

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA SAÚDE
CURSO DE PSICOLOGIA

RAFAEL FREITAS DELGADO

DESENVOLVENDO REPERTÓRIOS COMPLEXOS
O ensino do Cubo Mágico

SÃO PAULO
2019

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA SAÚDE
CURSO DE PSICOLOGIA

RAFAEL FREITAS DELGADO

DESENVOLVENDO REPERTÓRIOS COMPLEXOS
O ensino do Cubo Mágico

Trabalho de conclusão de curso como exigência
parcial para graduação no curso de Psicologia, sob
orientação do Prof. Dr. Thomas Woelz

SÃO PAULO
2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Pai por ter me dado as condições que eu precisei para chegar até aqui.

E agradeço minha Mãe por ter me levantado quando eu acreditava não ser possível me erguer e por ter me apresentado o prazer de se aventurar pelo desconhecido e fazer ciência.

Agradeço também a todas as pessoas que direta ou indiretamente me fortaleceram durante todo esse processo.

“Do rio que tudo arrasta se diz violento, mas ninguém
chama de violentas as margens que o aprisionam.”
Bertold Brecht

DELGADO, R. Desenvolvendo repertórios complexos: o ensino do cubo mágico. Trabalho de Conclusão de Curso (Psicologia) – Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2019.

RESUMO

Partindo de uma discussão sobre a aprendizagem humana e o status do ensino no Brasil avaliando duas diferentes abordagens ao comportamento humano, o presente trabalho desenvolve uma abordagem de ensino ao cubo mágico. É construído um modelo de ensino não coercitivo que deriva diretamente de premissas da análise experimental do comportamento humano presentes em diversas de suas tecnologias de ensino. Aplicado em dois participantes ao longo de 6 encontros, foi possível comprovar a efetividade parcial do método. Um dos sujeitos foi capaz de aprender totalmente a resolução do cubo e o outro foi capaz de aprender todos os elementos intermediários de resolução mas não foi capaz de encadeá-los na resolução total devido a questões metodológicas. Essa e outras questões são discutidas e elaboradas durante esse trabalho.

palavras-chave: Behaviorismo, ensino, cubo mágico

ABSTRACT

Starting from a discussion about human learning and the status of teaching in Brazil evaluating two different approaches to human behavior, the present work develops an approach to the teaching of the Rubik's Cube. Is constructed a non-coercitive teaching model that derives directly from premises of experimental behavior analysis present in diverse of its teaching technologies. Applied in two participants over six encounters, was possible to confirm the parcial effectiveness of the method. One of the subjects was capable of learning the total resolution of the cube and the other was capable of learning all the intermediate elements necessary to the resolution being not capable of chaining them together due to methodological issues. This and other issues are discussed and developed in this work.

keywords: Behaviorism, teaching, Rubik's Cube.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tríade da Análise do Comportamento	12
Figura 2 - Cubo na posição FTD, em que F é Face, T é Topo e D é Direita	36
Figura 3 - Captura de tela de dois dos principais comentários do primeiro vídeo	42
Figura 4 - Captura de tela de outros 5 principais comentários do primeiro vídeo	42
Figura 5 - Captura de tela de dois dos principais comentários do segundo vídeo	44
Figura 6 - Captura de tela de outros 4 principais comentários do segundo vídeo	44
Figura 7 - exemplo de contra ataque em relação ao cubo mágico	47
Figura 8 - exemplo de contra controle em relação ao cubo mágico	48
Figura 9 - Space Invaders	51
Figura 10 - Gravidade	51
Figura 11 - Zumbi	52
Figura 12 - FTD TDF	52
Figura 13 - Homem	52
Figura 14 - Trem	53
Figura 15 - Roda Gigante	53
Figura 16 - Cubo completo	54
Figura 17 - Primeira fase	54
Figura 18 - Segunda fase	55
Figura 19 - Terceira fase	55
Figura 20 - Quarta fase	55
Figura 21 - Quinta fase	56
Figura 22 - Sexta fase	56
Figura 23 - Sétima fase	56
Figura 24 - Taxa de acerto por sessões para o participante 1	79
Figura 25 - Taxa de acerto por sessões para o participante 2	80
Figura 26 - Cruzamento entre número de instruções e de acertos sem ajuda comparado com o tempo médio para cada tentativa por sessão dividido por meio para o participante 1	81
Figura 27 - Cruzamento entre número de instruções e de acertos sem ajuda comparado com o tempo médio para cada tentativa por sessão dividido por meio para o participante 2	81
Figura 28 - Tempo médio em segundos investido pelo participante 1 em cada categoria de análise por sessão em média	85
Figura 29 - Tempo médio em segundos investido pelo participante 2 em cada categoria de análise por sessão em média	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tempo de execução das fases nos testes iniciais de cada sessão negritados quando o acerto ocorre sem a ajuda do experimentador para o participante 1. As etapas quinta, sexta e sétima são excluídas da análise devida a falta de sistematização.	82
Tabela 2 - Tempo de execução das fases nos testes iniciais de cada sessão negritados quando o acerto ocorre sem a ajuda do experimentador para o participante 2. As etapas quinta, sexta e sétima são excluídas da análise devida a falta de sistematização.	83
Tabela 3 - Eventos ocorridos entre sessões para o participante 1	84
Tabela 4 - Eventos ocorridos entre sessões para o participante 2	85

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1.1. BEHAVIORISMO RADICAL	11
1.2. TRÍADE BEHAVIORISTA	12
1.3. A ANÁLISE EXPERIMENTAL DO COMPORTAMENTO	13
1.4. ANÁLISE APLICADA DO COMPORTAMENTO HUMANO	14
2. O BEHAVIORISMO E A APRENDIZAGEM	15
2.1. A CRÍTICA DO BEHAVIORISMO À EDUCAÇÃO TRADICIONAL	16
2.1.1. CRÍTICA AO USO DA COERÇÃO	16
2.1.2. CRÍTICA AO MODELO DE ENSINO	19
2.1.3. UMA EDUCAÇÃO QUE FRACASSOU	21
2.2. DA CRÍTICA À PROPOSIÇÃO	23
2.3. INSTRUÇÃO PROGRAMADA	24
2.3.1. UTILIZAR REFORÇAMENTO POSITIVO	24
2.4. PERSONALIZED SYSTEM OF INSTRUCTION	26
2.5. PRECISION TEACHING	28
2.6. O QUE TODAS ESSAS METODOLOGIAS TÊM EM COMUM	33
3. O DESAFIO DO ENSINO DE REPERTÓRIOS COMPLEXOS	33
3.1. A EXTENSÃO DA PRESENÇA DO COMPORTAMENTO COMPLEXO E O APRENDIZADO SOCIAL NA CULTURA	34
4. O CUBO MÁGICO, OU CUBO DE RUBIK (RUBIK'S CUBE)	35
4.1. A LÓGICA DE RESOLUÇÃO	38
4.2. MÉTODO TRADICIONAL DE RESOLUÇÃO: O MÉTODO POR CAMADAS	38
5. MÉTODOS DE ENSINO DO CUBO MÁGICO	40
5.1. MÉTODO DE ENSINO POR DERIVAÇÃO DE MACROS	41
5.2. MÉTODO DE ENSINO POR ALGORITMOS	42
5.3. MÉTODO DE ENSINO POR HISTÓRIAS	43
5.3.1. MÉTODO DE ENSINO POR HISTÓRIAS SEM INSTRUTOR	44
5.3.2. MÉTODO DE ENSINO POR HISTÓRIAS COM INSTRUTOR	45
6. A INTERAÇÃO ENTRE O APRENDIZ E O CUBO	46
6.1. POR QUE AS PESSOAS DESISTEM?	46
7. PROBLEMA DE PESQUISA	49
8. MÉTODO	49
8.1. COMPORTAMENTO COMPLEXO ELEITO	50
8.2. PARTICIPANTES	50
8.3. MATERIAIS	50
8.4. ORGANIZAÇÃO DAS SESSÕES	58
8.5. ORIENTAÇÕES DE ENSINO	59
8.6. ROTEIRO DE ENSINO	63

8.6.1. SPACE INVADERS	64
8.6.2. GRAVIDADE	65
8.6.3. ZUMBI	66
8.6.4. FTD TDF	67
8.6.5. HOMEM	68
8.6.6. TREM	69
8.6.7. RODA GIGANTE	70
8.7. TRATAMENTO DOS DADOS	71
8.8. PARTICIPANTES	72
9. RESULTADOS	72
9.1. PRIMEIRO PARTICIPANTE	72
9.1.1. PRIMEIRA SESSÃO	72
9.1.2. SEGUNDA SESSÃO	73
9.1.3. TERCEIRA SESSÃO	74
9.1.4. QUARTA SESSÃO	74
9.1.5. QUINTA SESSÃO	75
9.1.6. SEXTA SESSÃO	75
9.2. SEGUNDO PARTICIPANTE	76
9.2.1. PRIMEIRA SESSÃO	76
9.2.2. SEGUNDA SESSÃO	76
9.2.3. TERCEIRA SESSÃO	77
9.2.4. QUARTA SESSÃO	78
9.2.5. QUINTA SESSÃO	78
9.2.6. SEXTA SESSÃO	79
9.2.7. SÉTIMA SESSÃO	80
10. ANÁLISE	80
10.1.1. EFICIÊNCIA DE EXECUÇÃO	80
10.1.2. TEMPO DE EXECUÇÃO	83
10.3. AVERSIVIDADE	85
10.4. DADOS GERAIS	86
11. CONCLUSÃO	88
12. DISCUSSÃO	90
12.1. MÉTODO	90
12.2. ALINHAMENTO ÀS DIMENSÕES DA ANÁLISE APLICADA	91
12.3. OUTRAS CONCLUSÕES	92
12.4. PESQUISAS FUTURAS	93
12.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
13. REFERÊNCIAS	95
14. ANEXO	99

INTRODUÇÃO

O Ser Humano e suas manifestações tem sido terreno para produções teóricas em diversas áreas, e tão diversas quanto os saberes que se produzem da observação e interpretação dessas manifestações são as filosofias que embasam a produção destes conhecimentos.

Tomando em especial as Ciências Humanas, podemos observar um caminho muito próprio de desenvolvimento epistêmico. Em marcado contraste com as Ciências da Natureza, como a Física e a Química, ainda que no início elas tivessem a mesma estrutura argumentativa.

Como discute Skinner (1971), num período pré-científico da Humanidade, quando nos colocávamos à explicação dos fenômenos ao nosso redor atribuíamos as mais variadas causas aos eventos, sem muita sistematicidade. Sendo, contudo, constante o fato de que os fatores que determinavam estes eventos eram sempre não manipuláveis, inúteis para permitir um controle do Ser Humano sobre a Natureza.

Um exemplo explicativo é encontrado na descrição de movimentos de objetos simples pelos gregos antigos. Se o objeto se move é porque alguém o moveu; se não vemos esse alguém, logo ele é invisível (ibid.). Com tamanho poder e onipresença, esse ser não é humano e deve ser temido. Ou seja, de fenômenos simples era admitida, sem muita necessidade de demonstração, a presença de divindades que deviam ser veneradas em rituais dos mais variados tipos.

Não foi esforçoso saltar de explicações por influências externas à influências internas, sendo assumido em exemplos como o citado anteriormente a possessão de objetos por forças divinas. Possessão que não era restrita apenas a pequenos objetos, como era reconhecida em fenômenos naturais. Não sendo diferente com a explicação do comportamento Humano (ibid.). Contudo, enquanto a “Física e a Biologia logo abandonaram explicações desse tipo e se voltaram para tipos mais úteis de causas, esse passo não foi decisivamente dado no campo do comportamento humano” (ibid., p. 13), prova disso é que continuamos a dar explicações internalistas ainda hoje para as ações humanas, ignorando o papel do ambiente na determinação destas mesmas.

Para Skinner, o desenvolvimento que ainda se dá em ritmo diferencial da Psicologia e suas aplicações práticas — em especial a educação — reflete uma

diferença de prioridades, produzida pelo nosso modo de vida hedonista. Essa visão é claramente percebida em seu questionamento: “was putting a man is the moon actually easier than improving education in our public schools?” [colocar um homem na Lua foi de fato mais fácil do que seria melhorar a educação nas escolas públicas?] (ibid., p. 12).

1.1. BEHAVIORISMO RADICAL

Na contramão deste tipo de compreensão internalista da natureza humana, a filosofia que sustenta uma Psicologia mais alinhada com os pressupostos de uma Ciência Natural e mais distante de concepções pouco favoráveis e manipuláveis do comportamento é elaborada por Skinner, no Behaviorismo Radical.

O que postula essa linha filosófica é que o objeto de estudo da Psicologia é o Comportamento — proposição que já aparece antes mesmo da primeira obra Skinneriana de 1938 (SKINNER, 1938) no Manifesto Behaviorista de Watson (1913) — sendo este definido como a relação do indivíduo com o ambiente e sendo este determinado pelo histórico de interação que é encontrado na filogênese, ontogênese e também da vivência cultural, no caso dos seres humanos (SKINNER, 1953).

De base monista materialista, admite que a Psicologia, enquanto ciência comportamental, deve buscar as explicações, portanto, não em agentes internos e metafísicos, e sim nas relações materiais que o organismo mantém com o meio.

Também advoga que as conclusões acerca dos fenômenos humanos devem ser baseadas em experimentos o mais controlados possível, de modo a derivar indutivamente princípios gerais do comportamento que podem ser dedutivamente extrapolados para contextos menos controlados, permitindo uma atuação mais eficaz no mundo (SKINNER, 1974).

As principais influências dessa filosofia são os empiristas ingleses (como Newton, Hume, Hobbes e Berkeley), o positivismo de Comte, a crítica ao mecanicismo de Bridgeman e Mach, e a ênfase nos processos passados de variação e seleção de Darwin, que são transpostos da filogênese à ontogênese. No entanto, o Behaviorismo emerge de uma apreensão crítica desses sistemas de pensamento sem se confundir

com essas referências, “criando algo novo [dentro do campo filosófico] (...), produzindo uma mutação¹.” (MICHELETTO, 1997).

Por fim, Skinner tem como “preocupação básica de sua ciência (...) o estudo do comportamento a partir do próprio comportamento. Compreendido a partir de sua relação com o ambiente.” (MICHELETTO, 1997). Isso confere, sobretudo, humildade aos analistas do comportamento em admitir que suas conclusões e pressuposições não são senão resultado de sua história de vida e não verdades indiscutíveis e dogmáticas.

1.2. TRÍADE BEHAVIORISTA

Apesar de por si só o Behaviorismo Radical já ser extremamente denso enquanto proposta de visão de Mundo e Ser Humano, a análise do comportamento não se resume a isso. Segundo Tourinho & Sérgio (2010), o Behaviorismo Radical é apenas um dos braços de uma tríade que resume o que é esta ciência.

Para os autores, o analista do comportamento navega sobre a superfície de um triângulo que compõe três vértices: a filosofia do Behaviorismo Radical, a Análise Experimental do Comportamento e a Análise Aplicada do Comportamento (Figura 1).



¹ A autora utiliza essa expressão num sentido positivo, partindo da argumentação de que teorias e comunidades científicas são tais como comportamentos humanos, variando a partir de repertórios atuais e sendo selecionadas ou extintas pelas próprias reações produzidas no meio social. Dentro desse escopo seletcionista, a mutação é então vista como um elemento fundamental para a evolução.

Figura 1 - Tríade da Análise do Comportamento (adaptado de Tourinho & Sério, 2010)

Tem-se então uma postura epistemológica que alimenta uma ciência comportamental diferente das formuladas até Skinner iniciar seus estudos. Tendo, enquanto ciência, dois compromissos: entender o comportamento humano e auxiliar o ser humano na ação mais eficaz no seu meio físico e social.

Destes dois compromissos temos, portanto, duas grandes áreas dentro da pesquisa em Análise do Comportamento. A pesquisa básica, compreendendo a Análise Experimental; e a pesquisa aplicada, compreendendo a Análise Aplicada.

1.3. A ANÁLISE EXPERIMENTAL DO COMPORTAMENTO

Atendendo ao primeiro objetivo, a Análise Experimental é o campo que se ocupa de descobrir as variáveis das quais o comportamento é função em ambientes o mais controlados possíveis, atribuindo princípios e conceitos que auxiliem na compreensão e melhor controle do ambiente pelo ser humano.

Por vezes utiliza seres não-humanos em pesquisas por diversos motivos que vão da facilidade do manejo da situação experimental à eliminação de variáveis intervenientes no processo que se pretende estudar. Motivo pelo qual ela é prematuramente criticada, sendo mal entendida como uma prática que automaticamente transpõe conclusões a cerca de experimentos com animais para situações humanas. Ao contrário, os behavioristas são bem críticos dentro de suas áreas de atuação com pesquisadores que o fazem, como vemos em uma crítica de Foxall (1994) com relação a essa atitude:

“Psychologists (...) have tended to extrapolate somewhat uncritically from the general findings of animal experiments to human (...) activity without considering the vast differences in complexity that separate this realms” [psicólogos (...) tem extrapolado de modo apressado achados em experimentos animais para atividade humana sem considerar as vastas diferenças em complexidade que separam os dois].

1.4. ANÁLISE APLICADA DO COMPORTAMENTO HUMANO

Por fim, o último vértice dessa tríade consiste em, com posse dos princípios fundamentais oriundos da pesquisa básica em coerência aos pressupostos de Ser Humano e de Mundo do Behaviorismo Radical, analisar e intervir em problemas culturalmente relevantes.

A Análise Aplicada, com o intuito de contribuir para o desenvolvimento de repertórios sociais importantes, atende a sete dimensões importantes; isto é, uma pesquisa nestes moldes precisa ser (Baer, Wolf & Risley, 1968):

- Aplicada: precisa se ater a comportamentos, contingências, respostas, organismos ou estímulos socialmente relevantes e não somente aqueles convenientes para pesquisa, sendo de alto valor de aplicabilidade cultural;
- Comportamental: como a própria observação do comportamento é um comportamento tanto quanto, se faz necessário o uso de medidas e mensurações o mais acuradas e objetivas o possível;
- Analítica: deve demonstrar como os resultados obtidos se relacionam com os procedimentos utilizados, fazendo uso de práticas como linhas de base múltiplas, reversões, entre outras;
- Tecnológica: de modo a garantir replicabilidade é importante que a pesquisa aplicada seja precisamente descritiva, evidenciando respostas, estímulos, organismos e contingências;
- Conceitual: é tarefa do pesquisador certificar o leitor que, e de que forma, seus procedimentos e resultados são uma derivação de um corpo teórico, sendo a análise aplicada uma consequência direta da análise experimental, não se confundindo meramente com uma “coleção de truques” [*collection of tricks*]
- Eficaz: os resultados devem ter sobretudo uma relevância prática e não somente teórica, ou seja, as mudanças produzidas devem ser de valor para a comunidade;
- Generalizável: a pesquisa aplicada precisa assegurar o leitor acerca da extensão da generalização dos resultados para outros cenários, assim como descrever a não generalização, se for o caso, e os meios para alcançá-la, quando possível ou desejável.

Assim, em resumo, podemos considerar a análise aplicada enquanto aquela dimensão da análise do comportamento interessada em produzir modificações relevantes em comportamentos de alto valor para a comunidade — e de certo modo para sua sobrevivência —, através de métodos científicos, com o rigor analítico e tecnológico, se valendo de métricas acuradas e do corpo teórico produzido pela Análise Experimental, que, por sua vez, bebe da filosofia basal da análise do comportamento, o Behaviorismo Radical.

2. O BEHAVIORISMO E A APRENDIZAGEM

De todos os repertórios relevantes para a pesquisa básica e aplicada, aquele que desperta o maior interesse conceitual e prático é o tema da aprendizagem. Prova disso é a alta densidade de pesquisas com esse interesse.

Prova desse interesse elevado é que todos os últimos 5 artigos publicados pelo *Journal of Applied Behavior Analysis*² tratam desse tema (MONTES et al, 2019; HEDQUIST & ROSCOE, 2019; WU et al, 2019; LEWON et al, 2019; SOUZA, 2019). Em especial, 4 destes se referem a temas relacionados à educação (MONTES et al, 2019; WU et al, 2019; LEWON et al, 2019; SOUZA et al, 2019).

Também é um assunto de alto valor teórico para a filosofia que embasa a Análise do Comportamento, visto que um de seus pressupostos centrais assenta na afirmação de que nossas relações com o mundo são de caráter adquirido, isto é, aprendido.

2.1. A CRÍTICA DO BEHAVIORISMO À EDUCAÇÃO TRADICIONAL

A educação, sendo entendida por Skinner (1972) como aquela empreitada cultural comprometida com a instalação de repertórios importantes no presente e no futuro para o indivíduo e seus semelhantes, aponta para a necessidade de ensino de diferentes tipos de comportamentos, sendo parâmetro último o valor deste para sujeito e para os outros. Isso fomenta a emergência de teorias que deem conta tanto de promover essas instalações como de conceitualizar os fenômenos da aprendizagem

² Levantamento realizado no dia 29 de Abril de 2019

de modo que muitos métodos dessa conceituação possam ser derivados, produzindo resultados frutíferos e previsíveis.

Retomando o exposto anteriormente, a maneira de explicar o comportamento humano pode ser dividida em duas perspectivas diferentes (SKINNER, 1971): aquela em que a causa do comportamento se encontra em variáveis de difícil acesso e controle, geralmente internas ao indivíduo, atribuindo por vezes natureza especial a estas mesmas; e aquela que se alinha a paradigmas mais ambientalistas e próximos do método científico das ciências naturais.

2.1.1. CRÍTICA AO USO DA COERÇÃO

Avaliando o ensino de hoje, é possível perceber que predominam raciocínios do primeiro tipo (FERRAZ, 2016), apoiadas no senso comum e abordagens psico-pedagógicas que desconsideram essas relações a pouco mencionadas. Produzindo saberes que, a despeito dos achados experimentais (SIDMAN, 1995), continuam a explicar o comportamento humano, e em desdobramento, o fracasso e o sucesso escolar, com base em argumentações internalistas e circulares que satisfazem a dúvida epistemológica mas que tem pouco valor prático na medida em que posterga a explicação — postergação esta que fica enevoadada em virtude da aparente resolução do problema.

