador.

c) **Elaborar** – indica o objetivo de produção própria crescentemente autoral, evitando produções para inglês ver, como resenhas, resumos, reproduções ou cópias/plágios. Elaborar implica escrever, mas vai muito além: busca a escrita com começo, meio e fim, com enredo, com fundamento, com argumento – é ingrediente substancial do “entender”. Se só aprendemos o que entendemos, elaborar ajuda muito a entender. O que se coloca na linguagem própria, no texto próprio, pode mais facilmente virar autoria. Em matemática está faltando, entre outras coisas, elaborar: bastamo-nos com memorizar (DANTZIG, 2005). Elaborar é fazer por si, de mão própria, atestando que se sabe lidar com o assunto e trabalhar como autor; a elaboração vai crescendo com o tempo, até tomar corpo textual significativo, virando texto, ensaio, *paper*. No início saem cinco linhas, mal traçadas; depois, lá na frente, viram cinco páginas, científicas – essa trajetória autoral

é o que interessa e garante um processo formativo emancipatório. O estudante deixa a posição passiva de “vítima de aula” (DEMO, 2017) para assumir a posição de autor. O texto, então, vai admitindo ordenamento crescente, até ter contorno científico adequado, no que Foucault chamava “a ordem do discurso” (2000). O mundo da ciência pede textos formalmente adequados, formais, ordenados, estritos, exigentes que atestem a elaboração profunda de ideias, teorias, argumentos; ao final, um bom texto é uma peça técnica e uma obra de arte.

Essas quatro categorias são postas como pilares do aprender como autor (DEMO, 2015), mas não esgotam a questão, nem pretendem. São, em certo sentido, “óbvias”, para quem gosta de aprender; mas insólitas para quem vive de aula. A azáfama do estudante gira em torno da frequência de aula, da prova e do repasse, sem inserir aí ler, estudar, pesquisar, elaborar, porque a escola amputou a formação autoral, restando apenas ensino.

2. Num segundo momento, temos atividades de cunho **metodológico**, que trabalham os fundamentos da produção própria de pretensão científica, como fundamentar, argumentar, contra-argumentar, alegar base empírica testável, distinguir textos mais e menos científicos, produzir metodicamente como autor. Ciência é questão de método, como diz o modernismo, oferecendo um tipo de conhecimento formalizado, modelado, ordenado, ancorado na autoridade do argumento, não no argumento de autoridade. Nesse plano, temos o desafio de produzir conteúdos autoralmente, usando o método científico com devida crítica autocrítica.

a) No texto *Metodologia para quem quer aprender* (DEMO, 2008) delineei uma proposta metodológica da aprendizagem autoral, buscando argumentar em favor da produção própria do estudante como instrumentação fundamental para sua formação científica e cidadã. Autoria aparece como “fundamento docente e discente” (Idem, p. 108 ss). O disparate escolar começa com a *aula copiada para ser copiada*, desconsiderando completamente a dinâmica autorrenovadora do conhecimento, seu ímpeto rompedor, suas reviravoltas alternativas. Ensacado no “currículo”, vira PF (prato feito), que cumpre repassar/engolir. O marasmo escolar se sedimenta e a escola vira fábrica de reprodução uniforme dos velhos tempos que já não existem mais.

b) Sendo ciência questão de método, aprender exige lidar com isso adequadamente, coisa que, como regra, nunca existiu na faculdade, porque esta se desempenha apenas de modo instrucionista. Produção científica adequada implica saber fundamentar, argumentar, contra-argumentar, oferecendo resultados que primem pela elaboração acurada, caprichada, também formal e modelar.

Aos poucos o estudante entra no jogo aberto da cientificidade metódica e vai sabendo distinguir um texto malfeito de outro bem feito; texto, afinal, é um “tecido”, não um amontoado de frases soltas – só colocamos no texto aquilo para o qual temos fundamento, leitura, evidência empírica, sem lugar para chute, alegação, suposição, fofoca.

c) Ciência, porém, mesmo sendo uma das tecnologias do espírito mais imponentes da saga humana (HARARI, 2015), é “controversa” (GRINELL, 2009), também porque sua métrica não são os resultados já sedimentados, mas o que ainda não se conhece (FIRESTEIN, 2012). Ciência é método de descoberta incansável e sempre inconclusa, não um estoque de vanglórias. O estudante aprende que não há fórmula pronta para pesquisar, elaborar, fazer texto, que tudo pode, ao final, ser contra-argumentado e isso faz bem, desde que civilizadamente – aprendemos sobretudo da divergência, da alternativa, do que nos incomoda; aprende-se que é importante ouvir o outro, colocar-se no lugar dele, entendê-lo, e responder com educação.

d) Entre as controvérsias estão disputas acaloradas e nem sempre bem-educadas sobre o próprio método: os positivistas acham que a ciência perscruta a realidade objetiva e neutralmente – suas teorias dão conta da realidade toda como tal (a realidade assim como ela é), suas mensurações correspondem a fatos reais, enquanto outros acham que teorização é modelagem formal simplificada e reducionista, uma aproximação cujo método assegura teste e reteste. Mas, ao final, não damos conta da realidade por inteiro, também porque não sabemos o que é a realidade. Sabemos até certo ponto como funciona, como opera – alguns dizem que sabemos 4% apenas do universo (PANEK, 2011) –, por isso, não propriamente explicamos, apenas descrevemos a realidade (NEW SCIENTIST, s.d.; HOFFMAN, 2015).

e) Por mais que argumentemos, sempre há o que argumentar. Nenhum texto se conclui e isso vemos na Wikipédia: seus textos podem sempre ser reeditados, porque conhecimento não começa nem acaba – só aula (que demora, graças a Deus, 50 minutos!). Isso nos leva a cuidar ainda mais da argumentação, porque, não lhe cabendo formato final, pode sempre desmoronar. Vale, por isso, a autoridade do argumento (sempre aberta), não o argumento de autoridade (fechado e ignorante).

3. Num terceiro momento, temos atividades de teor **epistemológico** que questionam o próprio conhecimento vigente (conhecimento autocrítico, não só crítico), sua validade relativa (não relativista), a intersubjetividade institucional, a realidade como tal e suas diversas teorizações e divergências, orientando-se não por aquilo que já conhecemos, mas pelo que não conhecemos

(HARARI, 2015). Inclui-se aqui problematizar teorias e realidades, duvidar metodicamente, divergir com argumentos, buscar, sobretudo produzir explicações alternativas, manter as autorias abertas para continuarem aprendendo; nesse plano temos o desafio de escrutinar os conteúdos produzidos (teorias e práticas) para renová-los sempre na turbina dos tempos. Quem não sabe pensar, acredita no que pensa; quem sabe pensar, questiona!

a) Aprender é também **desaprender**, no sentido piagetiano de dissolver esquemas que não mais dão conta da realidade, para reconstruir outros (teoria da equilibração), que, mais adiante, também não darão conta. Alguns preferem certezas, como sugerem as aulas – tão certas que só resta para o aluno engolir e regurgitar na prova; outros preferem manter-se alerta para as incertezas, porque delas vêm a luz, a renovação, a alternativa; um dos maiores males da aula é transformar ciência em objeto de crença, não de questionamento.

b) É fundamental questionar o que se sabe (críticas das teorizações vigentes e autocrítica do que nós achamos saber), bem como a realidade, já que nossas explicações são naturalmente incompletas – de mentes incompletas não podem resultar certezas, mas aproximações cuidadosas e intersubjetivamente controladas. Quem se questiona pode questionar os outros com maior condição e humildade, conviver com divergências que incitam a autorrenovação. Ciência deve ser jogo aberto (NIELSEN, 2012; DEMO, 2011), cuja cientificidade é modulada por critérios formais (do método analítico formal) e políticos (da intersubjetividade e do papel da ciência em sociedade).

c) Ciência é um troféu humano, mas também um problema quando se mostra eurocêntrica, machista, colonialista, destrutiva de outros saberes, insustentável e neoliberal, dentro da natural ambiguidade das coisas. Ao mesmo tempo em que o estudante precisa entender a importância incisiva da ciência no desenvolvimento da sociedade e da economia, carece levar em conta seus lados sombrios, em que medram furores belicistas, mercantilistas, manipuladores, ideológicos.

d) O que o estudante produz é a medida da escola, e por isso deve ser avaliado, mas há que entender que sua autoria também é relativa, feita também da autoria dos outros e que nunca chega à completude. Manter-se aberto a rever-se sempre é condição fundamental de aprendizagem.

4. Num quarto momento, aprendizagem tem seu lado solitário, quando estudamos sozinhos, mas é mais pedagógica, quando feita **coletivamente**. É fundamental que os estudantes aprendam a aprender juntos, em projetos de pesquisa coletivos, nos quais sobressaia a soma concertada das contribuições, obtida pela habilidade e alegria de colaborar. No entanto, trabalhar em grupo não é

algo simples, muito menos automático, razão pela qual muitos professores não adotam essa opção. Em geral, pode-se aceitar que produtos coletivos facilmente são menos bem feitos ou elaborados, porque, onde todos metem a mão, não pode resultar excelência – os grandes gênios da ciência foram “solitários”, mas hoje apreciamos ressaltar que gênio não sai do nada, é também produto do ambiente, da cultura, da história, dos pares, pois nenhuma autoria se faz sozinha. Toda autoria é feita de outras, assim como seres são feitos de outros seres (SATELL, 2017). Atividades coletivas de aprendizagem fariam bem ao se tomarem algumas cautelas:

a) Para evitar o “predador” ou “aproveitador” – aquele que desfruta do resultado do grupo sem colaborar – é ajuizado pedir que cada membro do grupo faça sua contribuição individual prévia escrita, que depois será discutida no grupo e somada ao texto final; os textos individualizados podem ser discutidos sempre em grupo, feitos e refeitos, de modo que o ambiente coletivo predomine sobre a personalização, mas o produto coletivo final precisa ser o reflexo confiável de que é produto comum, igualitário.

b) O grupo pode oferecer a vantagem da diversidade de olhares e posicionamentos, desde que fincados na autoridade do argumento, não no argumento de autoridade. Seguindo a regra de que só vale o que tem fundamento elaborado, a diversidade pode ser trunfo superlativo, superando possivelmente a pecha comum de que um produto feito coletivamente é menos bem feito. Esse reconhecimento sugere que grupos precisam mudar constantemente para evitar gangues ou patotas que se autoconfirmam ou autodefendem (SUNSTEIN, 2007, 2009).

c) Não há regra final para o tamanho do grupo, mas convém que seja pequeno (de três a cinco, digamos), para que todos possam colaborar efetivamente, expressar-se sem esperar muito, tecer juntos a proposta. Sempre pode existir a “divisão de tarefas”, para potencializar o processo, mas, ao final, vale a elaboração coletiva, mesmo sendo sempre feita (escrita) por um dos membros – o grupo deve eleger um coordenador e um escriba, em especial quando tem muitos membros.

d) Trabalho de grupo tem *valor pedagógico* eminente, razão maior de sua preferência atual pelos educadores, a despeito de seus riscos. É importante aprender a divergir civilizadamente, ouvir os outros com atenção e cuidado, mudar de ideia porque outra é mais bem-posta, enriquecer sua visão com a visão diversa etc., ainda que o resultado final possa ser “menos” qualitativo, pois é resultado de compromissos que arranham o argumento; mesmo assim o efeito pedagógico é fundamental.

5. Num quinto momento, **Ambientes Virtuais de Aprendizagem** (AVAs) vieram para ficar, porque os estudantes precisam dessa versatilidade para suas vidas e para o trabalho. Não faz mais sentido continuar a manter as escolas alheias ao mundo digital, até porque “programação digital” é vista hoje, quiçá, como a alfabetização mais estratégica (MANOVICH, 2013; RUSHKOFF, 2010). Isso rebate fortemente nos professores, que precisam estar à altura do desafio. Embora a turma mais antiga sinta muita dificuldade de acompanhar ou ostensivamente se coloque fora dos AVAs, a turma nova não pode fugir da raia. Entra em cena o **texto multimodal**, mesclando o impresso com os artefatos digitais mais autorais, como áudio, vídeo, animações, videogames, fotos etc. (HAYLES, 2008). Muitos professores reclamam, com justa razão, do abuso das fontes digitais (plágio, sobretudo), mas precisamos considerar o outro lado: a potencialidade autoral digital imensa, infinita (ISAACSON, 2014). Os fundadores do computador sempre alegaram que essa tecnologia não poderia chegar à escola para confirmar sua leseira histórica instrucionista, mas para derrubá-la, de alto a baixo, e reinventá-la (LEVY, 2010). O próprio computador foi resultado de eminente autoria humana, uma das tecnologias mais altissonantes até hoje, produto de gênios e rebeldes criativos (PAPERT, 1994) que deveriam contaminar a inovação em todos os setores da sociedade, em especial na escola. No entanto, as pesquisas confirmam reiteradamente o uso instrucionista predominante. A escola facilmente se coloca à margem, proibindo, censurando o celular, apenas para piorar ainda mais a já péssima percepção do estudante da escola como lugar do atraso. Claro, não se pode expor, a torto e a direito, o estudante à internet aberta, mas é sempre preferível educar para bem usar, não proibir, pela simples razão de que é contraproducente. Regra básica dos AVAs é usar tecnologias digitais para *enaltecer e reforçar a autoria do estudante*, como alargamento estratégico das chances de educação científica e formação geral e específica.

a) A escola precisa saber mudar o enfoque tendencialmente reprodutivo do aluno em relação à web para um enfoque de pesquisa e autoria. Mesmo havendo restrições à Wikipédia – embora no confronto com enciclopédias impressas ela tenha sempre se saído bem, em especial nos textos da área de ciência (GILES, 2005; LIH, 2009; SIMONITE, 2013) –, os estudantes podem usar bem a plataforma, não para copiar textos cruamente, mas para usar fontes pertinentes e elaborar textos próprios. A web equivale à biblioteca – assim como íamos à biblioteca para pesquisar, vamos à web para pesquisar, não fraudar autorias.

b) A web traz facilidades, naturalmente, em especial a disponibilidade de um mundo sem fronteiras de plataformas e textos. Por exemplo: um texto da Wikipédia traz um lote de links que

faculta ler, simultaneamente, outros tantos textos pertinentes, num novelo sem fim. O problema da facilidade é virar “facilitação”, encurtando tudo, vivendo de atalhos, sumários, resenhas, cópias; é papel da escola educar o estudante para usar autoralmente a web, também porque não há volta nessa rota.

c) A academia resiste (ainda) ao texto multimodal, porque prefere o impresso, por conta de sua estruturação formal ordenada, sequencial, linear, condizendo melhor com os pretensos rigores do método (objetivo e neutro). Da mesma forma, não gosta de imagem, por exemplo, porque esta não tem centro, é móvel, flexível, pode ser partida, modulada – está nisso muito mais próxima da realidade, mas mais longe da sequencialidade textual formalizada. Apesar de mais de um século de cinema com êxito estrondoso, a academia reluta em aceitar uma tese de doutorado no formato de filme, embora pudessem ser exercitados os mesmos ritos metodológicos (revisão da literatura, teorização, pesquisa e suas validações, citações etc.). No entanto, isso é resistência perdida, já que, ao final, o texto multimodal vai se impor (LESSIG, 2009; DEMO, 2010).

d) A escola precisa achar um lugar pedagógico para o celular e correlatos, pois é mais fácil a aula desaparecer do que o celular. No formato atual, admitindo textos tão minúsculos (140 toques), não é plataforma adequada para elaborações autorais, mesmo assim, há que saber aproveitar opções interessantes, como acesso à web, capacidade de comunicação intensa, buscas específicas por temas e dados, montagem de textos em wikis, coordenação digital do processo de produção etc. Não faz nenhum sentido que, enquanto na rua ou em casa o estudante não desgrude do celular – já é talvez uma doença (ROSEN, 2012) –, na escola ele seja uma peça censurada.

e) A oportunidade mais apregoada hoje é certamente *programação digital*, a alfabetização mais estratégica da atualidade.

6. Num sexto momento, **formação permanente docente** é parte constituinte das atividades de aprendizagem: se o estudante aprende bem com professor que aprende bem, a primeira mudança é do professor. Todas essas atividades acima arroladas são *mediadas* pelo professor, na posição de orientador e avaliador mormente, mas não substituídas. Precisamos dos outros para aprender – daí a valorização que fazemos da aprendizagem coletiva (DEMO, 2015) –, mas há dimensões que precisamos fazer de nós para nós mesmos, na intimidade de nossa capacidade de entendimento, no âmbito de cada autoria. É uma tragédia escolar que tais atividades não façam parte da escola, substituídas ensandecidamente por aula, prova e repasse. Temos na escola tipicamente um estudante que não estuda, porque sua função é frequentar aula. Em parte, a questão é posta por um

professor que não aprende, porque na faculdade aprender nunca foi o foco de sua formação: foi, literalmente, *vítima de aula* (DEMO, 2017), do que segue naturalmente que o aluno seja também vítima de aula. Entupido de aula, seu aprendizado adequado definha, a ponto de ir desaparecendo em matemática no ensino médio. Aula temos de sobra. Aprendizagem sempre menos.

a) Professor precisa de oportunidade para estudar, não sendo aceitável afogá-lo em aulas, em especial com turmas imensas. Precisa estudar inclusive durante o trabalho, porque é trabalho. Aquele que não estuda se exclui como formador de novas gerações, pois não cumpre em si o que demanda dos alunos. Por outro lado, se é preciso questionar os atuais docentes, deve-se questionar muito mais sua formação original na faculdade, os ambientes impraticáveis de trabalho na escola, a falta de apoio didático e pedagógico etc. Professor precisa de apoio, chance, recomeço.

b) Apostar na produção estudantil implica apostar na produção docente, porque ao final é o mesmo ambiente, a mesma lógica, a mesma dinâmica. Professores carecem ser autores, cientistas, pesquisadores, pois queremos estudantes com tais habilidades, capazes de assumir o protagonismo em sua sociedade e economia. Assim, professor precisa ter produção própria, material didático próprio, precisa publicar, divulgar, participar de eventos de sua especialidade (para expor trabalho próprio, não apenas escutar), aparecer na escola como exemplo de aprendizagem autoral e ter chance de se afastar da escola por um ou dois semestres (mantendo seu salário) para estudar (comprovadamente).

c) Eventos tradicionais, como jornada pedagógica e similares, possuem efeito muito pequeno ou nenhum sobre a aprendizagem dos estudantes, razão pela qual a formação permanente precisa ser revista por completo, a começar por superar a “especialização” oferecida como pós-graduação *lato sensu*, porque não emplacou qualquer importância na escola – cada vez mais professores fazem esse tipo de curso, mas o aprendizado adequado tende a cair.

d) Mudanças na escola só são efetivas com a liderança dos professores, que não podem perder o comando pedagógico das inovações. Por isso é fundamental negociar com eles as oportunidades, para que seja viável tentar outras rotas.

e) Como a formação na faculdade foi um fiasco em geral (DEMO, 2017c), professores não são leitores, estudiosos, pesquisadores, elaboradores, embora deem aula todo dia. Tomado frontalmente, é um disparate dar aula do que nunca se produziu, como se a missão docente fosse copiar para ser copiado. Não cabe apenas questionar, é preciso valorizar a docência, finalmente,

como mediação indispensável para inventar uma escola que gire em torno de atividades autorais de aprendizagem, não de aula.

3. Desde o pré-escolar

Seres vivos, desde que nascem, não lutam só para sobreviver, mas para vencer limitações, abrir seu leque de alternativas, aprender a voar mais alto, depender menos dos outros e do ambiente. Ou seja, começam imediatamente a construir o projeto de autoria/autonomia. No caso dos humanos, nascemos extremamente dependentes de tudo: comida, calor humano, cuidado, moradia, vestimenta etc., mas, com a força de um instinto indomável, fazemos de tudo para nos colocar sobre pernas próprias e procurar oportunidades autorais de vida. Somos desmamados a certa altura da infância, um gesto de intenso impacto, induzindo-nos a perceber que é preciso não depender para além do inevitável ou condizente. Inventaram a escola, onde ficamos por longos anos (mais de 15, em geral) buscando meios emancipatórios para podermos viver autonomamente no meio de outros autônomos. Os pais olham para o futuro e esperam ver suas crias com família própria, casa, filhos, trabalho. Sobretudo a mãe, a maior “mediadora” que a natureza forjou (HRDY, 1999), tem claro que seu filhote precisa aos poucos desapegar-se, começando por ser desmamado logo que puder. Em sentido bem concreto, ela sabe que o filho precisa livrar-se dela, para ensaiar vida própria. Como se diz, uma boa formação produz mestres, não discípulos; a mãe quer um filho mestre, se ela funcionar bem.

Quero com isso alegar que o projeto de autoria está na alma de todos os seres vivos. Entre animais, é questão de vida ou morte – quem não se emancipa, é varrido do mapa. Quem não arranja comida sozinho morre de fome. Entre humanos, a construção de comunidades morais faculta que gente com necessidades especiais sobreviva, mas é ideal de todos emancipar-se (BOEHM, 1999; 2012). É por isso que muitos educadores defendem que **educação científica** começa no pré-escolar, aos 4 anos de idade (LINN & EYLLON, 2011; SLOTTA & LINN, 2009), tendo em vista garantir aos pequenos seu primeiro contato com o poder emancipatório da ciência. Educação científica tem muitos sentidos, sendo o mais flagrante no capitalismo a busca por competitividade, devido ao reconhecimento de que ela depende diretamente da qualidade científica da educação. Mas, tomando o próprio termo em sua face mais direta, a proposta une ciência e educação, em

ligação de reciprocidade, realçando o sentido formativo. Esse sentido formativo tempera também o ímpeto de autonomia, porque autonomia não pode significar a depredação dos outros. Autonomia própria não se faz à custa da autonomia dos outros, mas com ela, também rivalizando. Propostas bem articuladas de educação infantil trabalham claramente a capacidade da criança de expressão própria, jogos e brincadeiras que puxam pela iniciativa e participação, respeito às regras comuns de convivência, oportunidade de experimentação metódica, contato com o método científico e suas abstrações, produção própria cabível na respectiva idade e assim por diante. O mínimo que se espera é que o ambiente do pré-escolar esteja centrado na criança, em seu desenvolvimento de dentro para fora, sempre incentivando sua iniciativa, participação, envolvimento, motivação própria. O lado lúdico é enfatizado porque é forma típica de expressão infantil, também para aproveitar ao máximo a curiosidade e a fantasia.

É importante que os professores assumam seu papel de mediação colaborativa, não de “condução” autoritária, respeitando o modo de ser infantil e abrindo todas as oportunidades de expressão própria disponíveis. Não se admitem aula, prova, repasse de conteúdo. Não se avalia por nota. Nesse ambiente centrado na criança começa a educação infantil, na “dose certa” – o professor precisa saber calibrar o que pode trabalhar, sem atropelar, mas também sem retardar. Não cabe, por óbvio, oferecer uma ciência infantiloide, à revelia de sua zona do desenvolvimento proximal. Embora a ludicidade seja a base da relação, trata-se de brincadeira séria. Estamos, a rigor, investindo na emancipação da criança, aproveitando a potencialidade da ciência. Como a criança forja naturalmente esquemas mentais para explicar o que observa, podemos desde logo trabalhar tais esquemas para fomentar seu teste, tipo de argumentação subjacente, hipóteses alternativas de trabalho, experimentos atrativos, abrindo a oportunidade de superá-los mormente. Deve emergir daí o sentido da aprendizagem como autor (DEMO, 2015) na criança, sempre adaptada (não “apequenada”) à idade, realçando constantemente a chance de produção própria, escrita se já for possível, ou desenhada, ou teatralizada, sozinha e em grupo, ludicamente. A criança que tem boa oportunidade de brincar aprende mais facilmente a falar, andar, expressar-se, comunicar-se, conviver etc. Faz parte da “dose” certa reconhecer o lúdico como fundamento da autoria infantil, modo próprio de expressão, incluindo a fantasia.

Em plataformas virtuais a criança, além de iniciar sua versatilidade digital (fluência digital, mas principalmente o senso pela programação digital) (PAPERT, 1994), pode experimentar sem medo e risco de ferimento físico, num contexto de cores e movimentos, acessos e disponibilidades

que incitam a testar hipóteses, descartar outras, buscar soluções, inventar moda (SLOTTA & LINN, 2009). Pode-se motivar a criança a mexer com a realidade, desbravar caminhos de manipulação, criar cenários e arranjar suas propriedades, fazer-se autor em sua ludicidade. Pode-se começar a conversar sobre leis naturais, também para diferenciar das fantasias infantis, regularidades de objetos e dinâmicas, formas estruturais das coisas, entrando já em matemática. Não vai decorar nada. Mas vai se defrontar com estruturações próprias da realidade que precisa saber manejar, respeitar, explicar. Assim, não se quer, de modo algum, que a criança apenas brinque, se divirta, passe o tempo, seja cuidada, mas, utilizando essas virtudes lúdicas, que apenas a manusear a realidade, iniciando a rota que vai até ao fim da vida de “ler a realidade”. Começa aí a “alfabetização”, misturada com educação científica, o que já descarta a noção oficializada de alfabetizar em até três anos, dos 6 aos 8 anos. O conceito de alfabetização não é cronometrado, pois dura a vida toda. Sequer começa aos 4 anos, porque, tendo quatro anos, já vivia aprendendo. Apenas, formalmente, concentramos esforços, planejamento e estratégias para potencializar chances emancipatórias. Trabalhamos em especial o protagonismo da criança, ou seja, a capacidade de liderar a sociedade da qual é parte.

É por isso que o contra-argumento instrucionista de que aprendizagem por descoberta sobrecarrega a memória operacional de curto prazo, oferecendo ao estudante tarefas impossíveis, é impróprio, porque, sendo autoria/autonomia um dos combustíveis da evolução viva, a mente evolui para dar conta disso, naturalmente. Ademais, a natureza sabe se defender, evitando meter-se em encrencas das quais não dá conta. Talvez o lado mais encantador da criança pequena seja sua curiosidade, sua vontade de progredir, participar, criar coletivamente, partilhar, como quando está ensaiando para dar os primeiros passos. É uma luta, cheia de tentativas e erros, caindo e se levantando, até aprumar-se – com sorriso largo, a criança descobre que tem pernas próprias. Podemos ajudar a aprender a andar, mas só anda na “dose certa”, quando está pronta fisiológica e mentalmente. O lado lúdico potência a chance de descobrir o mundo e a si mesma, no contexto psicossocial. Vê-se, com clareza cristalina, como a criança vai se autoformando, pondo-se de pé, começando a falar para comunicar-se adequadamente, manobrando seu espaço, conquistando seus avanços.

Formulo alguns aportes sugestivos em termos de atividades autorais de aprendizagem, que não podem ser tomados como “prato feito”. Ao final, é o grupo de professores que precisa saber conduzir o “planejamento coletivo”, no qual todos contribuem para remontar a proposta curricular

sob o signo do cultivo da autoria dos alunos. Como regra fundamental é sair do atual sistema de ensino, vamos inserir essa perspectiva com o destaque devido.

Preliminares

a) A preliminar mais decisiva é **preparar os professores por pelo menos um semestre** para aproximá-los, da maneira mais consistente possível, da posição de mediador que cuida da autoria do aluno, via princípios autorais indispensáveis, como: pesquisar, elaborar, ler, estudar, com base em produção própria. Essa experiência de aprendizagem autoral, sem aula e sem prova, é imprescindível, porque denota claramente a mudança de sistema. Antes, professores tinham jornada pedagógica ou coisa similar, nos moldes de atividades que as universidades fazem a título de alguma pós-graduação *lato sensu*, que não geram frutos para os alunos: ouviam palestras, faziam oficinas, discutiam alguma coisa, mas sem produção própria. A melhor ideia seria um curso de seis meses, híbrido, com presença física e virtual e com predominância desta. Encontros presenciais podem ocorrer a cada duas semanas, por algumas horas, nas quais não haverá aula (nunca há aula, precisamente para se experienciar que aula não faz nenhuma falta, embora pudesse ser usada esporadicamente, como recurso subsidiário), centrando sempre na produção própria dos professores cursistas. O curso precisa ser formatado de tal sorte que seja “transferível” para a atuação do professor na escola, posteriormente: o que ele faz no curso é o que vai fazer na escola com seu aluno. Quem prepara o curso precisa incluir tais iniciativas, prevendo produção individual e coletiva, com preferência para textos multimodais, aproveitando recursos digitais. Nos encontros presenciais discute-se a produção anterior e planeja-se a produção posterior, com exceção do primeiro encontro, que foca na formatação do curso, suas regras de jogo (produção própria individual e coletiva, modo de trabalho em grupos de tamanho pequeno, digamos, até cinco membros, com coordenador e escriba, acerto sobre plataforma digital para postar os textos, para que todos possam ver e contribuir, além de permitir a avaliação por parte de quem organiza o curso, organograma, prazos, tipo de trabalho final previsto etc.). Quem oferece o curso organiza propostas de leitura (textos, links digitais, por exemplo), que podem constar da plataforma, como parte essencial da aprendizagem a ser transformada em autoria docente.