A circularidade e adiamento da explicação é especialmente visível no exemplo que segue: João, uma criança de 10 anos, não é capaz de realizar as tarefas solicitadas pelo professor em tempo e taxa de acertos compatível com os parâmetros estabelecidos. Enquanto isso, Pedro, uma criança de 9 anos, é capaz de realizar as mesmas tarefas em tempo menor e com maior taxa de acerto.

A explicação mais comum é a de que Pedro tem maior capacidade por ser mais inteligente. Num primeiro momento, essa “explicação” satisfaz a comunidade científica. Mas, tão logo investiga-se a inteligência, percebe-se que a mesma é definida com base nas mesmas observações concretas iniciais. Assim, pressupõe-se que a maior capacidade é causada pela variável interna “inteligência” maior em um indivíduo do que em outro. E na medida em que se tenta explicar a mesma, volta-se na mesma origem empírica: “Por que Pedro é mais rápido? Porque é mais *inteligente*. E

por que ele é mais *inteligente*? Porque é mais rápido.” Isto é, a mesma categoria que se pretende explicativa não expõe as variáveis que controlam a taxa de acertos e a velocidade de Pedro e João, tendo pouco valor prático para a agência educacional.

Um fator crítico nesse processo é que são justamente considerações desta natureza, baseadas em uma cientificação da estrutura lógica do senso comum, que dominam as práticas pedagógicas. Ainda que se diga que essa ineficiência explicativa se deva a raciocínios imaturos e não acadêmicos, afirma-se o que está presente no parágrafo anterior por outras teorias psicológicas e pedagógicas derivarem suas explicações ao mesmo modo que o senso comum: substantivando para satisfazer a dúvida epistêmica, postergando e internalizando a análise e mantendo nebulosas as variáveis que controlam o comportamento que evoca a substantivação no pesquisador e que controlam o comportamento substantivado na medida em que são ou não acessíveis ou de difícil controle. Sendo, por fim, uma forma mais rebuscada de fugir do problema.

Empoderando o núcleo argumentativo do senso comum, são fortalecidas assumpções colaterais — “errando é que se aprende” — e técnicas de ensino derivadas — “é de pequenino que se torce o pepino”. Enfatiza-se o resultado imediato de interrupção de comportamento considerado inadequado ao aplicador que se fortalece em naturalizações e incentivos presentes em provérbios que associam essas tenebrosas ações à ternura e amor, como lembrado por Todorov (2009): “o pai que poupa a vara odeia o filho”.

Consequência disso é a manutenção de comportamentos de ensino inadequados que se pautam em estratégias que desembocam no uso institucionalizado e inocentado da coerção, como demonstra Sidman (ibid.).

Pesquisas revelam esse uso institucionalizado da coerção nas escolas brasileiras e camuflado na divergência entre o dizer e o fazer docente (GLIDDEN & GROSS, 2016), chegando a atingir níveis discriminatórios de uso (VIECILI &

MEDEIROS, 2002), que não chegam a ser tateados³ pelos professores, em face da divergência citada em Glidden & Gross (2016).

As possíveis explicações para o comportamento coercitivo destes professores são diversas. Na falta de preparo nos cursos de licenciatura (VIECILI & MEDEIROS, 2002); no contato sistemático com aversivos distribuídos por equipamentos governamentais (DIEHL, 2016) ou na falta de recursos para atuação ao qual são submetidos (MURTA, 2001), ainda que exista uma história extensa de luta civil pela educação de qualidade no Brasil por parte dos professores e sociedade em geral (BITTAR & BITTAR, 2012). Gerando efeitos colaterais previstos por estudos de controle coercitivo (SIDMAN, 1995), como adoecimentos, desistências (MURTA, 2001) e tendências agressivas (ULRICH, 1966), representados plasticamente no filme *Detachment*⁴ de Kaye (2011).

A falta de preparo acrescida da tendência gerada pelo contato sistemático de situações aversivas e com estratégias coercitivas de controle do comportamento culmina em profissionais que sofrem (MURTA, 2001) e fazem sofrer.

É claro que essas práticas não colaboram com o processo ensino-aprendizagem. E que há muito que precisa ser mudado nas práticas culturais que formam a agência de controle educacional, em especial a educação brasileira (WREFORD, 2003).

2.1.2. CRÍTICA AO MODELO DE ENSINO

Não bastasse o uso discriminado e acentuado da coerção que envenena as relações sociais que são a base do funcionamento escolar, também são tecidas

³ O operante verbal de Tato, definido como a resposta verbal que tem como antecedente um estímulo qualquer do mundo interno ou externo e como consequência um estímulo reforçador generalizado (Skinner, 1957), não deixa de ser determinado pelos mesmos fatores que um comportamento operante outro. Destarte, com relação ao não tateamento dos professores acerca dessa atitude, tem-se que a baixa frequência de emissão de respostas desse tipo é explicada pela produção de auto-estimulação aversiva em virtude do aprendizado social que emparelhou a “produção de discriminação” com consequências aversivas.

⁴ O Longa narra a história de um professor substituto que enfrenta um ambiente escolar repleto de contatos humanos baseados no controle aversivo e de como esse caos coercitivo é produzido e mantido pelos próprios efeitos desse mesmo cenário na vida das personagens. O filme é extremamente ilustrativo dos efeitos colaterais do uso da punição, dos níveis mais brandos, como estudantes que simplesmente não prestam atenção à aula e professores desmotivados, aos mais agudos, como o suicídio.

críticas à forma como se ensina os alunos, com relação à estruturação do currículo de ensino, participação dos alunos, avaliações e acompanhamento de desenvolvimento escolar.

Estruturação do currículo. O currículo geralmente não permite que o aluno prossiga em ritmo próprio (SKINNER, 1972), desmotivando alunos mais rápidos que os demais e alunos mais lentos que os demais. Além de constantemente conter saltos qualitativos altos demais, selecionando alunos que já tinham parte do repertório necessário, mas que não necessariamente foi adquirido em ambiente escolar.

Participação dos alunos. O que se constata na maior parte das salas de aula é uma ditadura do silêncio, na qual os professores elogiam as salas nas quais os alunos menos falam, em detrimento daquelas em que os alunos efetivamente aprendem o que estava programado a ser aprendido. Crítica consoante com a estabelecida por teóricos como Freire (1999), que classificava esse tipo de atitude dentro de um modelo que ele concebia como uma educação bancária. De tal forma, os mesmos são reforçados a fazer o mínimo quanto possível, até porque fazer além do que é pedido em muitas das vezes não produz consequências positivas — “não fez mais que obrigação” — ou produz consequências aversivas a depender da natureza da participação — “cale a boca, João”.

Avaliações. As avaliações as quais os alunos são submetidos não avaliam a real habilidade do estudante em determinada matéria. Além de não ser garantia que saber “articular conceitos” é o mesmo que saber agir em função do que foi aprendido. Há uma importante distinção entre apenas emitir intraverbais e agir governado por regras, e as avaliações tradicionais não são sensíveis a essa diferença.

Acompanhamento do desenvolvimento. Uma consequência de utilizar avaliações que possuem validade questionável na mensuração da capacidade dos alunos, medindo não habilidades extra-prova e sim a capacidade de um aluno de responder perguntas de determinado tipo, em determinado contexto e preservadas as condições ótimas físicas, psicológicas e sociais de desempenho; é a questionabilidade também do acompanhamento dos alunos por estes parâmetros. Não somente é infundado, como a situação se agrava quando é também constatada a frequência com a qual os alunos são avaliados. Com intervalos de meses, momentos-chave, os “dias de prova”, são recebidos pelos alunos como verdadeiros

divisores de água. O desempenho deles neste fatídico evento abre margem para uma amplitude imensa de consequências, na qual não se espera reforçadores positivos fortes, mas que em contrapartida, busca-se fugir dos mais potentes estímulos aversivos e sanções (SIDMAN, 1995). E enquanto esse evento não chega, predomina uma certa inatividade, resultado dessas contingências em vigor (LINDSLEY, 1990).

Desse modo, além de produzir um ensino no qual o aluno faz tão somente aquilo que o permite fugir da coerção (SIDMAN, 2003.), no qual o processo escolar se resume a não deixar de assistir às aulas — também por reforçamento negativo — e intraverbalizar com alta taxa de correspondência em dias específicos, voltando ao marasmo que é consequência do controle aversivo sistemático nos dias comuns; as avaliações não produzem métricas valiosas para entender o progresso do estudante, tornando invisíveis diferenças importantes de aprendizado (KUBINA, 2000) — assumindo que um aluno que tirou 10 em 2 minutos de execução sabe tanto quanto e tal como um que tirou 10 em 2h de execução — e justificando rendimentos diferenciais em características individuais.

2.1.3. UMA EDUCAÇÃO QUE FRACASSOU

O uso da coerção no ambiente de ensino Brasileiro é sustentada também por aparelhos culturais historicamente constituídos, assim como o fracasso escolar enquanto fenômeno social também o é (PATTO, 1990).

No caso específico da coerção, é possível assinalar a sua origem enquanto prática institucionalizada na educação como oriunda de uma associação clara entre a agência de controle religiosa e a agência de controle educacional.

Segundo Skinner (1953), a técnica principal de controle dessa primeira é a classificação do comportamento em termos do que é moral ou imoral, justo ou injusto, virtuoso ou pecaminoso, reforçando ou punindo de acordo — sendo em maior parte o controle coercitivo. Visando, com isso, a instalação de repertórios de obediência que são importantes, por fim, na manutenção dessa instituição.

A educação, em contrapartida, “é o estabelecimento de comportamentos que serão vantajosos para o indivíduo e para outros em algum tempo futuro” (ibid, p. 437), se opondo ao controle religioso. Há de se pensar que, por esta razão, as práticas

dessa agência são selecionadas por outras instâncias culturais. Contudo, está sujeita, enquanto uma instituição que se insere numa sociedade que é em si mesma uma rede de outras instituições (BAREMBLITT, 1996), a influências de outras agências, como a religiosa, citada parágrafo acima; que pode utilizar desta para atingir seus fins (SKINNER, p. 385), alterando suas práticas e preceituações e importando técnicas de controle (ibid.).

A relação entre as duas agências é clara no contexto brasileiro, no qual a educação emergiu de modo direto da instituição clerical, com os padres Jesuítas (SILVA & AMORIM, 2017) — não sendo contudo, um fenômeno exclusivo ao Brasil. Suas práticas coercitivas, então, são transportadas ao plano educacional, caracterizando a educação em seus primórdios como uma atividade, baseados em preceitos de castigo e pecado, extremamente punitiva.

O trecho que segue, de Franca (1952) é bem ilustrativo quanto ao aspecto coercitivo das práticas jesuíticas:

Embora não se preceituassem castigos corporais, os jesuítas não os suprimiram de todo. Permitiam-se, desde que houvesse justificativa, chicote ou palmatória, os golpes não ultrapassando a seis, evitando-se atingir o rosto ou a cabeça. ‘No dia solene da investidura, como símbolo da sua missão disciplinadora, recebia oficialmente o professor um chicote. E não o recebia em vão. Pierre Tempête, Principal do Colégio de Montaigu, mereceu a triste alcunha de *Grand fouetteur des enfants*⁵. (Franca, 1952, p. 60 *apud* Negrão, 2000).

Apesar da distância temporal considerável, a educação Brasileira continua mantendo suas bases no controle aversivo, promovendo desigualdade e gerando os mais indesejados efeitos, e principalmente falhando no seu principal objetivo, ensinar e para todos.

Dados recentes demonstram essa realidade: em 2013 (FNE), foi registrada uma taxa de 80% da população de 19 anos que não havia concluído o ensino fundamental em idade própria, e um índice de 1,6% de abandono no ensino médio; em 2004, mais de 50% das crianças da quarta série eram incapazes de ler, havendo uma taxa de reprovação de quase 15% no ensino fundamental (BITTAR & BITTAR, 2012); Além de existir desde 1990 uma alta leva de professores abandonando a profissão,

⁵ “O grande chicoteador de crianças”

seja pelas condições de trabalho (FERREIRA *et al*, 2006 *apud* BITTAR & BITTAR, 2012), seja por motivos de origem psicológica (MURTA, 2001).

Apesar das reformas que marcaram a educação no Brasil no decorrer do século XX, o ensino ainda não cumpre sua função (BITTAR & BITTAR, 2012), aprender e ensinar tem sido tarefa difícil, não sendo oferecidas nem mesmo condições materiais para tal (WREFORD, 2003). Diante disso, ainda que se prescreva na formação dos professores o uso de alternativas à coerção, sob a égide de máximas como *educar para a liberdade* (FREIRE, 1999), num ambiente como este e sem recursos pessoais, o que se tem na prática são educadores que dizem não fazer uso de técnicas de controle aversivo (GLIDDEN & GROSS, 2016), mas que na verdade as utilizam, e de modo discriminatório (VIECELLI & MEDEIROS, 2002).

Assim, se observa nos alunos consequências desse controle coercitivo, muitas vezes justificado em sua imediatez, mas injustificado em seus efeitos tóxicos e a longo prazo (SIDMAN, 1995): faltas, atrasos, conversas paralelas, tédio, desatenção, desinteresse, indiferença, desistências, agressões aos colegas, professores e escola, sentimentos de incapacidade, baixa auto-estima, e consequências de ordem psicopatológica, como ansiedade e depressão (VIECELLI & MEDEIROS, 2002).

Além de se observar efeitos colaterais desse mesmo tipo de controle nos educadores, que tem seu ambiente e condições de trabalho prejudicados pelas condições promovidas por agências de controle envolvidas na educação, fazendo do ensinar um processo adoecedor: desistência, sentimento de incapacidade, de desajuste, estresse, e consequências orgânicas como pressão alta, irritabilidade, choro fácil, dores e outras consequências de ordem psicopatológica, como insônia, depressão e ansiedade (MURTA, 2001); como já exposto.

Todos esses conhecidos efeitos adversos de um controle coercitivo (SIDMAN, 1995) tornam o processo de ensino-aprendizagem ainda mais difícil. Incapacitando seus atores e criando padrões comportamentais opostos aos que se espera numa situação ideal. Certamente existe um problema no ensino, um desafio a ser solucionado.

Com o avanço científico do ensino buscou-se, além de tornar as contingências envolvidas no aprender mais reforçadoras, também eliminar estimulações aversivas no ambiente de ensino (SKINNER, 1972). Porém, quando da alteração das

recomendações não se produzem modificações funcionais, pode-se dizer que em realidade se substituíram estímulos aversivos antigos por estímulos aversivos novos (ibid.), restringindo a revolução na ciência da aprendizagem a uma transformação morfológica, substituindo-se o castigo físico à violência psicológica (ARAGÃO & FREITAS, 2012).

2.2. DA CRÍTICA À PROPOSIÇÃO

Diante deste cenário adverso que não é exclusividade Brasileira — diagnosticado em outros países essa ineficiência educacional como em Skinner (1984) —, diferentes analistas do comportamento desenvolveram abordagens e metodologias próprias de ensino, que embora diferentes entre si no que confere às suas ênfases principais, seguem um mesmo *continuum*, graças à solidez da tríade análise aplicada, análise experimental e behaviorismo (figura 1).

2.3. INSTRUÇÃO PROGRAMADA

O próprio Skinner desenvolveu, assentado no campo teórico produzido pelo enfoque que ele mesmo iniciou, uma tecnologia do ensino (SKINNER, 1972).

Os principais marcos dessa metodologia, chamada de Instrução Programada (IP), são (GUILHARDI et al, 2011):

2.3.1. UTILIZAR REFORÇAMENTO POSITIVO

A grande marca do Behaviorismo é a defesa do reforço positivo (SIDMAN, 1995) como principal instrumento para construção de repertório desejado. E também é o grande pilar da instrução programada (SKINNER, 1972).

O que não significa reforçar tudo que o aluno faz e sim tornar o reforço contingente e dispendê-lo diferencialmente a respostas específicas em momentos específicos.

Dar feedbacks imediatos

Um elemento importante do ensino programado é a necessidade do feedback imediato, que não necessariamente precisa vir do tutor, abrindo margem para o uso de máquinas no ensino capazes de fornecer esse feedback imediato (SKINNER, 1972).

Essa exigência se fundamenta no fato de que se reforçando com atraso pode se incorrer no risco de estar reforçando resposta outra, dada nossa alta sensibilidade filogenética a estímulos proximais em detrimento de estímulos distais temporalmente (SKINNER, 1953).

Comparar o indivíduo com ele mesmo

Não se compara o indivíduo com outros. E sim, o indivíduo com ele mesmo. Na justa medida em que cada sujeito tem uma história de reforçamento própria e parte de um ponto único em relação aos outros.

Dividir a aquisição do comportamento terminal em etapas menores

Aqui não se fala na divisão Cartesiana, enquanto aquela em que existe uma sequência *a priori* da conteúdo que emerge da própria organização estrutural do mesmo. Na verdade essa divisão deve ser programada. Sobre isso, Skinner escreve: “Comportamentos de grande complexidade não podem ser reforçados de uma vez, nem podem, como algumas vezes se supõe, ser simplesmente divididos e reforçados parte por parte. *Devem ser programados.*” (1972, p. 208 - grifo nosso).

Com essa frase ele explora a dimensão programada, que não por acaso faz parte do binômio instrução *programada*, enquanto aquela na qual o aluno vai construindo repertório planejadamente, de modo que para responder à fase seguinte o aprendiz deve ter sido capaz de absorver elementos da fase anterior que serão constitutivos das sequências ulteriores.

Induzir acerto para promover uma aprendizagem sem erros e tornar a aprendizagem reforçadora por si mesma

Indo na contramão de uma noção tradicional de ensino de que o aluno aprende errando, a instrução programada tem como diretriz a indução ao acerto (SKINNER, 1972). Isso evita que a aprendizagem se torne um aversivo condicionado na medida em que erros já o são condicionados pela comunidade como estímulos aversivos. Além de tornar a aprendizagem reforçadora por si mesma, já que estará associada a reforçadores condicionados como acertos e todas as transformações no mundo que se tornam possíveis com a aprendizagem.

Monitorar performance

Conforme desenvolvido nos primeiros tópicos deste trabalho, o behaviorismo se baseia em mensurações objetivas do comportamento para construir suas hipóteses a respeito das relações entre o organismo e o meio ambiente. Tão logo, essa atenção aos dados de performance não poderia ser negligenciada em uma instrução programada.

Por isso, também é uma das marcas da instrução programada o monitoramento da performance do aluno (ibid.).

Planejar a manutenção do comportamento

Como nem sempre as mesmas contingências responsáveis pela instalação são aquelas que mantêm o repertório, é de interesse do analista do comportamento programar a manutenção do que foi aprendido (ibid.). Se atentando também para a generalização do repertório para além do ambiente da intervenção e ao longo do tempo.

2.4. PERSONALIZED SYSTEM OF INSTRUCTION⁶

Fred Simmons Keller, uma figura próxima a Skinner, sobre quem o próprio chegou a escrever "foi muito devido a Fred que eu resisti às predisposições mentalistas do departamento e permaneci behaviorista" na sua biografia (SKINNER,

⁶ Sistema Personalizado de Instrução

1979 apud KERBAUY, 1996); também desenvolveu uma proposta de ensino: o PSI, ou *Personalised System of Instruction*.

Focado no aspecto do planejamento, acompanhamento, flexibilidade e protagonismo do aluno no processo de ensino-aprendizagem, sua proposta se funda em 5 características principais (TODOROV et al, 2009).

Domínio sequencial do estudo

A matéria a ser ensinada é dividida em partes menores, como unidades, e o aluno só passa de uma à outra quando tem total domínio da anterior. Esse método minimiza a exigência entre uma fase e outra em momentos futuros e a probabilidade de erro. Também permite-se ao aluno que refaça a avaliação quantas vezes for necessário.

Ênfase na palavra escrita

"Se uma informação é importante, o aluno deve poder acessá-la quando for necessário" (TODOROV et al, 2009). Em esquemas de ensino PSI, o aluno dispõe de tudo que é importante enquanto conteúdo de forma escrita, se opondo à modelos tradicionais em que o que é relevante é transmitido oralmente (ibid.).

Ritmo Próprio

O aluno tem a possibilidade de seguir conforme seu próprio ritmo, não sendo atrasado nem apressado por outros como ocorre em outros modelos (ibid.), que geram frustração, raiva e sentimentos de incapacidade e incompetência.

Papel indispensável do tutor/monitor

A análise experimental do comportamento demonstra a importância da imediatividade do reforço para a instalação de repertórios. No escopo do PSI, o

feedback imediato fica a cargo de um tutor ou monitor encarregado de oferecer suporte ao aluno sempre que este requisitar (ibid.).

Aulas como veículo de motivação

As exposições em sala de aula deixam de ser a fonte primordial de informações sobre a disciplina e servem de motivação e geradoras de interesse nos alunos, podendo fugir do enquadramento das instituições; não havendo obrigatoriedade de presença dos alunos (ibid.).

2.5. PRECISION TEACHING⁷

Precision Teaching é um método de ensino idealizado por Ogden Lindsley e desenvolvido por professores que tem como base os 4 pilares — as *founding policies* (LINDSLEY, 1990):

- Monitoramento diário de frequência
- Auto-monitoramento
- Uso de gráficos padronizados para mostrar mudanças bruscas
- Ninguém conhece melhor a criança do que ela mesma

O próprio fundador define o Precision Teaching da seguinte maneira: “Precision Teaching é basear decisões educacionais em mudanças auto-monitoradas em frequências de performance.” (LINDSLEY, 1992)

Em outras palavras, Precision Teaching é utilizar os dados gerados pelo próprio auto-monitoramento das frequências comportamentais (isto é: quantas respostas corretas ou incorretas por minuto, por exemplo) do aluno para prever performances futuras e com isso tomar decisões educacionais (que não são verticais, como o quarto pilar coloca, ou seja, a criança [ou adulto] conhece ela melhor do que ninguém) mais apropriadas e eficientes, focando sempre tanto o comportamento preciso [*accuracy*] e fluente [*fluency*] (ibid.)

⁷ Ensino de Precisão

Monitoramento diário de frequência

Este pilar chama a nossa atenção para dois fatores importantes na aprendizagem: tempo e dados ao longo do tempo.

Tempo. Usar como medida de aprendizagem a porcentagem de respostas corretas tem consequências indesejáveis (LINDSLEY, 1992). A primeira é que usar porcentagem de respostas corretas para medir desempenho esconde diferenças relevantes na aprendizagem. A exemplo: duas crianças que tiraram 9 (90% de respostas corretas) não necessariamente tem o mesmo domínio do conteúdo. E a educação tendo como objetivo a apreensão e não somente a memorização do material tem que se ater também ao tempo necessário para executar a tarefa, visto que é um bom parâmetro para o domínio a fluência do que foi aprendido (KUBINA, 2000). A segunda é que a aprendizagem começa a tomar a seguinte forma: se torna lenta (na medida em que o comportamento final que vai ser reforçado não requer velocidade), altamente precisa e por fim, mas como consequência, o aluno se torna pouco tolerante a erros, encarando o desvio para baixo da porcentagem como extremamente aversivo (também por conta do esforço ambiental em tornar esse desvio aversivo, com sanções e punições), inibindo criatividade e exploração (LINDSLEY, 1990).

Dados o longo do tempo. Tão importante quanto embutir tempo na medida de desempenho, como acontece no uso de frequência, é usar medidas ao longo do tempo para acompanhar a evolução do aluno (ibid.). Aplicar provas bimestrais e utilizá-las para representar o desempenho ao longo de dois meses é falacioso na justa medida em que é em primeiro lugar uma medida do quanto o aluno sabe responder questões de prova, e segundo é uma medida do quanto ele sabe responder aquelas questões naquele momento, naquele contexto. Assim, o que o Precision Teaching defende é a necessidade de avaliar o desempenho usando tempo e ao longo do tempo, sobretudo diariamente (ibid.). O que permite um panorama mais vivo e orgânico e a qualquer momento da evolução do comportamento do indivíduo em contexto real, permitindo a predição futura, a partir do ritmo apresentado, e a alteração em estratégias de ensino para atingir determinados objetivos.

Automonitoramento

O auto-monitoramento por parte do aluno do próprio desempenho garante a ele uma apropriação e implicação maior do seu sucesso pedagógico (LINDSLEY, 1990). Muda, essencialmente, a chave do ensino de um comportamento passivo, que pouco tem a ver com o que é quase unânime hoje no mundo da Psicologia da aprendizagem e Pedagogia que é a importância de uma atitude ativa diante do que se aprende (DAVIS et al, 2012)(FREIRE, 1999)(PIAGET, 1985)(VIGOSTKY, LURIA & LEONTIEV, 1998)(WALLON, 1975), para uma ação mais imersiva e ativa, principalmente.

Isso também confere ao aluno um poder maior sobre o próprio sucesso escolar, não colocando ele em uma posição submissa e de “pouco saber”. Podendo, acima de tudo, participar das decisões que vão resultar na mudança do seu desempenho (ibid.).

Prova do valor dessa prática é que quase invariavelmente seu desempenho muda quando começa a se auto-monitorar (LINDSLEY, 1992), tornando a criança mais sensível a esse tipo de estímulo verbal construindo um repertório que é de especial importância para sua vida, tanto em condições em que autocontrole é necessário quanto em tomada de decisão. Esse valor é maior ainda quando se postula que ser sensível ao próprio comportamento e desenvolver autocontrole desde criança é peça chave para um crescimento saudável, sendo elemento crucial no que Skinner entende como uma sociedade *quase* perfeita (SKINNER, 1948).

Uso de gráficos padronizados para mostrar mudanças bruscas

Três elementos são significativos no monitoramento: o uso de gráficos, o uso de padronização e a atenção à mudanças bruscas e não pequenas (LINDSLEY, 1990).

Uso de gráficos. O uso de gráficos conduz a uma visualização mais rápida e representativa do que se passa com o desenvolvimento pedagógico de cada estudante em particular (ibid.). Primordialmente é utilizado gráficos de curva acumulada de resposta, que por sua natureza nos leva a ser mais sensibilizados por mudanças grandes e não pequenas no comportamento (ibid.).

Padronização. A padronização não é difícil de ser defendida quando estamos em um contexto no qual é necessária a comparação. Não se trata aqui da comparação entre alunos e sim entre o comportamento passado e presente dele mesmo. Esse tipo de postura é um produto da história da análise do comportamento que se inicia nos ambientes experimentais (SKINNER, 1953). As principais descobertas quanto a processos comportamentais eram feitas utilizando metodologias científicas de sujeito único, sendo o sujeito experimental o próprio controle. A padronização permite, portanto, uma comparação mais fiel de diferentes estratégias de ensino com um mesmo aluno, possibilitando também uma comunicação melhor entre profissionais da educação, uma vez que o dado está estandardizado.

Valorização de grandes mudanças em detrimento de pequenas. Em um ambiente complexo como é o da vida de qualquer organismo, por mais simples que ele seja, variáveis importantes sempre produzem e sempre produzirão mudanças grandes no comportamento deste, enquanto variáveis não tão importantes conduzem a um efeito inverso. Atentar para essa propriedade da relação entre organismo e meio nos leva a priorizar estratégias que manipulem as variáveis que produzem o primeiro resultado, pois são elas as mais relevantes no contexto de estudo (LINDSLEY, 1990). Em se tratando de Educação voltada à desempenho, é ainda mais importante ter esse tipo de preocupação. E a utilização de gráficos em curva acumulada de respostas permitem justamente isso (ibid.). Ainda que eles escondam mudanças triviais quando mudanças ambientais são operadas. Lindsley defende que se mudanças triviais acontecem é porque a mudança de operação também o é (1990).

O nome dado a estes gráficos preenchidos pela própria criança é: *Standard Celeration Chart* (que em português seria algo como Gráfico Padronizado de “Celeração”).

Ninguém conhece melhor a criança do que ela mesma

De todos os pilares talvez este possa ser o mais importante segundo Lindsley (ibid.. Não a toa que é o *slogan* do Precision Teaching: *The Child Knows Best*⁸.

⁸ A criança sabe melhor

A história dessa *funding policy* é explicada por Lindsley com referência a uma conversa que ele teve com Skinner na época em que era seu aluno em Harvard (ibid.). Ele conta que estudando processos de extinção comportamental os dados do experimento foram na contramão do que devia de se esperar de acordo com o livro-guia. Desorientado ele foi até Skinner e mostrou os gráficos, recebendo como resposta: "*In this case the book is wrong! The rat knows best! That's why we still have him in the experiment!*"⁹

Essa posição dedicadamente empirista apontava tanto para a magnitude que a indução tem no processo de construção de conhecimento assim como para o fato de que devemos sempre colocar o fenômeno acima da teoria. A criança acima da nossa pré-concepção do que consideramos certo ou errado.

Isso quer dizer que em Precision Teaching a criança muitas vezes define qual vai ser a estratégia de ensino que vai ser utilizada, selecionando até mesmo como será recompensada e o que será monitorado, de comportamentos acadêmicos a comportamentos não-acadêmicos (ibid.).

Desenvolvido para os professores e pelos professores

Uma marca importante do Precision Teaching é que ele não foi criado em ambientes artificiais e sem conexão com a prática dos professores. Lindsley clarifica (1990, 1992) que os professores são os grandes desenvolvedores da prática, fazendo descobertas que até mesmo nutrem o campo experimental da análise do comportamento. Grande parte destas contribuições são encontradas em artigos compilatórios como em Lindsley (1992).

Dois exemplos práticos são aqui relacionados devido seu valor em ilustrar o caráter prático-pedagógico do método.

Ensino de crianças (JOHNSON, 1989). Em combinação com outros métodos comportamentais como Direct Instruction, e Instructional Design de Tiemann-Markle foi possível fazer crianças rotuladas com problemas de aprendizagem avançarem mais de 2 séries por ano.

⁹ Neste caso o livro está errado, o rato está certo. Por isso ainda o temos no experimento.

Ensino de adultos (JOHNSON, 1991). Aplicada em repertórios de escrita, leitura e matemática conseguiu fazer adultos avançarem aproximadamente 2 séries por mês. Com uma média de 20h de instrução por mês eles conseguiam avançar algo em torno de 1,7 série por mês, sendo que na época o *standard* americano era uma exigência de 1 série para cada 100h. Ou seja, o método baseado em Precision Teaching era super-produtivo [*overproductive*] ensinava muito mais em muito menos tempo e com muito mais qualidade (LINDSLEY, 1990).

2.6. O QUE TODAS ESSAS METODOLOGIAS TÊM EM COMUM

Todas essas metodologias possuem em comum a aplicação dos conceitos da análise do comportamento com métodos e efeitos cuidadosamente descritos. As principais características presentes são:

- a) predomínio do uso de reforço positivo;
- b) monitoramento dos resultados pedagógicos;
- c) feedback imediato;
- d) papel indispensável de um professor no processo de aprendizagem enquanto aquele que descreve e/ou operacionaliza contingências.

3. O DESAFIO DO ENSINO DE REPERTÓRIOS COMPLEXOS

Uma série de atividades humanas necessárias para sobrevivência no meio natural ou cultural podem ser caracterizadas como complexas. Seja pelo seu encadeamento longo, multi-controlado por uma série de estímulos e relações diferentes, ou pelo envolvimento de comportamento verbal.

Encadeamentos. Uma cadeia comportamental é considerada encadeada quando a resposta anterior produz a situação ambiental na qual a resposta ulterior foi reforçada no passado; de modo que a ocorrência da primeira aumenta a probabilidade da emissão da segunda. Um comportamento complexo envolveria a presença de cadeias que envolvem muitas respostas, mantidas essas pela produção de um reforço final resultado dessa sequência. Skinner sobre isso escreve: “Uma

resposta pode produzir ou alterar algumas das variáveis que controlam outra resposta. O resultado é uma ‘cadeia’” (1953, p. 244).

Controle Múltiplo. Em comportamentos simples as variáveis ambientais que os controlam são poucas e de fácil manipulação. Enquanto que em comportamentos complexos é marcada a presença de múltiplas fontes de controle, como o comportamento verbal: “Todo comportamento verbal continuado é multiplamente determinado” (ibid, p. 230).

Comportamento Verbal. O comportamento verbal, podendo ser definido como “(1) comportamento operante (2) que foi/tem sido reforçado (3) por meio da mediação de um ouvinte (4) especialmente preparado para agir como mediador (5) por uma comunidade verbal” (SERIO et al, 2010) é talvez uma das principais fontes de complexidade do comportamento humano (FOXALL, 1994). Sendo responsável, inclusive, pelo favorecimento da emergência das outras condições que caracterizam o comportamento complexo. Com a possibilidade de agir no meio indiretamente e de ensinar/aprender com menor grau de risco de produção de situações potencialmente danosas ou aversivas, o comportamento verbal se faz especialmente presente na construção de comportamentos complexos. Possibilitando o surgimento de um tipo de controle diferente do que está submetido outros animais, o controle por descrições de contingências, ou controle por regras.

3.1. A EXTENSÃO DA PRESENÇA DO COMPORTAMENTO COMPLEXO E O APRENDIZADO SOCIAL NA CULTURA

Considerando seu passado evolutivo e extensão de presença do comportamento verbal, o ser humano então tem caminhos diferentes de aprendizado, sem desconsiderar os entrecruzamentos entre eles:

- a) o aprendizado pelo contato direto com as contingências — compreendendo o condicionamento reflexo e operante;
- b) e o aprendizado pela descrição de regras — compreendendo o condicionamento operante principalmente em contexto social.

Sobre a aprendizagem em contexto social são considerados os diferentes tipos de construção de repertório: imitação, modelação e modelagem.

Na *imitação* o indivíduo responde sob controle dos estímulos gerados pelo responder do organismo-modelo, havendo diferentes graus de conformidade física entre o responder primeiro e segundo. *Modelação*. Aqui a situação é parelha à imitação, entretanto, na modelação o organismo-modelo é sensível ao responder do organismo que imita. Na *modelagem* não há conformidade física entre o responder de um organismo-modelo e um outro. Contudo, o indivíduo aprendiz ainda responde sob controle de condições ambientais produzidas pelo organismo que ensina, sistematicamente arranjadas por esse para promover aproximações sucessivas que partem de uma proto-resposta até uma resposta-final (SERIO, 2010).

Fica claro que Interações entre pares são promotoras de repertórios mais complexos do que aquelas interações entre a natureza inorgânica. Muito por causa das variações que são marca dos organismos vivos. Um único organismo se comporta em relação à um objeto natural de forma muito restrita, mas um organismo se comporta em relação à outro de formas muito variáveis.

Certamente, a aprendizagem social fomenta a emergência de repertórios complexos que são catalisados pelo controle operante que os primatas superiores possuem da musculatura vocal. Assim, os seres humanos, na medida em que são extremamente sensíveis ao outro — principalmente por conta da prematuridade em que nascem em virtude de alterações ósseas decorrentes da evolução bípede — são muitos mais propensos a se comportarem de modo complexo, quando comparados à outros animais.

Por conta disso, a vida humana é repleta de comportamentos complexos aprendidos ao longo da vida. Desta forma, o próprio sucesso do indivíduo enquanto ser social passa pela sua capacidade de agir com, para e pelo outro, aprendendo comportamentos que ocorrem em ambientes em que seus semelhantes estão ou não presentes.

Desta forma, dado o caráter aprendido destes repertórios e sua natureza complexa, a análise do comportamento enquanto forma de programar e planejar essa aquisição de comportamentos complexos assume especial importância. Assim como

assume especial importância o conhecimento do ser humano das variáveis que controlam a aquisição — e por vezes a não-aquisição — destes repertórios.

4. O CUBO MÁGICO, OU CUBO DE RUBIK (RUBIK'S CUBE)

Um excelente exemplo de repertório facilmente reconhecido como complexo é aquele necessário para realizar a resolução do Cubo Mágico. O Cubo de Rubik, como também é conhecido, é um hexaedro de peças móveis e faces multicoloridas que admite um número astronômico de possibilidades (RUBIK, 2018) sendo que apenas uma configuração é entendida como a solução do problema.

Ele é dividido em 6 faces de cores diferentes com peças centrais que não se movem e peças periféricas móveis. Essas peças periféricas são divididas em peças duplas e triplas. As duplas, ou “de meio”, são aquelas que contém partes de duas faces e ao mesmo tempo tocam o centro dessas duas faces. As triplas, ou “de canto”, por sua vez contém partes de três faces.

Os movimentos possíveis são nomeados arbitrariamente, aqui se opta pela seguinte classificação, considerando o cubo estando na posição da figura 2:

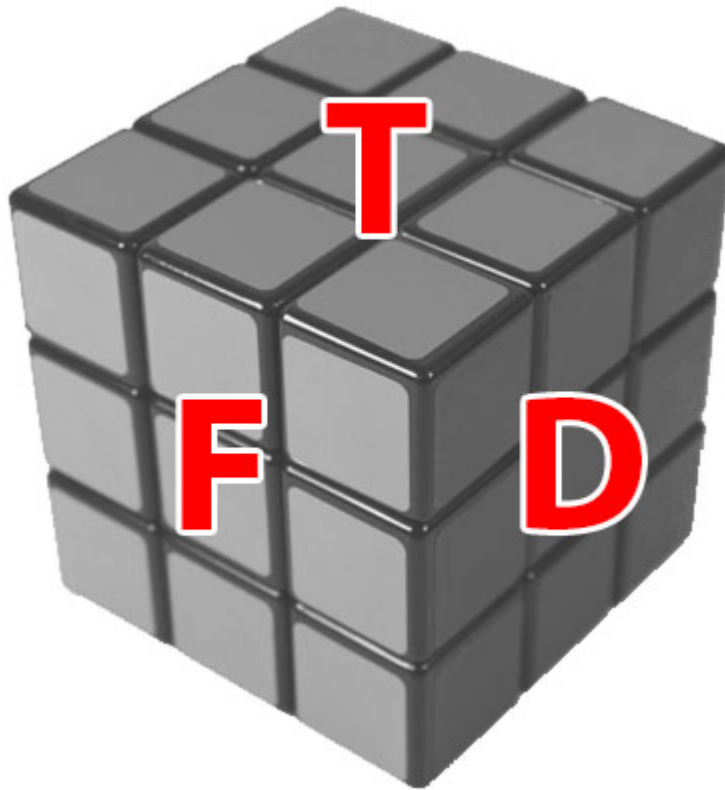


Figura 2 - Cubo na posição FTD, em que F é Face, T é Topo e D é Direita

- Movimentos de Face (MF)
 - Face Horário (F)
 - Face Anti-Horário (F')
 - Giro duplo da Face (F2, 2F ou F²)

- Movimentos Laterais (ML)
 - Direita Horário (D)
 - Direita Anti-Horário (D')
 - Giro duplo da Direita (D2, 2D ou D²)
 - Esquerda Horário (E)
 - Esquerda Anti-Horário (E')
 - Giro duplo da Esquerda (E2, 2E ou E²)

- Movimentos de Topo (MT)
 - Topo Horário (T)
 - Topo Anti-Horário (T')

- Giro duplo no Topo ($T2$, $2T$ ou T^2)
- Movimentos de Base (MB)
 - Base Horário (B)
 - Base Anti-Horário (B')
 - Giro duplo na Base ($B2$, $2B$ ou B^2)
- Movimentos de Costas ou Fundo (MCF)
 - Costas Horário (C)
 - Costas Anti-Horário (C')
 - Giro duplo nas Costas ($C2$, $2C$ ou C^2)
- Movimentos de Centro (MC), ou Movimentos Laterais Conjugados (MLC)
 - Centro Horário (Ct ou $D' + E'$)
 - Centro Anti-Horário (Ct' ou $D + E$)
 - Giro duplo no Centro ($Ct2$, $2Ct$, Ct^2 , $2[D+F]$ ou $[D+F]^2$)

Para a resolução do desafio são exigidos uma série de comportamentos intermediários que devem ser orquestrados com precisão, do contrário perde-se todo o progresso.

4.1. A LÓGICA DE RESOLUÇÃO

Os métodos de resolução do Cubo Mágico de um modo geral são baseados na operação de algoritmos, sequência de movimentos específicos, que quando são capazes de alterar apenas partes singulares do cubo deixando o resto como antes dá-se o nome de Macros.

Estes Macros podem ser derivados matematicamente gerando diferentes algoritmos que se corretamente encadeados podem levar a resolução bem sucedida de uma fileira, face, conjunto de faces ou o cubo inteiro.

De fato, fora esse tipo de derivação algébrica para resolver o cubo baseado em Teoria dos Grupos (Hutchings, 2011; MIT, 2009) que culminou nas primeiras resoluções do quebra-cabeça nos seus anos iniciais de vida.

4.2. MÉTODO TRADICIONAL DE RESOLUÇÃO: O MÉTODO POR CAMADAS

Logo, algumas pessoas começaram a organizar esses algoritmos em sequências que se corretamente seguidas resultavam no cubo organizado em cores distribuídas uniformemente entre as faces.

O primeiro desses métodos foi proposto por Singmaster (1982) sendo um precursor do método hoje largamente difundido conhecido como Método por Camadas. Atualmente, quase todos os modelos de ensino — principalmente os veiculados em plataformas online — são variações desse modelo por camadas.

O Método por Camadas consiste em dividir a resolução do cubo em 4 etapas, cada qual com seu objetivo provisório específico e subdivisões. Nesse presente trabalho opta-se por dividi-lo da seguinte forma:

- α) Resolução de uma face inicial: com o cubo todo embaralhado busca-se completar apenas uma face. A exemplo, a branca.
 - $\alpha 1$) Cruz na face oposta: a primeira parte consiste em posicionar quatro peças duplas brancas no centro amarelo.
 - $\alpha 2$) Cruz na face correta: em seguida as cores que compõem as peças duplas se alinham com seus centros correspondentes e emergem para a face branca.
 - $\alpha 3$) Cantos da face correta: então são organizadas as peças triplas da face branca compondo os cantos e finalizando a face como um todo.
- β) Resolução da segunda fileira nas faces adjacentes: observar-se-á que então teremos uma face e uma fileira inteira feita nas faces adjacentes, posicionando o cubo de modo que a face feita vire a base. Aqui o objetivo então é finalizar a segunda fileira, organizando as peças duplas que precisam ser realocadas.

- γ) Resolução da face oposta àquela que se iniciou a resolução: feito isso, agora os esforços se concentram em completar a face oposta a que se iniciou, no caso, a amarela.
 - $\gamma 1$) Cruz no topo: inicia-se ajustando as peças duplas com a cor da face do topo nos seus lugares correspondentes.
 - $\gamma 2$) Cantos do topo: finaliza-se ajustando-se o posicionamento das peças triplas da face de modo a completar a face inteira.
- δ) Resolução da terceira fileira nas faces adjacentes: por fim, resta apenas finalizar a última fileira restante, realizada essa última etapa o cubo está resolvido.
 - $\delta 1$) Cantos finais: o penúltimo objetivo nesta resolução é ajustar as posições das peças triplas que compõem a última fileira.
 - $\delta 2$) Centros finais: por fim, resta apenas ajustar as peças duplas remanescentes que estão na última fileira. Ao final desta etapa o cubo está completamente resolvido.

Ao todo somam-se 8 etapas em 4 fases e os principais algoritmos presentes (usados em diferentes situações)¹⁰ em cada uma delas são os que seguem:

- $\alpha 1$: D F' D' F
- $\alpha 2$: nB 2F
- $\alpha 3$: D' 2B D B D F' D'
- β : nT D T' D' F' D F'
- $\gamma 1$: F T D T' D' F'
- $\gamma 2$: D T D' T D 2T D'
- $\delta 1$: D' F' D' 2C D F' D' 2C 2D
- $\delta 2$: 2F nT Ct 2T Ct' nT 2F

Uma variação desse modelo é conhecido como Método Friedrich, ou F2L. Se tratando, em resumo, de um encurtamento do tempo de resolução agregando diversas

¹⁰ Descrever os algoritmos e suas variações permutadamente conforme diferentes possíveis cenários e configurações do cubo implicariam em um texto muito extenso e que fugiria ao escopo do trabalho.

partes do processo de resolução por meio de algoritmos diferentes dos utilizados no método tradicional. Um destes encurtamentos é realizando mesclando $\alpha 3$ e β em uma só fase, além de algoritmos que concluem a fase γ em uma só etapa.