Professores precisam continuar estudando, produzindo, lendo, pesquisando, inclusive fazendo material didático próprio para assistir os estudantes. Se queremos um estudante autor, precisamos, antes, um professor autor e que assim se conceba e mantenha, aprimorando-se constantemente.

Nesse sentido, precisa de tempo para estudar, o que o planejamento coletivo poderia facultar, já que colegas podem cobrir-se reciprocamente e organizar-se para tanto.

b) É fundamental passar por **ensaios curriculares prévios** para elucidar o “planejamento coletivo” que se torna peça-chave da mudança, passando para temas interdisciplinares que, de preferência, abranjam todos os professores de todas as disciplinas. Não é o caso aceitar apenas temas coletivos, porque podem ser úteis temas de algumas disciplinas que reúnam alguns professores a cada vez. Pode ser o caso de conteúdos disciplinares, sempre que se descobrirem falhas mais graves, como, por exemplo, atraso em matemática, falta de fundamentos em pesquisa, dificuldades com redação/elaboração etc. Mas a regra é clara: **temas interdisciplinares devem se tornar a norma**. Com isso cobrimos o currículo, que sempre estará nas nossas costas como referência importante. No entanto, currículo não é mais repositório sagrado de temas fatais, mas apanhado de tópicos a serem desconstruídos e reconstruídos, oportunidades de exercício da autoria estudantil, com ampla liberdade de modulações. O corpo docente precisa ter propostas curriculares bem armadas com antecedência, para não correr o risco de cair em vazios no semestre.

c) Passo essencial é superar o molde arcaico e impróprio dos “50 minutos de aula”, tanto porque nesse tempo não se faz nada de útil em termos de curtir autoria do estudante, quanto porque aula vai ser colocada como expediente intermitente subsidiário, no máximo. Qualquer atividade de aprendizagem exige tempo alongado, de dias, semanas ou meses, durante o qual se organiza o processo produtivo estudantil em fases sucessivas, com devida produção própria. A par disso, a avaliação discente se faz por aquilo que o aluno produz, não mais por prova, precisamente porque avaliar sua produção é forma muito mais efetiva, constante, justa, cotidiana, permitindo sempre que o estudante refaça seu texto, se for o caso. Considera-se fundamental que cada estudante alimente seu “portfólio”, em que coloca todos os textos e produtos feitos no semestre, o que permite comparar a progressão continuada de sua autoria e comprovar seu trabalho (sobretudo para os que duvidam de que é possível aprender sem aula e prova). O cerne da avaliação é sopesar a **qualificação crescente da autoria do estudante**. Não faz mal que comece com cinco linhas mal traçadas. Devem estas, na brevidade possível, passar para cinco páginas de cunho científico crescente e verificável. Embora a mudança possa ser feita em escola tradicional de 4 horas, o ideal é sempre passar para escola integral, não para haver “mais aula”, mas crucialmente dedicada à aprendizagem autoral do estudante.

e) Sendo “**autoria**” referência essencial, é preciso cuidar disso durante o tempo todo, sendo, na prática, a habilidade mais importante do curso (pesquisa). Cumpre, pois, que os professores prevejam continuamente a dedicação dos estudantes a métodos e técnicas de pesquisa (na dose correspondente à sua idade e avanço continuado), metodologia científica, epistemologia, que podemos resumir na ideia de “**educação científica**”, não só voltada para expectativas neoliberais de mercado (produtividade e competitividade), mas muito mais para a recuperação da potencialidade emancipatória da aprendizagem: ler a realidade para poder transformá-la. Trata-se de promover o protagonismo estudantil em sua sociedade (dita do conhecimento ou coisa parecida), retirando-o da condição arcaica de porta-voz/reprodutor curricular e mudando para a condição de **autor, cientista, pesquisador**. A produção do estudante precisa tornar-se crescentemente “científica”, sem necessariamente adotar posturas positivistas, dentro da expectativa crítica autocrítica. O desenvolvimento das habilidades deve incluir também a parte emocional, artística e ética, evitando-se entender educação científica apenas como gesto racionalista (eurocêntrico). Pedagogias preferidas serão problematização, projeto, pesquisa, sem fórmula pronta, que possam puxar pela motivação intrínseca do estudante.

f) Tornando-se a atividade de pesquisa referência tão central, a escola precisa oferecer recursos disponíveis para isso: biblioteca, computador, internet, videoteca, laboratórios etc. Parte importante é saber usar o mundo digital como lastro indispensável da autoria, incluindo sempre programação digital, porque provavelmente é a alfabetização mais estratégia atualmente. O texto preferido será o multimodal, devendo-se achar lugar para as engenhocas eletrônicas que os estudantes trazem para a escola (celular, tablets, laptops etc.), para fins autorais, naturalmente. Feiras de ciência, matemática, ou similares, são considerados eventos estratégicos para valorização da autoria discente e exercício de protagonismo estudantil.

Ensaio 1

Na transição, a escola pode ainda usar expedientes disciplinares ou reunir alguns professores mais orquestrados. Talvez seja até ajuizado começar assim. Por exemplo, o professor de **filosofia**, ao invés da aula de 50 minutos, que não existe mais, monta um processo de pesquisa de pelo menos um dia inteiro, de preferência uma semana, na qual organiza a produção estudantil (leitura, consulta digital, feitura de vídeo, se for o caso, com produtos crescentemente complexos, até ao final, que

deveria ter o tom de conquista incisiva). Ao lado de selecionar previamente leituras e materiais de pesquisa, sempre deixando também espaço para sugestões dos alunos, além de oferecer problematizações instigantes, precisa estar disponível sempre, acompanhando passo a passo a evolução de cada estudante em sua autoria. Pode prever um texto por dia – ao todo cinco textos – sendo o último de caráter conclusivo e indicando elaboração científica crescente. Não tem obrigação de cobrir o currículo inteiro, mas de pinçar tópicos importantes que serão trabalhados com devida autoria (sempre preferível a simplesmente repassar “tudo”).

O processo melhora à medida que aparecem iniciativas de professores agrupados, indicando a preferência pela interdisciplinaridade. Digamos, o professor de língua portuguesa e de matemática se unem para trabalhar a questão da língua (gramática, por exemplo) e da matemática (proporção, por exemplo). Enquanto se estuda um texto, o lado da matemática pode aparecer na contagem das palavras, sua proporção (palavra mais frequente, mais longa, menos longa, tamanho do parágrafo, tamanho do texto, médias, medianas, modas etc.). Este tipo de trabalho pode tomar um dia (pelo menos).

Ensaio 2

Em termos **interdisciplinares**, os professores sempre propõem aos estudantes, também para manter viva a referência curricular (os alunos podem ter preferências enviesadas ou repetidas), temas que possam ser instigantes, ora mais das ciências exatas e naturais, ora mais das ciências sociais e humanas, sempre misturando tudo, preferencialmente.

Sugiro aqui **confronto global nuclear entre Coreia do Norte e o mundo**. Previsão de pesquisa para um mês, englobando todos os professores. Na área das ciências naturais e exatas, cabe avançar em química, física, matemática (por exemplo: para um foguete norte-coreano atingir os Estados Unidos precisa percorrer certa distância, descrevendo uma trajetória curva matematicamente calculável, contra a gravidade; para fazer o foguete, entram em questão desafios complexos de física e química. Em termos biológicos podem-se estudar efeitos maléficos da radiação atômica nos humanos, animais e plantas, bem como no ecossistema como um todo (também físico). Em termos sociais, podemos estudar o lado socioeconômico do conflito, sua história, geografia, economia, bem como o que se tem escrito a respeito (impresso e digital), desde noticiário até textos analíticos de peso, bem como suas questões éticas muito incisivas. E assim por

diante. Cabe levar em conta o confronto ideológico de geopolítica: de um lado, um gigante tradicional (Estados Unidos, como Golias), do outro, um Davi que busca tornar-se potência nuclear, embora ainda em estágio muito atrasado de desenvolvimento (comparado, por exemplo, com o desenvolvimento da Coreia do Sul). Não há preocupação de esgotar o assunto, mas de desdobrar problematizações instigantes que demovam os estudantes a pesquisar com motivação intrínseca, enquanto também se segue a carga curricular prevista.

Os professores precisam fazer o planejamento coletivo das atividades com antecedência e devida meticulosidade. Programam-se materiais de pesquisa (livros, textos, links, áudios, vídeos, fotos etc.), bem como a organização da produção discente, começando com textos mais incipientes, e elevando-se a produções mais complexas, com devida autoria científica. Os professores também calibram a dose certa da qualidade produtiva dos alunos, nem para mais, nem para menos. Incluem-se também sessões de apresentação, pelo menos no final.

Os estudantes podem sempre agregar iniciativas e ideias pertinentes, a critério dos professores, tais como consultar, se possível, peritos da área (algum professor da universidade que tenha obra a respeito, ou jornalista que tenha estado na Coreia ou reportado sobre ela), ou entrar em contato digital com participantes diretos do conflito (estudantes sul-coreanos, por exemplo), ou fazer um Skype com colegas de fora (americanos, coreanos...) etc.

Ensaio 3

Sugiro, como ensaio, **crise da água no planeta**. Sob esse guarda-chuva interdisciplinar podemos incluir todos os professores para um trabalho de um mês ou mais. Sendo água elemento físico, faculta estudar física, química, biologia etc., além de matemática (por exemplo: média de crescimento da crise planetária da água, conforme os ecossistemas, ritmo do aquecimento global, diminuição do tamanho dos rios, aumento dos desertos etc.). No lado das ciências sociais, podemos estudar como água afeta a economia, a sociedade, a geografia, a história etc., como a poluição (digamos, das periferias das grandes cidades, tipo Rio de Janeiro) coloca em risco populações inteiras (lado ético e estético). Podemos trabalhar língua portuguesa nos textos analíticos mais elaborados sobre essa crise.

Podemos organizar saídas/excursões da escola para, por exemplo, inspecionar o local de tratamento da água da cidade, seus rios poluídos e maltratados com lixo, dejetos, uma reserva

natural próxima etc. Trata-se de sair para colher dados (oportunidade para aprender sobre como colher dados metodicamente, arrumá-los, usá-los, analisá-los), que serão logo transformados em produto científico, em ensaios cada vez mais parrudos. Podemos fazer um evento em torno do significado da água para a qualidade de vida da população, sua relação com saúde e higiene, ou em torno do futuro da água no planeta: água potável pode acabar?

Pode-se fazer um concurso de textos literários sobre água, de preferência multimodais, de modo que os estudantes sejam motivados a produzir em torno do tema (incluindo também poemas, raps, teatros, dramatizações etc.). Pode-se organizar um dia de protesto pelo mau uso da água, passando um tempo limpando um córrego sujo da cidade, desde que isso sirva de parte do processo de pesquisa, redundando em ensaio científico adequado.

Os professores precisam planejar coletivamente o processo de estudo e pesquisa, cronometrando atividades várias, com complexidade crescente da produção estudantil, e permanecendo sempre disponíveis para parceria com os estudantes. A função de mediação é crucial, indispensável, evitando a crítica instrucionista de que o estudante é “largado” à própria sorte, desesperando-se. O processo produtivo deve preferir trabalho em equipe, mas deve haver também momentos individualizados, nos quais seja possível avaliar a condição de cada estudante.

Ensaio 4

Tema interdisciplinar possivelmente instigante, com grandes repercussões práticas, poderia ser algo como **qualidade de vida na cidade**. Cada vez mais vivemos em cidades (a população do campo está se reduzindo continuamente; alguns vivem do campo, mas moram na cidade). Temos desafios ingentes nas cidades, bem como um espectro enorme de oportunidades. Entre os desafios estão distribuição desigual do solo, da moradia, da qualidade de vida; bairros pobres vs bairros nobres; degradações ambientais; infraestrutura muito deficitária; mobilidade urbana, transporte público e privado insatisfatórios; saneamento básico precário/inexistente; serviços sociais inadequados; desemprego ou subemprego; comércio ambulante por sobrevivência ou contrabando; falta de áreas de lazer e atendimento; praças malcuidadas, sujas, depredadas; moradores de rua etc. Entre as oportunidades estão efeitos potenciais de escala urbana (abastecimento, acesso a serviços como escola/universidade, hospitais, segurança pública, comércio etc.); concentração de recursos econômicos e sociais, como maior chance de trabalhar, fazer um negócio próprio, encontrar apoios

públicos diversos etc., além de “facilidades urbanas” possíveis, como acessos diversos para atender a necessidades diversas da população, exercício profissional, chances de lazer.

Uma vez assumido o tema, trata-se de o corpo docente organizar-se em torno dele, transformando-o em referências curriculares que incluam a todos, sem exceção. Um lugar para matemática: habitantes na cidade e suas características demográficas; crescimento urbano; preços comparativos praticados na cidade; custo de vida; tamanhos de rua, asfaltamento, áreas importantes da cidade etc. Um lugar para física, química e correlatos: qualidade química dos produtos vendidos, da água consumida e níveis de contaminação por poluição, lixo, metais pesados etc.; física da cidade (qualidade física e química do terreno, da malha hídrica, do tratamento de dejetos etc.). Um lugar para biologia: sustentabilidade da cidade, áreas verdes, saneamento ambiental, biologia humana. Um lugar para história, geografia, sociologia, filosofia/ética, economia etc.: história da cidade e composição étnica; geografia da cidade, sua distribuição física; sociologia da cidade (níveis de desigualdade social, criminalidade, segurança pública etc.); economia urbana (produção, comércio, trabalho etc.); filosofia/ética da qualidade de vida urbana, espectro das injustiças mais clamorosas (funcionamento do conselho tutelar e outros conselhos urbanos), funcionamento da política e governo, corrupção, eleições etc. Um lugar para arte, lazer e cultura: produção artística na cidade; áreas de lazer e sua movimentação; cadinho cultural vigente etc. Um lugar para educação física: esporte na cidade; incentivos à atividade física; esporte nas escolas e bairros etc. Um lugar para língua portuguesa: produção literária na cidade, formal e não formal; produção da informação impressa na cidade; promoção da produção estudantil sobre a cidade; modos de falar na cidade etc. Um lugar para o desenvolvimento digital: oportunidades para todos de acesso digital nas escolas, áreas públicas (bibliotecas, centros comunitários etc.), banda larga, ofertas privadas (lan houses), suporte técnico e tecnológico, cursos de programação digital etc.

É uma temática complexa que demanda muito tempo de dedicação, até mesmo de um semestre inteiro. O semestre poderia ser arquitetado curricularmente em torno disso, incluindo todos os conteúdos previstos, embora de maneira bem mais flexível, sempre em sentido autoral por parte do estudante. O ponto de vista da cidade galvanizaria a distribuição curricular, levando também a ensaios práticos relevantes para educação para a cidadania, por exemplo:

a) organização dos estudantes em torno de desafios urbanos considerados urgentes e dignos, como restauração das praças ou de uma praça mais estratégica, cuidado com e aumento da área verde na cidade, redesenho da mobilidade urbana etc.;

b) analisando problemas da qualidade de vida urbana, os estudantes se organizam para trabalhar com lideranças comunitárias localizadas, em termos de estratégias políticas para melhorar as condições locais de vida (asfaltamento, esgoto, água, escolas, segurança, moradia, luz elétrica etc.);

c) propostas dos estudantes em termos de “projetos urbanos” para a cidade, considerados estratégicos, tais como: reestruturação das políticas referentes a condições de vida das crianças, suas precariedades e riscos, bem como reivindicações de serviços; mobilizações na cidade em torno de grandes questões atuais, como segurança pública, criminalidade etc.;

d) qualificação do bairro onde está a escola, fazendo da escola referência fundamental da discussão e da prática alternativa da qualidade de vida (problemas sociais e físicos mais relevantes do bairro, sua composição étnica e social, suas qualidades e propriedades históricas e demográficas etc.);

e) avaliação dos governos municipais, atuação dos prefeitos e dos vereadores, para fins de “conscientização” da população e qualificação da atividade política; acompanhamento da atuação política, gastos, investimentos etc.

f) construção pelos estudantes de propostas voltadas para espaços comuns, qualidade de vida, exercício físico, como parques públicos, praças estratégicas, áreas preservadas, que valorizam a cidade em termos do bem-estar coletivo.

Temática tão vasta admite divisão por temas mensais – num mês trabalha-se a infraestrutura física; noutro, a economia; noutro, arte, cultura, lazer, língua portuguesa; noutro, problemática social da cidade (ética, igualmente) etc. A produção estudantil seria organizada conforme a noção de *scaffolding* (da zona do desenvolvimento proximal de Vygotsky, aproximativamente), no sentido de começar com produção menor, elevando-se até produção sofisticada no fim do experimento, eclodindo num texto coletivo (de grupos) conclusivo que contemple a caminhada de quatro meses progressivos e bem organizados. Vamos avaliar (vai constar nos portfólios) o progresso qualitativo da autoria de cada estudante, sem perder de vista a referência curricular. Ao mesmo tempo que se promove a iniciativa própria dos estudantes, que podem certamente trazer ideias pertinentes, e mesmo extraordinárias, vamos cuidando dos conteúdos e habilidades simultaneamente, observando falhas no desempenho, ao lado dos avanços, permitindo interferência docente imediata e calibrada.

Essa temática pode ser aplicada, *mutatis mutandis*, a uma escola do campo, assumindo o desafio da qualidade de vida no campo.

Ensaio 5

Para oportunizar o posicionamento dos estudantes em face dos desafios de sua sociedade atual, no contexto da sociedade/economia do conhecimento, habilidades digitais necessárias para a vida e sociedade, novos problemas trazidos pelo mundo digital, um tema pertinente e instigante poderia ser: **novas gerações e suas oportunidades de vida**. É tema para pelo menos um mês de atividades de aprendizagem. Uma hipótese de trabalho poderia ser o avanço das tecnologias digitais, veloz e implacável, sobre a sociedade e as novas gerações, cujas consequências são confusas, difusas, também temerárias, mas igualmente promissoras. Assunto relevante será a penetração digital na vida das pessoas, em especial das mais jovens: celular, laptop, tablets, vídeos, redes sociais, internet etc., com grandes oportunidades (relacionamentos, chances de trabalho, expressões artísticas em videogames, diagnósticos e tratamentos de saúde, programação digital etc.) e grandes questões (viciamento digital, abuso do celular, tipos de doenças relativas crescentes - *iDisorder*, por exemplo).

Um lugar para matemática, física, química, biologia e correlatos: o mundo digital é essencialmente matemático em seus algoritmos e codificações, havendo aí lastro enorme de exploração de produção de conhecimento matemático; o mundo digital precisa de materiais apropriados, novos, em invenção constante, bem como encara grande desafio dos rejeitos, reciclagem, consumo de energia; implicações infraestruturais da produção da computação, inteligência artificial, robótica etc.; programação digital tornou-se alfabetização estratégica, valorizando extremamente as áreas de ciências naturais e exatas. Um lugar para as ciências sociais e humanas: redes sociais, suas virtudes e explorações da privacidade e capitalistas; destruição das distâncias, globalizações estratosféricas, saltos históricos na saga humana, introdução de máquinas superinteligentes, internet das coisas (IoT), robôs etc.; *digital divide* (inclusão digital). Um lugar para filosofia e ética: novas visões da presença humana no planeta, sua possível substituição por máquinas inteligentes (“singularidade”), desafios éticos novos e velhos, economia automatizada sem trabalho, conflitos geracionais, religião e tecnologia etc. Um lugar para língua portuguesa:

produção multimodal, o novo texto multimodal, novas gramáticas e organização da expressão humana, futuro do texto; videogames sérios como literatura etc.

A produção estudantil poderia conduzir a consequências práticas interessantes, tais como:

a) discussão sobre bom uso e abuso do celular, dentro e fora da escola; necessidade da inserção digital na aprendizagem, voltada para a autoria do estudante; organização pelos estudantes de regras de jogo do uso do celular no espaço escolar, sem censura;

b) cuidado na escola com máquinas, infraestrutura tecnológica, banda larga, acesso igualitário, programação digital como alfabetização estratégica, deficiências físicas, técnicas etc.;

c) organização de clubes de estudo e criatividade digital: robótica; animação digital; criação de *softwares* e aplicativos de utilidade pública e social; uso mais inteligente e alternativo das redes sociais; criação de oportunidades digitais na escola;

d) desenvolvimento de proposta de acesso digital no bairro, na cidade, na região, para equalizar oportunidades para todos.

Ensaio 6

Avaliando a produção do estudante, descobrem-se logo suas deficiências, em especial numa escola como a nossa, em que as deficiências clamam aos céus. A maioria não sabe matemática suficientemente, ou não sabe língua portuguesa minimamente. Praticamente ninguém tem ideia de educação científica, porque sempre foram “vítimas de aula”. Os professores precisam montar um mapa circunstanciado de cada estudante, para preservar o direito dele de aprender tudo que pode, sem reprovar. Será o caso, então, decidir no coletivo como enfrentar grandes lacunas, que por vezes são gerais. Não se trata de parar o trem para “resolver matemática”, por exemplo, mas certamente de montar tópicos de pesquisa que possam oferecer a recuperação necessária dos estudantes. Será o caso, se assim decidirem os professores, de concentrar esforços em alguma deficiência mais geral e comum, como matemática, por exemplo, ou oferecer apoio extra para além do previsto, já que é direito do estudante não ficar para trás.

Sendo realista, como a escola brasileira é terrivelmente deficitária, não podemos imaginar que o tempo seja gasto apenas para “recuperação”. Não se pode também cair na tentação do “contraturno”, para dar aula do que faltou, precisamente por excesso de aula. Precisamos incluir

na engrenagem do planejamento coletivo modos de acentuar esta ou aquela estratégia para encarar deficiências, enquanto o trem anda.

Como a ideia chave é a qualificação da autoria discente, a produção textual é estratégica, não só impressa, mas sempre incluindo a **multimodalidade**. É fundamental poder constatar a progressão continuada nos textos (uma das razões do portfólio físico): comparando-se o texto de fevereiro com o de novembro, o último precisa estar muitos furos acima, o que vem esboçado na metáfora das cinco linhas iniciais que viram cinco páginas no fim do ano.

Desafios estratégicos

1. Autoria discente (autoria docente) – efeito emancipatório

A escola gira, agora, em torno da autoria discente, também como reflexo da autoria docente. Referência básica não são mais aula, prova, repasse, mas produção estudantil, curricularmente adequada, orientada de perto pelos professores, crescentemente qualitativa em termos científicos. Educação científica responde principalmente pelo efeito emancipatório do conhecimento científico (ler a realidade para a transformar), em sentido crítico autocrítico (para, ao mesmo tempo, valorizar e questionar o conhecimento científico), voltado para formação holista do estudante (com acento igual em arte, emoção, ética etc.). A preparação docente e sua continuidade formativa é crucial, porque a mediação exige estar à altura do estudante sempre. A cada semestre todo professor deve produzir um ensaio de grandes dimensões, publicável, cientificamente adequado, como prática de sua educação científica em andamento e também como exemplo para os estudantes (fica ainda melhor quando os ensaios são usados pelos estudantes).

Metáfora que pode ser usada para fins didáticos: começar com texto de cinco linhas, que vira texto de cinco páginas mais à frente, crescentemente científico e multimodal, usando a autoridade do argumento, não o argumento de autoridade, lendo sempre mais e melhor, elaborando analiticamente bem, como prova da conquista da autonomia/autoria do estudante. Essa produção vai para o portfólio, como prova do progresso estudantil e como demonstração da avaliação diária voltada para qualificar a autoria. A questão do protagonismo estudantil toma o rumo emancipatório, que pode incluir preocupações postas hoje, como formação e participação de clubes, desenvolvimento de projetos de vida etc., mas se exercita primordialmente na autoria própria, individual e coletiva, sabendo usar ciência para resolver problemas importantes da sociedade.

2. Educação científica

Estando a sociedade e a economia pervadidas de ciência cada vez mais, sem volta, é preciso cuidar que o estudante viva sua vida em sua sociedade, não mais no século passado ou em ambientes ultrapassados. A visão prevalente da educação científica volta-se para competitividade, produtividade, disputas globais por hegemonias, que precisam ser levadas em conta. Mas o acento escolar principal é formativo e emancipatório. Dentre os conhecimentos disponíveis, o mais emancipatório é o científico, mesmo tão ambíguo e temerário. Conhecimento científico é uma caixa de problemas também, por ser eurocêntrico/racionalista, machista, colonialista, destruidor de outros saberes e culturas, insustentável/neoliberal etc. Mas é, epistemologicamente falando, o conhecimento mais desconstrutivo, confrontador, penetrante, autoral; busca devassar os fenômenos por dentro, na estrutura dinâmica mais profunda, questiona a realidade e o que já se sabe sobre ela, questiona a si mesmo quando bem conduzido (autocrítico). Emancipação pede oportunidade de mudar de vida, partindo da capacidade de “ler a realidade” da maneira mais desconstrutiva, “objetiva”, possível, flagrando nossas crendices, submissões, alinhamentos, para as dissolver e buscar outro projeto de vida, no qual possamos ser os protagonistas centrais. Outros conhecimentos – senso comum, sabedorias populares, linguajares comunitários etc. – são extremamente importantes e insubstituíveis para outras finalidades (em especial identidade histórico-social, cultural, sentidos da vida etc.), mas não são emancipatórios propriamente, não por defeito, mas por constituição própria.

Educação científica implica garantir aos estudantes oportunidade de produção própria científica, crítica autocrítica, para, lidando bem com ciência, poderem intervir adequadamente em sua sociedade. Incluem-se tópicos fundamentais como métodos & técnicas, metodologias científicas, epistemologia, métodos quantitativos e qualitativos, produção e análise de dados (também megadados), estatística, TICs etc. Incluem-se textos, ensaios, de preferência multimodais, aproveitando as potencialidades expressivas digitais. Incluem-se cuidados com a cientificidade dos textos, a capacidade de pesquisa no mundo digital (não plágio), espaços alternativos de produção, como Wikipédia, ciência aberta, programação digital etc. Como educação científica tem sido troféu eurocêntrico, por conta do modernismo científico europeu, é importante que a escola enfatize o lado formativo, emocional, ético da ciência. Matemática torna-se ainda mais importante como conhecimento estratégico para fins da formalização, análise, modelagem metodicamente regulada

e digital, por conta de sua “politicidade” na leitura da realidade e também porque é a referência mais atrasada na escola.

3. Mudança do sistema de ensino para sistema de aprendizagem (autoral)

Signo maior e imediato dessa mudança é a superação dos “50 minutos” disciplinares, que perdem todo sentido. Em 50 minutos não se faz nenhuma autoria relevante. A escola vai girar em torno de problematizações, projetos, pesquisas, que demandam organização curricular diversa e de fôlego, ordenamento progressivo e articulado da produção estudantil via planejamento coletivo dos professores. A escola passa a ser projeto docente coletivo em favor dos discentes, assumindo o papel mediador plenamente, com parceria generosa e exigente. Aula desaparece ou vira penduricalho eventual; prova some, porque vamos avaliar todo dia a produção do estudante, muito mais profunda e sistematicamente (visualizada no portfólio). O estudante comparece à escola não para escutar aula ou repasse de conteúdo, mas para reconstruir os conteúdos curriculares sob orientação docente e exercitar sua autoria crescentemente científica e formativa. Na escola integral ele tem o tempo todo para estudar, ler, pesquisar, elaborar, envolvido sempre em “atividades de aprendizagem” de cunho autoral. O critério da validade da escola não será mais o repasse curricular e a carga de aula, mas a qualidade da autoria do aluno, verificável concretamente no seu portfólio.

A mudança é conduzida pelos professores, que precisam estar à altura do desafio. Escola diferente só se faz com professor diferente. Tomando em conta as lacunas da formação original na faculdade, cumpre superá-las progressivamente, no sentido de instalar na escola ambiente alternativo voltado para um autor, cientista, pesquisador, capaz de protagonizar sua sociedade. A mudança que pretendemos no estudante é a mesma que deve aparecer no professor. Daí a relevância fatal de sua preparação, qualificação, formação continuada.

Não havendo fórmula pronta, o compromisso, porém, é claro: **a escola só vale a pena se o estudante aprender com característica emancipatória**. Senão, voltamos à estaca zero.

IV

QUESTIONAMENTOS DO “EDUCAR PELA DESCOBERTA/PESQUISA”

Como qualquer teorização, “educar pela pesquisa” também provoca resistências e mesmo rejeição. Não há nada de *sui generis* ou alarmante nisso. Ao contrário, é do *métier*. Propostas que se querem inovadoras precisam sobreviver à discussão, comprovar-se na prática, não se enclausurar para evitar serem questionadas dentro do que se chama de ciência “aberta” (NIELSEN, 2012; DEMO, 2011), tal qual ocorre na Wikipédia, para dar um exemplo atual e respeitado – os textos que permanecem no ar são aqueles que sobrevivem ao critério da discutibilidade formal e política. Olhando pelo outro lado, há que aprender dos questionamentos, que, sendo bem-postos e civilizados, contribuem muito para o aperfeiçoamento e mesmo, se for o caso, superação da teoria e da prática (DUARTE, 2001). Aprendemos da divergência, não da consonância.

Muito da resistência ocorre devido apenas à dificuldade de sair da zona de conforto, seja porque a escola perambula no mundo da lua, ou não se questiona nunca (nem pretende fazer isso), ou ignora os dados acerbamente desconstrutivos existentes, apostando no sistema atual de ensino que se supõe adequado e consolidado. Pode estranhar que, mesmo perante dados que indicam apenas 1,5% de estudantes aprendendo matemática no ensino médio em 2015 no Maranhão, continue-se mantendo o sistema que já, na prática, extinguiu matemática na escola. Esse é o caso mais extremo, mas o melhor resultado brasileiro, do DF, é de apenas 12,8% de aprendizado adequado, também uma miséria flagrante – mesmo assim não consideramos que essa escola seja uma fraude oficializada. Como se nada houvesse acontecido, vamos investindo nela, bem inutilmente. Também estranha que, sendo a escola particular a mais decadente pedagogicamente (DEMO, 2017), não se toque, não se questione (não “caia a ficha”); ao contrário, continua buzinando aos quatro ventos suas “virtudes” conteudistas, porque ainda é a meca dos vestibulares e exames nacionais. De certa forma, como o MEC produz dados em penca e não os toma a sério, os sistemas estaduais e municipais fazem o mesmo corpo mole. Na prática, questionar a aula parece blasfêmia, porque nada é mais sagrado na escola. No entanto, várias vezes na história aumentamos as aulas e só colhemos desastre ainda maior. Aula é artigo de fé.

Como o professor, na condição de profissional do ensino, “pontifica” na escola, é dono do saber sozinho, dá as cartas e determina os fluxos curriculares, não está habituado a ser questionado. Em geral entende o questionamento como “falar mal”, sem distinguir aqueles cientificamente adequados, evidenciados com rigor, de associações inconsequentes. Se aceitasse ser profissional da aprendizagem, a “ficha cairia” mais facilmente, já que, dessa perspectiva, teria de se reinventar de alto a baixo. Tentei construir essa tese acima, indicando que na escola faltam atividades de aprendizagem, enquanto sobram as de ensino, inutilmente. Agora vou escutar a crítica, em especial aquela que busca embasar-se em argumentações contrárias bem urdidas, ou que assim se querem.

1. *The Debunker Club*

Há um movimento que assim se designa: *The Debunker Club* (Clube do Desmascaramento), que coloca em seu site uma imagem forte de um trator sobre um lixão, no qual tenta fazer a limpeza, com os seguintes dizeres: “Ajudando a limpar o campo da aprendizagem”³⁷. A crítica volta-se para as mais variadas versões da aprendizagem que se baseiam em descoberta, pesquisa, problematização, reconstrução dos conteúdos etc., em grande parte porque foram assumidas, segundo o movimento, de maneira açodada e acrítica, sem resultados palpáveis, destruindo práticas tradicionais que persistiriam adequadas. O contexto da discussão pendeu para a distinção entre aprendizagem *guiada* e *não guiada*, certamente uma simplificação contundente, mas que separa bem os dois lados: um lado quer a presença forte do professor, cuja função é de transmitir conhecimento a estudantes, que têm como tarefa absorvê-los. Outro lado aposta na produção discente, preferindo pedagogias participativas, autorais. Para o primeiro lado, *discovery learning* [aprendizagem por descoberta] *não é geralmente efetivo*³⁸.

³⁷ <https://debunker.club/>.

³⁸ <http://www.debunker.club/discovery-learning-is-not-effective.html>. Os trechos em itálico correspondem a traduções livres do conteúdo da página, em inglês no original.



Helping to clean up the learning field

Aponta-se para um mito: *aprendizagem por descoberta* (também conhecida como *aprendizagem por problematização*, *aprendizagem por pesquisa*, *aprendizagem experiencial* e *aprendizagem construtivista*) tem como hipótese que as pessoas aprendem melhor em ambiente não guiado ou minimamente guiado. Ou seja, aprendem melhor NÃO quando se lhes repassa informação essencial, mas quando descobrem ou constroem informação por si mesmas. Continua o site alegando que a premissa popular para esse mito é que aprender a resolver problemas é da maior importância (o que é discutível) (sic) e que para chegar a esse objetivo precisamos usar solução de problemas como método instrucional (sic) primordial (o que é não só discutível, mas também equivocado). Outra premissa correlata é que descoberta de novos fatos e relações via exploração e experimentação é de máxima importância em ciência e que, para educar pensadores científicos, precisamos usar aprendizagem por descoberta também como método instrucional.

Reconhece-se que o mito da aprendizagem por descoberta espalhou-se pelo mundo todo, em grande parte porque soa tão lógico (em teoria). No entanto, haveria corpo incrivelmente grande de pesquisas mostrando que i) métodos mínimos instrutivos oneram os recursos cognitivos do aprendiz em extensão tamanha que a aprendizagem é impedida; ii) resolver problemas num domínio requer primeiro e antes de mais nada conhecimento do/no domínio; iii) resolver problemas sem conhecimento necessário prévio no domínio é difícil, se não impossível, e muitas vezes leva a “conhecimento” distorcido e torcido, equívocos e abordagens pobres/fracas de solução de problemas; e iv) enquanto pesquisa é método fundamental dos cientistas (pois um cientista está em busca de conhecimento novo), não é bom método de aprendizagem para a

maioria dos aprendizes, pois a maioria não é sequer “cientista noviço” – simplesmente não sabe o suficiente para fazer boa pesquisa.

A crítica é forte, também ferina, manifestando visível incômodo, em especial porque a aprendizagem por descoberta e similares teriam se espalhado muito bem, além do que se imaginaria. Há alegações dignas de nota, como a desconfiança de que muita gente se mete em pesquisa e não tem noção do que seja. Certamente, pesquisa para um “noviço” é bem diferente de um “profissional”, muito embora o “espírito” possa ser o mesmo ou, pelo menos, similar. A crítica mais apropriada, porém, nesse contexto, é o uso açodado, despreparado, amador de métodos alternativos, algo que encontramos facilmente em escolas que se dizem construtivistas, mas que, quando observadas de perto, fazem do construtivismo apenas fachada propagandista. Toda proposta, ainda mais aquela que se diz alternativa, inovadora, quando mal posta teórica e praticamente, perde seu sentido – a emenda pode ficar pior que o soneto. Além disso, muitas mudanças vêm de cima para baixo, enfiadas na goela dos professores, que naturalmente reagem. Eles têm o poder de inviabilizar qualquer proposta na escola, devido à sua autonomia e posição estratégica.

Podemos, por outra, usar termos como se fossem transparentes quando não o são, incisivamente. Por exemplo: quando se diz que, para pesquisar, antes é preciso dominar conhecimento transmitido por aula, estamos falando de coisas muito distintas, até opostas. Quem considera ser conhecimento dinâmica autorrenovadora, rebelde, profundamente autoral, não entende como possa “ser transmitido” assim linearmente, como se fosse viável transportar da mente do professor para dentro da mente do estudante, numa relação pretensamente causal (DEMO, 2002). O termo “instrução” é usado a torto e a direito, em parte porque em inglês tem eflúvios menos rasteiros instrucionistas, em parte porque se postula que ensinar é a razão do aprender, enquanto outros veem ao contrário: ensino só faz sentido se produzir aprendizagem. Usam-se termos em si incompatíveis, como “ensino construtivista”, ou “aprendizagem crua”, porque se colocam no mesmo saco instrução, treinamento, ensino e aprendizagem. Ao final, memorizar é o fenômeno mais fundamental da instrução, que indica absorção de conteúdo; a neurociência nega ser esse o caso, porque sentidos e cérebro não são esponja passiva, mas órgãos ativos, autorais, seletivos e limitados. Chega-se ao ponto de reduzir aprendizagem a qualquer mudança na memória de longo prazo, como se fosse mera variação linear de estoque.

A metáfora do lixo aplicada à aprendizagem por descoberta e similares é abusiva, porque é impróprio atirar no lixo obras como de Piaget, Vygotsky, Bruner, Montessori, Freire etc., que, sendo naturalmente questionáveis, como toda teoria na praça, representam contribuições dignas de nota e que até hoje são citadas por seus méritos próprios. Também não são responsáveis por seguidores que mais adulteram as propostas do que as realizam, por vezes levados por modismos. Toda inovação que vira modismo vai perdendo sua substância, confundida com fórmula pronta. Tomando a sério a noção de “aprendizagem por descoberta” como queria Bruner (1961), a pretensão era mudar a tradição instrucionista escolar, não pela via de modismo, chute intempestivo, mudar por mudar, mas em nome do direito do estudante de aprender. Ele percebeu que ensino não se alinhava com aprendizagem, mas com memorização crua, e era muito inefetivo. Os “discípulos” – que facilmente são “mais católicos que o Papa” – podem ter forjado fórmula pronta que nada tem a ver com Bruner.

O que esse site critica fundamentalmente é que aprendizagem por descoberta onera em excesso a memória operacional de curto prazo, dentro da teoria de que ela depende da memória de longo prazo e a esta serve. A memória de longo prazo poderia suportar esse ônus, mas se forma com experiência e repetição, não sendo apropriado esperar de um noviço resultados de um perito experiente (KIRSCHNER et al., 2006; SWELLER, 1988, 1999; MERRIËNBOER & SWELLER, 2005, 2010). Noviços não podem querer resolver problemas complexos na memória operacional limitada que só seriam abordáveis na de longo prazo, havendo, então, impedimento na arquitetura cerebral em si. Daí segue a indicação de que aprendizagem por descoberta nunca deveria ser método primordial “instrucional”, embora possa ser objetivo a ser alcançado ao longo do tempo.

Métodos educacionais efetivos deveriam cuidadosa e gradualmente ajudar os aprendizes a avançarem para seu objetivo. Primeiro, designs de aprendizagem deveriam ajudar os aprendizes a ganharem conhecimento sobre o domínio da aprendizagem, pois novas relações só podem ser descobertas quando se tem o suficiente para saber o que procurar. Segundo, tais métodos deveriam ajudar os aprendizes a desenvolver habilidades e estratégias cognitivas para sistematicamente explorar e experimentar no domínio, usando as regras de ouro (rules-of-thumb) que são úteis no domínio particular. E finalmente, tais métodos deveriam prover suporte e guia durante o processo de descoberta, e só diminuir o suporte e guia à medida que os aprendizes ganham mais expertise e podem realmente descobrir novos insights e/ou conexões por si próprios

(MERRIËNBOER & KIRSCHNER, 2013)³⁹. Esse aparente cuidado de introduzir o aprendiz passo a passo (ou melhor, aula após aula, memorização após memorização) significa a busca explícita de manutenção de metodologias tradicionalistas, o que dificulta “aprender”, se entendermos aprender como exercício autoral.

Essa visão é caudatária da memorização instrucionista (regras de ouro são macetes, na verdade), postulando que é preciso preencher a cabeça do estudante com material curricular, de certa forma empilhando na mente, via guia direta do professor (aula, certamente). É o que a escola tem feito sempre – repassa conteúdo religiosamente, embora sem efeito minimamente buscado, sobretudo nos anos finais do fundamental e no ensino médio. Supõe-se que, antes de o estudante meter-se em aventuras autorais, precisa ser instruído diretamente para que tenha informação disponível acumulada, como se fosse possível “acumular” ou “adquirir” conhecimento. Esse posicionamento redundante, então, na definição de aprendizagem como fundamentalmente memorização (mudança na memória de longo prazo).

Reconhece-se que há *situações em que descoberta e solução de problemas podem ser usados, mas apenas quando o aprendiz já ganhou experiência suficiente na área; é o que Kalyuga (2007; KALYUGA et al., 2003) chama de efeito reverso de expertise, no qual prover abordagem que funciona bem para expertos não funciona em nada ou pode mesmo ser danosa para novatos e vice-versa*. Defende-se, então, a título de ferir a arquitetura cerebral (no caso, mormente a memória operacional de curto prazo), que novatos precisam de transmissão de conteúdo, memorização, domínio de fatos que são estocados na memória de longo prazo. Esse tipo de visão está por trás da praxe acadêmica de que pesquisa entra em pauta apenas no mestrado, porque, antes, os “novatos” não teriam maturidade para meter-se nisso. No Brasil, a prática do Pibic está bem comprovada, em geral muito apreciada, porque o aluno que mais bem se desempenha na graduação é o do Pibic, embora nunca tenha passado de programa-piloto, quase excepcional (CALAZANS, 1999). O “normal” na graduação é o instrucionismo, como se saber pensar fosse “causado” por aula. Por ironia do destino, hoje queremos educação científica já no pré-escolar, buscando trazer o espírito do doutorado para os primeiros anos escolares. Estariam as crianças incapacitadas estruturalmente para aprender via pesquisa? A memória operacional de curto prazo é realmente muito limitada, mas, ao contrário do que alegam os críticos, não se usa para estocar conteúdo; usa-se para

³⁹ <https://debunker.club/category/personal/>. Os trechos em itálico correspondem a traduções livres do conteúdo da página, em inglês no original.

introduzir sua reconstrução continuada, que será, então, memorizada no ritmo da autoria do estudante na memória de longo prazo.

Teme-se que a pressa de introduzir aprendizagem por descoberta incida em informação equivocada, forçada, desigual, o que, certamente, pode ocorrer, se o professor não tiver noção da “dose certa” – uma criança não pode ser tratada como um doutorando. Mesmo se memorizar fosse o objetivo primeiro da aprendizagem, memoriza-se mais efetivamente quando reconstruímos os conteúdos, porque não foram decorados simplesmente, mas passaram pelo crivo da autoria. Vamos esquecer-los também, mais lá na frente, mas bem depois dos que decoraram apenas. A questão está muito mal colocada, porque o problema maior não é de sobrecarga da memória operacional de curto prazo, mas de entendimento dos conteúdos, que os métodos tradicionais tendem a ignorar, porque se bastam com transmissão. A ideia de que aprendizagem por descoberta é mito – difícil de desmistificar (COOK & LEWANDOWSKY, 2011) – poderia ser contraposta com o mito oposto: a escola está abarrotada de transmissão de conteúdo, mas poucos (cada vez menos) entendem (em especial matemática), ficando à deriva, com a cabeça cheia de conteúdo memorizado, imprestável para a vida.

A imagem forte do trator limpando a lixeira volta-se para limpar mitos, invencionices, modismos, excitações passageiras, fórmulas prontas, no que podemos amplamente concordar. De fato, a escola está cheia disso, porque não faltam charlatões com promessas fátuas que, fazendo tábula rasa de abordagens passadas tradicionais, não colocam nada de aproveitável no lugar (BRUYCKERE et al., 2015). “Esculhambar” é fácil; arquitetar alternativas superiores é desafio ingente. No entanto, pelos dados que temos no Brasil, o maior mito escolar não é aprendizagem por descoberta, mas “aula” – a maior promessa vazia que temos, o amuleto mais inútil vigente. Sempre que aumentamos aula, só colhemos desastre maior. Não há fórmula pronta mais sonsa na escola do que essa transmissão de conteúdo, confundida com conhecimento ou aprendizagem.

2. Superioridade alegada da instrução guiada

Abordo aqui um texto de Kirschner et al. (2006), que fez questionamento circunstanciado, forte e frontal à aprendizagem por descoberta: *Por que guia mínima durante a instrução não funciona: uma análise do fracasso do ensino construtivista, por descoberta, baseado em*

*problematização, experiencial e baseado em pesquisa*⁴⁰. O site *The Debunker Club* cita frequentemente esse texto e seus autores são parte desse clube. Como já aludido, a disputa se põe entre aprendizagem **guiada** (instrucionista) e **não guiada** ou **minimamente guiada** (alternativa). Essa premissa poderia ser arguida, pois parte da reação negativa ao risco que os instrucionistas veem de desfazer seu palco privilegiado de ensino por aula, embora as abordagens alternativas não tenham qualquer interesse em desbancar o professor. Ao contrário, pretendem, como foi o esforço notável de Vygotsky (1989, 1989a), colocá-lo no seu devido lugar, como “mediador”, onde é insubstituível. Ademais, as abordagens alternativas não se apegam ao “ensino”, embora os críticos sempre empurrem esta designação, usando termos como “instrução” ou “instrucional”, que estão mais para treinamento do que para formação. Embora não valha a pena afogar-se em querelas terminológicas, o objetivo central das abordagens por descoberta é a aprendizagem do estudante, colocando ensino sempre como subserviente e jamais restringindo a responsabilidade docente.

Disputas sobre como guiar os estudantes sempre apareceram, pelo menos no último meio século (AUSUBEL, 1964; CRAIG, 1956; MAYER, 2004; SHULMAN & KEISLER, 1966). *Num lado, estão educadores que preferem ambiente não guiado ou minimamente guiado, no qual aprendizes precisam descobrir ou contrastar informação essencial por si mesmos* (BRUNER, 1961; PAPERT, 1980; STEFFE & GALE, 1995). *Noutro, estão os que sugerem que novíços deveriam ser apetrechados com guia instrucional direta sobre conceitos e procedimentos demandados pela disciplina particular, sem deixá-los perdidos procurando por si mesmos* (CRONBACH & SNOW, 1977; KLAHR & NIGAM, 2004; MAYER, 2004; SHULMAN & KEISLER, 1966; SWELLER, 2003). **Guia direta instrucional** se define por prover informação que plenamente explica conceitos e procedimentos, bem como estratégia de suporte da aprendizagem compatível com a arquitetura cognitiva humana. *Aprender, por sua vez, é definido como mudança na memória de longo prazo* (sic). Essa definição de aprendizagem, tão sumária, seca, ou mesmo simplória, lembra a definição de inteligência de Boring (1923): *inteligência é o que os testes testam!* Certamente, aprender implica alguma mudança na memória, mas não qualquer uma, visão que logo lembra o instrucionismo reles, acumulando conteúdos memorizados.

Abordagem **minimamente guiada** assume vários nomes, incluindo *aprendizagem por descoberta* (ANTHONY, 1973; BRUNER, 1961); *aprendizagem baseada em problematização*

⁴⁰ http://projects.ict.usc.edu/itw/vtt/Constructivism_Kirschner_Sweller_Clark_EP_06.pdf. Os trechos em itálico correspondem a traduções livres do conteúdo do texto, em inglês no original.

(PBL) (BARROWS & TAMBLYN, 1980; SCHMIDT, 1983); *aprendizagem por pesquisa* (PAPERT, 1980; RUTHERFORD, 1964); *aprendizagem experimental* (BOUD et al., 1985; KOLB & FRY, 1975) e *aprendizagem construtivista* (JONASSEN, 1991; STEFFE & GALE, 1995). Exemplificação mais comum refere-se à educação científica, na qual estudantes são solicitados a descobrir os princípios fundamentais e bem sabidos da ciência, modelando atividades investigativas de pesquisadores profissionais (VAN JOOLINGEN et al., 2005). De maneira similar, estudantes de medicina que usam PBL são solicitados a descobrir soluções para problemas comuns do paciente, usando técnicas de solução de problemas (SCHMIDT, 1998, 2000). A guia mínima parece, para esse grupo, escudar-se em dois pressupostos principais. Primeiro: desafia os estudantes a resolverem problemas “autênticos” ou a construir conhecimento complexo em ambiente farto de informação, apostando que estudantes constroem suas próprias soluções, levando-os à experiência de aprendizagem mais efetiva. Segundo: parece assumir que conhecimento pode mais bem ser manejado via experiência baseada em procedimentos da disciplina – aplicam-se aos estudantes os mesmos procedimentos dos pesquisadores profissionais da disciplina, ou sua epistemologia (KIRSCHNER, 1992). Segundo Wickens (1992, citado em Bernstein et al., 2003), por exemplo, *montantes vastos de guia podem produzir muito boa performance durante a prática, mas guia demais pode prejudicar performance ulterior. Orientar (couching) estudantes sobre respostas corretas em matemática, por exemplo, pode prejudicar sua habilidade depois para recuperar respostas corretas da memória por si mesmos* (p. 22). Parece incomodar muito aos instrucionistas o dito piagetiano de que, respondendo a perguntas das crianças, impedimos que aprendam. Está em jogo aqui o que se entende por aprender. Num lado está memorizar, verificado em provas reprodutivas; noutro, protagonizar sua autoria. Por isso, alegar que aprender é mudar a memória é de uma pobreza estarrecedora. Incomoda também que o argumento construtivista tenha atraído tanta atenção, disseminando-se amplamente, embora com práticas nem sempre edificantes.

2.1. Consequências da arquitetura cognitiva humana para guia mínima

É tese fundacional que não se podem ignorar as estruturas que constituem a arquitetura humana cognitiva para que exista aprendizagem efetiva. Instrução minimamente guiada não toma conhecimento delas, em especial da memória operacional, da memória de longo prazo e das relações intrincadas entre elas. Resulta disso uma série de recomendações que os estudantes não

conseguem implementar, pois exigem demais de novatos (AULLS, 2002). Usa-se frequentemente o modelo de arquitetura da memória de Atkinson & Shiffrin (1968), segundo o qual as relações entre memória de longo prazo e operacional, em conjunção com processos cognitivos que apoiam a aprendizagem, são de importância decisiva para o argumento. Reconhece-se que o conhecimento do papel da memória de longo prazo na cognição foi alterado dramaticamente nas últimas décadas, não sendo mais vista como repositório passivo de fragmentos discretos e isolados de informação que nos permite repetir o que aprendemos, nem é vista como tendo só influência periférica em como pensar e resolver problemas. Ao invés, memória de longo prazo é vista como estrutura central e dominante da cognição. Tudo que vemos, ouvimos e pensamos depende e é influenciado por ela. *A obra de De Groot (1965) sobre expertise em xadrez, seguida da de Chase & Simon (1973), teve influência maior na reconceitualização do papel da memória de longo prazo. Jogadores expertos de xadrez são bem mais capazes do que novatos de reproduzir configurações do tabuleiro vistas brevemente, tomadas de jogos reais, e isso foi replicado em muitas áreas da pesquisa* (EGAN & SCHWARTZ, 1979; JEFFRIES et al., 1981; SWELLER & COOPER, 1985). *Os resultados sugerem que expertos derivam sua habilidade de solucionar problemas da experiência extensiva estocada na memória de longo prazo e então rapidamente selecionam e aplicam os melhores procedimentos. Isso explicaria plenamente a habilidade superior: somos habilidosos numa área porque nossa memória de longo prazo contém montanhas enormes de informação relativa. Sem o estoque de informação, seríamos incapazes disso, até mesmo de atravessar uma rua. O objetivo da instrução é “alterar a memória de longo prazo”* (KIRSCHNER et al., 2006, p. 77).

Essa visão da memória continua ainda muito linear, além de se citarem textos antigos demais para uma área que vem mudando a galope. Memória como estoque é metáfora muito imperfeita, por tratar-se de um estoque sempre em movimento, flexível; quando se retiram de lá informações estocadas, nunca são as mesmas, assim como podemos ver um filme várias vezes, porque a cada vez vemos outras coisas. É equivocada a expectativa de que é possível, via aula, colocar informação na mente do estudante, porque supõe mente que absorve, não autoral (também limitada e seletiva). A docência pode mediar o processo que nunca é linear, mas de reconstrução mental. Aprendizagem não pode ser “causada” de fora. O instrucionismo facilmente usa o termo “adquirir conhecimento”, embora nada nisso se pareça com “aquisição”.

Memória operacional é a estrutura cognitiva em que o processamento consciente acontece; somos conscientes apenas da informação correntemente processada na memória operativa e acabamos mais ou menos esquecendo do montante mais vasto estocado na memória de longo prazo. Essa memória tem duas características bem sabidas: quando processa informação nova, é muito limitada em duração e capacidade; sabemos desde Peterson & Peterson (1959) que quase toda informação estocada na memória operativa e não exercitada é perdida em 30 segundos, e sabemos, pelo menos desde Miller (1956), que a capacidade da memória operacional é limitada a apenas alguns elementos. O número gira em torno de sete, mas pode ser de apenas quatro (COWAN, 2001). Além disso, quando processa (ao invés de só estocar) informação, conjectura-se que o número de itens pode chegar a apenas dois ou três, dependendo da natureza demandada do processamento. As interações entre memória operacional e de longo prazo podem até ser mais importantes do que as limitações do processamento (SWELLER, 2003, 2004).

Segundo os AA, as limitações da memória operacional aplicam-se apenas à nova informação, ainda por ser aprendida, que não foi estocada na memória de longo prazo; novas informações, como combinações de números e letras, podem apenas ser estocadas por períodos breves, com limites claros quanto ao montante com que se pode lidar. Em contraste, quando lidamos com informações previamente aprendidas, estocadas na memória de longo prazo, as limitações desaparecem. De fato, as características alteradas da memória operacional, quando processa conteúdo familiar como oposto ao não familiar, induziram Ericsson & Kintsch (1995) a propor uma estrutura separada – memória operacional de longo prazo – para lidar com informação bem aprendida e automatizada.

Disso segue a conclusão: não se pode onerar a memória operacional com demandas tão pesadas como solucionar problemas via descoberta própria (SWELLER, 1988). Trata-se, no entanto, de visão ainda muito mecanicista. Primeiro, memória operacional e memória de longo prazo não são divisões estanques, mas dinâmicas, do mesmo fenômeno, uma respondendo a desafios de longo prazo, outra a desafios imediatos, por razões de sobrevivência evolucionária. Ao mesmo tempo, a própria natureza gere seus limites, tornando-se esdrúxula a ideia de que é possível onerar a memória operacional, de certa forma replicando os temores de alguns educadores contra a multitarefa: prejudicaria o cérebro fazer muitas coisas ao mesmo tempo. Esse temor não parece realista, simplesmente porque o cérebro tem sua defesa: havendo muitas tarefas, o preço a pagar é fazê-las em menor profundidade. Para fazer bem, cumpre fazer uma a uma. O mecanicismo

aparece na invenção de Ericsson e Kintsch. Ao mesmo tempo, a noção de que a memória operacional saca da memória de longo prazo à vontade, sem limite, é estranha, porque não é assim que um lado extrai do outro, sendo o mesmo órgão e fenômeno. Apenas lidamos melhor com o que nos é familiar, por óbvio.

Fiando-se em estruturação mecanicista da memória, os AA apostam que isso tem implicações diretas para o design instrucional (SWELLER, 1999; SWELLER et al., 1998). Procedimentos que preferem pesquisa para aprender exigem que o aprendiz busque soluções por si, sobrecarregando a memória operacional. A carga da memória operacional não contribui para a “acumulação de conhecimento na memória de longo prazo, pois, enquanto a memória operacional está sendo usada para buscar soluções de problemas, não está disponível e não pode ser usada para aprender” (KIRSCHNER et al., 2006, p. 77). Alegam que é possível verificar alterações bem mínimas na memória de longo prazo (SWELLER et al., 1982). Ou seja, toma-se memória como espaço cerebral onde dois atores se digladiam, se desconsideram, enquanto uma visão mais maleável (COSTANDI, 2016) diria que as dinâmicas se intersectam e complementam/divergem. Podemos aceitar que o “objetivo da instrução raramente é apenas buscar por ou descobrir informação” (KIRSCHNER et al., 2006, p. 77), nem procedimentos reconstrutivistas⁴¹ alegam isso. Aprendizagem – que não é “instrução” – é dinâmica complexíssima (DEMO, 2002) que não pode ser reduzida a dimensões únicas ou mera acumulação de informação. Quando os AA propugnam por guia específica em manipular informação, de modo consistente, com a meta de aprender e estocar o resultado na memória de longo prazo, fantasiam uma potência docente irreal, de colocar conteúdo direto na memória de longo prazo do aluno, como se fosse um armazém acessível de fora e estático (ANDERSON, 19967; GLASER, 1987). Há muito não se acredita mais nisso.