5. MÉTODOS DE ENSINO DO CUBO MÁGICO

Não considerando os métodos de resolução, existem ao menos três formas gerais de ensinar o cubo. A primeira é ensinar o aprendiz a gerar as regras verbais que por sua vez controlarão o comportamento de resolução do cubo com base em operações aritméticas. Esse método pode ser encontrado em pesquisas como a de Neary (2013).

A segunda é colocar o comportamento de resolução das etapas intermediárias do cubo mágico sob controle de algoritmos, já derivados, que descrevem como o aprendiz deve se comportar diante de determinadas condições do cubo e quais as consequências que ele produzirá.

A terceira consiste em colocar o comportamento de resolução das etapas intermediárias do cubo sob controle de histórias que funcionam como analogias aos movimentos e modificações no cenário do cubo por terem partículas verbais que possuem baixa probabilidade de ocorrer naturalmente como tatos.¹¹ Além disso, esses métodos podem ser permutados com a presença ou ausência de um instrutor.

5.1. MÉTODO DE ENSINO POR DERIVAÇÃO DE MACROS

Esse método é resumido em Neary (2013) que ensina a derivar em um cubo 2x2:

“Solving a Rubik’s cube is undoubtedly non-trivial; however, **with the right motivations, one can find algorithms** that will manipulate the cube in useful ways, allowing one to gradually approach a solved cube. Using basic group theory (...)[*and analysing*¹²] the permutation of facelets resultant of a face turn, and then the products of various permutation compositions. Having recognized the rearrangement of

¹¹ O Tato é um operante verbal que ocorre sob a presença de um estímulo qualquer e que é conseqüenciado com um estímulo reforçador generalizado (SKINNER, 1957). Sendo por vezes chamado de Descrição pela comunidade verbal.

¹² Grifos e colchetes meus

facelets, we can identify the area of manipulation and work toward matching our desired region of change to that area. (...) **These sequences of moves would be memorized**, but you have seen that **they can be just as well derived with a little logic**, strategy, and permutation analysis. ” ¹³

Dessa descrição podemos entender que o método consiste em instruir o aluno a produzir os macros. Que são na verdade resultado de operações aritméticas como já dito. Mais interessante é a forma como Neary (ibid.) apresenta os fatores necessários para o aprendizado como simples de serem manipulados, desconsiderando a longa história de reforçamento não mencionada que se faz necessária para o indivíduo ter os repertórios necessários para produzir as regras que controlarão o comportamento de derivação que por fim produz regras outras que controlarão o comportamento de resolver o cubo, devendo assim ser memorizadas. Sendo entendido como fundamental que o sujeito tenha as “motivações certas”, como se o sucesso dependesse mais de um desejo, do qual não se sabe a natureza, que de uma história de relação entre o sujeito e a matéria em que deve trabalhar para aprender a realizar o cubo.

Ainda que o artigo de Neary (2013), como o de Hutchings (2011) e o publicado pelo grupo de estudos do Rubik’s Cube do MIT (2009) apontem para um ensino que dispensa um instrutor, há ainda a possibilidade de que essa derivação seja acompanhada e tutorada por um indivíduo suficientemente treinado para funcionar como um instrutor.

5.2. MÉTODO DE ENSINO POR ALGORITMOS

Uma consequência direta do ensino de derivação, por sua vez prescinde dessa etapa inicial que demanda “um pouco de lógica” (NEARY, 2013). É apresentado ao indivíduo o produto final desse processo e ele tem como desafio colocar seus movimentos manuais sobre controle de notações específicas de movimentos,

¹³ “Resolver um cubo mágico é sem dúvidas não-trivial; Contudo, com as motivações certas, pode-se encontrar os algoritmos que irão manipular o cubo de maneiras úteis, permitindo-se que gradualmente se aproxime do cubo resolvido. Usando Teórica de grupos básica (...) [e *analizando*] a permutação resultante de uma virada de face, e então os produtos de várias composições de permutações. Tendo reconhecido o rearranjar das facetas, podemos identificar a área de manipulação e trabalhar em direção à atingir a desejada mudança naquela área. (...) Essas sequências de movimentos devem ser memorizadas, mas você viu que elas podem ser bem derivadas com um pouco de lógica, estratégia e análise permutacional.”

ilustradas na seção 4.2.1. deste trabalho, e então ter de orquestrar as sequências que usará para sair do cubo desorganizado para uma orientação que quando produzida, garante reforço social generalizado.

Este é o método que protagoniza grande parte dos tutoriais disponíveis em plataformas de divulgação de vídeos como o YouTube.com. Pesquisando “como resolver o cubo mágico?” no Google, o primeiro resultado é um vídeo hospedado no YouTube no qual o instrutor ensina a partir dessa estrutura citada acima¹⁴.

Os comentários realizados pelos usuários que assistiram o vídeo é bem ilustrativo da efetividade desse método, além de também ilustrarem alguns efeitos colaterais do ensino controlado por contingências aversivas:

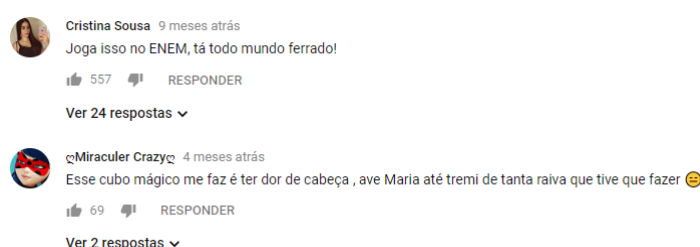
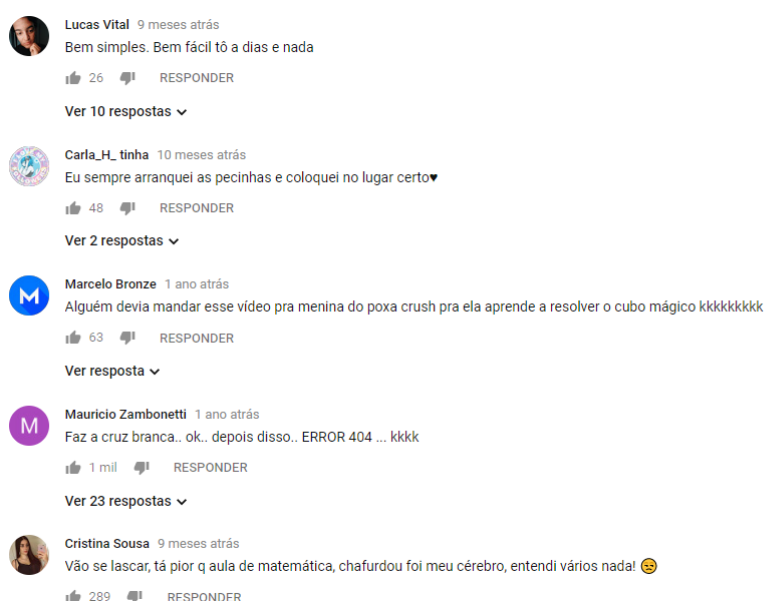


Figura 3 - Captura de tela de dois dos principais comentários do primeiro vídeo¹⁵

O primeiro comentário representa o caráter aversivo do qual o desafio do cubo é contaminado e o segundo demonstra uma consequência emocional própria do controle aversivo.



¹⁴ Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=Qhx8pKyxCrM>> acesso em Fevereiro de 2019

¹⁵ Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=Qhx8pKyxCrM>> acesso em Fevereiro de 2019.

Figura 4 - Captura de tela de outros 5 principais comentários do primeiro vídeo¹⁶

Aqui o primeiro comentário ironiza a facilidade citada no vídeo que não se efetiva no método de ensino e que também é apontada implicitamente como uma característica do aprendizado da resolução por macros por Neary (2013). No segundo comentário um usuário descreve um comportamento que é comum em situações que vigoram o controle aversivo, o contra-controle. O terceiro tem pouco valor para nossa análise. O quarto e o quinto apontam para a mesma dificuldade em colocar o comportamento de resolução sob controle dos algoritmos, em que chega-se a fazer comparações com a matemática, assim como estão presentes elementos próprios de um contra-ataque, também comportamento que surge como efeito colateral do controle aversivo.

5.3. MÉTODO DE ENSINO POR HISTÓRIAS

Assim como existem vídeos que ensinam o aprendiz a resolver o cubo a partir da memorização de algoritmos, existem aqueles que tornam essa memorização um tanto quanto mais lúdica, eliminando o elemento aversivo dos algoritmos e produzindo condições reforçadores como o caráter cômico e sem sentido das histórias.

5.3.1. MÉTODO DE ENSINO POR HISTÓRIAS SEM INSTRUTOR

Um exemplo deste tipo de ensino são os vídeos, também hospedados na plataforma YouTube, de Cinoto¹⁷. Nos vídeos ele apresenta um modelo de ensino baseado no mesmo método de resolução que tanto esse trabalho quanto o primeiro vídeo se baseiam, o método por camadas. Diferente de outros instrutores, como no primeiro vídeo, ele transforma os algoritmos em histórias e as apresenta com mais calma e dividindo as fases em etapas e dando atenção exclusiva para cada uma delas. Especificando, além de qual comportamento de emitir, a condição anterior e o resultado produzido.

¹⁶ Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=Qhx8pKyxCrM>> acesso em Fevereiro de 2019.

¹⁷ Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=qt7qiYqMN6k>> acesso em Fevereiro de 2019.

Apesar de não estar presente fisicamente enquanto instrutor, ainda assim os comentários adquirem um teor marcadamente diferente.

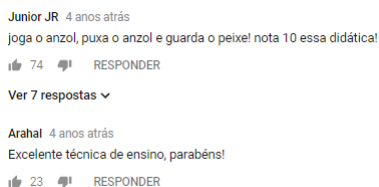


Figura 5 - Captura de tela de dois dos principais comentários do segundo vídeo¹⁸

O primeiro destaca a simplicidade das histórias como fator relevante para seu aprendizado e o segundo reitera esse ponto.

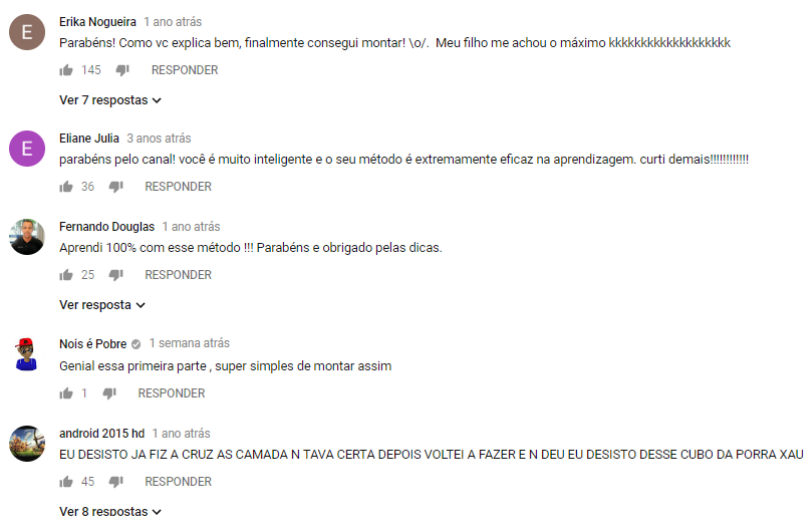


Figura 6 - Captura de tela de outros 4 principais comentários do segundo vídeo¹⁹

O primeiro destaca o reforçamento social produzido com esse método de ensino. O segundo, terceiro e quarto destacam o sucesso pessoal em relação ao cubo e os elementos verbais “seu método”, “esse método” e “assim” deixam implícita uma comparação em curso entre o método de ensino por histórias e o por algoritmos. Entretanto, o último comentário chama atenção ao fato de que esse método não funciona para todas as pessoas e justifica a desistência pela alta taxa de erro e a aversividade que se produz no processo, sendo reiterado por mais de outros 40 usuários. Assim, fica clara a necessidade de uma programação no ensino capaz de dar conta desses pontos chave na aprendizagem do cubo, isto é, uma programação

¹⁸ Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=qt7qiYqMN6k>> acesso em Fevereiro de 2019.

¹⁹ Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=qt7qiYqMN6k>> acesso em Fevereiro de 2019.

que induza ao acerto, que desfaça em grande parte o valor aversivo condicionado do objeto e que ensina o repertório de resolução de modo ao participante sempre ter tanto a motivação, a oportunidade e a capacidade exigidas para resolver as etapas intermediárias do cubo, assim como ele todo.

5.3.2. MÉTODO DE ENSINO POR HISTÓRIAS COM INSTRUTOR

A programação necessária citada no parágrafo anterior é justamente aquela na qual é escopo deste trabalho produzir, sendo a análise do comportamento a ciência capaz de servir os elementos teórico-práticos para o desenho e aplicação desta programação.

E o método de ensino no qual se hipotetiza ser o mais pertinente ao desenho e aplicações referidas para aquisição deste repertório complexo é o método de ensino por histórias e com a presença de um instrutor. Em que este tem como função guiar o aprendizado do aluno e garantir o bom andamento do processo, induzindo acertos, reforçando apropriada e diferencialmente e afastando o mesmo do fracasso e de aversivos.

6. A INTERAÇÃO ENTRE O APRENDIZ E O CUBO

Antes de seguir para a elaboração do problema de pesquisa e por conseguinte para a apresentação do método, assim como os resultados, explora-se brevemente alguns elementos importantes da interação entre o aprendiz e o cubo mágico.

6.1. POR QUE AS PESSOAS DESISTEM?

Os métodos tradicionais de ensino do cubo mágico, similarmente ao que ocorre no ensino de comportamentos complexos como a Aritmética, incorrem no uso de punição (SKINNER, 1972). Seja em sua forma direta ou em sua forma indireta, assim como em sua forma positiva e negativa.

Entende-se aqui como seu modo direto aquele no qual a punição se origina do comportamento do instrutor, intrinsecamente. E indireto como aquele no qual a punição

emerge de relações que se estabeleceram no passado entre o aprendiz com ele, com os outros e com a cultura.

Punição positiva e negativa, por sua vez, são definidas como aquela na qual é acrescentado ao ambiente uma estimulação aversiva e como aquela na qual reforçadores positivos são eliminados contingentes ao comportamento do aprendiz (SKINNER, 1953).

Isto exposto, pode-se dizer que o aprendiz desiste por ao menos um dos motivos: o aprendiz pode não possuir os repertórios necessários para aprender a resolver o cubo mágico; pode não ser reforçador para o aprendiz resolver o cubo mágico; pode ser aversivo para ele entrar em contato com o cubo mágico em virtude de um histórico de punições relacionadas ao puzzle — seja pela alta taxa de erros acompanhada de uma baixa tolerância à aversidade que se acompanha ou pela punição direta que é contingente; seja pelas contingências sociais que estabelecem que o fracasso no cubo é passível de estimulação verbal punitiva de tipo semelhante ao que ocorre no ensino de outros repertórios complexos, como “burro”, “incapaz”.

Desistem por extinção. Logo, é possível dizer que o aprendiz que não é capaz de produzir as alterações no cubo mágico que são de valor reforçador para ele, provavelmente irá cada vez menos frequentemente emitir respostas de manipulação do cubo. Assim, ele termina por desistir.

Desistem por fuga e esquiva. Também é possível dizer que o aprendiz desiste na medida em que entrar em contato com o cubo produz consequências aversivas para ele. Sejam essas consequências produzidas por ele mesmo, por auto-estimulação aversiva, ou por seus pares.

Por fim, o cubo se torna um aversivo ele mesmo, e emitir respostas que distanciam o aprendiz do cubo mágico são reforçadas negativamente. Tão logo, ele desiste. Em sequência é possível observar os efeitos colaterais do controle aversivo. Emitindo respostas de fuga, de contra-ataque e contracontrole. Ilustradas nas figuras retiradas da internet (figuras 7 e 8).

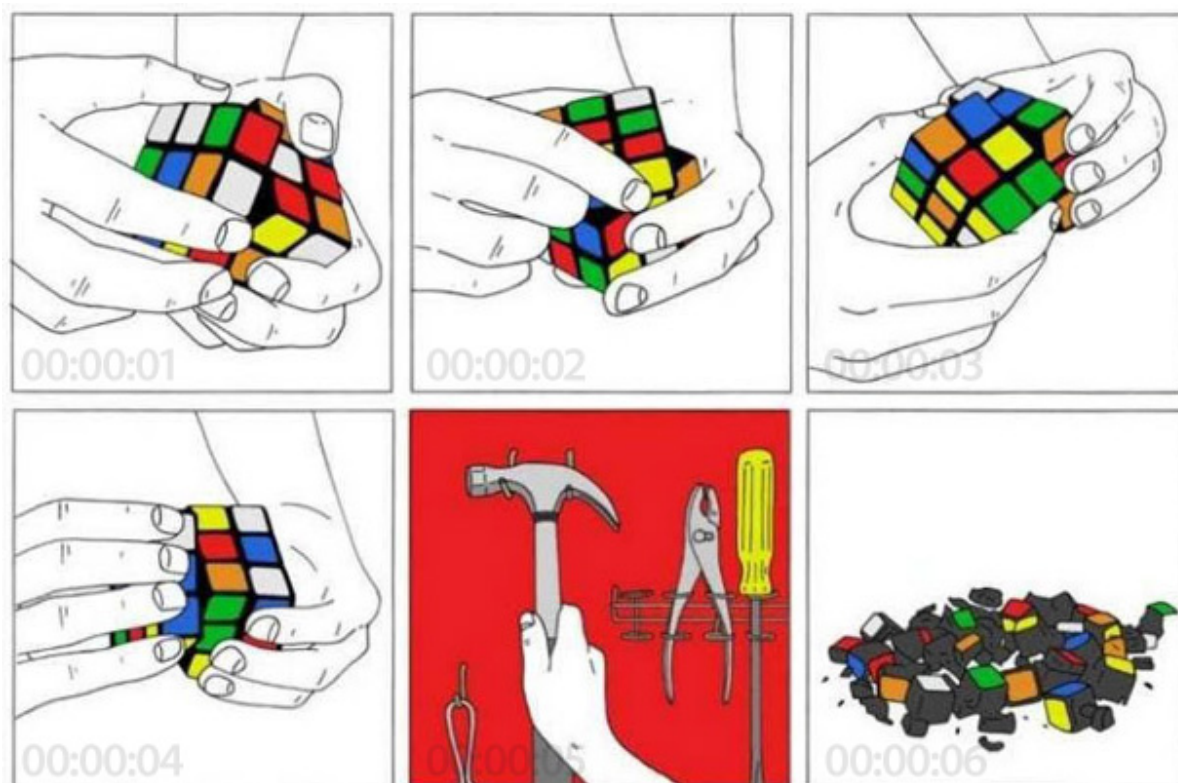


Figura 7 - exemplo de contra ataque em relação ao cubo mágico²⁰

²⁰ Disponível em

<https://lh5.googleusercontent.com/SGTrj6wuiafsdI8YRTgyuY3KTIJy953Y2xn30DkFEDvk_pO9D4q0JEy891lgFovKPGhYbol8CfQrEqp8qKHnCAUcWqHujAFVlQOsW2=s540> Acesso no dia 15 de Março de 2019



Figura 8 - exemplo de contra controle em relação ao cubo mágico²¹

7. PROBLEMA DE PESQUISA

O problema de pesquisa delineado é o que segue: é possível ensinar comportamento complexo como o de resolução do cubo mágico utilizando um modelo de ensino não coercitivo que deriva diretamente de premissas da análise experimental do comportamento humano presentes em diversas de suas tecnologias de ensino?

8. MÉTODO

Escolhe-se como comportamento complexo a resolução do cubo mágico, também conhecido como Rubik's Cube. Um hexaedro de peças móveis e faces multicoloridas que admite um número astronômico de possibilidades (RUBIK, 2018) sendo que apenas uma configuração é entendida como a solução do problema.

²¹

Disponível em
https://lh5.googleusercontent.com/SGTrj6wuiafsdI8YRTgyuY3KTIJy953Y2xn30DkFEDvk_pO9D4q0JEy891lgFovKPGhYbol8CIFqrEqp8qKHNCUcWqHujAFVIQOsW2=s540 Acesso no dia 15 de Março de 2019

Para a resolução do desafio é exigido do sujeito uma série de comportamentos intermediários que devem ser orquestrados com precisão, do contrário perde-se todo o progresso.

8.1. COMPORTAMENTO COMPLEXO ELEITO

Como disposto anteriormente, o comportamento complexo eleito é o de resolver o cubo mágico. Entendido enquanto complexo por atender as características e parâmetros delineados como definidores de comportamentos de tal tipo.

Para o ensino de um repertório tão refinado se utilizará elementos de 3 diferentes tecnologias de ensino citadas no item fundamentação teórica deste projeto em confluência com um método já existente e difundido na internet derivado do modelo criado por David Singmaster (1982) conhecido como método por camadas.

8.2. PARTICIPANTES

Os participantes da pesquisa são alunos e professores do curso de Psicologia da PUC-SP que se identificam com a proposta da abordagem comportamental.

A escolha dos participantes assim foi feita em virtude do pressuposto que esses, por serem sensíveis a variáveis que são muito caras ao pesquisador por terem elas já também o sido, cooperaram de modo mais assíduos à restrição de não treinar o método de ensino na ausência do pesquisador, ainda que isso se mostre tentador.

Os participantes foram convidados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que consta anexo nessa pesquisa.

8.3. MATERIAIS

Para o ensino utilizam-se 3 cubos mágicos com bom deslizamento entre as peças e com disposição padrão Rubik de peças: face branca oposta ao amarelo, azul oposta ao verde e laranja oposta ao vermelho.

Como registro utiliza-se o Countee App configurado em uma sessão com 7 entradas de frequência: *tentativa*, *acerto com ajuda*, *acerto sem ajuda*, *erro*, *instrução*, *finalizou* e *pausa*. Além de um caderno e caneta.

Os parâmetros para cada uma das entradas eram:

Tentativa: toda aquela iniciativa em resolver a fase após ter sido completas todas as aprendizagens intermediárias das respostas que compõem o comportamento completo de resolver a fase, julgando como completas quando o indivíduo fosse capaz de realizá-las ao menos duas vezes seguidas sem ajuda. Uma vez iniciada a tentativa, descrições verbais que auxiliem a resolução não serão consideradas como *instruções* somente alterando o status do acerto ulterior para *acerto com ajuda*.

Instrução: a etapa na qual o indivíduo aprende todos as respostas que compõem o comportamento total de completar a fase, não sendo contabilizadas como *tentativas* os momentos em que o indivíduo tenta resolver intermediariamente a fase.

*Acerto sem ajuda*²²: o empreendimento bem sucedido em resolver a fase sem a ajuda do instrutor.

Acerto com ajuda: empreendimento bem sucedido em resolver a fase, porém, com a ajuda do instrutor, e ainda que não seja contabilizado, são estabelecidos níveis de ajuda, de modo a com a sequência de ensino ir sendo reduzida a dicas cada vez mais sutis.

Erro: o empreendimento mal sucedido em resolver a fase que não é interceptado pelo experimentador, produzindo uma desconfiguração do cubo, forçando o retrocesso a fases anteriores de resolução.

Finalizou: conta-se como finalização o empreendimento com ajuda ou sem ajuda que termina na resolução completa do cubo após o indivíduo já ter acertado com ou sem ajuda uma fase qualquer ou se produz o cubo resolvido em etapas posteriores à primeira ensinada.

Pausa: qualquer interrupção relevante do processo de ensino.

Utiliza-se também um material de apoio disposto por 7 figuras com imagens de natureza aparentemente aleatória, as *figuras de história*, e 8 figuras bicolores

²² Considera-se como ajuda o comportamento do instrutor que modifica o cubo ou direciona de modo diretivo o comportamento do participante. Não se considera como ajuda a intervenção que modifica a probabilidade de ocorrência de respostas verbais do participante capazes de mobilizar seu próprio repertório de resolução.

representando diversas etapas da resolução do cubo, as *figuras de cubo*, em que a coloração cinza representa o que falta ser solucionado e a coloração laranja representa as etapas já solucionadas e faces em seu devido lugar.

Para análise dos registros foi utilizado um computador com conexão à internet, o programa online de criação e edição de planilhas *Google Sheets* e um programa de edição de imagens para a criação das figuras *Adobe Photoshop CS6*.

As 7 *figuras de história* são:



Figura 9 - Space Invaders



Figura 10 - Gravidade



Figura 11 - Zumbi



Figura 12 - FTD TDF



Figura 13 - Homem



Figura 14 - Trem



Figura 15 - Roda Gigante

Fig. 9 - No canto inferior esquerdo têm-se a imagem cartunista de uma criança com a mão no queixo e olhando para cima. No canto superior direito de vê um grafismo próximo à personagem de dois jogos de Atari, Asteroids e Space Invaders. Na parte inferior direita aparece uma representação do jogo Tetris.

Fig. 10 - No canto inferior esquerdo está representado um carro subindo um plano inclinado com faróis acessos. Ao fundo e no centro temos a imagem de Isaac Newton e na porção superior direita têm-se a imagem de uma mangueira.

Fig. 11 - À esquerda e na porção inferior têm-se um lobo uivando e acima dele a imagem da Lua. À direita aparece um zumbi cartunizado com a cabeça ligeiramente descolada ao corpo.

Fig. 12 - Contendo todo o espaço central do card têm-se um relógio analógico marcando nove horas. No quadrante que se forma entre os dois ponteiros está grafado “F T D” e no quadrante diametralmente oposto está grafado “T’ D’ F”.

Fig. 13 - No canto superior observa-se a imagem de duas montanhas, uma azul e outra vermelha. Sobre a azul encontra-se uma bandeira vermelha de haste azul apontando a sua parte aguda na direção da montanha vermelha. Na porção inferior encontra-se a imagem de uma pessoa com a cabeça descolada ao corpo.

Fig.14 - Ocupando toda a área do card têm-se a fotografia de um homem subindo em um trem em movimento.

Fig. 15 - Ocupando toda a área do card têm-se a fotografia de uma roda gigante.

As 8 figuras de cubo são:

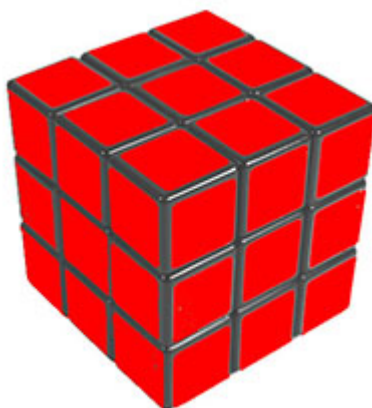


Figura 16 - Cubo completo

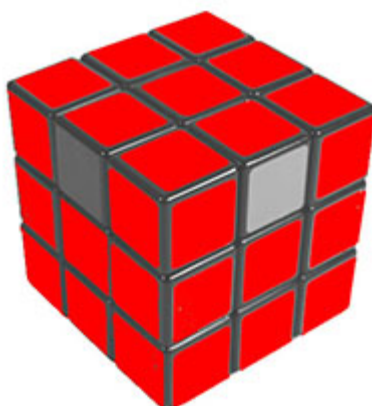


Figura 17 - Primeira Fase

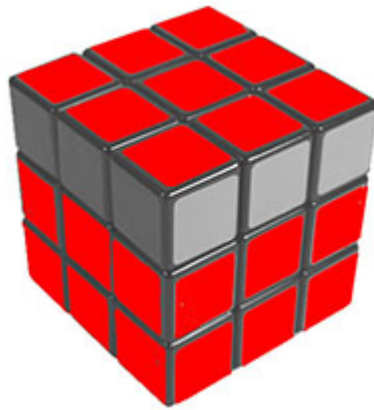


Figura 18 - Segunda Fase

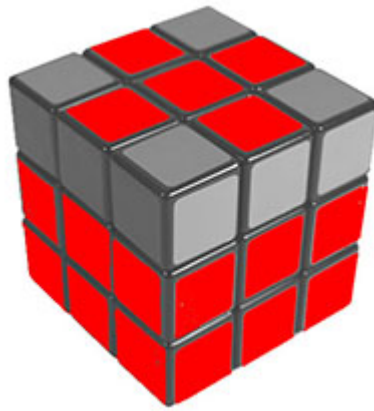


Figura 19 - Terceira Fase

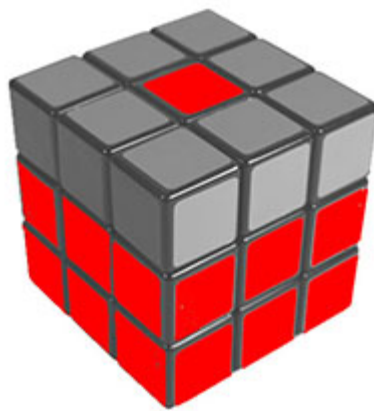


Figura 20 - Quarta Fase



Figura 21 - Quinta Fase



Figura 22 - Sexta Fase



Figura 23 - Sétima Fase

Fig 16 - Representação do cubo completamente resolvido.

Fig 17 - Representação do topo, duas fileiras da base e as peças laterais da última fileira resolvidas.

Fig 18 - Representação do topo e as duas fileiras da base resolvidas.

Fig 19 - Representação de duas fileiras da base resolvidas e com uma cruz no topo.

Fig 20 - Representação de duas fileiras da base resolvidas.

Fig 21 - Representação de uma fileira da base resolvida.

Fig 22 - Representação das peças centrais na base resolvidas.

Fig 23 - Representação do cubo completamente desfeito.

8.4. ORGANIZAÇÃO DAS SESSÕES

A organização das sessões ao longo do tempo se deu de modo que o participante pudesse passar por ao menos três momentos: primeiro contato, aprendizado das fases intermediárias, aplicação do aprendizado.

Primeiro contato. São coletadas informações a respeito da experiência prévia com o cubo, testando a capacidade de resolução do mesmo a partir dele completamente embaralhado, além de serem feitas perguntas sobre sua relação com o objeto:

- a) Você já entrou em contato com o cubo mágico?
- b) Você já tentou resolver o cubo mágico? Se sim, conseguiu?
- c) Se já tentou e não conseguiu resolver, por que desistiu?
- d) Você tem vontade de aprender a resolver?

Aprendizado das fases intermediárias. Nesta etapa são aplicadas as orientações de ensino com o modelo oferecido no roteiro de ensino em cada uma das fases intermediárias.

Aplicação do aprendizado. Parte-se nesta etapa do pressuposto que o indivíduo já tem instalados os repertórios intermediários — utilizando como critérios alguns testes iniciais que declaram a aptidão ou não em responder corretamente em todas as fases —; e que os mesmos podem agora ser testados na situação natural, a partir do cubo desfeito até o cubo resolvido.

Essa organização sistematiza os eventos que ocorrem dentro e entre as sessões em um nível macro. A nível basal, as relações de ensino e aprendizagem se sustentam em orientações de ensino que são descritas a seguir.

8.5. ORIENTAÇÕES DE ENSINO

Na contramão do senso comum, a sequência de ensino adotada neste trabalho é oposta aos métodos convencionais (como em Singmaster, 1984). Iniciando de trás para frente — método já utilizado em conjunto a programas de ensino de indução ao acerto em outras pesquisas como a de Jerome *et al* (2007) — o número de vezes em que o indivíduo resolve o cubo completamente é em muito superior à quantidade de vezes em que este seria capaz de resolver se iniciasse na ordem tradicional. Isso significa, principalmente, que o aprendiz terá uma densidade de reforço muito maior — resolverá o cubo mais vezes —, por um custo de resposta bem menor — precisará de menos movimentos por resolução total.

Isso, aliado à presença de um instrutor que arranja as situações de modo a exigir movimentos extremamente simples em início e ir vagarosamente aumentando o encadeamento na justa medida em que os movimentos anteriores estão relativamente bem estabelecidos, diminui muito a frequência de erros.

Outro elemento que diminui a incidência de erros é um controle por estímulos das respostas de resolução melhor estabelecido pelo uso de descrições verbais que guardam algumas semelhanças formais com os estímulos produzidos pelas respostas de resolução com as histórias que descrevem movimentos a serem realizados com elementos inusitados e com teor humorístico.

Essas características, acertos mais frequentes, custo de resposta baixo e poucos erros, comparadas ao método tradicional, torna a aprendizagem do cubo muito mais interessante e envolvente. Enquanto em um método o aprendiz deve memorizar algoritmos — que por si só já são carregados de uma aversividade decorrente de uma história punitiva com matemática que se coloca enquanto obstáculo à aprendizagem (CARMO, 2010) — e percorre sozinho um longo caminho, permeado por erros, para produzir uma única vez o cubo completo; neste, são usadas histórias descontraídas,

para, junto com o aprendiz, levá-lo a produzir muitas vezes a condição final do cubo percorrendo um curto caminho permeado de acertos.

Também é digno de nota o elemento aversivo que é presente na aprendizagem tradicional do cubo: toda vez que o indivíduo executa uma longa cadeia de movimentos, ainda assim ele encontra um cubo desorganizado, que ao longo de sua história foi emparelhado com estímulos aversivos. Enquanto que no método aqui proposto, o aprendiz sempre sabe o que deve fazer em seguida por estar sempre produzindo a condição para a nova emissão de comportamentos-resolução. De tal forma que a aprendizagem se constitua enquanto uma atividade altamente reforçadora, ao passo que de outro modo seria altamente aversiva, estimulando desistência e contracontrole.

São exatamente estas diretrizes que orientam o ensino de todas as fases. Maximização de acertos, minimização de erros, facilitação de respostas e uso de histórias em um roteiro de ensino que começa do fim e vai até o começo.

Essas diretrizes desdobram-se em algumas orientações que controlaram o comportamento do pesquisador durante a aplicação do método. Neste trabalho, o comportamento do experimentador que ensinava seu participante a resolver o cubo estava sob controle das seguintes orientações.

Começar apresentando a resolução completa e nomeando os efeitos no cubo. Com o cubo completamente desfeito, resolve-se ele na frente do participante na ordem comum, levando-o a observar o que vai ocorrendo no cubo. De tal modo que o participante comece a ir se sensibilizando à dinâmica e ao método de resolução do cubo. Funcionando de certo modo como um veículo de motivação (KELLER, 68).

Iniciar a fase com a apresentação da história e os desdobramentos em movimentos. Assim como se inicia o ensino da resolução geral apresentando todos os movimentos até o cubo ser solucionado, faz-se o mesmo com cada fase intermediárias. São apresentados os movimentos junto da história de modo a ir reforçando relações entre os estímulos verbais da história e as modificações no cubo, tornando as respostas mecânicas que produzem essas modificações mais prováveis de acontecer em virtude da emissão de respostas verbais da história pelo participante ou instrutor. Assim como no item acima, iniciar deste modo implica em um veículo de motivação (KELLER, 68).

Decompor toda fase em respostas intermediárias a serem aprendidas e treinadas. Decompõe-se cada etapa em blocos de ensino a serem aprendidos em cada um dos estados anteriores, movimentos necessários e estados seguintes; que devem ser treinados ao menos duas a três vezes até o participante tentar resolver a etapa como um todo. Esta orientação se fundamenta em um dos pilares da instrução programada que é a segmentação da aquisição do comportamento terminal em etapas menores e planejadas (SKINNER, 72).

Utilizar os outros cubos como recursos. Oferecer sempre ao menos um dos cubos com a configuração da fase enquanto o outro está sendo manipulado, além de utilizar os outros cubos para apresentar diferentes casos possíveis em cada uma das etapas. Aqui aproveita-se o momentum comportamental (NEVIN & GRACE, 2000) produzido pelo aumento da densidade do reforçamento promovido pelo acerto na tentativa anterior, e aproveita-se a circunstância para fortalecer o controle por estímulos, aumentando a velocidade do responder, sendo considerada de tanta importância quanto a eficiência (LINDSLEY, 1990) como será discutido na próxima orientação.

Velocidade é tão importante quanto eficiência. O participante ser capaz de resolver uma fase do cubo de modo eficiente é tão importante quanto ele ser capaz de fazê-lo de modo rápido, tanto no que confere à latência de tateamento da fase e emissão das respostas verbais controladas por esse tato inicial que ulteriormente controlarão suas respostas mecânicas de resolução — e não somente a velocidade de movimentação das peças. Para tanto, são utilizados os outros cubos; que oferecem muitas vezes a mesma oportunidade de emissão da resposta de resolução diferentes vezes, almejando-se a fluência e não somente a eficiência (KUBINA, 2000).

Oferecer dicas cada vez mais sutis mas sempre valorizando o não-erro. Intervir o mínimo possível e só o fazer se o indivíduo estiver em vias de desconfigurar o cubo e incorrer em um erro, de modo a sempre diminuir a frequência de erros no processo. A intervenção inicialmente é física e verbal e vai lentamente se tornando dicas cada vez menos físicas e com pistas verbais cada vez menos diretivas. Essa promoção de acertos é fundamentada no escopo desse trabalho, em que se discute aprendizagem sem erro em Skinner (1972).

Entre uma sessão e outra retomar o que foi aprendido. Primeiro a ordem das figuras, depois as histórias e enfim oferece a chance de o indivíduo executar os movimentos fortalecidos em sessão anterior, inicialmente sem a interrupção do experimentador, mas este intervindo se observado que o indivíduo está desconfigurando o cubo. Garantindo que está sendo adquirido um domínio sequencial do que é estudado (KELER, 68).

Intervir o mínimo possível durante as tentativas. Permitir que o participante mobilize o próprio repertório de modo autônomo durante as tentativas até o ponto em que o sucesso anterior possa ser comprometido ou que o participante esteja começando a exibir sinais de frustração, evitando que a aprendizagem se torne aversiva ao invés de reforçadora, um dos efeitos da alta frequência de erros em um processo de ensino (SIDMAN, 2003).

Reforços sociais imediatos e contingentes ao progresso. Reforçar o participante com frases como: “você está aprendendo muito rápido”, “nunca vi alguém tão rápido como você”, “caramba, só 12 segundos”; contingentes ao progresso observado.

O participante decide. Se for do interesse do participante retomar uma fase, assim será feito, tanto quanto o será feito se for do interesse do indivíduo interromper a sessão ou se, havendo tempo disponível, quiser prolongar a sessão. Também é reservado o poder do participante de forçar alterações no método para privilegiar o seu aprendizado, podendo ele dizer que o modo como está sendo ensinado não funciona, ou que a história não faz sentido para ele. Essa orientação é baseada no pilar “*The Child Knows Best*” do *Precision Teaching* de Lindsley (1990).

As histórias são recursos e não regras fixas. As histórias são utilizadas como recurso para o ensino e não devem ser confundidas com descrições que não podem ser alteradas, tal qual é feito com os algoritmos. Podendo ser modificadas utilizando estímulos verbais que controlem melhor a resposta esperada — aqui cabem perguntas ao participante quando um elemento da história não funciona como “O que esse movimento parece para você” e explorar essa nomeação em repetições futuras ou dicas ulteriores.

O fácil vem primeiro. Este trabalho parte do pressuposto de que se determinada resposta é descrita como difícil pelo participante isso significa ao menos

duas coisas: destaca que a atividade está minimamente aversiva e que o participante não tem o repertório necessário para aquela tarefa. De tal sorte, é então utilizado como recurso para a reversão dessa aversividade a repetição de constituintes mais elementares da fase ou até mesmo a reavaliação da pertinência de ensinar aquele comportamento naquele momento. Retrocedendo, se preciso. Ou avançando, se considerado que a fase seguinte é mais fácil para o participante.

Tomar notas. É necessário tomar algumas notas sobre eventuais acontecimentos que sejam de relevância pedagógica ou analítica.

Respeitar o ritmo do aprendiz. Evitando acelerações ou retardamentos no processo, é preciso que o ritmo do participante seja respeitado (KELLER, 68; SKINNER, 72; LINDSLEY, 90)

8.6. ROTEIRO DE ENSINO

Como explorado no tópico anterior, o ensino do cubo neste trabalho se dá numa ordem inversa ao convencional. O ensino se dá começando pelo comportamento terminal de resolução e se finda no aprendizado do comportamento inicial de resolução. Cabe ao instrutor saber criar as condições de cada uma das fases para o aprendiz. Isso é feito aplicando o algoritmo próprio de resolução da fase no cubo concluído. Assim é produzida exatamente a situação que é solucionada pelo próprio algoritmo utilizado.

O roteiro utilizado neste trabalho é o que segue. Sendo dividido nos títulos das histórias que são subsequentemente desenvolvidas constando:

- a) Principal algoritmo da fase: o principal algoritmo de resolução da fase na notação adotada neste trabalho.
- b) Estado do cubo: configuração geral do cubo no momento da fase.
- c) Objetivo da fase: consequência esperada na configuração do cubo depois da aplicação do algoritmo.
- d) Posição: a forma como o cubo deve estar posicionado para a melhor aplicação do algoritmo.

- e) Script: a história a ser desenvolvida junto com o participante junto das partes recrutadas do algoritmo a cada instante.
- f) Variação Importante: condição (ões) especial (is) que requerem atenção do instrutor no ensino.

8.6.1. SPACE INVADERS

Principal algoritmo da fase: 2F nT Ct 2T Ct' nT 2F

Estado do cubo: base resolvida, segunda camada resolvida, topo resolvido, peças de canto na última camada resolvidas, uma face lateral resolvida e três faces laterais com as peças de centro da última fileira por resolver.

Objetivo: Permutar as peças de centro da última fileira das três faces por resolver.

Posição: face oposta à face lateral resolvida de frente para o participante.

Script: “Antes de começar, se pergunte qual a peça que deveria estar aqui (apontando para peça do meio da face oposta àquela que está resolvida aguarde o participante dizer que que é a peça de cor similar que se encontra na face da esquerda ou da direita). A peça que você gostaria está na direita (pode estar na esquerda também), então qual movimento teríamos de fazer para colocar ela no lugar? (Se o participante não iniciar o movimento faça-o por ele (nT)) Não poderíamos fazer esse movimento neste momento, se não compromete as outras peças. Então chamaremos ele de ‘movimento mental’ e faremos ele em outra hora. Nosso objetivo aqui é fazer o *Space Invaders* aparecer (ou nave) e para isso precisamos abrir a garagem (2F) onde ele está. Fazemos o ‘movimento mental’ (nT) e agora temos nosso *Space Invaders* (aqui aponta-se para a figura-história onde tem uma imagem similar a que se forma). E o que essa nave faz? Ele atira (Ct). Agora vamos pensar em um outro jogo, *Tetris* (aponta-se na figura-história a imagem referente ao *Tetris*). Se essas duas peças (aponta-se para as duas peças de cor igual ao *Space Invaders* que agora estão no topo) fossem uma coluna descendo no *Tetris*, será que elas anulariam essas duas fileiras de baixo (apontam-se para as partes do *Space Invaders* que ficaram na face)? A resposta é não. Para isso será preciso girar essa coluna (2T) e aí sim é possível

anular as duas fileiras (Ct'). Fazemos o movimento mental (nT), fechamos a garagem (2F) e pronto! O cubo está completo!"

Varição importante: "Por vezes não temos nenhuma face feita, e como solução, nós escolhemos uma face para fingir que está feita. Jogamos ela ao fundo e então fingimos que a peça que queremos colocar na face voltada para nós e que será utilizada no movimento mental está na nossa direita. Executamos o movimento tal qual aprendemos anteriormente, focando no fato de que não podemos girar duas vezes o topo depois de termos girado duas vezes a face (2F), e sim apenas uma vez (T), já que a peça que queremos está na nossa direita. O resultado ao fim do movimento será uma nova face lateral feita, que então jogamos ao fundo e executamos uma última vez o Space Invaders para solucionar o cubo por completo."

8.6.2. GRAVIDADE

Principal algoritmo da fase: D' F' D' 2C D F' D' 2C 2D

Estado do cubo: base resolvida, segunda camada resolvida, topo resolvido, cantos superiores das faces laterais por resolver.

Objetivo: resolver os cantos superiores das faces laterais.

Posição: a face que possuir duas peças de canto resolvidas (chamadas aqui de "farol de carro") se volta para o fundo e o participante inclina o cubo cerca de 30° deixando o topo voltado para ele.