2.2. Origens do construtivismo e a visão corrente de instrução minimamente guiada

Tomando como certa a incompatibilidade da instrução minimamente guiada com a arquitetura humana cognitiva cerebral, seria estranho que abordagens construtivistas prosperassem. Construtivismo (STEFFE & GALE, 1995) propõe que conhecimento é construído pelos aprendizes: *i) precisam de oportunidade de construir em face de objetivos e informação mínimos; ii) aprender é idiossincrático (individualizado), do que segue que estratégias instrucionais*

⁴¹ Prefiro o termo “reconstrução”, porque a mente reconstrói a realidade a seu modo, autopoieticamente, aproveitando o que tem na memória e aquilo que vai descobrindo no entorno, também para evitar filiações “construtivistas” (HOFFMAN, 2015).

comuns não são efetivas. A descrição construtivista da aprendizagem é acurada, mas as consequências instrucionais sugeridas pelos construtivistas não seguem necessariamente (KIRSCHNER et al., 2006, p. 78). Os AA acentuam que aprendizes de todas as idades sabem como construir conhecimento, quando se lhes oferece informação adequada, não havendo evidência de que apresentar informação parcial, ao invés de plena, melhora a oportunidade. Inventa-se aqui uma dicotomia inútil, entre informação parcial e plena – toda informação, por definição, é parcial, porque nunca temos noção total de nada, nem de nós mesmos. Imaginar que aula oferece informação plena, enquanto educar pela pesquisa só parcial, impedindo que o estudante se desempenhe minimamente bem, é um recurso impróprio de retórica, sem base na evidência empírica disponível sobre funcionamento do cérebro (KOCH, 2012; RAMACHANDRAN, 2012). A questão não é deter, reter, adquirir, estocar informação, mas trabalhar a informação, para transformá-la em conhecimento autoral. Os estudantes precisariam ter “informação completa” que permite representação mais acurada da realidade (CLARK & ESTES, 1998; ESTES & CLARK, 1999; KIRSCHNER et al., 2004) – essa visão é muito antiquada, tanto porque informação completa é invencionice, ainda mais vindo de aula copiada para ser copiada, quanto porque a mente “não representa a realidade” diretamente, mas a reconstrói mentalmente de modo autoral limitado e seletivo.

Outra consequência negativa da teoria construtivista seria a passagem de uma ênfase em deixar de ensinar uma disciplina como corpo de conhecimento para uma ênfase exclusiva em aprender uma disciplina experienciando seus processos e procedimentos (HANDELSMAN et al., 2004; HODSON, 1988). Daí teria seguido a iniciativa generalizada de educadores de que conhecimento é mais bem aprendido ou só é aprendido via experiência, que está baseada primordialmente em procedimentos da disciplina, levando a compromisso com trabalho extensivo prático ou de projeto e com rejeição da instrução fundada em fatos, leis, princípios e teorias que perfazem o conteúdo da disciplina, acompanhado pelo uso da descoberta e métodos de pesquisa da instrução. Deixando de lado o uso impróprio do termo “instrução”, temos aqui um problema interessante pedagógico. Usando pesquisa como pedagogia, dizem os AA, confundimos procedimentos dos pesquisadores expertos na disciplina com aqueles possíveis em sala de aula. Exagerando o contexto, se queremos entender a teoria da gravidade de Einstein, seria o caso remontar os procedimentos de pesquisa dele, o que certamente não é viável ou não parece viável em sala de aula. A pesquisa dos expertos não é a pesquisa pedagógica. É preciso, sim, lidar com

essas diferenças, porque não é realista fazer de cada estudante um Einstein. Mas podemos curtir o espírito de Einstein. Assim, quando queremos trabalhar no pré-escolar procedimentos autorais de pesquisa, não queremos fazer da criança de 4 anos um PhD, mas abrir-lhe a oportunidade de experimentar o espírito do PhD. Além disso, é enorme equívoco postular que instrução – só “instrução” (instrucionismo) poderia ter essa pretensão tão descabida! – consiga repassar fatos, leis, princípios e teorias de determinado conteúdo para encaixar na memória de longo prazo como estoque disponível linearmente, problema eterno dos professores instrucionistas de matemática: como matemática estaria “pronta”, em especial em seus teoremas, formas, axiomas, algoritmos, não há o que descobrir, apenas repassar. O desastre nacional da matemática indica o quanto essa abordagem instrucionista é contraproducente.

No entanto, os AA reconhecem que cuidar de habilidades de pesquisa “parece muito positivo” (KIRSCHNER et al., 2006, p. 78). Mas veem como erro fundamental assumir que o conteúdo pedagógico da experiência de aprendizagem seja idêntico aos métodos e processos (a epistemologia) da disciplina, sem falar que é também erro focar apenas em métodos e processos. Aportes construtivistas não precisam negligenciar conteúdo, retendo apenas o cuidado com habilidades e competências; há que equilibrar isso ajuizadamente. A pesquisa que estudantes fazem é dos estudantes, portanto na dose dos estudantes, mesmo espelhando-se nos mestres estudados. Os AA fazem uma caricatura da aprendizagem por descoberta que, em parte, pode ser correta com relação a exageros e abusos que sempre existiram e existem, mas podem-se calibrar as propostas em termos realistas da pesquisa possível e desejável na escola. Citando Shulman (1986; SHULMAN & HUTCHINGS, 1999), que teria trabalhado o fracasso das abordagens menos guiadas em integrar expertise de conteúdo com habilidade pedagógica, chega-se à definição de conhecimento de conteúdo como *o montante e organização do conhecimento per se na mente do professor* (SHULMAN, 1986, p. 9) e conteúdo pedagógico como *conhecimento que vai além do conhecimento do conteúdo per se até a dimensão do conhecimento do conteúdo para ensinar* (Ibidem). É típica do instrucionismo essa expectativa: primeiro, achar que conhecimento está na mente do professor, como dono e comandante dele; e, segundo, que pode transmitir linearmente de sua mente para a do aluno, ignorando completamente a “arquitetura” autopoietica, autoral, da mente. Kirschner (1991, 1992) também mostrou que o modo como um experto trabalha em seu domínio (epistemologia) não equivale ao modo como se aprende na área (pedagogia). A diferença é, claro, importante, o que sugere cautela devida do professor em saber distinguir, sem separar, a

epistemologia da produção científica na área, do seu tratamento escolar (pedagogia). Questão de dose, não de dicotomia (DEHONEY, 1995; HURD, 1969; KYLE, 1980; NOVAK, 1988).

2.3. Pesquisa comparativa da instrução guiada e não guiada

Afirmam enfaticamente os AA que experimentos controlados, quase uniformemente, indicam que, quando se lida com informação nova, aprendizes deveriam receber instrução explícita do que e como fazer. Mayer (2004) revisou a evidência de estudos conduzidos de 1950 até o fim dos 1980, comparando *aprendizagem por descoberta pura, definida como não guiada, instrução (sic) por problematização, e formas guiadas de instrução*. Deixando de lado a confusão muito imprópria entre aprendizagem e instrução, ele teria visualizado um padrão aí: *aprendizagem por descoberta, que deu azo à aprendizagem experiencial, que deu azo à aprendizagem baseada em problematização e pesquisa, que deu azo agora às técnicas instrucionais construtivistas (sic)*⁴² (KIRSCHNER et al., 2006, p. 79) – mesmo repetido o padrão em cada nova onda – a evidência nunca foi favorável (MAYER, 2004, p. 18).

Dando como certo que *estudantes aprendem tão pouco da abordagem construtivista* (KIRSCHNER et al., 2006, p. 79), constata que a maioria dos professores que tenta implementar a abordagem por descoberta acaba recorrendo a uma dose considerável de guia explícita. Constatou isso Aulls (2002), ao descrever o *scaffolding*⁴³, que a maioria dos docentes efetivos introduziu quando estudantes falhavam em progredir na aprendizagem por descoberta. Relatou que professores cujos estudantes realizaram todos os objetivos de sua aprendizagem gastaram muito de seu tempo com interações instrucionais com estudantes, simultaneamente ensinando conteúdo e procedimentos: i) *modelando procedimentos para identificar e autocontrolar informação importante*; ii) *mostrando aos estudantes como reduzir essa informação a formulações próprias*; iii) *levando os estudantes a usarem anotações para construir colaborações e rotinas*; iv) *promovendo diálogo colaborativo dentro dos problemas* (Id., p. 533). O relato se aproxima razoavelmente da concepção construtivista, começando pela noção de *scaffolding* (vygotskiana), ao postular margem ampla de manobra do estudante, mesmo que se imagine ser

⁴² “Técnicas instrucionais construtivistas” é uma contradição nos termos, que os AA usam sem mais.

⁴³ *Scaffolding* – termo inspirado na zona do desenvolvimento proximal de Vygotsky, que sugere ser papel mediador do professor puxar o estudante para cima, para desafios cada vez mais elevados, organizando a aprendizagem em níveis sucessivos de exigências, como ocorre nos atuais videogames sérios (https://en.wikipedia.org/wiki/Serious_game). Tem no seu pano de fundo a metáfora dos andaimes na construção de um prédio.

ambiente de instrução direta. “Reduzir” informação a formulações próprias pode restringir-se a resumir, fazer resenha, não distante de “copiar”; “anotações” em geral são plágios das aulas escutadas, para usar depois nas provas; “rotina” é a “aula em pessoa”.

Apelando para *evidência mais forte de estudos experimentais bem concebidos e controlados, a conclusão seria da superioridade da guia instrucional direta* (MORENO, 2004; TUOVINEN & SWELLER, 1999). Hardiman et al. (1986) e Brown & Campione (1994) *indicaram que, quando estudantes aprendem ciência na escola com métodos de pura descoberta e feedback mínimo, facilmente se perdem e se frustram, e sua confusão pode levar a equívocos em série. Outros* (CARLSON et al., 1992; SCHAUBLE, 1990) *desvelaram que inícios falsos são tão comuns que descoberta não guiada é, na maior dos casos, ineficiente. Moreno (2004) defende aprendizagem fortemente guiada, no que é acompanhado por Chall (2000), McKeough et al. (1995), Schauble (1990) e Singley & Anderson (1989). Klahr & Nigam (2004) não só teriam testado se aprendizes de ciência aprendem mais via descoberta vs instrução direta, como também, uma vez ocorrida a aprendizagem, se sua qualidade diferia. Mais especificamente, testou-se se quem aprendeu via descoberta estava mais capacitado a transferir aprendizagem para novos contextos. Os achados não tiveram qualquer ambiguidade. Instrução direta envolvendo considerável guia, incluindo exemplos, resultou em aprendizagem vastamente maior do que por descoberta. Aqueles relativamente poucos que aprenderam por descoberta não mostraram nenhum sinal de qualidade superior da aprendizagem* (KIRSCHNER et al., 2006, p. 80).

À primeira vista impressiona essa artilharia pesada, mas observando mais de perto, em geral encontramos aqui o vício metodológico de achar o que se busca (*self-fulfilling prophecy* – profecia autorrealizável)⁴⁴. Se o objetivo da instrução é memorizar fatos e leis, o teste busca essa memorização; se mudássemos o objetivo, iríamos buscar, talvez, autoria; e aí poderíamos encontrar avanços formativos importantes em abordagens por descoberta. Ainda, como transferência de aprendizagem para novos contextos nunca é direta, porque é hermeneuticamente impossível, dificilmente pode-se alegar que “aprendizagem fortemente guiada” seja mais efetiva, pois, se for “fortemente guiada” não é aprendizagem, embora possa ser treinamento, instrução. A divergência maior está no entendimento de aprendizagem, como aparece na noção de “aprendizagem fortemente guiada”, que coloca o professor como “causador” da aprendizagem no estudante, fenômeno neurocientificamente inviável. A mente não é esponja. Um exemplo dessa

⁴⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Self-fulfilling_prophecy.

diferença podemos ver nos “cursinhos” oferecidos a multidões presentes em auditórios grandes, em que um “instrutor” bem-dotado (física e intelectualmente) manipula a decoreba alucinada dos cursistas para poderem passar nos exames. Esse esforço maluco não impede, por exemplo, que no Enem de 2015 apenas 70 estudantes tenham alcançado nota máxima em redação, porque o curso não tem qualquer interesse em autoria, só em memorização. Ainda, quando se cita “descoberta pura”, faz-se uma caricatura desnecessária, pois essa pureza não existe (descoberta pura é pura fantasia). Assim como vimos em Aulls (2002) um relato não tão distante assim das abordagens alternativas, temos nestas um uso da descoberta mesclado com outros aportes, naturalmente. Descoberta pura serve apenas para estereotipar uma abordagem que, ao final, dispensaria o professor, o que nunca é o caso.

Sweller e outros (MAYER, 2001; PAAS et al., 2003, 2004; SWELLER, 1999, 2004; WINN, 2003) analisaram que ambientes não guiados acarretam carga cognitiva pesada da memória operacional, prejudicial à aprendizagem. Noviços precisam de esquemas apropriados para integrar nova informação em seu conhecimento prévio. Tuovinen & Sweller (1999) mostraram que prática de exploração (descoberta) provocou carga cognitiva maior e levou à aprendizagem menor do que prática de exemplos trabalhados. Aprendizes mais bem informados não tiveram efeito negativo e se beneficiaram igualmente dos dois tipos de tratamento. Mayer (2001) descreveu e estendeu série de experimentos em instrução de multimídia que ele e colegas conceberam, inspirando-se na teoria da carga cognitiva de Sweller (1988, 1999) e outras fontes teóricas cognitivas. *Em todos esses estudos relatados instrução guiada não só produziu mais recordação de fatos do que abordagens não guiadas, mas também transferência de mais longo prazo e habilidades de solução de problemas* (KIRSCHNER et al., 2006, p. 80). O que se alega aqui como aprendizagem está bem mais para instrução e memorização; os testes empíricos buscam esse resultado (recordação de fatos), não autoria e, naturalmente, encontram o que buscam.

Dá-se realce a “exemplos trabalhados” (Ibidem), entendidos como suprássumo da instrução fortemente guiada, enquanto descobrir soluções para problemas em ambiente bem informado é o suprássumo da aprendizagem por descoberta minimamente guiada. Essa argumentação é capciosa, porque “exemplo trabalhado”, sem ser “bem trabalhado”, não vai ficar muito longe da descoberta, desde que os estudantes não sejam mantidos como audiência passiva da aula. O efeito do exemplo trabalhado foi primeiro demonstrado por Sweller & Cooper (1985) e Cooper & Sweller (1987), que descobriram que estudantes de álgebra aprenderam mais estudando exemplos trabalhados do

que resolvendo os problemas equivalentes. Desde essas demonstrações iniciais do efeito, esse foi replicado muitas vezes, usando uma variedade de aprendizes, estudando variedade ampla de materiais (CARROLL, 1994; MILLER et al., 1999; PAAS, 1992; PAAS & MERRIËNBOER, 1994; PILLAY, 1994; QUILICI & MAYER, 1996; TRAFTON & REISER, 1993). *Para novíços, estudar exemplos trabalhados parece invariavelmente superior a descobrir ou construir uma solução para o problema* (Kirschner et al., 2006, p. 80). No entanto, enquanto se postula que exemplo trabalhado não sobrecarrega a memória operacional, exemplo reconstruído sobrecarrega! *Resolver problema pode funcionar perfeitamente sem qualquer aprendizagem* (SWELLER, 1988; KIRSCHNER et al., 2006, p. 80). Essa frase mostra o quanto diferem os conceitos de “aprendizagem”: num lado, é memorização, diretamente guiada; no outro, é pretensão de ler a realidade com autonomia crescente. Um diálogo de surdos, ao final. Resolver problemas pode ser imaginado dentro de esquemas prepostos, ou de cenários construídos tentativamente (CHI et al., 1982). Quem admite que conhecimento é reproduzido, prefere o primeiro; quem admite que conhecimento é reconstruído, prefere o segundo. Chega-se a reconhecer que é possível lidar com exemplos trabalhados *à la* aprendizagem por descoberta (TAMIZI & SWELLER, 1988; WARD & SWELLER, 1990; KALYUGA et al., 2001, 2003), o que sugere uma discussão perdida.

Dá-se também ênfase a “planilhas de processo” (modelos de escrita sumária em fases lineares) (MERRIËNBOER, 1997). Oferecem descrição das fases que se deveriam vencer, quando se resolve problema, bem como dicas ou regras básicas que ajudam a completar exitosamente cada fase, quase uma bula de como usar. Estudantes podem consultar a planilha, anotando resultados. Nadolski et al. (2005), por exemplo, estudaram efeitos dessas planilhas com estudantes de direito e acharam que a disponibilidade delas tem efeitos positivos sobre a performance. Há que ver o que se entende por “performance”, provavelmente memorização de conteúdos, o que reduz as planilhas a pratos feitos, coisa totalmente antiquada. Ao fundo, faz-se esforço enorme para salvar a aula que é mais importante que a aprendizagem do estudante. Eventualmente, exemplos trabalhados e planilhas de processo podem ser ideias aproveitáveis, porque podem ser aplicadas autoralmente (por exemplo: o uso de portfólios para guardar a produção contínua do estudante durante o semestre/ano, para fins também avaliativos), mas prefere-se montar um escarcéu desnecessário, só para salvar o instrucionismo.

2.4. Pesquisa sobre modelos educacionais que favorecem guia mínima durante a instrução em vários cenários

Kolb (1971) e Kolb & Fry (1976) sugeriram que o processo de aprender muitas vezes começa com alguém perfazendo ação particular e, então, vendo ou descobrindo o efeito da ação nessa situação. O segundo passo é entender tais efeitos na instância particular, de sorte que, se a mesma ação foi tomada nas mesmas circunstâncias, seria possível antecipar o que se seguirá. Nesse padrão, o terceiro passo seria entender o princípio geral sob o qual a instância particular se encaixa. Indicaram também uma quantidade de estilos de aprendizagem que, em sua hipótese, influenciaram o modo como os estudantes tiram vantagem das situações experienciais. Tentativas de validar a “aprendizagem experiencial e estilos de aprendizagem” (KOLB, 1971, 1984, 1999) não parecem ter tido sucesso pleno. Iliff (1994), por exemplo, relatou em *uma meta-análise de 101 estudos quantitativos de LSI* (Learning Style Inventory), *selecionados de 275 dissertações e em 624 artigos que eram estudos qualitativos, teóricos e quantitativos de ELT* (English Language Teaching) e o *Inventário de Estilo de Aprendizagem de Kolb* (KOLB et al., 2011, p. 20), *correlações classificadas como baixas (<.5) e tamanhos de efeito que foram de fracos (.2) para médios (.5).*

Concluiu que a magnitude das estatísticas de efeito não foi suficiente para dar conta dos padrões de validade preditiva para apoiar o uso das medidas ou métodos experienciais para treinamento no trabalho. Similarmente, Ruble & Stout (1993), citando muitos estudos de 1980 a 1991, concluíram que o *Learning Style Inventory* de Kolb (KLSI) (KOLB, 1976) tem baixa confiabilidade de reteste, e que há pouca ou nenhuma correlação entre fatores que deveriam correlacionar-se com a classificação dos estilos de aprendizagem, não desfrutando de aceitação geral de sua utilidade, em particular para propósitos de pesquisa. Roblyer (1996) e Perkins (1991) examinaram evidência para a pedagogia minimamente guiada em estudos de design instrumental e tecnologia instrucional, concluindo que a evidência disponível não apoia o uso de guia mínima e sugeriram que alguma forma de guia mais forte é necessária para aprendizagem e transferência serem efetivas. Embora sempre seja o caso respeitar os limites técnicos da pesquisa empírica, estatisticamente regulada, ocorre que, na prática, o alastramento da ideia de personalizar o tratamento do aluno na escola (inclusive diminuindo significativamente as turmas) se tornou reconhecido. Certamente, cada estudante “tem seu jeito”, além de origem, status socioeconômico, nível cultural etc., o que não impede, porém, que todos sejam trabalhados em conjunto. No fundo,

a preocupação não é tanto com limites técnicos da pesquisa, mas com o risco de desfazer a ideia arraigada da mesma aula para todos, em especial em grandes auditórios, um dos trunfos mais escancarados do mercantilismo educacional (VERGER et al., 2016).

Abordagens construtivistas preocupam-se com diferenças individuais dos alunos, o que é compartilhado por corpo grande de estudos da interação no tratamento de aptidão (ATI) para examinar se os efeitos dos métodos instrucionais diferentes são influenciados por aptidões e traços do estudante (CRONBACH & SNOW, 1977; KYLLONEN & LAJOIE, 2003; SNOW et al., 1996; 1994). Muito desse trabalho funciona como antecedente para o efeito reverso de expertise, segundo o qual métodos instrucionais que são efetivos para novíços se tornam menos efetivos à medida que a expertise cresce. A revisão de Cronbach & Snow (1977) da pesquisa de ATI descreveu muitas interações replicadas ordinais e não ordinais entre vários métodos instrucionais de aptidões. Um dos achados mais comuns da ATI, conforme Kyllonen & Lajoie (2003), foi *que tratamentos fortes beneficiaram aprendizes menos aptos e tratamentos fracos beneficiaram aprendizes mais aptos* (Id., p. 82). Tais conclusões levaram ao agora reconhecido efeito *scaffolding* – para os AA prova de que guia forte é indispensável (SNOW & LOHMAN, 1984). Abordagens construtivistas, porém, valorizam esse efeito ainda mais, como própria da orientação (*coaching*), não de instrução. O efeito reverso da expertise enuncia outra interpretação: como, melhorando a expertise, guia precisa ser flexibilizada (ou seja, o estudante ganha graus crescentes de liberdade), isso indica a importância da autoria do estudante, que certamente não começa depois de um monte de aulas instrucionais, mas está presente desde o início do processo (do pré-escolar, digamos).

Clark⁴⁵ (1989) ordenou *um conjunto de achados no paradigma da pesquisa de ATI de 70 estudos e descreveu o número de experimentos nos quais estudantes de baixa aptidão que escolheram ou foram atribuídos tratamentos não guiados, mais fracos, instrucionais, receberam escores significativamente mais baixos em pós-testes do que em medidas de pré-teste. Sugere que, faltando apoio forte em favor de estudantes menos experientes e menos aptos, isso redunde em perda mensurável de aprendizagem* (provavelmente memorização!). Os níveis tradicionais apresentados nos estudos revisados foram de turmas elementares a universitárias e a cenários de

⁴⁵ Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based. Artigo disponível a partir do link: https://www.researchgate.net/publication/27699659_Why_Minimal_Guidance_During_Instruction_Does_Not_Work_An_Analysis_of_the_Failure_of_Constructivist_Discovery_Problem-Based_Experiential_and_Inquiry-Based_Teaching. Os trechos em itálico correspondem a traduções livres feitas a partir do texto original, em inglês.

trabalho, e incluíram variedade de tipos de problemas e tarefas. Ainda mais incômoda é a evidência de Clark (1982) de que, quando aprendizes são solicitados a selecionar entre versão mais e menos guiada de algum curso, os menos aptos que escolhem abordagens menos guiadas tendem a gostar da experiência, mesmo que aprendam menos. Aqueles com aptidão maior que escolheram abordagens altamente estruturadas tendiam a gostar delas, mas se desempenharam em nível mais baixo do que com versões menos estruturadas, mas não desvelavam saber menos depois do que antes da instrução. Woltz (2003) reconhece que o mesmo aprendiz poderia beneficiar-se de tratamentos mais fortes e mais fracos, dependendo do tipo de resultado de aprendizagem e transferência colimado. Essa insinuação pode derrubar por terra o apego ao instrucionismo, porque, no fundo, aparece o reconhecimento de que, se o objetivo for memorizar, vale aula; se o objetivo for exercício formativo autoral, é preciso buscar alternativas de aprendizagem autoral.

A obra de Klahr & Nigam (2004) mostrou – “sem ambiguidade”, para os AA (KIRSCHNER et al., 2006, p. 82) – as vantagens da instrução direta em ciência, com muita evidência disponível. Uma série de revisões da *U. S. National Academy of Sciences* descreveu recentemente os resultados de experimentos que oferecem evidência de consequências negativas da instrução não guiada de ciência em todos os níveis através de uma variedade de conteúdos de ciência e matemática. McCray et al. (2003) revisaram estudos e experiência particular em educação de graduandos da faculdade de engenharia, tecnologia, ciência e matemática. Gollub et al. (2003) revisaram o mesmo espectro na escola média. Kilpatrick et al. (2001) relataram estudos com sugestões para ensino em escola elementar e média de matemática. Todas documentaram a falta de evidência para abordagens não guiadas e os benefícios para instrução mais fortemente guiada. Os relatórios foram produzidos, em parte, por conta do estado precário da educação em ciência e matemática nos Estados Unidos. Seguindo Roblyer et al. (1997), professores acharam que aprendizagem por descoberta é exitosa apenas quando estudantes possuem conhecimento prévio exigido e passaram por experiências prévias estruturadas.

Ou seja, é preciso muita aula para nos livrar dela! Colocando no contexto atual das TICs, havendo informação curricular farta na web, para todos os gostos e tipos, ao vivo e em cores, com efeitos especiais, para que preservar a reprodução disso? Cuida-se bem mais do posto docente do que da aprendizagem do estudante. Esconde-se aí o erro de perspectiva analítica comum em confrontos acirrados desse tipo: confunde-se a prática generalizada do instrucionismo em

matemática como prova de que é o que funciona! O que todos fazem deve ser a proposição correta. Se assim fosse, patriarcalismo não poderia ser desconstruído, político ladrão não pode ser arguido, juiz privilegiado não pode ser criticado, só porque viraram “norma”. Os dados “gritam” que matemática como está sendo ensinada a escola não funciona – todos os estudantes têm aula, fazem prova e engolem repasse de conteúdo, mas matemática está em extinção, em especial no ensino médio!

Referindo-se a cursos de medicina que optaram por PBL (ALLEN et al., 1986; ANTHONY, 1973; BARROWS & TAMBLYN, 1980; OBIOMA, 1986), houve muita expectativa positiva (CAWTHRON & ROWELL, 1978) sob o manto da pedagogia da descoberta. Buscando livrar estudantes das aulas e exames de memorização, trocando por decoreba extensiva, cerca de 60 escolas médicas americanas adotaram PBL nas últimas décadas. *Essa versão da instrução com guia mínima, introduzida na McMaster U. School of Medicine em 1969, pedia aos estudantes que trabalhassem em grupo para diagnosticar e sugerir tratamento para sintomas comuns do paciente, supervisionados por um professor, orientado a não resolver os problemas, mas oferecer alternativas e fontes de informação. O melhor survey das comparações de PBL com instrução convencional na medicina foi feito por Albanese & Mitchell (1993), numa meta-análise da literatura em inglês que chegou a achados negativos, incluindo escores mais baixos em exames de ciência básica, nenhuma diferença em seleções de residência e mais horas de estudo a cada dia. Relataram que, embora estudantes de PBL recebessem melhores escores por sua performance clínica, prescrevem também muito mais testes não necessários com custo bem maior por paciente com menos benefício. Indicaram que escores aumentados de avaliação de prática clínica poderiam dever-se ao fato de que estudantes de PBL eram solicitados a gastar mais tempo em cenários clínicos.* Berkson (1993) também revisou muito da literatura sobre PBL e chegou a conclusões similares de Albanese & Mitchell (1993): comparando habilidade dos estudantes de PBL com a mesma habilidade de estudantes convencionais, não viram diferenças apreciáveis. Colliver (2000) revisou estudos que comparavam a efetividade do PBL em medicina com currículos escolares convencionais, sem desvelar efeito estatístico importante.