Script: "Encontre o farol e deixe-o no fundo. Fique olhando para o topo fazendo uma sutil inclinação (discurse apontando para a figura-história no trecho que apresenta um carro em um plano inclinado de faróis acesos). Agora vamos imaginar que neste ponto (apontando para o canto inferior direito do topo) existe um centro de gravidade que está sugando tudo (D' F D' — ainda que o posicionamento seja baseado no topo, o referencial para a execução do algoritmo continua sendo a face oposta ao farol). Agora a gente vai abrir a mangueira (2C). Percebeu que nós criamos uma seta (apontando para as peças brancas na face amarela que se formaram)? Para onde essa seta aponta (sugerir visualmente com o movimento das mãos que a seta indica na direção "D" — movendo um dedo indicador da primeira peça inferior direita até as duas peças brancas que se encontram no canto superior direito)? Isso, ela aponta

nessa direção na qual vamos jogar a mangueira (D). Cubo é oportunidade! Percebe que quando a gente joga a mangueira, na face direita duas peças amarelas se preparam para subir? Então logo que a gente joga a mangueira aproveitamos a oportunidade para colocá-las onde elas devem ficar (F' — indicando que o canto inferior esquerdo da face amarela é onde as peças se encaixam). Depois puxamos a mangueira de volta (D') para poder fechar a torneira (2C) e enrolar a mangueira para guardar ela (2D)."

Varição importante: "Quando não tivermos nenhum farol no início, simplesmente executamos o movimento e como resultado teremos um farol que deverá então ser jogado ao fundo e inclinado para dar início à sequência já conhecida."

8.6.3. ZUMBI

Principal algoritmo da fase: D T D' T D 2T D'

Estado do cubo: base resolvida, segunda camada resolvida, cruz no topo.

Objetivo: resolver o topo.

Posição: ajeita-se o cubo para que entre todas as variações dessa fase o participante entre em contato com aquela na qual apenas uma execução do algoritmo é suficiente para resolvê-lo. Essa variação é aquela em que além da cruz no topo temos também uma peça da mesma cor do topo no canto inferior esquerdo e uma peça de mesma cor no canto superior direito na face que se volta ao executor quando ele mira o topo do cubo de modo que a peça referida anteriormente se encontre no canto inferior esquerdo. A isso damos o nome de "Lobo" para o participante. A execução vai ocorrer na face em que a segunda peça referida se encontra.

Script: "Primeiro a gente procura o lobo (aponta-se para o conjunto de peças de mesma cor no topo com semelhança distante da figura história que contém um lobo ao mesmo tempo que se aponta para o lobo que está na figura) e a lua para qual ele está uivando (apontando para a peça de mesma cor do topo presente na face adjacente à figura preservada do lobo) — se o participante questionar porque a lua está ali e não no "alto" é possível dizer que na verdade a imagem está refletida na água. Olhando para a face que a lua está, iremos imaginar a seguinte história: surge um zumbi (D — enfatizando a coluna de 3 peças com a mesma cor da base que surge como sendo o

zumbi), e as pessoas com medo arrancam sua cabeça (T), o que acontece com ele? Ele morre (D'). Chutam a cabeça dele para mais longe (T), ele volta bravo (D), recupera sua cabeça (2T) e pode descansar em paz (D').

Variações importantes: “Quando tivermos a cruz e não tivermos um lobo, escolhemos uma face e executamos o zumbi nela quantas vezes for necessário até que o lobo surja. É preciso se atentar ao surgimento do lobo e então executar o zumbi nele. Em alguns momentos será preciso executar o zumbi em um lobo e em seguida em outro lobo por se tratarem de configurações similares mas não idênticas.”

8.6.4. FTD TDF

Principal algoritmo da fase: F T D T' D' F'

Estado do cubo: base resolvida e segunda camada resolvida

Objetivo: produzir uma cruz no topo.

Posição: ajeita-se o cubo para que entre todas as variações dessa fase o participante entre em contato com aquela na qual apenas uma execução do algoritmo é suficiente para resolvê-lo. Essa posição é aquela na qual, a despeito da configuração das peças triplas de topo, é possível encontrar uma peça dupla na porção superior e outra dupla na porção esquerda, formando uma configuração análoga à imagem de um relógio marcando nove horas.

Script: “FTD TDF. FTD, TDF (repetir algumas vezes e solicitar ao participante que repita também até que ele acerte sozinho — sem dicas — a sequência). Chamamos o movimento da face no sentido horário de F e anti horário de F', o movimento do topo no sentido horário de T e anti horário de T', e o movimento da direita no sentido horário de D e anti horário de D'. FTD é horário, TDF é anti horário. Apenas faça os movimentos conforme você decorou.”

Variação importante: “Se você não achar as nove horas num primeiro momento, execute o FTD T'D'F' até que as nove horas surjam.”

8.6.5. HOMEM

Principal algoritmo da fase: nT D T' D' F' D F'

Estado do cubo: base resolvida

Objetivo: resolver a segunda camada

Posição: na fileira superior das faces laterais, adjacente ao topo, procura-se qualquer peça dupla que não tenha amarelo em nenhuma das partes. A porção desta peça que se encontra na última fileira é alinhada ao centro corresponde e o movimento ocorre nesta face.

Script: “Primeiro a gente procura uma peça ‘de dois’ que não tenha nenhuma cor amarela nessa fileira (correndo o dedo pela fileira superior das faces laterais, adjacente ao topo). Chamaremos esta parte de baixo da peça (apontando para a porção da peça dupla que se encontra na fileira referida anteriormente) de haste e à parte de cima chamaremos bandeira, e chamaremos essas partes (apontando às peças de mesma cor agrupadas nas faces laterais com desenho mais ou menos triangular) de montanhas. Primeiro fincamos a haste na montanha correspondente (nT) e em seguida deixamos a bandeira apontando para a montanha de mesma cor (nT) e então começamos; Se a bandeira corre para a direita (T’), o homem surge na esquerda (E’, depois E e T para voltar ao início) e se a bandeira corre à esquerda (T), o homem surge na direita (D, depois D’ e T’ para retornar). No nosso caso (o exemplo é válido para quando a bandeira corre à esquerda), levamos a bandeira à esquerda para apontar para o centro correspondente (T) e fazemos surgir um homem (D). O Homem perde a cabeça (T’) e morre (D’). Quando enterram ele, se esquecem de enterrar junto a sua cabeça (apontando para a peça branca no canto superior esquerda da face lateral à direita). Quando enterram a cabeça (F), acaba surgindo outro corpo porque a cova está lotada (apontando para as duas peças brancas no canto superior direito na face lateral à esquerda). Como solução, resolvem enterrar mais fundo o corpo do primeiro homem (D’), então enterram o segundo que havia surgido (F’) e então colocam o corpo do primeiro de volta ao lugar (F). Agora fazemos isso a todas as peças que faltam ser completadas.”

Variações importantes: “Se não houver nenhuma peça dupla na última fileira das faces laterais que não contenha uma porção amarela, isso quer dizer que alguma (s) peça (s) que queremos colocar na segunda fileira já estão lá mas em posições erradas. Para isso, precisaremos jogar alguma delas de volta ao topo para então seguir com a sequência memorizada. Para isso, basta iniciar o movimento do Homem

na coluna em que se encontra a peça errante. Ao fim do movimento ela estará na fileira adjacente ao topo e uma peça dupla de porção amarela terá tomado o seu lugar.”

8.6.6. TREM

Principal algoritmo da fase: D' B D B D F' D'

Estado do cubo: peças duplas da base resolvidas

Objetivo: resolver peças triplas da base

Posição: base voltada para cima, e configuração do cubo programada para exigir uma única execução do algoritmo para resolução do objetivo da fase; nessa configuração todas as peças triplas estão em seus devidos lugares com exceção de uma, que ao invés de estar em seu lugar, se encontra com a porção de cor correspondente com o centro da base voltada ao participante assim como está voltado ao participante o espaço faltante da base; de tal forma que o espaço faltante está a uma peça de distância daquela que deveria estar ocupando o mesmo espaço.

Script: “Podemos fingir que toda essa coluna (apontando para toda a fileira adjacente à face direita) é a linha de um trem, que este é o nosso trem (apontando para as duas peças que se encontram no topo), e que essa nossa peça (apontando para aquela que queremos colocar no lugar correto) é uma pessoa que quer entrar no trem. Primeiro tiramos ela da frente do trem para a segurança dela (B'), colocamos o trem em movimento (D') e então fazemos ela subir no trem em movimento mesmo (B), para então retornar o trem para seu lugar (3D ou D') / Ou: Jogamos a peça no lugar no qual ela deveria estar (D), mas tão logo fazemos isso, perdemos as duas peças que estavam no lugar correto. Para não perdermos a peça que acabamos de inserir quando voltarmos as duas ao seu lugar de origem, tiramos a nossa peça da frente (F'), salvando ela, e então colocamos as duas que tínhamos bagunçado de volta (D') para então podemos trazer nossa peça salva em segurança (F). / É importante dizer que em ambas, despeito de onde a peça tripla esteja — se no canto inferior direito ou esquerdo — o mesmo raciocínio é aplicável.

Variações importantes: “Nem sempre encontraremos esta situação ideal, em que a porção da cor correspondente da peça tripla está voltada à frente em uma das faces laterais, sendo apenas preciso direcioná-la imediatamente abaixo do espaço

faltante (nB) e executar o movimento aprendido. Podemos ainda encontrar outras duas configurações: 1) a peça está no lugar correto mas invertida; 2) a peça está na fileira de baixo mas com a porção de cor correspondente ao centro da base na face oposta à base. Em ambas as configurações, o objetivo é produzir a situação que antecede a conclusão no primeiro movimento aprendido da fase, aquela na qual a porção de cor correspondente ao centro da base está em uma das faces laterais e na fileira inferior.

1) Move-se a fileira vertical de modo que a porção de mesma cor que o centro da base esteja na fileira inferior (D' ou E). Move-se a base de modo a garantir que quando a fileira volte a seu estado original, a peça se preserve na fileira inferior (B' ou B) e então coloca-se a fileira em seu lugar de origem (D ou E').

2) O movimento é similar a "1", mas o movimento da base é duplo (2B)."

8.6.7. RODA GIGANTE

Principal algoritmo da fase: $x + nB \ 2F$

Estado do cubo: completamente desorganizado

Objetivo: realizar uma cruz na base

Posição: inicia-se olhando para o centro oposto àquele que se elegeu como base futura.

Script: "Primeiramente colocamos as peças duplas de mesma cor que o centro da base nos centros em torno do centro de cor oposta ao centro da base (se a base é branca, a cruz branca é feita em torno do centro amarelo, por exemplo). Os movimentos para produzir essa condição são bastante simples e não existe a preocupação com as cores dos cantos, posições de peças triplas. Em seguida, colocamos essa cruz voltada para baixo. Agora olhando face por face, perceberemos que temos 4 cores diferentes para os centros da primeira fileira. Iremos fingir que cada um dos 4 é um visitante de uma roda gigante, e que cada um só poderá subir na roda gigante depois de entrar o ticket correto. Entregar o ticket correto significa a cor da peça dupla que se volta à frente do participante tocar uma peça de centro de mesma cor (nB). Quando entrega o ticket, o visitante pode enfim, subir à roda gigante (2F)."

8.7. TRATAMENTO DOS DADOS

Ao início de cada sessão o contador do Countee era iniciado e os eventos eram contabilizados até o fim do encontro. Os dados de cada sessão eram exportados em formato .csv para o Google Sheets e os valores eram corrigidos de acordo com as anotações feitas pelo experimentador no decorrer da sessão.

Com os valores importados e corrigidos, era calculado o tempo de duração de cada um dos eventos. Para as tentativas e instrução, subtraiu-se o momento posterior menos o atual; para os acertos, com e sem ajuda, e erros, utilizou-se o resultado da tentativa anterior (na medida em que o tempo decorrido durante um acerto é dado pela duração total da tentativa e que operar a mesma subtração utilizada para resultar no período de tentativa retornaria um valor inadequado); e para as finalizações, subtraiu-se o momento atual pelo momento da última tentativa.

Com a duração dos eventos era calculada a soma de todos os eventos para cada categoria de análise e então calculava-se o tempo médio de cada evento dividindo a soma pela quantidade absoluta de ocorrências.

Para a construção dos gráficos, outros valores eram necessários, como:

- a) taxa de acertos geral por sessão: esse valor era dado pelo número de acertos vezes 100 dividido pelo número de tentativas da sessão;
- b) taxa de acertos com ajuda por sessão: esse valor era dado pelo número de acertos com ajuda vezes 100 dividido pelo número de tentativas da sessão;
- c) taxa de acertos sem ajuda por sessão: esse valor era dado pelo número de acertos sem ajuda vezes 100 dividido pelo número de tentativas da sessão;
- d) Tempo médio de tentativas dividido por 2: esse valor era dado pelo valor da soma absoluta das durações das tentativas dividido pelo número de ocorrências total de tentativas na sessão vezes 0,5²³.

Os gráficos foram construídos no Google Sheets a partir dos dados disponibilizados pelo Countee e aqueles gerados a partir destes.

²³ Essa operação foi realizada para permitir uma melhor visualização do gráfico.

A tabulação dos dados para os testes iniciais foi construída a partir das anotações do experimentador durante as sessões e para os valores absolutos foi construída com base na estrutura dada pela importação do Countee.

8.8. PARTICIPANTES

Os participantes foram selecionados a partir de um critério de elegibilidade bastante simples, não saber solucionar o cubo mágico. Foram convidados alguns alunos e professores do curso de graduação do curso de Psicologia da PUC-SP para fazer parte da pesquisa e seguiram adiante como sujeitos aqueles que tiveram horários compatíveis com o do pesquisador, além da disponibilidade de participar de sessões semanais de aproximadamente 1 hora.

9. RESULTADOS

9.1. PRIMEIRO PARTICIPANTE

O primeiro participante foi um professor universitário que leciona disciplinas em análise do comportamento na graduação e pós-graduação na PUC-SP que chegou até a pesquisa por um convite do pesquisador.

9.1.1. PRIMEIRA SESSÃO

A primeira sessão ocorreu na sala de professores da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde da PUC-SP no dia 19 de Março de 2019 e teve a duração de aproximadamente 50 minutos (3023 segundos).

As respostas para as perguntas iniciais foram:

- a) Ele conta que sua relação com ele foi frustrante;
- b) Já tentou resolver;
- c) Desistiu porque não via resultado; conta que o “prejuízo era sempre maior que o ganho”;

- d) Conta sentir um misto de receio e vontade de aprender. Diz haver um certo equilíbrio entre as duas tendências e que ao olhar para ele fica pensando se vai decorar fórmulas e se vai ser legal ou mecânico;

Quando avaliada suas capacidades iniciais, ele foi capaz de rotacionar o cubo, realizar todos os movimentos possíveis e de resolver uma face inteira em 1 minuto e 51 segundos. Sua desistência ocorreu no minuto 8 e 11 segundos com a face laranja completa e 7/9 da face azul.

Ao todo houveram 23 tentativas, 6 períodos de instrução, 10 acertos sem ajuda, 9 acertos com ajuda, 2 erros e o participante foi capaz de finalizar o cubo por completo em 2 oportunidades.

O participante foi capaz de praticar e acertar em três fases, a primeira, segunda e terceira do programa de ensino.

9.1.2. SEGUNDA SESSÃO

A segunda sessão ocorreu na sala de professores da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde da PUC-SP no dia 26 de Março de 2019 e teve a duração de aproximadamente 60 minutos (3773 segundos).

Recapitulando a sessão anterior o participante foi capaz de se recordar das três cartas utilizadas, assim como a ordem das figuras (do cubo e das histórias). Quando solicitado que contasse as histórias referentes às histórias ele apenas negligenciou 1 trecho na segunda história e 1 na terceira, se lembrando de todos os trechos da primeira.

Executou a primeira sem ajuda do experimentador. E executou a segunda e terceira com ajuda.

Ao todo houveram 22 tentativas, 7 períodos de instrução, 9 acertos sem ajuda, 12 acertos com ajuda, 1 erro e o participante foi capaz de finalizar o cubo por completo em 3 oportunidades.

O participante foi capaz de praticar e acertar em duas novas fases do programa de ensino, a quarta e a quinta.

9.1.3. TERCEIRA SESSÃO

A terceira sessão ocorreu na sala de professores da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde da PUC-SP no dia 2 de Abril de 2019 e teve a duração de aproximadamente 46 minutos (2788 segundos).

Quando solicitado que contasse as histórias referentes às histórias ele negligenciou 3 trechos da primeira história, acertou todos os elementos da segunda, terceira e quarta, e não foi capaz de lembrar da quinta.

Executou a primeira, segunda e terceira sem ajuda do experimentador. E executou a quarta e quinta com ajuda.

Ao todo houveram 12 tentativas, 2 períodos de instrução, 6 acertos sem ajuda, 6 acertos com ajuda, nenhum erro e o participante foi capaz de finalizar o cubo por completo em 2 oportunidades.

O participante foi capaz de praticar e acertar em duas novas fases do programa de ensino, a sexta e a sétima.

9.1.4. QUARTA SESSÃO

A quarta sessão ocorreu na sala de professores da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde da PUC-SP no dia 16 de Abril de 2019 e teve a duração de aproximadamente 58 minutos (3497 segundos).

Dessa vez foi solicitado que tentasse executar os movimentos de todas as fases. Executou a primeira, terceira, quarta e sétima sem ajuda do experimentador. E executou a segunda e quinta com ajuda.

Ao todo houveram 15 tentativas, 5 períodos de instrução, 9 acertos sem ajuda, 5 acertos com ajuda, 1 erro e o participante foi capaz de finalizar o cubo por completo em 2 oportunidades.

Em uma dessas oportunidades o participante foi capaz de resolver o cubo do início ao fim em 904s com a ajuda do experimentador.

9.1.5. QUINTA SESSÃO

A quinta sessão ocorreu na sala de professores da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde da PUC-SP no dia 30 de Abril de 2019 e teve a duração de aproximadamente 52 minutos (3148 segundos).

Dessa vez foi solicitado que tentasse executar os movimentos de todas as fases. Executou a primeira, quarta e sexta sem ajuda do experimentador. E executou a segunda, terceira, quinta e sétima com ajuda.

Ao todo houveram 14 tentativas, 3 períodos de instrução, 7 acertos sem ajuda, 7 acertos com ajuda, nenhum erro e o participante não foi capaz de finalizar o cubo por completo em nenhuma oportunidades.

9.1.6. SEXTA SESSÃO

A sexta sessão ocorreu na sala de professores da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde da PUC-SP no dia 7 de Maio de 2019 e teve a duração de aproximadamente 1 hora e 5 minutos (3915 segundos).

Dessa vez foi solicitado que tentasse executar os movimentos de todas as fases. Executou a primeira, terceira, quarta, sexta e sétima sem ajuda do experimentador. E executou a segunda e quinta com ajuda.

Ao todo houveram 13 tentativas, 2 períodos de instrução, 5 acertos sem ajuda, 6 acertos com ajuda, 2 erros e o participante foi capaz de finalizar o cubo por completo em 1 oportunidade.

Nessa oportunidade o participante foi capaz de finalizar o cubo do início ao fim com dicas sutis do experimentador em 671 segundos.

9.2. SEGUNDO PARTICIPANTE

O segundo participante foi um estudante de quinto ano da graduação do curso de Psicologia da PUC-SP que chegou à pesquisa por um convite do pesquisador.

9.2.1. PRIMEIRA SESSÃO

A primeira sessão ocorreu em um dos bancos da entrada da Monte Alegre do Campus de Perdizes da PUC-SP no dia 25 de Março de 2019 e não teve sua duração calculada. Essa sessão fez parte do primeiro momento na organização do ensino.

As respostas para as perguntas iniciais foram:

- a) Já entrou em contato com o cubo através de estímulos culturais (sic). Assistiu vídeos de competição e conhece uma pessoa que resolve muito rápido. Conta saber que “não é intuitivo, tem um encadeamento”.
- b) Tentou resolver na infância pois havia sido um presente. Conseguiu resolver um lado ao acaso e não procurou entender o porque.
- c) Desistiu porque haviam interesses concorrentes (sic) além do “medo de ser incompetente como em outras áreas da vida”.
- d) Tem enquanto um desafio pessoal (sic). Conta que gosta de se desafiar e que gostaria de aprender para saber da própria capacidade.

Não foi possível iniciar o programa de ensino neste primeiro encontro.

9.2.2. SEGUNDA SESSÃO

A segunda sessão ocorreu no Laboratório de Psicologia Experimental da PUC-SP no dia 1 de Abril de 2019 e teve a duração de aproximadamente 46 minutos (2806 segundos). Essa sessão fez parte do primeiro e segundo momento da organização do ensino.

Quando avaliada suas capacidades iniciais, ele foi capaz de rotacionar o cubo, realizar todos os movimentos possíveis e de resolver uma face inteira em 7 minutos e 40 segundos.

Ao todo houveram 16 tentativas, 4 períodos de instrução, 12 acertos sem ajuda, 3 acertos com ajuda, 1 erro e o participante foi capaz de finalizar em 1 oportunidade.

O participante foi capaz de praticar e acertar em duas fases, a primeira e a segunda do programa de ensino.

Para fins de análise, essa será considerada como a primeira sessão de ensino.

9.2.3. TERCEIRA SESSÃO

A terceira sessão ocorreu no Laboratório de Psicologia Experimental da PUC-SP no dia 15 de Abril de 2019 e teve a duração de aproximadamente 46 minutos (2437 segundos). Essa sessão fez parte do segundo momento da organização do ensino.

Em 1 minuto e 17 segundos o participante foi capaz de ordenar na sequência correta as figuras-história e em 1 minuto e 5 segundos foi capaz de ordenar na sequência correta as figuras-cubo.

Foi capaz de resolver a primeira fase em 96 segundos contando com a ajuda do instrutor e capaz de resolver a segunda em 149 segundos com a ajuda do instrutor.

Ao todo houveram 18 tentativas, 6 períodos de instrução, 7 acertos sem ajuda, 10 acertos com ajuda, 1 erro o participante foi capaz de finalizar o cubo por completo em 1 oportunidade.

O participante foi capaz de praticar e acertar em três novas fases do programa de ensino, a terceira, quarta e quinta.

Para fins de análise, essa será considerada como a segunda sessão de ensino.

9.3.4. QUARTA SESSÃO

A quarta sessão ocorreu no Laboratório de Psicologia Experimental da PUC-SP no dia 22 de Abril de 2019 e teve a duração de aproximadamente 1 hora e 2 minutos (3751 segundos). Essa sessão fez parte do segundo momento da organização do ensino.

Em aproximadamente 10 segundos o participante foi capaz de ordenar na sequência correta as figuras-história e em aproximadamente 30 segundos foi capaz de ordenar na sequência correta as figuras-cubo.

Quanto às verbalizações controladas pela figura, ele foi capaz de lembrar todos os elementos da primeira história, se esqueceu de 1 da segunda, 2 da terceira, acertou todos da quarta e só se lembrou de 3 da quinta.

Foi capaz de resolver a primeira fase em 47 segundos sem a ajuda do instrutor; resolveu a segunda em 128 segundos com a ajuda do instrutor, capaz de resolver a terceira em 145 segundos com a ajuda do instrutor e a quarta em 161 segundos com ajuda do instrutor.

Ao todo houveram 16 tentativas, 6 períodos de instrução, 6 acertos sem ajuda, 10 acertos com ajuda, nenhum erro e o participante foi capaz de finalizar o cubo por completo em 1 oportunidade.

O participante foi capaz de praticar e acertar em duas novas fases do programa de ensino, a sexta e a sétima.

Para fins de análise, essa será considerada como a terceira sessão de ensino.

9.3.5. QUINTA SESSÃO

A quinta sessão ocorreu no Laboratório de Psicologia Experimental da PUC-SP no dia 29 de Abril de 2019 e teve a duração de aproximadamente 50 minutos (2993 segundos). Essa sessão fez parte do segundo momento da organização do ensino.

Em 9 segundos o participante foi capaz de ordenar na sequência correta as figuras-história e em 15 segundos foi capaz de ordenar na sequência correta as figuras-cubo.

Foi capaz de resolver a primeira fase em 41 segundos sem a ajuda do instrutor; resolveu a segunda em 97 segundos com a ajuda do instrutor, capaz de resolver a terceira em 44 segundos com a ajuda do instrutor e a quarta em 28 segundos sem ajuda do instrutor.

Ao todo houveram 16 tentativas, 6 períodos de instrução, 6 acertos sem ajuda, 10 acertos com ajuda e nenhum erro.

O participante foi capaz de praticar e acertar em duas novas fases do programa de ensino, a sexta e a sétima.

Para fins de análise, essa será considerada como a quarta sessão de ensino.

9.3.6. SEXTA SESSÃO

A sexta sessão ocorreu no Laboratório de Psicologia Experimental da PUC-SP no dia 6 de Maio de 2019 e teve a duração de aproximadamente 49 minutos (2939 segundos). Essa sessão fez parte do segundo momento da organização do ensino.

Em aproximadamente 10 segundos o participante foi capaz de ordenar na sequência correta as figuras-história e em aproximadamente 10 segundos foi capaz de ordenar na sequência correta as figuras-cubo.

Foi capaz de resolver a primeira fase em 107 segundos sem a ajuda do instrutor; resolveu a segunda em 38 segundos sem a ajuda do instrutor, capaz de resolver a terceira em 40 segundos com a ajuda do instrutor e a quarta em 56 segundos sem ajuda do instrutor.

Ao todo houveram 13 tentativas, 2 períodos de instrução, 6 acertos sem ajuda, 5 acertos com ajuda, 2 erros e o participante foi capaz de finalizar o cubo por completo em 1 oportunidade.

O participante foi capaz de praticar em todas fases do programa de ensino.

Para fins de análise, essa será considerada como a terceira sessão de ensino.

9.3.7. SÉTIMA SESSÃO

A sétima sessão ocorreu no Laboratório de Psicologia Experimental da PUC-SP no dia 10 de Maio de 2019 e teve a duração de aproximadamente 54 minutos (3253 segundos). Essa sessão fez parte do terceiro momento da organização do ensino.

Essa sessão teve como objetivo oferecer a possibilidade do participante treinar a resolução completa do cubo.

Ao todo houveram 3 tentativas, 2 períodos de instrução, 1 acertos sem ajuda, 2 acertos com ajuda, nenhum erro e o participante foi capaz de finalizar o cubo por completo em 3 oportunidades.

Para fins de análise, essa será considerada como a sexta sessão de ensino.

10. ANÁLISE

10.1.1. EFICIÊNCIA DE EXECUÇÃO

Os resultados demonstraram um aumento na eficiência geral de resolução para todas as tentativas ao longo do processo de ensino em relação ao primeiro momento e algumas oscilações nos dois participantes durante o segundo momento. Os gráficos dispostos nas figuras 25 e 26 são ilustrativos nesse quesito.

Taxas de acertos e erros por sessão

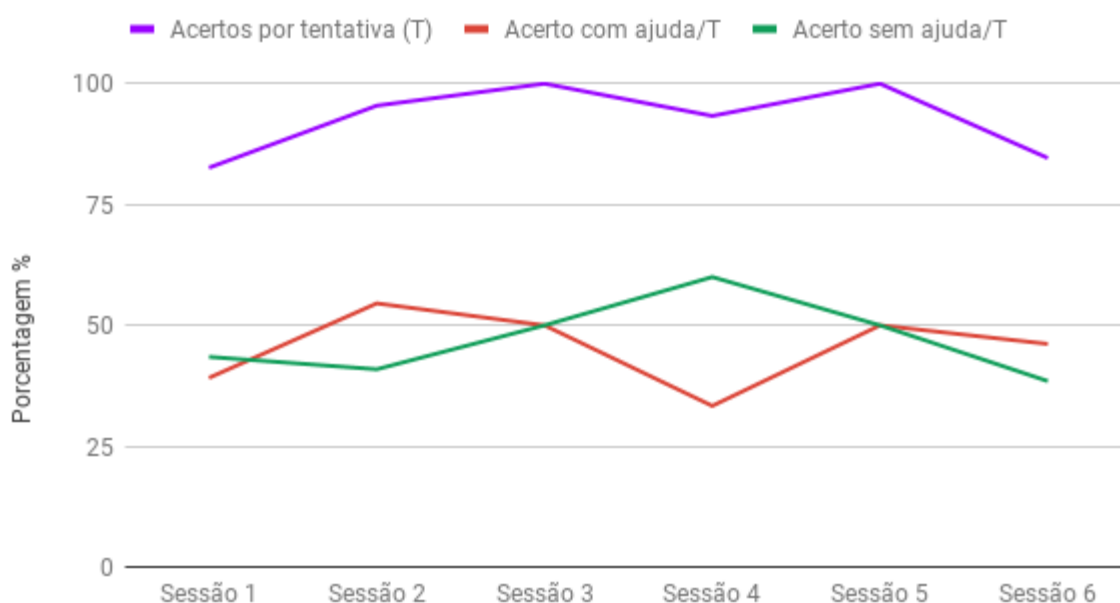


Figura 24 - Taxa de acerto por sessões para o participante 1²⁴

²⁴ ACA/T: Acerto com ajuda por tentativas; ASA/T: Acerto sem ajuda por tentativas

Taxas de acertos e erros por sessão

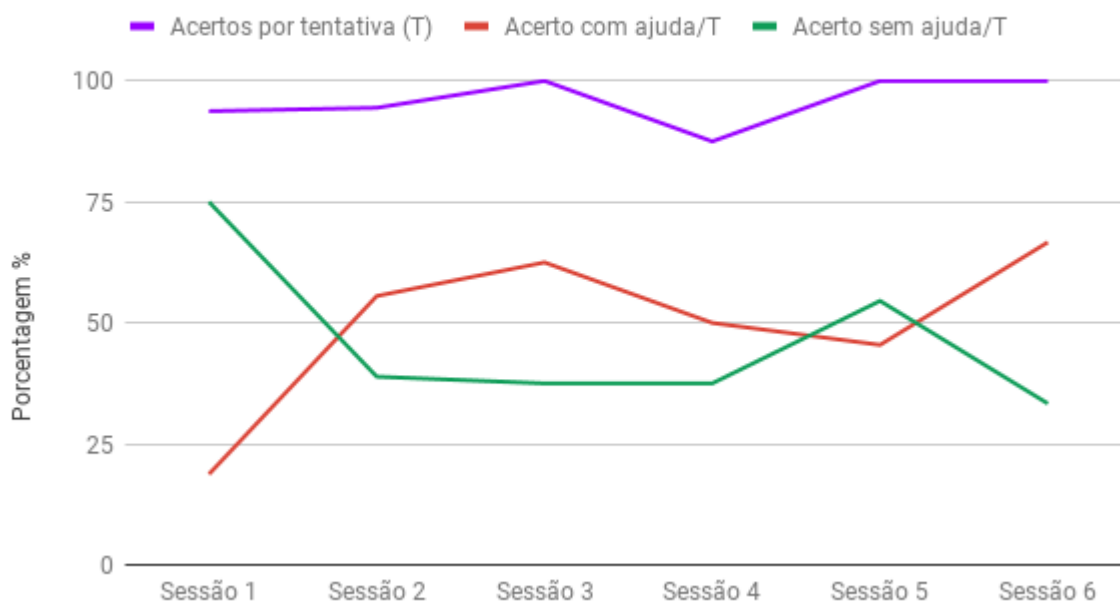


Figura 25 - Taxa de acerto por sessões para o participante 2²⁵

Não foi possível depurar os testes pelas etapas então não é possível dizer quais fases foram mais difíceis para os sujeitos. Porém, podemos inferir a facilidade de algumas — e tão logo a eficiência do método para cada etapa — pelo sucesso em acertar sem ajuda vs. acertar com ajuda por cada sessão; sabendo que algumas fases foram mais ou menos treinadas em cada encontro.

Destarte, temos que as quatro fases iniciais demonstram ter sido as mais fáceis de resolver e as mais difíceis as três últimas.

Os dados também mostram que o método foi bem sucedido em manter o índice de acerto em níveis altos; mantendo o sujeito acertando em taxas acima de 75%.

Também foi possível constatar uma correlação gráfica considerável entre a quantidade de instruções e acertos sem ajuda. Demonstrando que instruções prévias aumentaram a chance de acertos sem ajuda durante a execução de modo proporcional. Conforme ilustram as figuras 27 e 28.

²⁵ idem nota 14

Instrução vs. Acerto Sem Ajuda

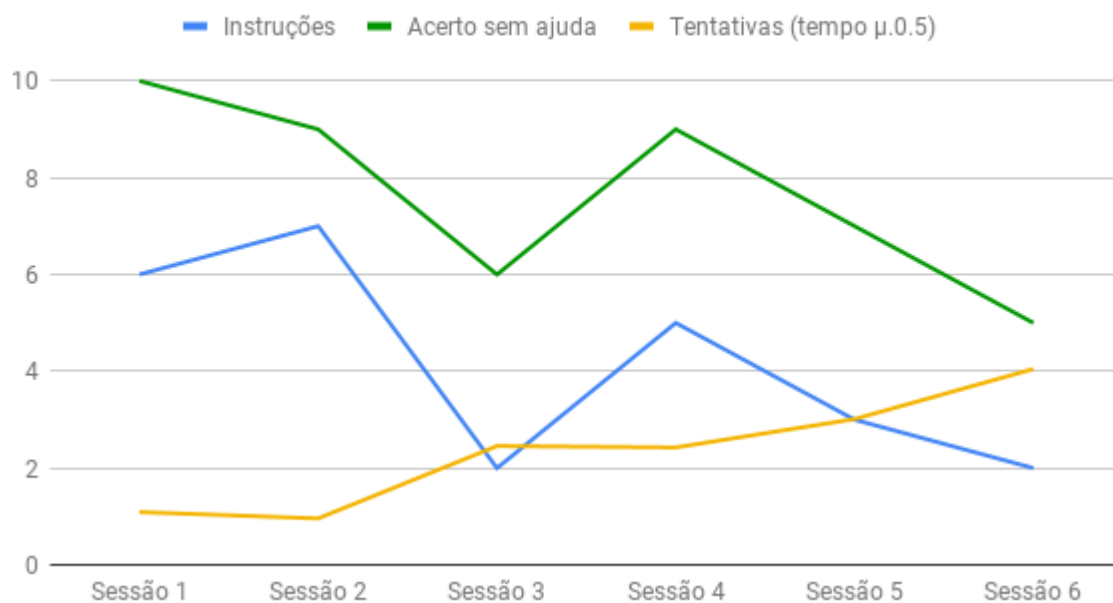


Figura 26 - Cruzamento entre número de instruções e de acertos sem ajuda comparado com o tempo médio para cada tentativa por sessão dividido por meio para o participante 1

Instrução vs. Acerto Sem Ajuda

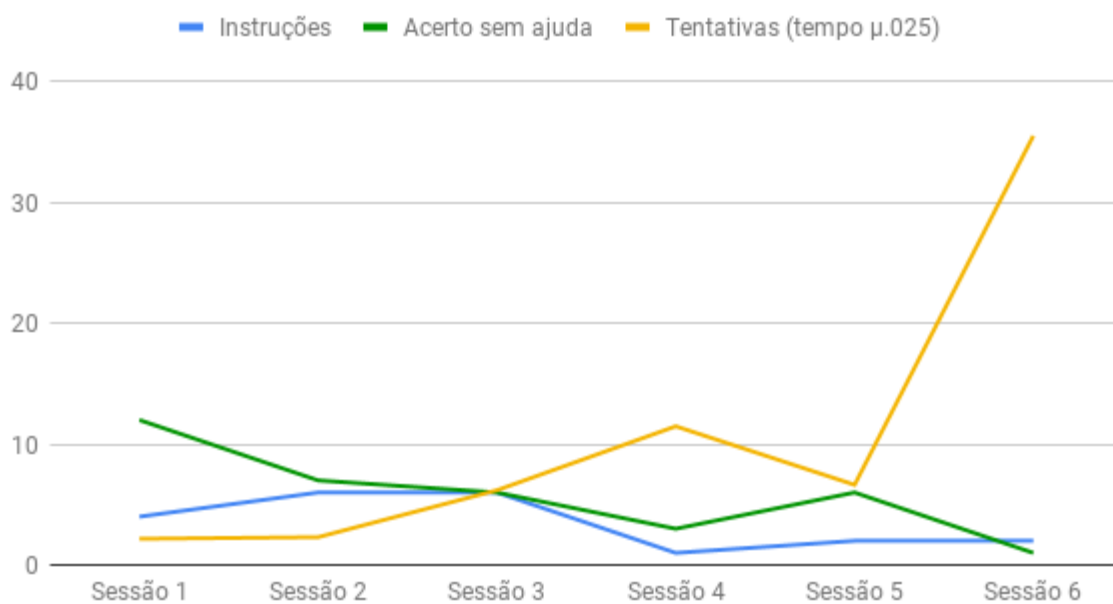


Figura 27 - Cruzamento entre número de instruções e de acertos sem ajuda comparado com o tempo médio para cada tentativa por sessão dividido por meio para o participante 2

Os dados também mostram que apesar do número total de acertos ter caído, isso se deve a um aumento gradual no tempo investido em tentativas de resolução. Por sua vez é resultado de tentativas que continham um número cada vez maior de encadeamentos de fases.

Quanto ao aprendizado ou não do método, somente pode-se afirmar categoricamente que um dos participantes aprendeu²⁶. Sendo capaz de em duas ocasiões completar o cubo sem ajuda do pesquisador a partir do cubo totalmente desfeito. Enquanto que o segundo participante, apesar de ter adquirido todos os repertórios intermediários (tabela 1), não foi capaz de fazer o mesmo; embora tenha completado o cubo com ajudas pontuais do pesquisador.

10.1.2. TEMPO DE EXECUÇÃO

Como discutido no início deste trabalho, entende-se que tão importante quanto à eficiência em taxa de sucesso em um método é sua capacidade de aumentar a fluência de um aprendiz com relação ao objeto de aprendizado (LINSLEY, 1990).

É possível que os dados quando visualizados sem a devida segmentação levem a conclusões impróprias sobre determinados aspectos do método devido à diversidade de etapas ensinadas em cada uma das sessões, resultado direto de uma das diretrizes do método. Muito embora seja possível inferir algumas fases sendo treinadas em cada encontro, é difícil precisar o crescente ou decrescente no tempo de finalização das etapas.

Todavia, os testes iniciais que são executados em todas as sessões daquilo que foi aprendido em encontros anteriores fornecem boa medida desse aspecto do aprendizado por este método.

Tabela 1 - Tempo de execução das fases nos testes iniciais de cada sessão negritados quando o acerto ocorre sem a ajuda do experimentador para o participante 1. As etapas quinta, sexta e sétima são excluídas da análise devida a falta de sistematização.

Fase vs. Sessão (Teste entre	Sessão 1	Sessão 2	Sessão 3	Sessão 4	Sessão 5	Sessão 6
------------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

²⁶ Parametrizando essa categoricidade pelo acerto sem ajuda da resolução do cubo a partir dele completamente desorganizado

sessões)						
Space	0	42	27	52	21	27
Gravidade	0	100	41	53	83	37
Zumbi	0	42	12	51	59	24
FTD	0	0	73	39	18	41

Tabela 2 - Tempo de execução das fases nos testes iniciais de cada sessão negritados quando o acerto ocorre sem a ajuda do experimentador para o participante 2. As etapas quinta, sexta e sétima são excluídas da análise devida a falta de sistematização.

Fase vs. Sessão (Teste entre sessões)	Sessão 1	Sessão 2	Sessão 3	Sessão 4	Sessão 5
Space	0	96	47	41	107
Gravidade	0	149	128	97	38
Zumbi	0	0	145	44	40
FTD	0	0	161	28	56

É possível constatar que, apesar dos dados ausentes das outras fases por ausência de sistematização no teste — sendo em um momento testado parte da execução e em outro momento outra —, um sucesso no método em diminuir o tempo de execução e melhorar a qualidade da execução ao longo do treino. Os participantes acertavam em média cada vez mais rápido e com cada vez menos interferência do instrutor. Aceitas esperadas variações no processo.

Além dos desvios que são esperados enquanto parte de variações normais nos participantes entre dias diferentes, alguns podem ser explicados pela distância entre sessões. Como entre a sessão três e quatro do participante 1, em que ele responde rápida e corretamente a todos os quatro testes e então responde de forma mais lenta e com mais ajuda, respectivamente.

Outros desvios se referem a acidentes de percurso. Uma peça movida equivocadamente pode comprometer toda uma sequência, exigindo do aprendiz um esforço de retorno ao estado anterior ao acidente. Para então retornar ao curso inicial.

O progressivo decréscimo no tempo de resolução pode ser compreendido enquanto uma transferência de controle de estímulos. De um controle por regras para um controle pelo contato direto entre as contingências.

Outro decréscimo progressivo no tempo de tarefas para os dois participantes foi o de agrupamento e ordenação das figuras cubo e figuras história.

10.3. AVERSIVIDADE

Entendendo-se o erro do estudante, fracasso e posturas agressivas de instrutores como três grandes aversivos no processo ensino-aprendizagem (SIDMAN, 1995), pode-se dizer que o ensino a partir do método aqui proposto é não aversivo — principalmente quando comparado aos métodos tradicionais, repletos de fracassos, erros e repreensões.

Os dados corroboram nessa direção. Apontam uma taxa alta de acertos (figuras 25 e 26). E demonstram uma redução no número de erros no decorrer do ensino em relação à primeira sessão. Mas não podem sustentar que a postura do experimentador não foi aversiva em determinados momentos; estando apenas alicerçada nas diretrizes que fundamentam o projeto.

É válido apontar para o grande volume de finalizações pelo método, juntos, os participantes tiveram oportunidade de finalizar encadeadamente o cubo 17 vezes. Além de terem produzido o cubo resolvido muitas outras vezes, quando da execução da primeira fase de ensino.

10.4. DADOS GERAIS

Outros dados são aqui apresentados como ilustrativos do processo. Dispostos na tabelas 3 e 4 estão os valores absolutos registrados para cada categoria de análise em cada sessão.

Tabela 3 - Eventos ocorridos entre sessões para o participante 1

Categorias vs. Sessões	Sessão 1	Sessão 2	Sessão 3	Sessão 4	Sessão 5	Sessão 6
Tentativas	23	22	12	15	14	13
Instruções	6	7	2	5	3	2
ACA	9	12	6	5	7	6
ASA	10	9	6	9	7	5
Erros	4	1	0	1	0	2

Finalização	2	3	2	2	0	1
-------------	---	---	---	---	---	---

Tabela 4 - Eventos ocorridos entre sessões para o participante 2

Categorias vs. Sessões	Sessão 1	Sessão 2	Sessão 3	Sessão 4	Sessão 5	Sessão 6
Tentativas	16	18	16	8	13	3
Instruções	4	6	6	1	2	2
ACA	3	10	10	4	5	2
ASA	12	7	6	3	6	1
Erros	1	1	0	1	2	0
Finalização	1	1	1	0	1	3

Observa-se que ao longo das sessões os participantes foram reduzindo o número de tentativas e acertos (tabelas 3 e 4) em virtude do tempo médio que foram empreendendo em cada uma delas sendo mantido o tempo de sessão em aproximadamente 50 minutos.