Acresce que PBL, em geral, é mais dispendioso, embora seus apoiadores manifestem estar cômnicos das limitações. Hmelo-Silver (2004) questionou fortemente o PBL: *Certos aspectos do modelo de PBL deveriam estar talhados para o nível de desenvolvimento dos aprendizes...; poderia haveria lugar para instrução direta em base just-in-time. Ou seja, enquanto estudantes*

estão tentando lidar com um problema e sendo confrontados com a necessidade de tipos particulares de conhecimento, uma aula no tempo certo pode ser benéfica... Algumas técnicas como facilitação procedimental, cooperação roteirizada e diários estruturadas podem mostrar-se ferramentas úteis para mover PBL para outros cenários (Id., p. 260-261).

Os AA destacam dois componentes do PBL: *ensino (sic) de estratégias de solução de problema na forma do método hipotético-dedutivo de raciocínio* (BARROWS & TAMBLYN, 1980) e *ensino (sic) do conteúdo básico no contexto de caso ou instância específico*. Argumenta-se que educação centrada em problematização é superior à convencional porque os estudantes desde logo buscam soluções por si mesmos e desenvolvem senso de descoberta e pesquisa que os mantêm abertos à mudança profissional (NORMAN & SCHMIDT, 1992). Mas *Patel e colegas alegaram que o método hipotético-dedutivo pode não ser o mais eficiente para resolver problemas clínicos* (PATEL & GROEN, 1986; PATEL et al., 1994, 1993; AROCHA & KAUFMAN, 1994).

No âmbito médico, Patel et al. (1993) mostraram que ensinar ciência básica dentro do contexto clínico pode ter a desvantagem de que, uma vez contextualizado o conhecimento de ciência básica, é difícil separar dos problemas clínicos particulares nos quais foram integrados: estudantes treinados (sic) em currículo de PBL falharam em separar conhecimento de ciência básica do conhecimento específico associado com pacientes particulares (KIRSCHNER et al., 2006, p. 83). Certamente, pode ser problemático não distinguir entre a pesquisa dos peritos profissionais e a pedagogia da pesquisa usada clinicamente, mas isso se deve não a uma deficiência da abordagem, mas da orientação que deveria chamar a atenção dos estudantes para a diferença dos contextos. *Embora estudantes de PBL oferecessem explicações mais elaboradas, tinham explicações menos coerentes e mais erros* – uma asserção no mínimo contorcida, para não dizer incompreensível: como pode ser bem elaborada uma explicação menos coerente e com mais erros? A crítica, no entanto, tem um mérito: qualquer proposta de inovação escolar, também PBL, se malfeita, não funciona também.

“Isso parece persistir após treinamento” (sic). Em estudo do efeito de treinamento de graduandos em PBL – como oposto ao currículo convencional – sobre a performance de residentes na organização de conhecimento clínico e biomédico e uso de estratégias de raciocínio, Arocha & Patel (1995) acharam que participantes treinados em PBL retinham o padrão de raciocínio voltado para trás, mas não pareciam adquirir raciocínio voltado para frente, que é marca da expertise. *Esse achado significa que algo no PBL pode atrapalhar o desenvolvimento do padrão de raciocínio*

para frente. É contorcionismo mental inventar que aprendizagem por descoberta ignora raciocínio para frente (próprio da expertise), um resultado que só apareceria se a proposta for mal feita.

3. Precisamos melhorar muito

O estudo de Kirschner et al. (2006), embora use literatura muito antiquada e faça interpretação distorcida da aprendizagem por descoberta, em nome de relíquias instrucionistas, tem muita importância, porque foi feito dentro do figurino científico usual (positivista), com grande domínio de autores e teorias. É parte de um grupo expressivo de autores que insiste em macular propostas “construtivistas” como “mitos”, “modismos”, tal qual aparece no livro recente de Bruyckere et al. (2015), do qual Kirschner também é coautor. De fato, a educação está infestada de modismos, seja porque todo mundo se acha perito o suficiente para palpar à vontade, seja porque quem tem cabeça vazia preenche com o que acha na rua, seja porque surfar na última onda é mais importante do que ser autor de proposta própria e aberta. Educação é campo ideologicamente minado. A reforma americana da educação, desde *A nation at risk* (de Reagan, 1983)⁴⁶, que vociferava contra a escola por ser inepta na formação competitiva global dos cidadãos americanos, passando por *No child left behind* (W. Bush, 2001)⁴⁷, até *Race to the top* (Obama, 2009)⁴⁸, que rumou para a privatização da escola pública a ferro e fogo, encaixa-se no neoliberalismo frontal, em parte porque pretende modelo alternativo ao europeu, bem mais exitosos no PISA (escola pública e gratuita para todos), em parte porque, na ideologia mais contundente, escola privada tem que ser melhor que a pública. Por ironia do destino, a melhor escola americana básica é a pública (LUBIENSKI & LUBIENSKI, 2013) e, no Brasil, a escola com pior crise pedagógica é a privada (tabela 1), embora tenha resultados superiores. Uma das marcas do mercantilismo capitalista educacional é o instrucionismo, ou conteudismo, que organiza a escola em torno da aula, tal qual o “cursinho” faz com milhões de estudantes tangidos à decoreba alucinada. Enchem salas onde um professor fala sozinho e a multidão escuta, absorvendo conteúdos que em geral sequer entende, sobretudo de matemática. Fantasia-se que professor “causa” a aprendizagem, confundida sempre com memorização, sem entendimento minimamente adequado ou elaboração própria, quando sua função é mediadora.

⁴⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/A_Nation_at_Risk.

⁴⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/No_Child_Left_Behind_Act.

⁴⁸ https://en.wikipedia.org/wiki/Race_to_the_Top.

A discussão do texto de Kirschner et al. (2006) mostra o pavor de perder o palco da aula, investindo-se de tudo para salvaguardar a presença docente diretiva, autoritária, domesticadora, sem preocupar-se com a formação autoral do estudante. Trata-se, ao fundo, de ensino, só ensino. Como nos cursinhos: as aulas foram dadas; se o estudante não aprendeu, é problema dele. Aulas de matemática foram todas dadas. Quase ninguém aprendeu. Problema do aluno, do “sistema”, do “capitalismo”, do salário baixo, dos bandidos etc. De fato, muitas coisas atrapalham a escola. A desvalorização docente está entre as mais incidentes (DEMO, 2015a), mas uma das que mais a enxovalham é o instrucionismo: entupir o aluno de aula sem aprender minimamente bem. Contudo, se o estudo de Kirschner et al. (2006) é um libelo de salvação da aula, mostra muitas questões pertinentes a propostas alternativas que deveríamos considerar ou repensar, entre elas:

1. Propostas alternativas precisam cuidar de não serem caudatárias de modismos ou de qualquer “ismo”, procurando voltar-se para o direito do estudante de aprender como autor. Assim, se usamos a nomenclatura do “educar pela pesquisa” (DEMO, 1996), não estamos alinhados a autores, teorias, ideologias, mas ao estudante. Na LDB consta o direito de todos de aprender, não alinhamento a este ou àquele autor ou teoria; o que está em questão não é Piaget, mas o estudante. O professor tem o direito de produzir a teoria e a prática que achar por bem, desde que resulte em aprendizagem autoral. Essa autonomia docente é crucial para que a escola, tecendo teorizações diversificadas, se una numa prática coerente da aprendizagem do estudante. Filiações são sempre indicadoras da mediocridade da escola, porque desvelam que não tem porte para montar proposta própria ou de curtir professores autônomos.

Teorias da aprendizagem, em especial com fundamento neurocientífico e biológico, sugerem que a mente e sentidos são órgãos autorais, seletivos, limitados, que não captam tudo, mas aquilo que podem, evolucionária e culturalmente, podendo sempre – via aprendizagem – aprimorar-se. São órgãos “reconstrutivos”, no sentido de que partem sempre do que existe e está dado, ou seja, não constroem do nada, do zero, mas de onde estamos no mundo (HOFFMAN, 2015). Isso vale também – *mutatis mutandis* – para *deep learning* maquinal, cujos sensores captam o que podem e conseguem melhorar, via treinamentos exemplares. A aprendizagem heurística e hermenêutica se interpenetra, prevalecendo na máquina a heurística (sequencial, linear, formal), e nos humanos a hermenêutica (com base na experiência subjetiva, complexa, não linear) (DEMO, 2002). O que mais importa, porém, não é buscar algum pretenso porto seguro em alguma teoria sacralizada, mas

catar elementos que contribuam para cuidar da aprendizagem do estudante, mantendo-o como protagonista de sua emancipação.

Modismos têm infestado a escola. Por exemplo, o MEC frequentemente produz programas, de cima para baixo, reproduzindo um modelo de ensino que, há pelo menos 20 anos (é o tempo da série histórica do Ideb, não porque os problemas começaram apenas em 1995), é evidenciado empiricamente como falido. E não se emenda. O instrucionismo passou a artigo de fé, inamovível. Escola e universidade estão encalhadas totalmente nesta arapuca, uma das fontes mais comprometedoras da inépcia da escola, no sentido de uma entidade cada vez mais contraproducente. A última “reforma” do governo Temer relativa ao ensino médio é “paradigmática” desse imbróglio (DEMO, 2016b). Mantendo a mesma estrutura instrucionista (a mesma aula, a mesma pedagogia, o mesmo professor, a mesma escola...), imagina-se “reformular” um sistema completamente caduco, centrando em algumas ideias em si pertinentes, mas “modistas”, como flexibilização curricular, possibilidade de escolhas do estudante etc. Se houvesse mínimo diagnóstico honesto, o MEC saberia que uma reforma desse tipo é tapar o sol com a peneira. Todos estamos já cansados de saber que, para mudar a educação, é imprescindível mudar o professor, antes de mais nada. Professor não resolve tudo, nem é tudo, claro. Mas é a parte mais sensível de qualquer mudança, porque passa por ele fatalmente. Até hoje não resolvermos esse problema. Todos estamos já cansados de saber que a formação da pedagogia e da licenciatura são totalmente inapropriadas, porque produzem um pretenso profissional do ensino, que nunca aprendeu minimamente bem. Não é autor, cientista, pesquisador – continua sendo parte da escola como fábrica fordista do século passado: reprodutivo, copiador, uniforme.

Não precisamos, porém, achar outro “ismo”, para encobrir nosso deserto de ideias. Não é por falta de teoria que a escola permanece petrificada no tempo. É porque não sabe aprender, ou, como diria Paulo Freire, porque não sabe “ler a realidade”. Está literalmente fora da realidade. O mundo é outro. Estamos numa sociedade e numa economia muito diversas do século passado. Mas continuamos declamando a mesma narrativa, como se o tempo não existisse. Precisamos de professores autônomos o suficiente para que, partindo das teorias na praça, construam sua própria teorização, voltada para garantir o direito do estudante de aprender.

2. A árvore conhece-se por seus frutos. Assim como condenamos a escola instrucionista atual porque não dá fruto – secou, literalmente! – precisamos, a todo custo, evitar propor inovação que

resulte no que Popkewitz chama de *pedagogia como efeito de poder* (2001): formular discurso aparentemente de esquerda, com conteúdo/prática da direita. Inovações devem poder comprovar-se, para não serem fumaça eventual. É fácil mostrar mazelas do sistema – só tem! – difícil é pôr de pé outro sistema, comprovadamente melhor. É regra histórica: a esquerda precisa ser melhor que a direita, em tudo. Manter uma escola pobre para o pobre é uma ignomínia, porque apenas reproduz uma sociedade impossível, repugnante. Ao mesmo tempo, não basta igualdade de oportunidades, porque desconhece os atrasos clamorosos dos mais pobres. Estes precisam de uma oportunidade *superior*, capaz de retirar o atraso e logo garantir o mesmo ritmo para todos.

Mudanças educacionais precisam de tempo para maturação, não acontecem da noite para o dia, nem por decreto ou voluntarismo. Assim como reconhecemos que “aprendizagem transformadora” não é garantida, porque não é produto de causação linear, mecanicista, mas de uma orquestração astronomicamente complexa de dinâmicas superpostas, também contraditórias, temos de conviver com a possibilidade de não dar certo. Para dar certo, porém, é ajuizado não inventar moda, mudar por mudar, pisar encima da escola e do professor, prometer o que não se pode, acenar com messianismos. Por isso, convém fixar-se no objetivo maior previsto na legislação, de cuidar da aprendizagem do estudante, não de teorias e teóricos. O que não pode acontecer é que, depois de 12 anos na escola, o estudante chegue praticamente “pelado”, sobretudo em matemática. Vai “caindo para cima”, via progressão automática, irresponsável, e acaba diplomado no ensino médio, totalmente despreparado. A universidade em peso vocifera contra o candidato que chega à faculdade, porque lhe parece absolutamente primário. Esquece, porém, que os professores foram “produzidos” por ela, colhendo, pois, o que anda plantando.

Disso retiro uma consequência fundamental e fundante: **mudar significa, acima de tudo, sair do atual sistema de ensino, buscando um sistema de aprendizagem.** Toda reforma feita dentro do sistema atual morre de inanição, ou é natimorta. Daí não segue que é preciso incinerar a escola, destruir tudo. Por exemplo, os professores estão visivelmente muito despreparados, mesmo os que possuem “especialização”, já que essa pós-graduação *lato sensu* tem se mostrado inútil – não teve qualquer efeito na aprendizagem do estudante, até hoje; ao contrário. No entanto, professor “ressuscita” facilmente, porque está talvez embotado, mas tem toda potencialidade de revivificar-se, reengenheirando-se como profissional da aprendizagem, assumindo tornar-se autor, cientista, pesquisador, para estar à altura das necessidades de formação do estudante. Não consegue mudar via rituais tradicionalistas como “jornada pedagógica” ou similares, porque aí se reproduz o etos

acadêmico caduco da universidade instrucionista. Mas muda, em geral, profundamente, se tiver oportunidade de cursos longos, autorais, de produção própria, individual e coletiva, em formato de preferência híbrido, para não ter de retirar-se da escola enquanto estuda. Professor precisa, acima de tudo, ter experiência convincente de aprendizagem autoral, que, por desleixo na universidade, nunca teve.

E daí segue uma segunda consequência essencial: **mudar a escola é mudar o professor**. Cuidar do professor é ingrediente superlativo de qualquer inovação, pois não se faz inovação sem inovadores – estes são, acima de tudo, os professores. Eles não podem ser vítimas de inovação, mas seus mentores. Assim, cumpre valorizar os docentes, em termos de formação continuada e de valorização socioeconômica, também para retirarmos do ar uma mancha renitente: professor precisa ser a prova viva de que ser profissional da educação vale a pena. Hoje, fazer licenciatura em matemática para ganhar pouco mais de dois mil reais por mês, por 40 horas semanais de trabalho, é um acinte, ou, como quer uma piada de mau gosto: o candidato que nisso se meter mostra que não sabe calcular minimamente! Professor precisa poder estudar, ler, pesquisar, elaborar durante o trabalho, porque é trabalho. Não pode ser afogado com aula o tempo todo, para colher quase nada e nisso se esgotar. Nesse contexto, papel do diretor e do coordenador pedagógico é fundamental, não, contudo, para apenas garantir que as aulas sejam dadas, os conteúdos repassados, a disciplina preservada, leis cumpridas, mas, acima de tudo, que aprendizagem adequada ocorra para todos, sem exceção.

3. Inovações educacionais, como são de interesse público, precisam ser públicas. Todos podem ver, acompanhar, também questionar e mesmo duvidar, rejeitar. Embora, como parte de política pública submetida às urnas, tenha oportunidade de ser colocada em prática, é fundamental que a sociedade possa ver nelas o interesse público preservado acima de tudo. Não podem ser experimento particular, imposição ideológica sectária, academicismo capcioso ou personalismo eventual. É muito importante que instituições como a universidade possam acompanhar, avaliar e discutir as inovações, ao mesmo tempo que estas, progredindo em sua rota aprovada, produzam indicadores capazes de mostrar se a árvore dá bons frutos. Inovações que não se deixam avaliar escondem alguma coisa! Como inovações sempre contrariam interesses – da oposição, dos sindicatos, da academia, dos pesquisadores, de ideologias em conflagração – é preciso cuidar de sua qualidade e transparência, construindo a casa sobre a autoridade do argumento, não do

argumento de autoridade. Sem apressar resultados – que são sempre de longo prazo – é obrigação natural, democrática e republicana demonstrar sua utilidade pública.

Recordemos que aprendemos mais propriamente das divergências, não de consentimentos, quase sempre falsos ou falsificados, embora, tratando-se da prática, uma vez assumida, é caso levar até ao fim. Antes da prática, vale colocar tudo em discussão; uma vez acordada a prática, precisa-se de ordem unida (não cega). Mesmo assim, é fundamental escutar o julgamento, como tentei fazer ao reconstruir as críticas, em geral muito contundentes, até mesmo desaforadas, do texto de Kirschner et al. (2005) ou do *The Debunker Club*. Não podemos cair na armadilha de propor inovações que já não inovam, questionamentos que não aceitam ser questionados, pleitear aprendizagem autoral que não conviva com atores diversos. Ainda não conseguimos esse amadurecimento histórico. Nossas propostas de reformas educacionais tendem a ter o gosto amargo de retaliação, de divergências mais inventadas que reais, de imposições de cima para baixo. Cada governo reinventa tudo, para – um escândalo! – tudo ficar no mesmo lugar. Desde o governo FHC temos produzido muitos programas de reforma, e nenhum frutificou minimamente, porque não temos projeto de país. Só temos projeto de governo. O MEC até hoje não acredita na Federação. Inventa programas em seus recônditos ou na torre de marfim de Brasília, em geral na tocaia, ou quando propala que consulta a sociedade, o faz na maior malandragem da participação popular seletiva, eventual, pingada, só para encobrir o autoritarismo entranhado em nossa história (OLIVEIRA & RIZEK, 2007). Os programas chegam aos estados/municípios com cartas marcadas, usando-se, ardilosamente, esquemas de financiamento para enfiar goela abaixo propostas que deveriam ser engendradas e geridas localmente.

Por exemplo, inventou-se o Pnaic, um pacto/programa pela alfabetização, concebido em até três anos (dos 6 aos 8 anos de idade), mal arrumada, amadora, politiqueira, que nunca deu certo, como atestam resultados da ANA (Avaliação Nacional da Alfabetização) (DEMO, 2017h)⁴⁹. Não existe “idade certa” para alfabetizar-se, pois alfabetização bem concebida dura a vida toda. O que existe é “dose certa”, referente àquela alfabetização que cabe na cabeça de uma criança de seis anos. Começando, porém, educação científica no pré-escolar, aos 4 anos, alfabetização passa a ser considerada desde essa idade, o que coloca a proposta do MEC como invencionice do mundo da lua. Bem que o ministério tentou abaixar os três anos para dois, mas os municípios reagiram e

⁴⁹ Veja série de 4 textos no blog <http://pedrodemo.blogspot.com> sobre dados de 2016 da alfabetização (ANA): buscar por *Ensaio 154*, *Ensaio 155*, *Ensaio 156* e *Ensaio 157*.

ficaram os três anos. Esse titubeio já seria suficiente para indicar que se fabricam programas aos ventos, como cerração perdida. O papel do MEC é contribuir para a capacidade estadual e municipal darem conta autonomamente de suas políticas educacionais, cabendo ao poder federal a função de financiar e sugerir diretrizes gerais de política, não voltada para governos eventuais, mas para um projeto de país que sobreviva a qualquer governo.

Um dos maiores escândalos é que, com a plethora de dados que temos, não se fazem diagnósticos minimamente pertinentes, honestos, que indicariam, veementemente, que estamos em rota suicida. Mas, como governos querem agenda positiva, para esticarem-se e autoelogiarem-se no poder, dados são ignorados, como foram no malfadado PNE, que já engavetamos, na prática (BUSTAMANTE, 2017; DEMO, 2016). Enquanto brincamos de fazer educação, a escola se estiola na condição crescentemente visível de fraude oficializada.

4. Inovações precisam de continuidade. Se cada governo inventa seu pirão, jogando fora o do anterior, teremos uma sucessão de aventuras, sem perspectiva. Como a democracia e a república ainda são mais pessoais que institucionais, não temos política continuada de desenvolvimento, cuja mudança governamental pode remodelar colorações, mas não substâncias. Por conta disso, é imprescindível formular propostas que possam ser consensuadas, não pela via impossível de “ismos” esvoaçantes, mas porque miram o direito do estudante de aprender. Inovações personalizadas não têm futuro. Como ministros e secretários de educação mudam como o vento, corre-se o risco de, numa mesma gestão, reinventar a roda muitas vezes, começando de novo do nada para chegar ao nada. É o que, literalmente está acontecendo. Olhando os dados desde 1995, cada governo começa do nada e chega ao nada. Ou, melhor dizendo, consegue recuar ainda mais, como é o caso dos anos finais e ensino médio. Um dos erros da atual reforma do ensino médio é imprimir, por retaliação, um tom privatista neoliberal, por conta de um governo da direita (Temer). Nesse contexto, tornou-se mais importante melhorar o Ideb do que aprender, razão pela qual uma empresa privada impõe que toda escola que adere ao programa faça, semanalmente, uma prova – daquelas bem arcaicas, reprodutivas, miméticas – para “treinar” o Ideb. Assim, responde-se ao exagero publicista do governo anterior (PT) com o oposto (DEMO, 2017i), embora, no resultado final, ambos se congracem na soma zero.

A escola só vale a pena se o estudante comprovadamente aprender adequadamente. Aprender adequadamente não é memorizar, decorar, para regurgitar na prova. É desenvolver a capacidade

de protagonizar sua aprendizagem, abrindo todas as chances possíveis de emancipação individual e social. Perdemos isso de vista totalmente quando nos dedicamos apenas à aula, prova e repasse. A escola vira engenhoca vetusta, qual fábrica fordista capitalista do século passado, que o próprio capitalismo não quer mais. Gasta-se uma montanha de recursos – uma parte é corrompida naturalmente – quase para nada.

5. Não existe proposta completa ou perfeita, também porque não há teoria acabada, nem prática final. Então, se falamos em “educar pela pesquisa”, ou qualquer rótulo que vise a aprendizagem autoral do estudante, não convém personalizar a proposta, porque, se tiver dono, morre com ele. É preferível sempre apostar na autonomia docente, para que ela decida a teorização que inspira a prática, desde que esta redunde, necessariamente, na oportunidade de o estudante aprender bem. É por isso que devemos evitar todos os “ismos” ou “modismos”. Relembrando a Finlândia, um dos passos mais decisivos da sua reforma foi a valorização docente, passando a exigir, no mínimo, mestrado. A razão maior disso foi que no mestrado se aprende a pesquisar, exercitando-se a autoria ostensivamente (RIPLEY, 2013; SAHLBERG, 2010). Uma das consequências foi eliminar a supervisão escolar – a escola é responsável plenamente por sua proposta, cabendo, porém, cobrar dela a aprendizagem mais qualitativa possível. Assim é: lá quase todos aprendem. Bem ao contrário do Brasil, onde quase ninguém aprende!

Não se pode impor aos professores algum “ismo”, porque seria interferência indevida em seu direito de teorizar livremente, para garantir práticas adequadas, que valem o quanto pesam. Assim, o poder central não deveria impor programas de cima para baixo. Deveria deixar essa engenharia para os professores, que são seus artífices fundamentais. Ao mesmo tempo, a escola é observada por todos, hoje também pelo mundo inteiro, que vai à Finlândia ver de perto, ou seja, não foge à avaliação, porque precisa continuar aprendendo. A melhor qualidade de uma proposta não é inventar alguma moda que ainda ninguém viu, mas de manter-se aberta à mudança, para ser coerente com a noção autoral de aprendizagem. Na prática a teoria nunca é a mesma, e vice-versa. Por isso, avançamos mudando, não emperrando. Escutar a crítica é saudável, mesmo que nos machuque.

6. Por fim, toda proposta, por mais brilhante que possa parecer, precisa ser bem arquitetada e competentemente aplicada. A reclamação de Kirschner et al. (2006), em parte, volta-se para maus

usos de teorizações, como do construtivismo, em especial para a contradição sonora de apelar para o construtivismo para desfazer fórmulas prontas instrucionistas, colocando no lugar outra fórmula pronta, agora construtivista. “Educar pela pesquisa” pode ter o mesmo destino. Primeiro, toma-se pesquisa como qualquer coisa, em grande parte porque os professores não tiveram oportunidade de formação mínima em pesquisa, em cursos nos quais foram apenas “vítimas de aula” (DEMO, 2017). Segundo, fabrica-se um charme teórico e discursivo, para alegar estar na última onda, que não passa de “pedagogia como efeito de poder” (POPKEWITZ, 2001). É comum que cursos de pedagogia, por exemplo, se digam alinhados ao educar pela pesquisa, porque bravateiam seus princípios e vacas sagradas, mas, na prática, é fachada para encobrir o instrucionismo mais arcaico. Dificilmente um pedagogo deixa a faculdade como pesquisador bem formado, valendo isso ainda mais para o licenciado. Terceiro, é comum que um ou outro professor assuma a aventura, em meio a um ambiente de colegas hostis ou indiferentes, incidindo na esparrela de que “uma andorinha não faz verão”. Só se pode reconstruir a escola se os professores concordarem com a proposta e mantiverem o comando da inovação. Quarto, em geral não se cuida da introdução da mudança de maneira minimamente adequada, por exemplo, com pelo menos um semestre de preparação docente, no qual se ensaiem as dinâmicas fundamentais da aprendizagem autoral (eliminação das aulas e da prova, avaliação por aquilo que o estudante produz, comprovado no portfólio, planejamento coletivo de projetos extensos de pesquisa para extinguir o formato caduco dos 50 minutos de aula etc.). Proposta linda malfeita é a coisa mais feia que pode existir.

Vimos críticas ao PBL na medicina. De modo geral, pode-se alegar que a ideia de fazer medicina via pedagogias da problematização que apostam na produção do estudante tem avançado, tanto que há cursos com esse formato também no Brasil, mas a maioria prefere a trajetória tradicional. Não é diferente da experiência do Pibic. Em geral considera-se altamente comprovada, e existe algum consenso de que é o melhor caminho disponível para fazer uma graduação mais decente, porque o estudante aprende a pesquisar. Mas a graduação “canônica” continua sendo aquela escabrosamente deficiente, também porque, estudando a maioria dos estudantes à noite e em entidades privadas, acredita-se que, não havendo tempo para estudar, pesquisar, o jeito é repassar conteúdo via aula. Assim, muita gente se movimenta à noite, depois do trabalho, por vezes viajando muitos quilômetros e correndo muitos riscos nas estradas, com o objetivo de “frequentar aula”, para ao final ter um diploma, feito de aula. Na argumentação que fiz acima, é um diploma muito insuficiente, porque é uma peça do século passado, pouco útil para enfrentar a vida e o

trabalho nos dias de hoje. Mas é melhor que nada. A função reprodutiva do professor tornou-se um cânone imbatível, também entre os que possuem mestrado e doutorado, em cuja formação a estratégia predominante não foi aula, mas pesquisa. É, em si, contraditório que um PhD trabalhe aulas reprodutivas, porque tem experiência própria de que via pesquisa a formação pode ser extremamente superior (BOK, 2007). Temos aí, então, duplo problema: de um lado, a leseira institucional ancorada em aula reprodutiva como estratégia de “aprendizagem”; de outro, propostas em si inovadoras, mas mal feitas, resultando no avesso: medicina no formato PBL pode até ser pior que a tradicional, se for apenas amadorismo. Mas muitos aceitariam que é preferível um médico autor, cientista, pesquisador, porque sabe autorrenovar-se a vida toda, constrói e reconstrói sua profissão, acompanha os tempos, é protagonista eminente de seu destino. O brilho possível de uma proposta fenece logo, quando malfeita.

CONCLUSÃO

Aprender bem não é enigma, já que aprender e viver são praticamente sinônimos. Mas a escola, crescentemente, está fazendo da aprendizagem um enigma indecifrável. Mormente em matemática, vamos ter, em breve, o *último* que aprendeu. Depois dele, podemos jogar fora a chave da escola, por ter cumprido plenamente sua “antimissão”. Enquanto isso, alguém vai, de novo e sempre, ter a brilhante ideia de “aumentar as aulas”, talvez passando o ensino médio de três para cinco anos! O próprio fato reiterado de montar propostas retrógradas indica que estamos diante de entidades educacionais que não conseguem aprender. Ou, para usar o mote de Paulo Freire, “não sabem ler a realidade”. Todo dia a escola repete essa asneira: os estudantes acodem para frequentar aula e sair de lá de mãos vazias. Cada vez mais vazias. Esse besteiro refeito com tanta pertinácia é chamado, caracteristicamente, de “reforma”, de vez em quando, só para dar a impressão de que estamos vivos. E vamos, por outra, produzindo dados, fornada após fornada, para manter a farsa de que estamos avaliando implacavelmente, como se tivéssemos uma sentinela irredutível. Em matemática, nunca fomos nada e estamos conseguindo ser menos ainda. A tabela 2, mostrada no início deste texto, mostra um dos disparates mais inomináveis de nossa história educacional: 20 anos de maluquice completa, reiterada, renitente, teimosa, impávida. Em 1995, alguns estados tinham cifras de aprendizado adequado em matemática relativamente bem superiores, como é o caso do Distrito Federal: foi de 31,5% (totalmente inaceitável, mas quase três vezes acima da de 2015, de 12,8%, a maior do país!). Três perguntas escabrosas: Porque caiu tanto, como se andar para trás fosse a sina? Por que não se toma providência? Por que fabricar os dados, se não servem para nada?

Tabela 2. Aprendizado adequado em **matemática**, ensino médio, em 1995 e 2015 (Ideb), ranking dos estados (%) (por 2015).

Estados	1995	2015	Estados	1995	2015	Estados	1995	2015	Estados	1995	2015
Brasil	11,6	07,3	Rio Gr. Norte	04,9	03,8	Piauí	02,0	05,2	Rio Gr. Sul	16,1	08,9
Maranhão	04,1	01,5	Bahia	06,1	04,0	Sergipe	19,3	05,4	São Paulo	14,4	09,0
Amapá	05,2	02,6	Roraima	02,1	04,3	Ceará	11,0	06,0	Rio de Janeiro	07,8	09,3
Acre	02,7	02,7	Amazonas	08,3	04,4	Goiás	15,2	06,8	Santa Catarina	06,2	09,3
Pará	04,3	02,9	Rondônia	06,5	04,6	Pernambuco	03,7	07,0	Minas Gerais	13,3	09,6
Alagoas	11,2	03,2	Paraíba	04,3	04,8	Mato Gr. Sul	07,2	08,1	Espírito Santo	03,5	12,7
Tocantins	10,2	03,5	Mato Grosso	04,3	04,9	Paraná	10,5	08,9	Distrito Federal	31,5	12,8

Fonte: Todos pela Educação

Alguns estados até subiram no período, sendo o mais notável Espírito Santo: foi de 3,5% em 1995, para 12,7% em 2015, um aumento de 9,2 pp. Em 20 anos andamos essa miséria! A grande maioria dos estados, contudo, andou para trás, marcando a tragédia do ensino médio como proposta totalmente falida. Nada menos que 13 estados (quase metade do total), do Maranhão ao Mato Grosso, tiveram aprendizado adequado menor que 5% em 2015 em matemática no ensino médio.

O fato mais estarrecedor é que, sabendo disso, continuamos “subindo para baixo”, impavidamente. O que temos na escola, todo santo dia? Aula, prova, repasse. Todos os estudantes que não aprenderam quase nada foram empanturrados de aula, para se manterem esqueléticos, à míngua, totalmente desnutridos. É de mínima inteligência perceber erro tão crasso e pôr-se a consertar. Mas, como escola não tem a ver com inteligência – é com aula só sua relação – ignoram-se os dados e mantém-se a fé! A universidade, por sua vez, sabe disso: (de)forma licenciados e pedagogos que na escola só vão dar aula. Sabe sobretudo que, para formar melhor é preciso pesquisa, tanto que é o expediente fundamental do mestrado e doutorado. Parece gostar de miséria, cada vez mais decaída. Nem a escola, nem a universidade sabem “ler a realidade”. São, nisso, *stricto sensu*, analfabetas.

Em termos concretos, embora provocativos, ensino médio no país é uma escola a ser evitada. Faz mal aos estudantes. Impomos a eles um ônus perverso de frequentar, ano após ano, uma estultícia sistemática deprimente. Onde apenas 1,5% dos estudantes aprende matemática, para que frequentar? Claro, para não perder aula!

Então, novos sábios, vindos do além, mumificados, propõem uma reforma do ensino médio, sem mudar essa configuração básica perversa... Teremos outro currículo, escolhas estudantis, financiamento específico, mas... a mesma aula. Vai mudar o quê?

Embora dados nunca sejam transparentes, muito menos peremptórios – são, ao final, também uma construção mental interpretativa discutível, mesmo com todos os rigores metodológicos da “teoria da resposta ao item” –, vinte anos de “cascudos” insistentes em nossa cabeça indicam algo que nos parece irrecusável: **o atual sistema de ensino é uma estupidez**. Se quisermos mudar alguma coisa, é preciso sair dele. Já!

O caso do DF é um (contra)exemplo muito incômodo. Se lembrarmos que mantém uma entidade que oferece formação permanente aos docentes da rede (Escola de Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação - EAPE)⁵⁰ – em si uma glória, porque deveria ser iniciativa de todo estado cuidar que seus professores continuem se qualificando, oferecendo, também, “afastamento remunerado para estudos”, ideia sensacional – mas tem desempenho tão caduco no ensino médio, cumpre repensar, para dizer o mínimo. Em parte, a inoperância institucional se deve ao fato de manter o mesmo sistema de ensino, ou enviar os docentes em “afastamento remunerado para estudos” para estudarem no mesmo sistema inútil vigente acadêmico. Correm o risco de voltarem “piorados”! Não é diferente da escola: o estudante corre o risco de chegar ao fim do ano tendo “desaprendido”.

Tentei delinear aqui alguma alternativa, voltada para a aprendizagem do estudante, sob o signo de “atividades de aprendizagem”, que foram escoraçadas da escola, se é que um dia lá vingaram.

50

<https://www.google.com.br/search?q=eape+df&oq=eape&aqs=chrome.2.69i57j0j35i39j69i60j0l2.3999j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>.

REFERÊNCIAS

ACTIVE LEARNING AND TEACHING METHODOLOGIES. 2015. Leaving Certificate Applied. PDST (The Professional Development Service for Teachers)/Dublin (Ireland) - https://www.ppgia.pucpr.br/~jamhour/Download/pub/active%20methodology_0.pdf

ADORNO, T.W. et alii. 1969. The Authoritarian Personality. W.W. Norton & Co., London.

AGGARWAL, J.C, 2009. Essentials of Educational Psychology. Vikas Publishing House Pvt Ltd. Noida.

AKANEGBU, A. 2012. 50 striking statistics about distance learning in higher education. EdTech - <https://edtechmagazine.com/higher/article/2012/07/50-striking-statistics-about-distance-learning-higher-education>

ALBANESE, M. & MITCHELL, S. 1993. Problem-based learning: A review of the literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine* 68:52–81.

ALLEN, J. B., BARKER, L. N., & RAMSDEN, J. H. 1986. Guided inquiry laboratory. *Journal of Chemical Education* 63:533–534

ALTER, A. 2017. Irresistible: The rise of addictive technology and the business of keeping us hooked. Penguin Press, N.Y.

AMSDEN, A.H. 2009. A Ascensão do “Resto” – Os desafios ao Ocidente de economias com industrialização tardia. Ed. Unesp, São Paulo.

ANDERS, G. 2017. You can do anything: The surprising power of a “useless” liberal arts education. Little, Brown and Company. N.Y.

ANDERSON, J. R. 1996. ACT: A simple theory of complex cognition. *American Psychologist*, 51:355–365.

ANTHONY, G. 1996. Active Learning in a constructivist framework. *Educational Studies in Mathematics* 31(4):349-369.

ANTHONY, W. S. 1973. Learning to discover rules by discovery. *Journal of Educational Psychology* 64:325–328.

AROCHA, J. F. & PATEL, V. L. 1995. Novice diagnostic reasoning in medicine: Accounting for clinical evidence. *Journal of the Learning Sciences* 4:355–384.

ARTHUR, W.B. 2009. The Nature of Technology. ePenguin, New York.

ARTSTEIN, Z. 2014. Mathematics and the real world: The remarkable role of evolution in the making of mathematics. Prometheus Books, N.Y.

ARUM, R. & ROKSA, J. 2011. Academically adrift: Limited Learning on College Campuses. University of Chicago Press, Chicago.

ARUM, R. & ROKSA, J. 2014. Aspiring adults adrift: Tentative transitions of College Graduates. Univ. of Chicago Press, Chicago.

ATKINSON, R. & SHIFFRIN, R. 1968. Human memory: A proposed system and its control processes. In K. Spence & J. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 2, pp. 89–195). New York: Academic.

AULLS, M. W. 2002. The contributions of co-occurring forms of classroom discourse and academic activities to curriculum events and instruction. *Journal of Educational Psychology* 94:520–538.

AUSUBEL, D. 1963. *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune & Stratton.

AUSUBEL, D. P. 1964. Some psychological and educational limitations of learning by discovery. *The Arithmetic Teacher* 11:290–302.

BACHTOLD, Manuel. 2013. What do students "construct" according to constructivism in science education? *Research in Science Education* 43:2477–96.

BAIN, R.B. 2005. They thought the world was flat? NFL Principles in Teaching High School History. In *How Students Learn: History, Mathematics, and Science in the Classroom*. Bransford, J. & Donovan, S. (Eds.). The National Academies Press, Washington, p. 179-214 - <http://www.bu.edu/hps-scied/files/2012/11/Bain-HPS-How-Students-Learn-History-They-Thought-the-World-is-Flat.pdf>

BAMBER, Phil. & HANKIN, L. 2011. Transformative learning through service-learning: no passport required. *Transformative learning through service-learning* 53(2/3):190–206.

BANCHI, H. & BELL, R. 2008. The many levels of inquiry. *Science and Children* 46(2):26-29.

BANDURA, Albert. 1963. *Social learning and personality development*. New York. Holt, Rinehart, and Winston.

BARNES, Douglas. 1989. *Active Learning*. Leeds University TVEI Support Project, 1989.

BARRAT, J. 2013. *Our final invention: Artificial Intelligence and the end of the human era*. Thomas Dunne Books, N.Y.

BARROWS, H. S. & TAMBLYN, R. M. 1980. *Problem-based learning: An approach to medical education*. New York: Springer

BEAN, John C. 2011. *Engaging Ideas: The Professor's Guide to Integrating Writing, Critical Thinking and Active Learning in the Classroom*. John Wiley & Sons.

BELL, R.L., SMETANA, L., BINS, I. 2005. Simplifying Inquiry Instruction – Accessing the inquiry level of classroom activities. The Wilson Company. Wilson Web (The Science Teacher 72[7]) - https://www.mun.ca/educ/undergrad/scied/files/bell_simplifying-inquiry_2005.pdf

BELL, T., URHAHNE, D., SCHANZE, S., PLOETZNER, R. 2010. Collaborative inquiry learning: Models, tools, and challenges. *International Journal of Science Education* 3(1):349–377.

BENGIO, Y., COURVILLE, A., VINCENT, P. 2013. Representation Learning: A Review and New Perspectives. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 35(8):1798–1828.

BENGIO, Y.; BOULANGER-LEWANDOWSKI, N.; PASCANU, R. 2013a. Advances in optimizing recurrent networks. 2013 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing: 8624–8628.

BENJAMIN, A. 2015. The magic of math: solving for x and figuring out why. Basic Books, N.Y.

BENS, I. 2005. Understanding participation. In Facilitating with ease! Core skills for facilitators, team leaders and members, managers, consultants, and trainers (p. 69–77). San Francisco: Jossey Bass.

BERBEL, N.A.N. 2011. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, Londrina 32(1):25-40.

BERG, C.A.R, BERGENDAHL, V.C.B, LUNDBERG, B.K.S., TIBELL, L.A.E. 2003. Benefiting from an open-ended experiment? A comparison of attitudes to, and outcomes of, an expository versus an open-inquiry version to the same experiment. *International Journal of Science Education* 25(3):351–372.

BERKSON, L. 1993. Problem-based learning: Have the expectations been met? *Academic Medicine*, 68(Suppl.):S79–S88.

BERNSTEIN, D. A., PENNER, L. A., CLARKE-STEWART, A., ROY, E. J., & WICKENS, C. D. 2003. Psychology. Boston: Houghton-Mifflin.

BLOOM, B. 1956. Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. New York: McKay.

BOEHM, C. 1999. Hierarchy in the Forest - The evolution of egalitarian behavior. Harvard University Press, Massachusetts.

BOEHM, C. 2012. Moral Origins – The evolution of virtue, altruism, and shame. Basic Books, N.Y.

BOK, D. 2007. Our Underachieving Colleges: A candid Look at how much Students Learn and why they should be Learning more. Princeton University Press, Princeton.

BONWELL, C. & EISON, J. 1991. Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. AEHE-ERIC Higher Education Report No. 1. Washington, D.C. Jossey-Bass.

BORING, E.G. 1923. Intelligence as the Tests Test it. *New Republic* 36:35-37. https://brocku.ca/MeadProject/sup/Boring_1923.html

BOUD, D., KEOGH, R., & WALKER, D. (Eds.). 1985. Reflection: Turning experience into learning. London. Kogan Page.

BOULTON, J.G., ALLEN, P.M., BOWMAN, C. 2015. Embracing Complexity: Strategic perspectives for an age of turbulence. OUP Oxford, Oxford.

BOURDIEU, P. & PASSERON, J.C. 1975. A Reprodução - Elementos para uma teoria do sistema educativo. Francisco Alves, Rio de Janeiro.

BOWMAN, J. 2014. Teach your 3 to 7 hear old math. Amazon Digital Services, N.Y.

BOYD, Robert D. & MYERS, J. Gordon. 1988. Transformative Education. *International Journal of Lifelong Education* 7(4):261–284.

BOYKIN, A.W. & NOGUERA, P. 2011. Creating the Opportunity to Learn: Moving from research to practice to close achievement gap. ASCD, Washington.

BRANT, G., HOOPER, E., SUGRUE, B. 1991. Which comes first: The simulation or the lecture? *Journal of Educational Computing Research* 7(4):469-481.

BRASIL NO PISA 2015 – Análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros. 2016. Fundação Santillana. Inep. Brasília. http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015_completo_final_baixa.pdf

BROOKFIELD, S. D. 2005. Discussion as the way of teaching: Tools and techniques for democratic classrooms. San Francisco. Jossey-Bass.

BROOKFIELD, S.D. 2000. Transformative learning as ideology critique. In J. Mezirow & Associates (Eds.), Learning as transformation. Critical perspectives on a theory in progress (pp. 125–150). San Francisco, CA. Jossey-Bass.

BROWN, A. & CAMPIONE, J. 1994. Guided discovery in a community of learners. In K. McGilly (Ed.), Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice (pp. 229–270). Cambridge, MA. MIT Press.

BROWN, Phillip. March 2003. The opportunity trap: education and employment in a global economy. *European Educational Research Journal* 2(1):141–179.

BRUNER, J. S. 1961. The act of discovery. *Harvard Educational Review* 31:21-32.

BRUYCKERE, P., KIRSCHNER, P.A., HULSHOF, C.D. 2015. Urban myths about learning and education. Academic Press, London.

BUONOMANO, D. 2011. Brain Bugs: How the Brain's Flaws Shape Our Lives. W. W. Norton & Company. N.Y.

BUSTAMANTE, L. 2017. Bonito de ver, Plano Nacional de Educação é pura fantasia - Um estudo inédito mostra que o PNE parece enredo carnavalesco. *Veja* - <https://veja.abril.com.br/brasil/bonito-de-ver-plano-nacional-de-educacao-e-pura-fantasia/>

CALAZANS, J. (Org.). 1999. Iniciação Científica: Construindo o pensamento crítico. Cortez, São Paulo.

CALLEJA, C. 2014. Jack Mezirow's conceptualization of adult transformative learning: A review. *Journal of Adult and Continuing Education* 20(1):Spring - <https://www.um.edu.mt/library/oar/bitstream/handle/123456789/20999/OA%20-%20%20Jack%20Mezirow%E2%80%99s%20conceptualisation%20of%20Adult%20transformative%20Learning.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CAREY, K. 2015. The End of College: Creating the future of learning and the University of everywhere. Riverhead Books, N.Y.

CARLSON, R. A., LUNDY, D. H., & SCHNEIDER, W. 1992. Strategy guidance and memory aiding in learning a problem-solving skill. *Human Factors* 34: 129–145.

CARR, N. 2010. The Shallows: What the internet is doing to our brains. W.S. Norton & Company, New York.

CARROLL, W. 1994. Using worked examples as an instructional support in the algebra classroom. *Journal of Educational Psychology* 86:360–367.

CAWTHRON, E. R. & ROWELL, J. A. 1978. Epistemology and science education. *Studies in Science Education* 5:51–59.

CHABRIS, C. & SIMONS, D. 2010. The Invisible Gorilla: And Other Ways Our Intuitions Deceive Us. Crown Archetype, N.Y.

CHALL, J. S. 2000. The academic achievement challenges. New York: Guilford.

CHASE, W. G. & SIMON, H. A. 1973. Perception in chess. *Cognitive Psychology* 4:55–81.

CHI, M., GLASER, R., & REES, E. 1982. Expertise in problem solving. In R. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (pp. 7–75). Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

CHOPRA, D., PENROSE, R., CARTER, B. et alii. 2015. How consciousness became the universe: Quantum physics, cosmology, relativity, evolution, neuroscience, parallel Universes. Amazon, N.Y.

CHRISTIE, M., CAREY, M., ROBERTSON, A., GRANGER, P. 2015. Putting transformative learning theory into practice. *Australian Journal of Adult Learning* 55(1):9-30.

CHUN, W.H.K. 2016. Updating to remain the same: Habitual new media. MIT Press, Cambridge.

CIRESAN, D., MEIER, U., SCHMIDHUBER, J. June 2012. Multi-column deep neural networks for image classification. *2012 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*: 3642–3649.

CLARK, M.C. & WILSON, A.L. 1991. “Context and rationality in Mezirow’s theory of transformational learning”. *Adult Education Quarterly* 41(2):75-91.

CLARK, M.C. 1993. Transformational learning. In S.B. Marriam (Ed.). *An update on adult theory*. Jossey-Bass, San Francisco, p. 47-56.

CLARK, R. E. & ESTES, F. 1998. Technology or craft: What are we doing? *Educational Technology* 38(5):5–11.

CLARK, R. E. 1982. Antagonism between achievement and enjoyment in ATI studies. *Educational Psychologist* 17:92–101.

CLARK, R. E. 1989. When teaching kills learning: Research on mathemathantics. In H. N. Mandl, N. Bennett, E. de Corte, & H. F. Freidrich (Eds.), *Learning and instruction: European research in an international context* (Vol. 2, pp. 1–22). London. Pergamon.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL. 2016. Informação e Comunicação nas Escolas Brasileiras. Pesquisa sobre uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras. CGI.BR. São Paulo (www.cgi.br).

COOK, J. & LEWANDOWSKY, S. 2011. *The Debunking Handbook*. Global Change Institute, U. of Queensland/School of Psychology, U. of Western Australia - <http://sks.to/debunk>

COOPER, G. & SWELLER, J. 1987. The effects of schema acquisition and rule automation on mathematical problem-solving transfer. *Journal of Educational Psychology* 79:347–362.

COOPER, R. & MURPHY, E. 2016. *Hacking project based learning: 10 easy steps to PBL and Inquiry in the classroom*. Times 10 Publications, N.Y.

COOPER, R. & MURPHY, E. 2016. *Hacking project based learning: 10 easy steps to PBL and Inquiry in the classroom*. Times 10 Publications, N.Y.

COOPERRIDER, D.L. & WHITNEY, D. 2001. A positive revolution in change. In Cooperrider, D. L. Sorenson, P., Whitney, D. & Yeager, T. (eds.) *Appreciative Inquiry: An Emerging Direction for Organization Development* (p. 9–29). Champaign, IL: Stipes.

COSTANDI, M. 2016. *Neuroplasticity*. The MIT Press, Cambridge.

COWAN, N. 2001. The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences* 24:87–114.

CRAGG, C.E., PLOTNIKOFF, R.C., HUGO, K., CASEY, A. 2001. Perspective transformation in RN-to-BSN distance education. *Journal of nursing education* 40(7):317-322.

CRAIG, R. 1956. Directed versus independent discovery of established relations. *Journal of Educational Psychology* 47:223–235.

CRANTON, P. & KING, K.P. 2003. Transformative learning as a professional development goal. *New Directions for Adult and Continuing Education* 98:31-37.

CRANTON, P. 2006. Understanding and Promoting Transformative Learning: A Guide for Educators of Adults. San Francisco, CA. John Wiley & Sons, Inc.

CRANTON, P. 2012. Planning instruction for adult learners. Wall & Emerson. N.Y.

CRANTON, Patricia (Ed.). 1997. Transformative Learning in Action: Insights from Practice. New Directions for Adult and Continuing Education. No. 74. San Francisco, CA. Jossey-Bass.

CRANTON, Patricia. 1994. Understanding and Promoting Transformative Learning: A Guide for Educators of Adults. San Francisco, CA. Jossey-Bass.

CRONBACH, L. J. & SNOW, R. E. 1977. Aptitudes and instructional methods: A handbook for research on interactions. New York: Irvington.

CROW, M.M. & DABARS, W.B. 2015. Designing the new American University. Johns Hopkins University Press, Kindle Edition, N.Y.

CSIKSZENTMIHALYI, M. 1991. Flow – The psychology of optimal experience. Harper Perennial, New York.

CSITKSZENTMIHALYI, M. 2014. Validity and Reliability of the Experience-Sampling Method. Springer, N.Y.

DAMASIO, A. 1999. The Feeling of what Happens – Body and emotion in the making of consciousness. Harcourt Brace & Company, New York.

DAMÁSIO, A.R. 1996. O Erro de Descartes – Emoção, razão e o cérebro humano. Companhia das Letras, Rio de Janeiro.

DANTZIG, T. 2005. Number – The language of science - http://www.engineering108.com/Data/Engineering/Maths/Number_the_language_of_science_by_Joseph-Mazur_and_Barry-Mazur.pdf

DAVIDSON, C.N. 2011. Now You See It: How the Brain Science of Attention Will Transform the Way We Live, Work, and Learn. VIKING ADULT. N.Y.

- DAWKINS, R. 2013. An Appetite for Wonder: The making of a scientist. Ecco, N.Y.
- DE GROOT, A. D. 1965. Thought and choice in chess. The Hague, Netherlands: Mouton. (Original work published 1946).
- DEACON, T.W. 2012. Incomplete Nature – How mind emerged from matter. W.W. Norton & Company, N.Y.
- DEHAENE, S. 2009. Reading in the Brain. Viking Adult, New York.
- DEHONEY, J. 1995. Cognitive task analysis: Implications for the theory and practice of instructional design. Proceedings of the Annual National Convention of the Association for Educational Communications and Technology (AECT):113–123..
- DELPIT, L. 2012. “Multiplication is for white people”: Raising expectations for other people’s children. The New Press, London.
- DEMO, P. 1986. Participação é Conquista – Noções de política social participativa. Cortez, São Paulo.
- DEMO, P. 1990. Pesquisa – princípio científico e educativo. Cortez, São Paulo.
- DEMO, P. 1996. Educar pela Pesquisa. Autores Associados, Campinas.
- DEMO, P. 2002. Complexidade e aprendizagem – A dinâmica não linear do conhecimento. Atlas, São Paulo.
- DEMO, P. 2007. Pobreza Política – A pobreza mais intensa da pobreza brasileira. Autores Associados, Campinas.
- DEMO, P. 2008. Metodologia para quem quer aprender. Atlas, São Paulo.
- DEMO, P. 2010. Remix e autoria – Remix, pastiche, plágio: Autorias da nova geração - https://docs.google.com/document/pub?id=1MHT5AtZWz8QZ6z9PciSe5V6_tEJWraNE-p4d-c8FWEM
- DEMO, P. 2011. A força sem força do melhor argumento – Ensaio sobre “novas epistemologias virtuais”. Ibict, Brasília.
- DEMO, P. 2011a. Pedagogias “Críticas” – Mais Uma. Editora Alfabeta, Ribeirão Preto.
- DEMO, P. 2011b. Aprender a aprender – Neoliberal? https://docs.google.com/document/pub?id=1q2eoDLHKvk72FjwCaMEDNytOXnpPMk_33rB_T_AeU-Is
- DEMO, P. 2011c. Outra Universidade. Paco Editorial, Jundiaí.

DEMO, P. 2015. Aprender como Autor. Atlas, São Paulo.

DEMO, P. 2015a. Professor Eterno Aprendiz. Alphabeto, Ribeirão Preto.

DEMO, P. 2015b. “Adoro Ensinar”! –

https://docs.google.com/document/d/1TPKd6TfevuyvmUzF6dghnIq_58nN8mbGE7awlBgho9E/pub

DEMO, P. 2016. PNE – Uma visão crítica (e-book). Papirus, Campinas.

DEMO, P. 2016a. Escola de Eunucos –

<https://docs.google.com/document/d/1PXwMkW8hV7086gEz7ScwLaeLM-rcEmyaa4i7CjcDNcM/pub>

DEMO, P. 2016a. Metodologias Ativas – Estratégias para salvar a aula -

https://docs.google.com/document/d/1BTuNMXyuN7uWxKY3EldMRFWFYtEhMQuGicStGXs-9_Q/pub

DEMO, P. 2016b. Novo ensino médio - https://docs.google.com/document/d/1-XcUu3YmEhksW6MUkbJJNVRsBta4OhxQE2g7s4zX_xA/pub

DEMO, P. 2016b. Politicidade da Matemática –

https://docs.google.com/document/d/1yNscG9fM6B6FS5R1raWsF1f_dnI8lzNhUjjBuD2g-tI/pub

DEMO, P. 2017. Vítima de Aula – Algumas razões por que não se aprende na escola brasileira. Governo do MS, Secretaria de Estado da Educação – SED, Campo Grande.

DEMO, P. 2017a. Sobral está sobrando! – O que Sobral tem que outros não têm? -

<https://docs.google.com/document/d/1LmTbbbQMUuU49L-a8Wlei-TdwcttStuQ4UboW2SMIIY/pub>

DEMO, P. 2017b. Força do pensamento abstrato – Modelagens formais podem ser efetivas-

<https://docs.google.com/document/d/1N5lQ9sew13cQj32tPdtHxr5K5M7LJ8-oo8bJTtZEXwU/pub>

DEMO, P. 2017c. Questionando a Graduação - https://docs.google.com/document/d/1y-OhRkIY-Lb_Y2P-0eVntZZQBY79MbPY4fSdA8TSol4/pub

DEMO, P. 2017d. Saudosismos antidigitais - https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1vRGxQyT9_7mubtR6RZbF60CzJPiK6JtSU24N3qDAhRKHE4uKw5x0-CBH1i-HCnCFaeO3QTqY9ekXtz/pu

https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1vRGxQyT9_7mubtR6RZbF60CzJPiK6JtSU24N3qDAhRKHE4uKw5x0-CBH1i-HCnCFaeO3QTqY9ekXtz/pu

DEMO, P. 2017e. TECNOLOGIAS DIGITAIS E APRENDIZAGEM – 32. Aprendizagem digitalmente mediada (18) -

https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1vRf6kgDGpLVsy81J47-FBYb1IwvulmGqyUbWk_hbGQmDH8-k1SSmYkf9i64m5Axmaw-0lowsPXPoD_d/pub

- DEMO, P. 2017f. Educação verdadeira? – “A verdade” dobre escola sem partido e pessoas ditas educadas - https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1vTgCKZA4heUpFZ6Cl-c5W-Dxo14tWZN-435hFWXIAVTcpGAWi1zAAwuA_DgNQCeSzpFGQC25AEffFsG/pub
- DEMO, P. 2017g. Educação emancipatória precisa de educação científica. Governo do MS, Secretaria de Estado da Educação – SED, Campo Grande.
- DEMO, P. 2017h. Alfabetização 2016 - https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1vQZyfes8Nys6c3e6bm54EpZS_RpPrjIehI3Ftp93KlJ8UL3uR4p312rPZpmnxZkmnaUvsutE_Rm19oA/pub
- DEMO, P. 2017i. Sugestões de diretrizes para educação básica - <https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1vTk9LdH7NJKTfyembEzs6Iklfufge53KgolUT670x6M4uskHFxnA2seXy9i6Cg4bBh3W80S8iEFp16v/pub>
- DENG, L. & YU, D. 2014. Deep Learning: Methods and Applications. *Foundations and Trends in Signal Processing* 7(3–4):1–199.
- DEWEY, J. 1997. How we think. Dover Publication, N.Y.
- DIRKX, J. M. 1997. Nurturing soul in adult education. In Cranton, P. (Ed.). Transformative learning in action. Jossey-Bass, San Francisco - https://msu.edu/~dirkx/DIRKX.CHP.htm#N_1
- DIRKX, J.M. 1998. Transformative learning theory in the practice of adult education: An Overview. *PAACE Journal of Lifelong Education* 7:1-14.
- DIRKX, J.M., MEZIROW, J., CRANTON, P. 2006. Musings and reflections on the meaning, context, and process of transformative learning: A dialogue between John M. Dirkx and Jack Mezirow. *Journal of Transformative Education* 4(2):123-139.
- DOIDGE, N. 2007. The Brain That Changes Itself: Stories of Personal Triumph from the Frontiers of Brain Science. Penguin, London.
- DOMINGUES, C.L.K., BONOTTO, G., VARGAS, P.L. 2017. Metodologias ativas no ensino superior. Nova Paideia, II Jornada Ibero-americana de Pesquisa em Políticas Educacionais e Experiências interdisciplinares na Educação, Natal - <https://even3storage.blob.core.windows.net/anais/51995.pdf>
- DOSTÁL, J. 2015. Inquiry-based instruction: Concept, essence, importance and contribution. Olomouc, Palacký University.
- DU, F. 2013. Self-Authorship as a learning outcome of study abroad – Towards a new approach of examining learning and learning condition. Scholar’s Press, Twin Cities.
- DUARTE, N. 2001. As pedagogias do aprender a aprender e algumas ilusões da assim chamada sociedade do conhecimento. Unesp/Araraquara – *Rev. Brasileira de Educação* 18(Set./Out./Nov.):35-40 - <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n18/n18a04>

- EAGLEMAN, D. 2011. *Incognito – The secret lives of the brain*. Pantheon Books, N.Y.
- EDELMAN, G.M. & TONONI, G. 2000. *A Universe of Consciousness – How matter becomes imagination*. Basic Books, New York.
- EDELSON, D., GORDIN, D., PEA, R. 1999. Addressing the Challenges of Inquiry-Based Learning Through Technology and Curriculum Design. *Journal of the Learning Sciences* 8(3):391–450.
- EGAN, D. E. & SCHWARTZ, B. J. 1979. Chunking in recall of symbolic drawings. *Memory and Cognition* 7:149–158.
- ELBOW, P. 1986. *Embracing Contraries – Explorations in learning and teaching*. Oxford University Press, N.Y.
- ELIAS, D. 1997. It's time to change our minds: An introduction to transformative learning. *ReVision* 20(1):2-6.
- ERICSSON, K. A., & KINTSCH, W. 1995. Long-term working memory. *Psychological Review* 102:211–245.
- ESTES, F. & CLARK, R. E. 1999. Authentic educational technologies: The lynchpin between theory and practice. *Educational Technology* 37(6):5–13.
- FINKEL, C.L. 2000. *Teaching with your Mouth shut*. Heineman, Portsmouth.
- FIRESTEIN, S. 2012. *Ignorance – How it drives science*. Oxford University Press, Oxford.
- FLETCHER, S. 2007. Mentoring adult learners: Realizing possible selves. In M. Rossiter (Ed.). *Possible selves and adult learning: Perspectives and potential. New directions for adult and continuing education* (No. 114, pp. 75–86). San Francisco. Jossey-Bass.
- FOUCAULT, M. 1977. *Vigiar e punir - História da violência nas prisões*. Vozes, Petrópolis.
- FOUCAULT, M. 2000. *A Ordem do Discurso*. Loyola, São Paulo.
- FREEMAN, S. et al. 2014. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Scientists* 111(23), 8410–8415.
- FREIRE, P. 1984. *Pedagogy of the Oppressed*. Continuum Publishing Company, N.Y.
- FREIRE, P. 1997. *Pedagogia da Autonomia – Saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra, Rio de Janeiro.
- FRIGOTTO, G. 1989. *A produtividade da escola improdutiva*. Cortez, São Paulo.

- FULLERTON, J.R. 2010. Transformative learning in college students: A mixed methods study. The University of Nebraska. Lincoln.
- GAZZANIGA, M. 2012. Who's in Charge?: Free Will and the Science of the Brain. Robinson, N.Y.
- GEE, J.P. 2003. What Video Games Have to Teach Us about Learning and Literacy. Palgrave, New York.
- GEE, J.P. 2007. Good Video Games + Good Learning. Peter Lang, New York.
- GERS, F., SCHRAUDOLPH, N.N., SCHMIDHUBER, J. 2002. Learning Precise Timing with LSTM Recurrent Networks. ResearchGate - https://www.researchgate.net/publication/220320057_Learning_Precise_Timing_with_LSTM_Recurrent_Networks
- GERS, Felix A. & SCHMIDHUBER, Jürgen. 2001. LSTM Recurrent Networks Learn Simple Context Free and Context Sensitive Languages. *IEEE TNN* 12(6):1333–1340.
- GHASEMI, F., MEHRIDEHNAVI, A.R., FASSIHI, A., PEREZ-SANCHEZ, H. 2017. Deep Neural Network in Biological Activity Prediction using Deep Belief Network. *Applied Soft Computing* 62:251-258.
- GILES, J. 2005. Internet encyclopaedias go head to head. <http://www.nature.com/nature/journal/v438/n7070/full/438900a.html>
- GILLICK, D., BRUNK, C., VINYALS, O., SUBRAMANYA, A. 2015. Multilingual Language Processing From Bytes - <https://arxiv.org/abs/1512.00103>
- GLASER, R. 1987. Further notes toward a psychology of instruction. In R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology* (Vol. 3, pp. 1–39). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- GLEICK, J. 2011. The Information: A history, a theory, a flood. Pantheon, N.Y.
- GODLEWSKA, A. 2013. Dislocation pedagogy. *The Professional Geographer* 65(3):384-389.
- GOLDSCHMID, M.L. 1971. The Learning Cell: An instructional innovation. *Learning and Development* 2(5):1-6.
- GOLLUB, J. P., BERTHANTHAL, M., LABOV, J., & CURTIS, C. (Eds.). 2003. Learning and understanding: Improving advanced study of mathematics and science in U.S. high schools. Washington, DC. National Academies Press.
- GOODFELLOW, I. & BENGIO, Y. 2016. Deep Learning. MIT Press, Cambridge.
- GRABINGER, R.S. & DUNLAP, J.C. 1995. Rich environments for active learning: a definition. *Research in Learning Technology* 3(2):5-34.

GRABOVE, Valerie. 1997. The Many Facets of Transformative Learning Theory and Practice. In: *Transformative Learning in Action: Insights from Practice. New Directions for Adult and Continuing Education*. no. 74, edited by P. Cranton, pp. 89–96. San Francisco, CA: Jossey-Bass, Summer 1997.

GRAMSCI, A. 1978. Os intelectuais e a organização da cultura. *Civilização Brasileira*, Rio de Janeiro.

GRASECK, Paul. January 2005. "Where's the ministry in administration?: attending to the souls of our schools". *Phi Delta Kappan* 86(5):373–378.

GREENBERG, D. 1987. A New Look at Learning. The Sudbury Valley School Experience - https://archive.org/stream/ANewLookAtSchools-DanielGreenberg/ANewLookAtSchools_djvu.txt

GRINNELL, F. 2009. *Everyday Practice of Science: Where intuition and passion meet objectivity and logic*. Oxford University Press.

GROSS, R. 2010. *Psychology: The Science of Mind and Behaviour*. Hachette. UK.

GROSZ, E. 2017. *Incorporeal: Ontology, ethics, and the limits of materialism*. Columbia U. Press, N.Y.

HAKE, R. R. 1998. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics* 66:64-74.

HAMANN, K., POLLOCK, P.H., WILSON, B.M. 2012. Assessing Student Perceptions of the benefits of discussions in small-group, large-class, and online learning contexts. *Journal College Teaching* 60(2):65-75.

HAN, S. 2017. *Technologies of Religion: Spheres of the sacred in a post-secular modernity*. Routledge, London.

HANDELSMAN, J., EGERT-MAY, D., BEICHNER, R., BRUNS, P., CHANGE, A., DEHAAN, R., et al. (2004). Scientific teaching. *Science*, 304, 521–522.

HANNAFIN, M., LAND, S., OLIVER, K. 1999. Open learning environments: Foundation, methods, and models. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models. A new paradigm of instructional theory Volume II* (p. 115–140). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

HARARI, Y.N. 2015. *Sapiens: A brief history of humankind*. Harper, London.

HARARI, Y.N. 2017. *Homo Deus – A brief history of tomorrow*. Harper, London.

HARDIMAN, P., POLLATSEK, A., & WEIL, A. 1986. Learning to understand the balance beam. *Cognition and Instruction* 3:1–30.

HARDING, S. 1998. Is Science Multicultural? Postcolonialisms, feminisms, and epistemologies. Indiana University Press, Bloomington and Indianapolis.

HARDING, S. 2011. (Ed.). The Postcolonial Science and Technology Studies Reader. Duke University Press Books, Durham.

HARRIS, S. 2014. Waking up: A guide to spirituality without religion. Amazon, N.Y.

HAWES, A. Jungle. 1996. Gyms: The Evolution of Animal Play. *Zoogoer* 25(1) (January-February).

HAYLES, N.K. 2008. Electronic Literature - New horizons for the literary. University of Notre Dame Press, Indiana.

HERCULANO-HOUZEL, S. 2016. The human Advantage: A new understanding of how our Brain became remarkable. The MIT Press, Cambridge.

HERRON, M.D. 1971. The nature of scientific enquiry. *The school review* 79(2):171–212.

HERZFELD, N. 2011. Technology and Religion: Remaining human CO-created world. Templeton Press. West Conshohocken.

HMELO-SILVER, C. 2004. Problem Based Learning: What and how do students learn. *Educational Psychology Review* 16(3):233-266.

HMELO-SILVER, C.E., DUNCAN, R.G., CHINN, C.A. 2007. Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist* 42(2):99–107.

HODSON, D. 1988. Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory* 20:53–66.

HOELLWARTH, C., & MOELTER, M. J. 2011. The implications of a robust curriculum in introductory mechanics. *American Journal of Physics* 79:540-545.

HOFFMAN, D. 2015. Do we see reality as it is? Ted – Ideas worth spreading - <https://www.newscientist.com/round-up/reality/>

HOLM, N. 2014. An analysis of “soul” as the central construct in Dirkx’s and Ruether’s transformative learning theory. Sydney College of Divinity. Morning Star Publishing - https://www.academia.edu/23307490/An_Analysis_of_Soul_as_the_Central_Construct_in_Dirkxs_and_Ruethers_Transformative_Learning_Theory

HOLZMAN, Lois. 1997. When Democratic Education is Developmental: The Sudbury Valley School Model, Schools for growth: radical alternatives to current educational models. L. Erlbaum Associates, Mahwah.

HOOD, B. 2012. The Self Illusion – How the social brain creates identity. Oxford University Press, Oxford.

HRDY, S.B. 1999. Mother Nature – A history of mothers, infants, and natural selection. Pantheon Books, New York.

HURD, P. D. 1969. New directions in teaching secondary school science. Chicago, IL. Rand McNally

ILIFF, C. H. 1994. Kolb's learning style inventory: A meta-analysis. Unpublished doctoral dissertation, Boston University, Boston.

IMEL, Susan. 1998. Transformative Learning in Adulthood. *Digest* No. 200 - [https://www.academia.edu/25166095/Transformative Learning in Adulthood](https://www.academia.edu/25166095/Transformative_Learning_in_Adulthood)

INSTITUTO PAULO MONTENGRO/AÇÃO EDUCATIVA. 2016. Indicador de Alfabetismo Funcional – INAF – Estudo especial sobre alfabetismo e mundo do trabalho - http://acaoeducativa.org.br/wp-content/uploads/2016/09/INAFEstudosEspeciais_2016_Letramento_e_Mundo_do_Trabalho.pdf

ISAACSON, W. 2014. The Innovators: How a group of hackers, geniuses, and geeks created the digital revolution. Simon & Schuster, N.Y.

ITO, M. 2009. Engineering Play – A cultural history of children's software. The MIT Press, Cambridge.

ITO, M., BAUMER, S., BITTANTI, M. et alii. 2007. Hanging out, Messing around, and geeking out. The MIT Press, Cambridge.

ITO, M., OKABE, D., MATSUDA, M. (Eds.). 2006. Personal, Portable, Pedestrian... Mobile phones in Japanese life. The MIT Press, Massachusetts.

JEFFRIES, R., TURNER, A., POLSON, P., & ATWOOD, M. 1981. Processes involved in designing software. In J. R. Anderson (Ed.), Cognitive skills and their acquisition (pp. 255–283). Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

JENSEN, E. & SNIDER, C. 2013. Turnaround tools for the teenage brain – Helping underperforming students become lifelong learners. Jossey-Bass, San Francisco.

JENSEN, E. 2009. Teaching with Poverty in Mind – What being poor does to kids' brains and what schools can do about it. ASCD, Alexandria.

JONASSEN, D. 1991. Objectivism vs. constructivism. *Educational Technology Research and Development* 39(3):5–14.

JOZEFOWICZ, R., ORION, V., VINYALS, O., SCHUSTER, M., SHAZZER, N., WU, Y. 2016. Exploring the Limits of Language Modeling - <https://arxiv.org/abs/1602.02410>

KALYUGA, S. 2007. Expertise reversal effect and its implications for learner-tailored instruction. *Educational Psychology Review* 19:509–539.

KALYUGA, S., AYRES, P., CHANDLER, P., & SWELLER, J. 2003. The expertise reversal effect. *Educational Psychologist* 38:23-31.

KALYUGA, S., AYRES, P., CHANDLER, P., & SWELLER, J. 2003. The expertise reversal effect. *Educational Psychologist* 38:23-31.

KALYUGA, S., CHANDLER, P., TUOVINEN, J., & SWELLER, J. 2001. When problem solving is superior to studying worked examples. *Journal of Educational Psychology* 93a:579–588.

KAPUR, M. & BIELACZYK, K. 2011. Classroom-based experiments in productive failure. In Proceedings of the 33rd annual conference of the cognitive science society (p. 2812-2817). National Institute of Education - Singapore - <https://pdfs.semanticscholar.org/9758/d9cc899dbc13e2d7dc766b60fa95c9190431.pdf>

KAPUR, M. & BIELACZYK, K. 2012. Designing for productive failure. *Journal of the Learning Sciences* 21(1):45-83.

KAPUR, M. 2008. Productive failure. *Cognition and Instruction* 26(3):379-424.

KAPUR, M. 2010. Productive failure in mathematical problem solving. *Instructional Science* 38(6):523-550.

KAPUR, M. 2012. Productive failure in learning the concept of variance. *Instructional Science* 40(4):651-672.

KARAHOC AA, A., KARAHOC AA, K., YENGIN, I. 2010. Computer assisted active learning system development for critical thinking in history of civilization. *Cypriot Journal of Educational Sciences* 5:4-25.

KARAMBELAS, D. 2013. Study: Students prefer real classrooms over virtual – *USA Today*, June 11 - <https://www.usatoday.com/story/news/nation/2013/06/11/real-classrooms-better-than-virtual/2412401/>

KARBAN, R. 2015. Plant Learning and Memory. In: *Plant Sensing and Communication*. Chicago and London: The University of Chicago Press, pp. 31-44.

KARIA, E. 2014. The full day kindergarten classroom in Ontario: Exploring play-based learning approach and its implications for Child development. PhD Thesis, Department of Social Justice Education, U. of Toronto.

- KEGAN, R. 2000. What "form" transforms? A constructive-developmental approach to transformative learning. In Mezirow & Associates Learning as Transformation: Critical Perspectives on a Theory in Progress. San Francisco. Jossey Bass
- KELLMEREIT, D. & OBODOVSKI, D. 2017. The silent intelligence – The internet of things. DND Ventures LLC, Amazon.
- KELLY, K. 2011. What Technology Wants. Penguin, N.Y.
- KELLY, K. 2016. The Inevitable: Understanding the 12 technological forces that will shape our future. Viking, London.
- KHABANYANE, K.E., MAIMANE, J.R., RAMABENYANE, M.J. 2014. A critical reflection on transformative learning as experienced by student-teachers school-based learning. *Mediterranean Journal of Social Sciences* 5(27):452-459.
- KILPATRICK, J., SWAFFORD, J., & FINDELL, B. (Eds.). 2001. Adding it up: Helping children learn mathematics. Washington, DC. National Academies Press.
- KING, Kathleen P. 2005. Bringing transformative learning to life. Malabar, FL. Krieger.
- KIRSCHNER, P. & MERRIËNBOER, J.J.G. 2013. Do learners really know best? Urban legends in education. *Educational Psychologist* 48(3):169-183.
- KIRSCHNER, P. A. 1991. Practicals in higher science education. Utrecht, Netherlands: Lemma
- KIRSCHNER, P. A. 1992. Epistemology, practical work and academic skills in science education. *Science and Education* 1:273–299.
- KIRSCHNER, P. A., MARTENS, R. L., & STRIJBOS, J.-W. 2004. CSCL in higher education? A framework for designing multiple collaborative environments. In P. Dillenbourg (Series Ed.) & J.-W. Strijbos, P. A. Kirschner, & R. L. Martens (Vol. Eds.), Computer-supported collaborative learning: Vol. 3. What we know about CSCL ... and implementing it in higher education (pp. 3–30). Boston, MA: Kluwer Academic.
- KIRSCHNER, P. A., SWELLER, J., & CLARK, R. E. 2006. Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist* 46:75-86.
- KIRSCHNER, P. A., SWELLER, J., CLARK, R. E. 2006. Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist* 41(2):75–86.
- KITCHENHAM, Andrew. 2008-04-01. The Evolution of John Mezirow's Transformative Learning Theory. *Journal of Transformative Education* 6(2):104–123.

- KLAHR, D. & NIGAM, M. 2004. The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science* 15:661–667.
- KLIGYTE, G. 2011. Transformation narratives in academic practice. *International Journal for Academic Development* 16(3):201-213.
- KOCH, C. 2012. *Consciousness – Confessions of a romantic reductionist*. The MIT Press, Cambridge.
- KOLB, D. A. & FRY, R. 1975. Toward an applied theory of experiential learning. In C. Cooper (Ed.), *Studies of group process* (pp. 33–57). New York. Wiley.
- KOLB, D. A. 1971. Individual learning styles and the learning process (Working Paper No. 535–71). Cambridge, MA. Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology
- KOLB, D. A. 1976. *The learning style inventory: Technical manual*. Boston, MA. McBer.
- KOLB, D. A. 1984. *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ. Prentice-Hall.
- KOLB, D. A. 1999. *Learning Style Inventory, version 3*. Boston: TRG Hay/McBer, Training Resources Group.
- KOLB, D. A., BOYATZIS, R. E., & MAINEMELIS, C. 2001. Experiential learning theory: Previous research and new directions. In R. J. Sternberg & L. Zhang (Eds.), *Perspectives on thinking, learning, and cognitive styles. The educational psychology series* (pp. 227–247). Mahwah, NJ. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- KONIECZNY, P. 2012. Wikis and Wikipedia as a teaching tool: Five years later - <http://firstmonday.org/article/view/3583/3313>
- KRAMER, R. 2007a. Leading Change through Action Learning. *The Public Manager* 36(3):38-44.
- KRAMER, R. 2007b. How might Action Learning be used to develop the emotional intelligence and leadership capacity of public administrators? *Journal of Public Affairs Education* 13(2):205-230.
- KRAMER, R. 2008. Learning how to learn: Action learning for leadership development. In: Morse, R. (Ed.). *Innovations in public leadership development*. M.E. Sharpe and National Academy of Public Administration, Washington, p. 296-326.
- KRIZHEVSKY, Alex, SUTSKEVER, Ilya, HINTON, Geoffrey. 2012. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. NIPS 2012: Neural Information Processing Systems, Lake Tahoe, Nevada.
- KUHN, D. & PEASE, M. 2008. What needs to develop in the development of inquiry skills?. *Cognition and Instruction* 26(4):512–59.

KUHN, D., BLACK, J., KESELMAN, A., KAPLAN, D. 2000. The development of cognitive skills to support inquiry learning. *Cognition and Instruction* 18(4):495–523.

KUND, I. 2004. The three dimensions of learning. Malabar, Fla. Krieger Pub. Co.

KURZWEIL, R. & BISSON, T. 2013. How to create a mind: The secret of human thought revealed. Duckworth Overlook, N.Y.

KURZWEIL, R. 2005. The Singularity Is Near - When humans transcend biology. Viking, New York.

KYLE, W. C., Jr. 1980. The distinction between inquiry and scientific inquiry and why high school students should be cognizant of the distinction. *Journal of Research on Science Teaching* 17:123–130

KYLLONEN, P. C. & LAJOIE, S. P. 2003. Reassessing aptitude: Introduction to a special issue in honor of Richard E. Snow. *Educational Psychologist*, 38, 79–83.

KYRIACOU, Chris. 2006. Active Learning in Secondary School Mathematics. *British Educational Research Journal* 18(3):309–318.

LABANCA, F. 2006. A short research-based discussion on the importance of inquiry learning in the science classroom. West Conn Institute for Science Teacher Research – www.wcsu.edu/biology/wistr

LASZLO, E. (with Alexander Laszlo, Deepak Chopra, and S. Grof). 2016. What is reality? The new map of cosmos, consciousness, and existence. SelectBooks, N.Y.

LASZLO, E. & PEAKE, A. 2014. The immortal mind: Science and the continuity of consciousness beyond the Brain. Inner Traditions, N.Y.

LAUR, D. 2013. Authentic learning experiences: A real-world approach to project-based learning. Routledge, London.

LAURILLARD, D. 2007. Rethinking University Teaching. Taylor & Francis, Abingdon.

LAWS, P. SOKOLOFF, D., THORNTON, R. 1999. Promoting Active Learning Using the Results of Physics Education Research. UniServe Science News 13(July) - <http://science.uniserve.edu.au/newsletter/vol13/sokoloff.html>

LECUN et al. 1989. Backpropagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition. *Neural Computation* 1:541–551.

LEDERMAN, J.S. N.d. Levels of inquiry and the 5 E's learning cycle model - [file:///Users/Pedrodemo/Documents/SCL22-0407A SCI AM Lederman lores.pdf](file:///Users/Pedrodemo/Documents/SCL22-0407A%20SCI%20AM%20Lederman%20lores.pdf)

LEONARD, H.S. & FREEDMAN, A.M. 2013. Great solutions through action learning: success every time. Reston, VA: Learning Thru Action Press.

LEONHARD, G. 2016. Technology vs Humanity: The coming clash between man and machine. Fast Future Publishing, N.Y.

LESSIG, L. 2009. Remix. Penguin, London.

LEVY, S. 2010. Hackers – Heroes of the computer revolution. O'Reilly, New York.

LEWIS, T., AMINI, F., LANNON, R. 2000. A General Theory of Love. Random House, New York.

LIEBERMAN, M.D. 2013. Social – Why our brains are wired to connect. Crown Publishers, N.Y.

LIH, A. 2009. The Wikipedia Revolution. Hyperion, New York.

LINN, M.C. & EYLON. B.-S. 2011. Science Learning and Instruction – Taking advantage of technology to promote knowledge integration. Routledge, N.Y.

LIPSON, H. & KURMAN, M. 2016. Driverless: Intelligent cars and the road ahead. The MIT Press, Cambridge.

LOUGHLIN, K.A. 1993. Women's Perceptions of Transformative Learning Experiences Within Consciousness-Raising. San Francisco, CA. Mellen Research University Press.

LUBIENSKI, C.A. & LUBIENSKI, S.T. 2013. The Public School Advantage: Why Public Schools Outperform Private Schools. University of Chicago Press, Chicago.

LYSAKER, J. & FURUNESS, S. 2011. Space for transformation: Relational, dialogic pedagogy. *Journal of Transformative Education* 9(3):183-187.

MANGAL, S.K. 2007. Essentials of Educational Psychology. PHI Learning Pvt. Ltd. Delhi.

MANOVICH, L. 2013. Software takes command. Bloomsbury, N.Y.

MARCH, J.B. 2011. The ambiguities of experience. Kindle Edition, N.Y.

MARCUS, Gary. 2012. Is "Deep Learning" a Revolution in Artificial Intelligence?. *The New Yorker*. Nov. 25.

MARKOFF, J. 2015. Machines of loving grace: The quest for common grounds between humans and robots. Ecco, N.Y.

MARQUARDT, M. J. 1999. Action learning in action. Palo Alto, CA: Davies-Black.

MARQUARDT, M. J. 2004. Harnessing the power of action learning. *T D*, 58(6): 26–32.

MARQUARDT, M.J. & YEO, R. 2012. Breakthrough Problem Solving with Action Learning: Concepts and Cases. Stanford, CA. Stanford University Press.

MARQUARDT, M.J. 2011. Optimizing the power of action learning. Boston: Nicholas Brealey Publishing.

MARQUARDT, M.J., LEONARD, H.S., FREEDMAN, A., HILL, C. 2009. Action Learning for developing leaders and organizers: Principles, strategies, and cases. Americana Psychological Association, Washington.

MARSHALL, Jeff C., SMART, Julie, ALSTON, Daniel M. October 2016. Development and validation of Teacher Intentionality of Practice Scale (TIPS): a measure to evaluate and scaffold teacher effectiveness. *Teaching and Teacher Education* 59:159–168.

MARTINEZ, S. & STAGER, G. 2013. Invent to Learn. Constructing Modern Knowledge Press, N.Y.

MATURANA, H. 2001. Cognição, Ciência e Vida Cotidiana. Organização de C. Magro e V. Paredes. Ed. Humanitas/UFMG, Belo Horizonte.

MAYER, R. 2004. Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist* 59(1):14–19.

MAYER, Richard E. 2009. Multimedia Learning. Cambridge University Press, Cambridge.

MCCLUSKEY, F. & WINTER, M. 2013. The Idea of the Digital University: Ancient traditions, disruptive Technologies and the battle for the soul of higher education. CreateSpace Independent Publishing Platform, N.Y.

MCCRAY, R., DEHAAN, R. L., & SCHUCK, J. A. (Eds.). 2003. Improving undergraduate instruction in science, technology, engineering, and mathematics: Report of a workshop. Washington, DC. National Academies Press.

MCKEACHIE, W.J. & SVINICKI, M. 2006. Teaching Tips: Strategies, Research, and Theory for College and University Teachers. Wadsworth, Belmont.

MCKEOUGH, A., LUPART, J., & MARINI, A. (Eds.). 1995. Teaching for transfer: Fostering generalization in learning. Mahwah, NJ. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

MCKINNEY, K. 2011. Active learning. Center for Teaching, Learning & Technology. Illinois State U.

MERRIAM, S.B. & CLARK, M.C. 1991. Lifelines: Patterns of work, love, and learning in adulthood. Jossey-Bass, San Francisco.

MERRIËNBOER, J. J. G. & SWELLER, J. 2005. Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational Psychology Review*, 17:147-177.

MERRIËNBOER, J. J. G. & SWELLER, J. 2010. Cognitive load theory in health professional education: Design principles and strategies. *Medical Education* 44:85-93.

MERRIËNBOER, J. J. G. 1997. Training complex cognitive skills. Englewood Cliffs, NJ. Educational Technology Publications.

MEZIROW, J. & ASSOCIATES. 2000. Learning as Transformation – Critical perspectives on a theory in progress. Jossey-Bass, San Francisco.

MEZIROW, J. 1975. Education for Perspective Transformation: Women's Reentry Programs in Community Colleges. New York. Center for Adult Education Teachers College, Columbia University.

MEZIROW, J. 1990. Fostering Critical Reflection in Adulthood: A guide to transformative and emancipatory learning. Jossey-Bass, New York.

MEZIROW, J. 1991. Transformative Dimensions of Adult Learning. San Francisco, CA. Jossey-Bass.

MEZIROW, J. 1995. Transformation theory of adult learning. In In Defense of the lifeworld. Welton, M.R. (Ed.). SUNY Press, N.York, p. 39-70.

MEZIROW, J. 1997. Transformative Learning: Theory to practice. *New Directions for Adult and Continuing Education* 74:5-12.

MEZIROW, J. 2000. Learning as transformation. Jossey-Bass, San Francisco.

MICHAEL, D. & CHEN, S. 2006. "Serious Games: Games that educate, train and transform"

MICHAEL, J. 2006. Where's the evidence that active learning works? *Advances in Physiology Education* 30(4):159-167.

MIKOLOV, T. et al. 2010. Recurrent neural network based language model. *Interspeech* - http://www.fit.vutbr.cz/research/groups/speech/servite/2010/rnnlm_mikolov.pdf

MILLER, C., LEHMAN, J., & KOEDINGER, K. 1999. Goals and learning in microworlds. *Cognitive Science* 23:305–336.

MILLER, G. A. 1956. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review* 63:81–97.

MILLER, J.P. & SELLER, W. 1990. Curriculum: perspectives and practice. Toronto. Copp Clark Pitman.

MINISTRY OF EDUCATION. 2010-2011. The full-day early learning-Kindergarten Program. Ontario - http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/elementary/kindergarten_english_june3.pdf

MLODINOW, L. 2012. Subliminal – How your unconscious mind rules your behavior. Pantheon Books, N.Y.

MOON, Paul J. February 2011. Bereaved elders: Transformative Learning Late in Life. *Adult Education Quarterly*. *Adult Education Quarterly* 61(1):22–39.

MORENO, R. 2004. Decreasing cognitive load in novice students: Effects of explanatory versus corrective feedback in discovery-based multimedia. *Instructional Science* 32:99–113

MOSCO, V. 2005. The Digital Sublime: Myth, Power, and Cyberspace. The MIT Press, Massachusetts.

MURPHY, M. 2006. The History and Philosophy of Education: Voices of Educational Pioneers Upper Saddle River, NJ. Pearson Education, Inc.

NADOLSKI, R. J., KIRSCHNER, P. A., & van MERRIËNBOER, J. J. G. (2005). Optimising the number of steps in learning tasks for complex skills. *British Journal of Educational Psychology* 75:223–237.

NAGEL, T. 2012. Mind and Cosmos: Why the materialistic neo-Darwinian conception of nature is almost certainly false. Audible Studios, N.Y.

NATIONAL INSTITUTE FOR HEALTH. 2005. Doing Science: The Process of Science Inquiry. http://www.uwyo.edu/scienceposse/resources/nih_doing-science.pdf

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2000. Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning. Washington, DC. National Academy Press.

NATIONAL SCIENCE EDUCATION STANDARDS. 1996. National Academy Press. Washington, DC - <https://www.nap.edu/read/4962/chapter/1#iii>

NEW SCIENTIST. N.d. See the world differently – Special Issue: What is reality? - <https://www.newscientist.com/round-up/reality/>

NEW TEACHERS: Designing learning environments. 2015. Edutopia - <https://www.edutopia.org/article/new-teachers-designing-classroom-learning-environment-resources>

NIELSEN, G.B. 2015. Figuration work: student participation, democracy and university reform in a global knowledge economy. EASA series. 27. New York. Berghahn Books.

NIELSEN, M. 2012. Reinventing Discovery: The New Era of Networked Science. Princeton University Press, Princeton.

- NOBLE, D. 2013. The religion of technology: The divinity of man and the spirit of invention. Knopf. N.Y.
- NORMAN, G. R. & SCHMIDT, H. G. 1992. The psychological basis of problem-based learning: A review of the evidence. *Academic Medicine* 67:557–565.
- NOVAK, J. D. 1988. Learning science and the science of learning. *Studies in Science Education*, 15, 77–101.
- NOWAK, M. (with Highfield, R.) 2011. SuperCooperators: Altruism, evolution, and why we need each other to succeed. Free Press, N.Y.
- O'SULLIVAN, E. 2003. Bringing a perspective of transformative learning to globalized consumption. *International Journal of Consumer Studies* 27(4):326–330.
- OBIOMA, G. O. 1986. Expository and guided discovery methods of presenting secondary school physics. *European Journal of Science Education* 8:51–56.
- OLIVEIRA, F. & RIZEK, C.S. (Orgs.). 2007. A Era da Indeterminação. Boitempo, São Paulo.
- OLSHAUSEN, B. A. 1996. Emergence of simple-cell receptive field properties by learning a sparse code for natural images. *Nature* 381(6583):607–609.
- ORMROD, Jeanne. 2012. Human learning. Boston: Pearson
- PAAS, F. 1992. Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology* 84:429–434.
- PAAS, F., & van MERRIËNBOER, J. 1994. Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology* 86:122–133
- PAAS, F., RENKL, A., & SWELLER, J. 2004. Cognitive load theory: Instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture. *Instructional Science* 32:1–8.
- PAHOMOV, L. 2014. Authentic Learning in the digital age: Engaging students through inquiry. ASCD, Washington.
- PANEK, R. 2011. The 4 percent universe: Dark matter, dark energy, and the race to discover the rest of reality. Mariner Books, Wilmington.
- PANITZ, T. 1999. Collaborative versus cooperative learning – A comparison of the tow concepts which will help us understand the underlying nature of interactive learning. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED448443.pdf>
- PAPERT, S. 1980. Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas. New York: Basic Books.

PAPERT, S. 1994. A máquina das crianças - Repensando a escola na era da informática. Artes Médias, Porto Alegre.

PASCAL, Charles. 2009. With Our Best Future in Mind – A full day of early learning. A Reporto to the Premier. Ontário, Ministry of Education - http://ywcacanada.ca/data/research_docs/00000001.pdf

PATEL, V. L. & GROEN, G. J. 1986. Knowledge-based solution strategies in medical reasoning. *Cognitive Science* 10:91–116.

PATEL, V. L., AROCHA, J. F., & KAUFMAN, D. R. 1994. Diagnostic reasoning and expertise. *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory* 31:137–252.

PATEL, V. L., GROEN, G. J., & NORMAN, G. R. 1993. Reasoning and instruction in medical curricula. *Cognition & Instruction* 10:335–378.

PAULOS, J.A. 2011. Innumeracy – Mathematical illiteracy and its consequences. Hill and Wang, N.Y.

PETERSON, L., & PETERSON, M. 1959. Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 193–198.

PHILLIPS, M. 2014. A place for learning: The physical environment of classrooms. Eduopia - <https://www.edutopia.org/blog/the-physical-environment-of-classrooms-mark-phillips>

PIAGET, J. 1990. La Construction du Réel chez l'Enfant. Delachaux & Niestlé, Paris.

PILLAY, H. 1994. Cognitive load and mental rotation: Structuring orthographic projection for learning and problem solving. *Instructional Science* 22:91–113.

PINK, D.H. 2009. Drive – The surprising truth about what motivates us. Riverhead Books, New York.

POPKEWITZ, T.S. 2001. Lutando em Defesa da Alma – A política do ensino e a construção do professor. ARTMED, Porto Alegre.

PRENSKY, M. 2010. Teaching Digital Natives – Partnering for real learning. Corwin, London.

PRINCE, M. 2004. Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education* 93(3):223-231.

QUILICI, J. L. & MAYER, R. E. 1996. Role of examples in how students learn to categorize statistics word problems. *Journal of Educational Psychology* 88:144–161.

RADHAKRISHNA, R., EWING, J. CHIKTHIMMAH, N. 2012. TPS (think, pair and share) as an active learning strategy. *NACTA Journal* 56(3):84-85.

- RADIN, J.P. Fall 2009. Brain-Compatible Teaching and Learning: Implications for Teacher Education. *Educational Horizons* 88:(1):40-50.
- RAINIE, L. & WELLMAN, B. 2012. Networked: The new social operating system. Amazon, N.Y.
- RAMACHANDRAN, V.S. 2012. The Tell-Tale Brain: Unlocking the mystery of human nature. Cornerstone Digital, N.Y.
- RAMIREZ, A. 2013. Save Our Science: How to Inspire a New Generation of Scientists. TED Conferences, N.Y.
- RANK, O. 1932/1989. Art and Artist: Creative Urge and Personality Development. W.W. Norton.
- RAVITCH, D. 2013. Reign of Error: The Hoax of the Privatization Movement and the Danger to America's Public Schools. Knopf, N.Y.
- RENKL, A., ATKINSON, R. K., MAIER, U. H., & STALEY, R. 2002. From example study to problem solving: Smooth transitions help learning. *Journal of Experimental Education* 70(4):293–315.
- REVANS, R. 1980. Action learning: New techniques for management. London: Blond & Briggs, Ltd.
- REVANS, R.W. 1982. The origin and growth of action learning. Chatwell-Bratt, Brickley (UK).
- REVANS, R.W. 2011. ABC's of action learning. Gower, Burlington.
- RICARD, M. & THUAN, T.X. 2009. The Quantum and the Lotus: A journey to the frontiers where science and Buddhism meet. Broadway Books, N.Y.
- RIPELY, A. 2013. The Smartest Kids in the World: And How They Got That Way. Simon & Schuster, N.Y.
- ROBERTSON, C. 2006. Increase student interaction with 'Think-Pair-Shares' and "Circle Chats". ¡Colorín colorado! - <http://www.colorincolorado.org/article/increase-student-interaction-think-pair-shares-and-circle-chats>
- ROBLYER, M. D. 1996. The constructivist/objectivist debate: Implications for instructional technology research. *Learning and Leading With Technology* 24:12–16.
- ROBLYER, M. D., EDWARDS, J., & HAVRILUK, M. A. 1997. Integrating educational technology into teaching (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ. Prentice-Hall.
- ROSEN, L. 2012. iDisorder: Understanding Our Obsession with Technology and Overcoming Its Hold on Us. Palgrave Macmillan, N.Y.
- ROTH, M.S. 2014. Beyond the University. Yale University Press, Kindle Edition, N.Y.

- ROTH, W-M. & JORNET, A. 2013. Toward a theory of experience. *Science Education* 98 (1):106–26.
- ROWLAND, D.R. 2010. The brain that changes itself: Stories of personal triumph from the frontiers of brain science. *Journal of Academic Language and Learning* 4(1):B1-B3.
- RUBLE, T. L. & STOUT, D. E. 1993, March. Learning styles and end-user training: An unwarranted leap of faith. *MIS Quarterly* 17:115–117.
- RUSBULT, C. 2007. Constructivism as a theory of active learning - <http://www.asa3.org/ASA/education/teach/active.htm#constructivism>
- RUSHKOFF, D. 2010. Program or be programmed. OR Books, N.Y.
- RUTHERFORD, F. J. 1964. The role of inquiry in science teaching. *Journal of Research in Science Teaching* 2:80–84.
- SAHLBERG, P. 2010. Finnish Lessons – What can the world learn from educational change in Finland? Teachers College, N.Y.
- SANDS, Diana & TENNANT, Mark. February 2010. Transformative Learning in the Context of Suicide Bereavement. *Adult Education Quarterly* 60(2):99-121.
- SANTOS, B.S. 2000. A Crítica da Razão Indolente – Contra o desperdício da experiência. Cortez, São Paulo.
- SATELL, G. 2017. Mapping Innovation – A playbook for navigating a disruptive age. McGraw Hill, N.Y.
- SAUTER, M. 2014. The coming swarm: DDOS actions, hactivism, and civil disobedience on the internet. Bloombury Academic, N.Y.
- SAWYER, R.K. (Ed.). 2006. Cambridge Handbook of the Learning Sciences. Cambridge University Press. N.Y.
- SCHACHTER, D.L., GILBERT, D.T., WEGNER, D.M. 2011. Psychology, Worth Publishers, Duffield (UK).
- SCHAUBLE, L. 1990. Belief revision in children: The role of prior knowledge and strategies for generating evidence. *Journal of Experimental Child Psychology* 49:31–57.
- SCHMIDHUBER, J. 2015. Deep Learning in Neural Networks: An Overview. *Neural Networks* 61:85–117.
- SCHMIDHUBER, J. 2015a. Deep Learning. *Scholarpedia* 10(11):32832.

- SCHMIDT, H. G. 1983. Problem-based learning: Rationale and description. *Medical Education* 17:11–16
- SCHMIDT, H. G. 1998. Problem-based learning: Does it prepare medical students to become better doctors? *The Medical Journal of Australia* 168:429–430.
- SCHMIDT, H. G. 2000. Assumptions underlying self-directed learning may be false. *Medical Education*, 34, 243–245.
- SCHUELL, T.J. 1985. Cognitive conceptions of learning. *Review of Educational Research* 56:411-436.
- SCHWAB, J. 1960. Inquiry, the Science Teacher, and the Educator. *The School Review* 68(2):176-195.
- SCHWAB, J. 1966. The Teaching of Science. Cambridge, MA: Harvard University Press
- SCHWARTZ, D.L. & BRANSFORD, J.D. 1998. A time for telling. *Cognition and instruction* 16(4):475-5223.
- SEIFE, C. 2007. Decoding the Universe: How the new science of information is explaining everything in the cosmos, from our brains to black holes. Penguin, New York.
- SELIGMAN, M.E. & CSIKSZENTMIHALYI, M. 2000. Positive psychology: An introduction. *American Psychologist*, 55(1):5-14.
- SELINGO, J.J. 2013. College Unbound: The future of higher education and what it means for students. Amazon Publishing, N.Y.
- SHEAHLY, J. 2015. Cultivating Mental Discipline: The skill of mindfulness - <http://www.bemindful.org/mind.html>
- SHERMER, M. 2011. The Believing Brain – From Ghost and Gods to Politics and Conspiracies – How we construct beliefs and reinforce them as truths. Times Books, N.Y. Vanderbilt University Press, Nashville.
- SHULMAN, L. & KEISLER, E. (Eds.). 1966. Learning by discovery: A critical appraisal. Chicago: Rand McNally.
- SHULMAN, L. S. & HUTCHINGS, P. 1999, September–October. The scholarship of teaching: New elaborations, new developments. *Change*, 11–15
- SHULMAN, L. S. 1986. Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4–14.
- SIMANDAN, D. 2013. Introduction: Learning as a geographical process. *The Professional Geographer* 65(3):363-368.

SIMANDAN, D. 2013a. Learning wisdom through geographical dislocations. *The Professional Geographer* 65(3):390-395.

SIMONITE, T. 2013. The Decline of Wikipedia – MIT Technology Review - <https://www.technologyreview.com/s/520446/the-decline-of-wikipedia/>

SINGLEY, M. K. & ANDERSON, J. R. 1989. The transfer of cognitive skill. Cambridge, MA. Harvard University Press.

SITZMANN, Traci. 2011. A Meta-Analytic Examination of the Instructional Effectiveness of Computer-based Simulation Games. *Personnel Psychology* 64(2):489–528.

SLATOR, B.M. 2006. Electric Worlds in the Classroom – Teaching and learning with role-based computer games. Teachers College, N.Y.

SLOTTA, J.D. & LINN, M.C. 2009. Wise Science – Web-based inquiry in the classroom. Teachers College Press, N.Y.

SNOW, R. E. & LOHMAN, D. F. 1984. Toward a theory of cognitive aptitude for learning from instruction. *Journal of Educational Psychology* 76:347–376

SNOW, R. E., CORNO, L., & JACKSON, D. 1996. Individual differences in affective and conative functions. In D. Berliner & R. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 243–310). New York. Simon & Schuster.

SNOW, R. E., CORNO, L., & JACKSON, D. N., III. 1994. Individual differences in conation: Selected constructs and measures. In H. F. O’Neil & M. Drillings (Eds.), *Motivation: Theory and research* (pp. 71–99). Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

SPENCER, J. & JULIANI, A.J. 2017. Empower: What happens when student own their learning. IMPress, LP. Amazon.

STEFFE, L. & GALE, J. (Eds.). 1995. *Constructivism in education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

STEWART, I. 2011. *The Mathematics of Life*. Amazon, N.Y.

STEWART, V. 2012. *A world-class education: Learning from international models of excellence and innovation*. ASCD, Washington.

STIWNE, Elinor Edvardsson. & ALVES, Mariana Gaio. March 2010. Higher education and employability of graduates: will Bologna make a difference?. *European Educational Research Journal* 9(1):32–44.

STOLOW, J. (Ed.). 2012. *Deus in Machina: Religion, technology, and the things in between*. Fordham U. Press, N. Y.

- STROGATZ, S. 2004. *Sync: The emerging science of spontaneous order*. Penguin, N.Y.
- SUNSTEIN, C.R. 2007. *Republic.com 2.0*. Princeton University Press, Princeton.
- SUNSTEIN, C.R. 2009. *Going to Extremes: How Like Minds Unite and Divide*. Oxford University Press.
- SURI, G. & BAL, H.S. 2010. *A certain ambiguity: A mathematical novel*. Princeton U. Press, N. Jersey.
- SUTSKEVER, L.; VINYALS, O.; LE, Q. 2014. Sequence to Sequence Learning with Neural Networks. Proc. NIPS - <https://papers.nips.cc/paper/5346-sequence-to-sequence-learning-with-neural-networks.pdf>
- SUTTON, G.P. 2002. 25 Ways for Teaching without Talking: Presenting students with new material in theory lessons - <https://www.dkit.ie/system/files/25waysforTWT.pdf>
- SWANSON, K.W. 2010. Constructing a learning partnership in transformative teacher development. *Reflective Practice* 11(2):259-269.
- SWELLER, J. & COOPER, G. A. 1985. The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. *Cognition and Instruction* 2:59–89.
- SWELLER, J. 1988. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science* 12:257-285.
- SWELLER, J. 1988. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science* 12:257-285.
- SWELLER, J. 1999. *Instructional design in technical areas*. Camberwell, Australia: ACER Press.
- SWELLER, J. 2003. Evolution of human cognitive architecture. In B. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 43, pp. 215–266). San Diego, CA: Academic.
- SWELLER, J. 2004. Instructional design consequences of an analogy between evolution by natural selection and human cognitive architecture. *Instructional Science*, 32, 9–31.
- SWELLER, J., MAWER, R., & HOWE, W. 1982. The consequences of history-cued and means-ends strategies in problems solving. *American Journal of Psychology*, 95, 455–484.
- SWELLER, J., VAN MERRIËNBOER, J. J. G., & PAAS, F. 1998. Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251–296.
- SWINBURNE, R. 2013. *Mind, Brain, & Free Will*. Oxford University Press, Oxford.

SZEGEDY, Christian; TOSHEV, Alexander; ERHAN, Dumitru 2013. Deep neural networks for object detection. Advances in Neural Information Processing Systems - <https://papers.nips.cc/paper/5207-deep-neural-networks-for-object-detection>

TAMIZI, R. & SWELLER, J. 1988. Guidance during mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology* 80:424–436.

TAYLOR, E.W., CRANTON, P. & Associates. 2012. The Handbook of Transformative Learning – Theory, research, and practice. Jossey-Bass, San Francisco.

TAYLOR, Edward W. 1998. The Theory and Practice of Transformative Learning: A Critical Review. Information Series no. 374. Ohio State U. - <https://pdfs.semanticscholar.org/9ebf/010948e2f7527e4b12af385c71e12d4956fc.pdf>

TAYLOR; Edward W. 2001. May–June 2001. Transformative Learning Theory: A Neurobiological Perspective of the Role of Emotions and Unconscious Ways of Knowing. *International Journal of Lifelong Education* 20(3):218–236.

TEGMARK, M. 2017. Life 3.0: Being human in the age of artificial intelligence. Knopf. N.Y.

THEOBALD, O., 2017. Machine learning for absolute beginners. Amazon Digital Services, N.Y.

THOREAU, H.D. 1849 (1993). Civil Disobedience and other essays. Dover Publications, Dover.

TIBA, Içami. 2007. Disciplina - Limite na medida certa. Integrare Editora, São Paulo.

TIBA, Içami. 2007a. Quem Ama, Educa! Integrare Editora, São Paulo.

TOROSYAN, R. 2007. Teaching self-authorship and self-regulation: A story of resistance and transformation. Fairfield U., CAE Faculty Publications – MountainRise: A Journal of Scholarship of Teaching and Learning 4(2):1-21.

TORRANO, L.H. 2007. Michel Foucault & Tecnologias do Poder: A psicanálise. *Revista Aulas – Ciências Humans em Multimídia* 1(3) - <https://www.ifch.unicamp.br/ojs/index.php/aulas/article/view/1931>

TOYAMA, K. 2014. Geek Heresy: Rescuing social change from the cult of technology. Public Affairs, N.Y.

TRAFTON, J. G. & REISER, R. J. 1993. The contribution of studying examples and solving problems to skill acquisition. In M. Polson (Ed.), Proceedings of the 15th Annual Conference of the Cognitive Science Society (pp. 1017–1022). Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

TREHAN, K. & PEDLER, M. 2011. Cultivating foresight and innovation in action learning: Reflecting ourselves; reflection with others. *Action Learning: Research and Practice* 8(1):1-4 (March).

TUOVINEN, J. E. & SWELLER, J. 1999. A comparison of cognitive load associated with discovery learning and worked examples. *Journal of Educational Psychology*, 91, 334–341.

TURKLE, S. 2011. *Alone Together – Why we expect more from technology and less from each other*. Basic Books, N.Y.

TURKLE, S. 2015. *Reclaiming conversation: The power of talk in a digital age*. Penguin, N.Y.

TWENGE, J.M. 2017. *iGen: Why today’s super-connected kids are growing up less rebellious, more tolerant, less happy – and completely unprepared for adulthood – and what that means for the rest of us*. Atria Books, Amazon.

TWIGG, Vani Veikoso. 2010. Teachers' practices, values and beliefs for successful inquiry-based teaching in the International Baccalaureate Primary years Programme. *Journal of Research in International Education* 9 (1):40–65.

UNDERSTANDING MULTIMEDIA LEARNING: Integrating multimedia in the K-12 classroom – BrainPOP –
http://s4.brainpop.com/new_common_images/files/76/76426_BrainPOP_White_Paper-20090426.pdf

VAN JOOLINGEN, W. R., DE JONG, T., LAZONDER, A. W., SAVELSBERGH, E. R., & MANLOVE, S. 2005. Co-Lab: Research and development of an online learning environment for collaborative scientific discovery learning. *Computers in Human Behavior* 21:671–688.

VANDERLEE, Mary-Louise, YOUMANS, S., PETERS, R., EASTABROOK, J. Final report: Evaluation of the implementation of the Ontario full-day early-learning kindergarten program. Ministry of Education, Ontario (Canada).

VERGER, A. & LUBIENSKI, C., STEINER-KHAMSI, G. (Eds.). 2016. *World Yearbook of Education 2016: The global education industry*. Routledge, London.

VYGOTSKY, L.S. 1962. *Thought and Language*. MIT Press, Cambridge.

VYGOTSKY, L.S. 1989. *A Formação Social da Mente*. Martins Fontes, São Paulo.

VYGOTSKY, L.S. 1989a. *Pensamento e Linguagem*. Martins Fontes, São Paulo.

WADDILL, D. 2004. *Action E-Learning: The impact of action learning on the effectiveness of a management-level web-based instructional course*. UMI, Ann Arbor.

WADDILL, D.D. & MARQUARDT, M. 2003. Adult Learning Orientations and Action Learning. *Human Resource Development Review* 2(4):406-429.

WALKER, M. 2015. *Teaching inquiry-based science*. Lulu.com. N.Y.

WARD, M. & SWELLER, J. 1990. Structuring effective worked examples. *Cognition and Instruction* 7:1–39.

WARSCHAUER, M. 2011. Learning in the Cloud – How (and why) to transform schools with digital media. Teachers College, N.Y.

WASHOR, E. & MOJKOWSKI, C. 2013. Leaving to Learn: How out-of-school learning increases student engagement and reduces dropout rates. Heinemann, N.Y.

WEIMER, Maryellen. 2011. 10 benefits of getting students to participate in classroom discussions. Faculty Focus - <https://www.facultyfocus.com/articles/teaching-and-learning/10-benefits-of-getting-students-to-participate-in-classroom-discussions/>

WELTMAN, D. 2007. A Comparison of Traditional and Active Learning Methods: An empirical investigation utilizing a linear mixed model. PhD Thesis. The U. of Texas at Arlington.

WESTERMANN, K. & RUMMEL, N. 2012. Delaying instruction: evidence from a study in a University relearning setting. *Instructional Science* 40(4):673-789.

WHAT BEHAVIOR CAN WE EXPECT OF OCTOPUSES? 2017. – The Cephalopod Page - <http://www.thecephalopodpage.org/behavior.php>

WHAT IS INQUIRY BASED LEARNING (EBL)? 2012. Center for Excellence in Enquiry-Based Learning. U. of Manchester - <http://www.ceebl.manchester.ac.uk/eb/>

WIKIPEDIA. 2017. Active Learning - https://en.wikipedia.org/wiki/Active_learning

WIKIPEDIA. 2017a. Action Learning - https://en.wikipedia.org/wiki/Action_learning#cite_note-2

WIKIPEDIA. 2017b. Inquiry-based Learning - https://en.wikipedia.org/wiki/Inquiry-based_learning#Inquisitive_learning

WIKIPEDIA. 2017d. Learning Theory (Education) - [https://en.wikipedia.org/wiki/Learning_theory_\(education\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Learning_theory_(education))

WIKIPÉDIA. 2017f. Deep Learning - https://en.wikipedia.org/wiki/Deep_learning

WILHELM, J. G., & WILHELM, P. J. 2010. Inquiring minds learn to read, write, and think: Reaching all learners through inquiry. *Middle School Journal* 41(5):39–46.

WILLIAMS. W. 2017. Significant Zero: Heroes, villains, and the fight for art and soul in vídeo games. Atria Books, Amazon.

WINN, W. 2003. Research methods and types of evidence for research in educational psychology. *Educational Psychology Review* 15:367–373.

WIKIPEDIA. 2017c. Transformative Learning - https://en.wikipedia.org/wiki/Transformative_learning

- WOHLFORTH, C. & HENDRIX, A.R. 2016. *Beyond Earth: Our path to a new home in the planets*. Pantheon, N.Y.
- WOLF, P. 2010. *Brain Matters: Translating Research into Classroom Practice*. ASCD. Alexandria.
- WOLTZ, D. J. 2003. Implicit cognitive processes as aptitudes for learning. *Educational Psychologist* 38:95–104.
- WOOD, L., BLOOM, W. BOWER, M., BROWN, N., DONOVAN, D., JOSHI, N., LOCH, B., SKALICKY, J., VU, T. 2011. AustMS Introductory Unit for teachers in the Mathematical Science. ALTC Project - <https://www.austms.org.au/Professional+Development+Unit>
- WU, T. 2016. *The attention merchants: The epic scramble to get inside our heads*. Knopf, London.
- YEN, C.F. & HUNANG, S.C. 2001, Authentic learning about tree frogs by preservice biology teachers in an open-inquiry research settings. *Proc. Natl. Sci. Counc. ROC(D)* 11:1–10.
- YONCK, R. 2017. *Heart of the Machine: Our future in a world of artificial emotional intelligence*. Arcade Publishing, N.Y.
- YOON, H., JOUNG, Y. J., KIM, M. 2012. The challenges of science inquiry teaching for pre-service teachers in elementary classrooms: Difficulties on and under the scene. *Research in Science & Technological Education* 42(3): 589–608.
- YOUNG, J.R. 2013. *Beyond the MOOC hype: A guide to higher education's High-Tech Disruption*. The Chronicle of Higher Education, N.Y.
- YU, S., YANG, X., CHENG, G. 2009. Learning resource designing and sharing in ubiquitous learning environment – The concept and architecture of learning cell. www.cnki.com.cn.
- ZION, M. & SADEH, I. 2007. Curiosity and open inquiry learning. *Journal of Biological Education* 41(4):162–168.

“Papel docente não é tocar atividades de ensino, mas de aprendizagem, capazes de propiciar ao estudante uma experiência emancipatória ou de autoria. Paulo Freire sempre apostou na potencialidade emancipatória da aprendizagem, por conta de sua base autoral, e muitos autores levaram essa saga em frente, apostando na aprendizagem transformadora. A aprendizagem pode ser transformadora se instigar o aprendiz a tomar conta do processo como protagonista, empoderando-o a escrever sua própria história, no concerto de outros protagonistas. Dinâmicas da aprendizagem são, como diria Maturana, autopoieticas – construídas de dentro para fora, autoralmente, sempre na posição de sujeito, nunca de objeto. Autonomia é processo de conquista, protagonismo, iniciativa própria, motivação intrínseca, arquitetada no contato com outras autonomias. Pode ser “mediada” de fora, mas é montada de dentro.”



Pedro Demo é PhD em Sociologia pela Universidade de Saarbrücken, Alemanha, pós-doutor pela University of California at Los Angeles e professor emérito da Universidade de Brasília (UnB), no Departamento de Sociologia. Publicou cerca de 100 livros nas áreas de Sociologia da Educação e Metodologia Científica.