Tempo médio por sessão vs. Categorias de eventos

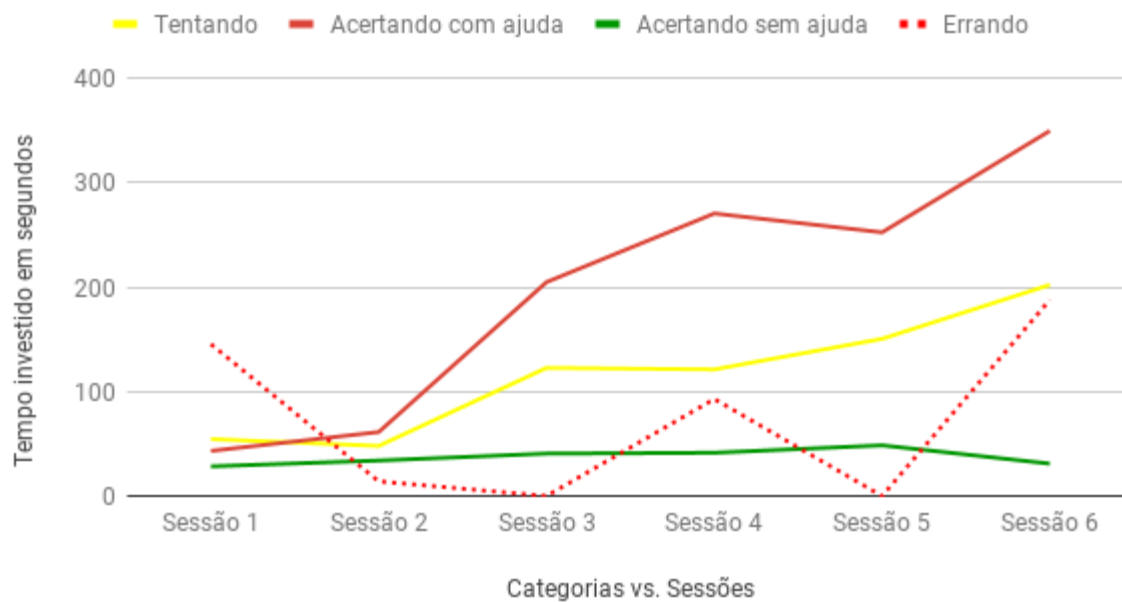


Figura 28 - Tempo médio em segundos investido pelo participante 1 em cada categoria de análise por sessão em média

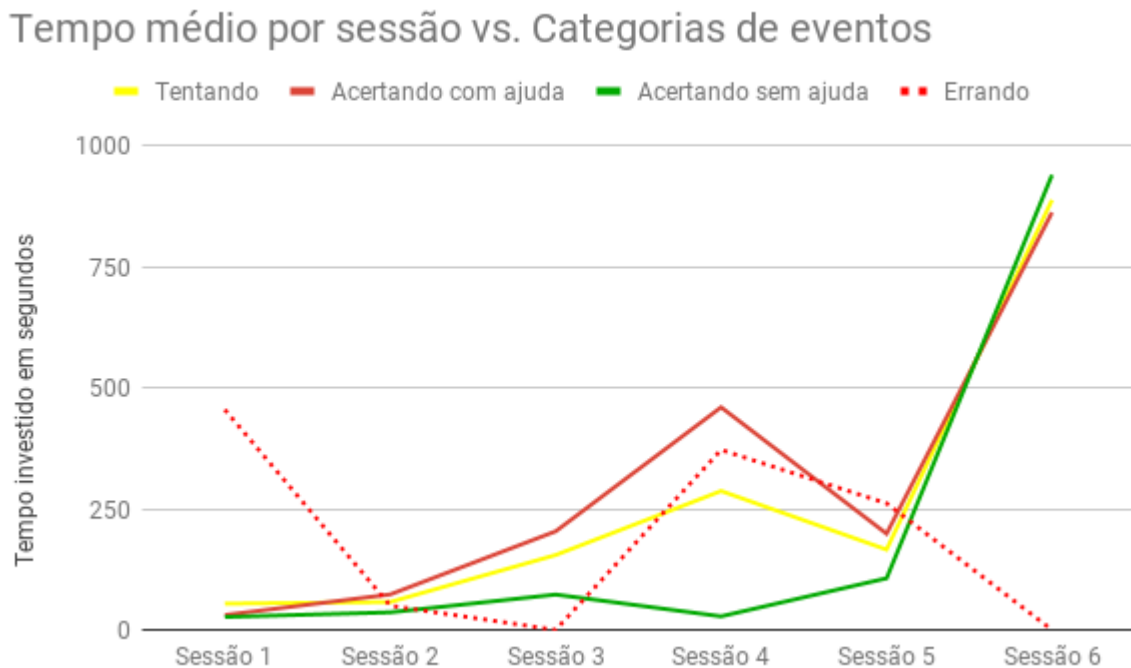


Figura 29 - Tempo médio em segundos investido pelo participante 2 em cada categoria de análise por sessão em média

11. CONCLUSÃO

Avalia-se o entendimento da aprendizagem humana a partir de uma ciência comportamental que surge em oposição à causalidade internalista tecendo críticas e proposições como resposta aos métodos tradicionais de ensino que se originam desta lógica causal. Reconhece-se a importância do conhecimento acerca da aquisição do comportamento complexo e o obstáculo promovido à esta aquisição por ambientes coercitivos que se fundamentam boa parte das vezes na lógica internalista já comentada. E diante disso formulou-se a questão de se é possível ensinar um comportamento complexo como o de resolução do cubo mágico utilizando um modelo de ensino não coercitivo, baseado em tecnologia comportamental. Tangenciando a questão da complexidade no ensino por meio de algum comportamento no qual a taxa de insucesso é largamente difundida. No qual, também, é possível observar reações similares às que se têm de disciplinas escolares como a Matemática — havendo,

explicações muito parecidas para o malogro ou o acerto: uma propriedade intangível da experiência e condição humana que deriva de uma lógica duvidosa para explicar o Humano e que ao invés de iluminar, só escurece a questão com sua estrutura circular. Admitindo uma natureza psicofísica a um elemento causal não observável e não passível de controle, a Mente.

Haveria então o desafio de, com este problema de pesquisa, ir na contramão do senso comum — fortalecido em pesquisas que afirmam que para aprender o cubo é necessário apenas as “motivações certas” (NEARY, 2013) — e propor um ensino não coercitivo com uma taxa de sucesso maior que a encontrada em técnicas socialmente difundidas — presentes em plataformas de divulgação como o YouTube™ — e que se sustente enquanto prática bem fundamentada em bases teóricas.

Este trabalho também se presta a discutir aquisição do comportamento complexo a partir de dimensões que contemplem o aprendizado para além de tão somente um comportar-se de modo eficiente, levando em consideração tempo de execução como medida importante. Levando, o método, em consideração estes elementos, além da exigência deste ser um ensino não aversivo. Preocupação presente na confecção e utilização dos materiais à aplicação propriamente dita com os participantes.

Os resultados apontam para um sucesso do método em ensinar as partes constituintes do repertório complexo, havendo uma escala de sucesso nesse intento para as diferentes fases do mesmo. As primeiras do roteiro de ensino se mostraram as mais fáceis para os participantes e as três últimas as mais difíceis.

Dado o desempenho dos participantes nas primeiras etapas, é possível dizer que o aumento na taxa de erros e demanda por ajuda nas fases seguintes foi talvez devido a falhas na aplicação. Um com ajudas pontuais do experimentador, principalmente entre uma fase e outra — tendo domínio das execuções intermediárias —, e outro sem a ajuda do experimentador, em um contexto igual ao natural.

As tecnologias que derivam da ciência comportamental fundada no Behaviorismo Radical expressas em abordagens comportamentais de ensino, como Precision Teaching (LINDSLEY, 1990), Personalized System of Instruction (KELLER, 1968) e Instrução Programada (SKINNER, 1972); não ofereceram resistência ao agrupamento de técnicas devido ao seu *continuum* teórico-epistemológico.

Originando um método derivado capaz de ensinar com sucesso um comportamento complexo.

A peculiaridade do método quanto a sua sequência contra-intuitiva foi de importância para esse ensino, promovendo à reversão dos efeitos colaterais do controle aversivo com o sucesso do indivíduo em produzir o cubo resolvido uma série de vezes já na primeira sessão. Tornando a aprendizagem agradável e reforçadora em si mesmo durante a aprendizagem que em outros moldes geraria fuga, esquiva e contra-controle. Indo de acordo com o proposto por Skinner, enquanto meta da educação (SKINNER, 1972, 1975).

Em suma, como resposta ao problema de pesquisa, este trabalho defende que sim, é possível ensinar comportamento complexo como o de resolução do cubo mágico utilizando um modelo de ensino não coercitivo que deriva diretamente de premissas da análise experimental do comportamento humano. Conseguindo ensinar o cubo mágico para um participante em 6 sessões semanais de 50 minutos cada. Expondo ao total o aprendiz — para o participante que aprendeu o cubo em sua totalidade — a 3712 segundos de instrução, aproximadamente 1 hora.

12. DISCUSSÃO

Enquanto estudo exploratório, este trabalho não se pretende gerador de um método infalível de ensino. Mesmo o método funcionando, algumas considerações precisam ser feitas.

12.1. MÉTODO

O intervalo de tempo entre as sessões pode ter sido determinante quanto ao não sucesso do primeiro participante. No experimento piloto, constatou-se que intervalos de tempo menores entre sessões levavam a uma maior performance.

Não se sabe se o tempo de cada uma das sessões pode ou não ter influenciado a performance dos participantes. Enquanto que sessões mais curtas não permitiriam muitos treinos, sessões maiores cansariam os sujeitos e poderiam tornar a tarefa mais aversiva.

Houveram inconsistências de método por conta do *multi-tasking* do experimentador. Constaram enquanto tarefas durante a sessão:

- a) Preparar os cubos com a configuração exigida para treino antes do participante começar a executar a resolução;
- b) Instruir os participantes com as histórias e figuras;
- c) Acompanhar a execução dos movimentos do participante sem ser aversivo;
- d) Garantir a correta aplicação do método seguindo parâmetros para intervenção ou não intervenção;
- e) Perceber peculiaridades na manipulação do cubo para cada participante e suas verbalizações, usadas oportunamente para adaptações nas histórias;
- f) Contabilizar cada evento de uma das categorias de análise no Countee;
- g) Fazer anotações;
- h) Preparar outros cubos enquanto o participante executava a resolução;

Esse número expressivo de atividades realizadas durante a sessão forçava o experimentador a priorizar alguma destas em detrimento de outras — muito embora não houvesse clara uma escala de hierarquização, sendo flutuante os valores para cada uma. Como consequência, algumas inconsistências de método ocorreram, como:

- a) não intervenção em momentos nos quais intervenções eram necessárias;
- b) contabilizações com margem de erro de ao menos 2s;
- c) diferentes sujeitos tiveram acesso a diferentes configurações do cubo;
- d) não sistematização de algumas operações como os testes iniciais para as fases cinco, seis e sete;
- e) o experimentador não se conteve em alguns instantes e exibia sinais de felicidade quando o participante acertava durante testes em extinção;

Por fim, como consequência importante e de impacto relevante, os participantes tiveram acesso a ensinamentos diferentes.

Cabe ressaltar que as análises foram realizadas de modo que esses hiatos de método não fossem determinantes ou até mesmo tivessem influência mínima.

12.2. ALINHAMENTO ÀS DIMENSÕES DA ANÁLISE APLICADA

Cabe neste espaço final avaliar a concordância desta pesquisa com as dimensões apontadas por Baer, Wolf & Risley (1968):

Aplicada. Esta pesquisa se atém a eventos de alta relevância social e deixa clara a contribuição teórico e tecnológica de sua investigação.

Comportamental. O pesquisador utilizou mensurações observáveis e objetivas da ocorrência comportamental que poderia ser atestada por juízes treinados, muito embora o escopo da pesquisa não tenha permitido esse tipo de validação.

Analítica. Esse trabalho foi capaz de demonstrar o impacto da intervenção, ainda que tenha pecado em alguns elementos do método não permitindo uma total apreensão dessa dimensão aplicada.

Tecnológica. A intervenção, critérios de observação, tratamento de dados, material e outros elementos relevantes foram cuidadosamente e até ostensivamente descritos, garantindo replicação por pesquisadores futuros.

Conceitual. A raiz derivativa da qual emergem as práticas utilizadas nesse trabalho são demonstradas em seu nível filosófico e teórico-conceitual, garantindo consistência ao método.

Eficaz. As mudanças de comportamento produzidas são de valor para a comunidade de modo indireto, na medida em que lança luz no campo de estudo dos comportamentos complexos. O valor social da habilidade de resolver o cubo mágico é evidente, mas não consistiu-se enquanto uma tarefa de valor para a comunidade.

Generalizável. Não foi programado um protocolo de acompanhamento da generalização após as sessões de treino, mas não impede pesquisas futuras de investigarem nesta direção os efeitos de longo prazo do método de ensino do cubo mágico.

12.3. OUTRAS CONCLUSÕES

Não constam na seção de conclusão deste trabalho algumas declarações de caráter hipotético e não fundamentado, de modo satisfatório, nos achados da

pesquisa. Essas declarações são dispostas a seguir em forma de itens demarcados pela formatação itálica.

Cada um aprende ao seu modo. Não se trata de uma declaração nova na ciência da aprendizagem, mas é possível perceber, tendo em vista a experiência do pesquisador, que existem abordagens que funcionam muito bem para um participante mas que não funcionam em outro, e vice-versa. Como exemplo, o participante 2 teve dificuldade em aprender a quarta fase, enquanto ocorreu o oposto para o participante 1.

O método se mostrou rígido demais. Enquanto essa rigidez por um lado garante um maior rigor científico, produz por outro alguns efeitos de caráter aversivo nos participantes. Em uma série de momentos seria importante para o progresso futuro dos participantes a intervenção do pesquisador, mas este não o fez para preservar certos dados. A rigidez contribuiu para o rigor científico na medida em que garantiu um grau de uniformidade na aplicação do método para os dois participantes. Contudo, foi prejudicial para o progresso dos participantes em função da declaração anterior. Pesquisas futuras podem oferecer maior flexibilidade de aplicação sem prejudicar o rigor analítico, contribuindo para a experiência de aprendizado dos alunos e consequentemente para a performance deles.

Outros elementos poderiam ter sido adicionados. Além das cartas poderiam ter sido adicionados outros elementos que catalisariam o processo de aprendizagem, como descrições por escrito das histórias e vídeos de resolução que poderiam ser acessados em qualquer momento. Outras pesquisas podem fornecer elementos adicionais aos descritos neste trabalho no método e traçar comparações de performance, selecionando os melhores materiais a serem utilizados no desenvolvimento de repertórios desta natureza.

As coletas poderiam ter sido segmentadas. Seria de grande valor analítico as coletas registrarem valores específicos para as fases do cubo e para outros momentos de ensino, o que não ocorreu. Deste modo seria possível reconhecer situações e efeitos do método que de outra forma se manteriam como pontos-cegos. Ampliando exponencialmente a capacidade de cruzamento de dados, garantindo um poder de análise maior na medida em que seria possível cruzar uma série de dados e selecionar aqueles com alto grau de correlação entre variáveis que a primeira vista poderiam não

parecer variar uma em função da outra. Pesquisas futuras podem garantir maior detalhamento nas coletas, permitindo uma análise mais aprofundada.

As fases foram bem programadas mas o encadeamento não. Embora os participantes soubessem resolver as fases, não havia, contudo, uma programação da sequência entre uma fase e outra. Isso era visível na dificuldade dos participantes em resolver o cubo inteiro apesar de terem os repertórios intermediários instalados. Os dados não são capazes de ilustrar esse cenário com a devida resolução. Pesquisas futuras poderiam garantir uma performance global maior programando as progressões entre as fases.

Talvez fosse importante ensinar primeiro blocos comportamentais que se repetem em diversas fases. Existem sequências que se repetem em diversas fases e que são grande parte de algumas, como a operação de “salvar” uma peça; presente na penúltima fase do roteiro de ensino. Seria possível ensinar esse tipo de operação utilizando um cubo com todas as faces pretas e apenas uma colorida. Removendo uma peça de quina para uma outra face, continuaria em destaque os estímulos relevantes para a operação e removeriam-se aqueles distratores. Pesquisas futuras podem rastrear esses *blocos comportamentais* e garantir uma programação de ensino que possibilite a aprendizagem destes elementos, bem como podem analisar o efeito desta variação do método a nível de desempenho dos participantes.

O comportamento de ensinar a resolver o cubo é tão importante quanto a resolução. Era preocupação deste trabalho em seu escopo inicial o repertório de ensino do cubo mágico pelo instrutor tanto quanto a sua resolução e aprendizagem por parte do aprendiz. A experiência de aplicação sugere que um entendimento melhor do repertório de ensino possibilitaria flexões interessantes no método. Uma flexão de especial interesse é aquela na qual parte da estrutura de ensino é o desafio do aprendiz em ter de ensinar um sujeito ingênuo. Hipotetiza-se aqui que esse tipo de tarefa contribuiria para um fortalecimento do controle de estímulos, bem como automatizaria a resolução do cubo pelo instrutor por conta das repetições necessárias e exigência de emissão de comportamentos que modifiquem a estrutura da cadeia verbal que controla os comportamentos de resolução — como a inversão do raciocínio de resolução necessária para um instrutor. Pesquisas futuras poderiam explorar melhor este tópico, tanto na capacitação de leitores para se transformarem em futuros

instrutores, e consequentemente pesquisadores que utilizem o Cubo como forma de aproximação de questões voltadas a comportamentos complexos; quanto no ensino dos aprendizes a ensinar. Um processo que a comunidade naturaliza, mas que exige programação de aprendizagem tanto quanto a própria.

Quanto mais próximas as sessões de ensino ao longo do tempo melhor a performance. Ainda que os dados não sejam conclusivos quanto a isso, hipotetiza-se aqui que uma aprendizagem com intervalos menores contribuiria para uma aprendizagem mais rápida e retenção superior dos comportamentos aprendidos. Pesquisas futuras podem comparar o rendimento de alunos em aprendizagens com intervalos maiores e menores para avaliar qual é mais produtivo.

12.4. PESQUISAS FUTURAS

Pesquisas futuras poderiam avançar no nosso entendimento da aprendizagem do cubo mágico se atentando aos elementos levantados na discussão e principalmente no item anterior. Fundamentalmente se atendo a coleta de dados, de modo a atender melhor a dimensão descrita por Baer, Wolf & Risley (1968) da análise aplicada do comportamento como analítica. Estudos comparativos também são de grande importância para tanto definir as formas mais efetivas de se ensinar o cubo quanto acompanhar o desempenho do aluno no decorrer do aprendizado.

Em resumo, as perguntas que pesquisas futuras poderiam responder sobre o ensino do Cubo Mágico seriam — acrescentando outras perguntas que não se inserem em algumas das declarações anteriores:

- Como ensinar de modo mais flexível sem comprometer o rigor científico se adequando a estilos diferentes de aprendizagem?
- Quais outros elementos poderiam ser adicionados no método que produziram melhores efeitos na aprendizagem?
- Que correlações entre variáveis surgem de uma análise pormenorizada de uma coleta mais detalhada de um protocolo de ensino do cubo mágico como o proposto aqui?
- Como facilitar o encadeamento entre as fases de resolução?

- Ensinar blocos constitutivos de grande parte dos Macros de resolução antes do protocolo de ensino é mais efetivo que iniciar direto pelo ensino das cadeias completas?
- Como programar o ensino do ensino de resolução do Cubo Mágico?
- Sessões com intervalos mais curtos ensinam mais rápido e com mais eficiência?
- Como se dá a generalização ao longo do tempo do repertório aprendido durante as sessões?
- Que tecnologia (s) pode (m) derivar desse protocolo de ensino com aplicações em outras esferas sociais?

Os achados destas pesquisas serão de relevância para o desenvolvimento do conhecimento na área de aprendizagem de comportamentos complexos e não somente para o avanço no entendimento de uma habilidade restrita como a de resolução do cubo mágico. Fomentando a construção de tecnologias aplicáveis em diversos cenários, de escolas à organizações.

12.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho era demonstrar o quanto boa parte dos repertórios na vida humana que estão associados a um alto índice de fracasso, como a Matemática, são resultado de um ensino ineficiente e não de alunos incompetentes.

Sublinhando as diferenças fundamentais entre duas formas de conceber o Ser Humano e a forma como ele se constrói em relação ao mundo e avaliando as derivações tecnológicas e de performance de cada um é percebido que existem duas chaves de entendimento principais no ensino.

Uma na qual a aversividade é mais regra que exceção, e em que o erro tem implicações severas na vida do aluno. E outra na qual a aversividade é combatida e alternativas mais prazerosas e com foco no indivíduo são consideradas.

O método desenvolvido se baseia na segunda, e seu sucesso é alimento para a esperança de quem sonha com um mundo no qual as pessoas são livres para aprender e conviver, distantes dos efeitos nefastos de uma educação injusta e ineficaz.

Parece que mudar essa chave de raciocínio, de uma culpabilização e punição daqueles que falham, para uma postura de apoio e comprometimento com o outro é um bom começo para construir uma sociedade produtiva, perene e feliz.

13. REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, M.; FREITAS, A; Práticas de castigos escolares: enlaces históricos entre normas e cotidiano. *Conjectura*, v.17, n.2, p. 17-36, 2012.
- AZRIN, N., & HOLZ, W. Castigo. In W. K. Honig (Org.), *Conducta operante: investigación y aplicaciones* (pp. 455-531) (F. López, E. Galindo & E. R. Iñesta, Trans). México: Trillas. 1975
- BAREMBLITT, G *Compêndio de análise institucional e outras correntes*. 3. ed. Rio de Janeiro: Rosa dos Tempos, 1996.
- BITTAR, M.; BITTAR, M. História da educação no Brasil: a escola pública no processo de democratização da sociedade. *Maringá*, v. 34, n. 2, p. 157-168, Jul./Des., 2012.
- CARMO, J. Controle aversivo, ensino das matemáticas em sala de aula e programação de contingências reforçadoras no ensino escolar. In: CARMO & PRADO (Orgs.), *Relações simbólicas e aprendizagem da matemática* (p. 253-271). Santo André, SP: ESETEC. 2010
- DAVIS, C. L. F.; ALMEIDA, L. R.; RIBEIRO, M. P. O.; RACHMAN, V. C. B. Abordagens vygotskiana, walloniana e piagetiana: diferentes olhares para a sala de aula. *Psic. da Ed., São Paulo*, 34, 1º sem. de 2012, pp. 63-83. 2012.
- DETACHMENT. Direção: Tony Kaye, Produção: Carl Lund et cols. Estados Unidos: Tribeca Film, 2011.
- DIEHL, L.; MARIN, A. H.. Adoecimento mental em professores brasileiros: revisão sistemática da literatura. *Est. Inter. Psicol.*, Londrina , v. 7, n. 2, p. 64-85, dez. 2016 . Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-64072016000200005&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 05 maio 2019.
- FERRAZ, T. Conheça os métodos de ensino mais comuns nas escolas brasileiras. Disponível em <<https://www.infoescola.com/noticias/conheca-os-metodos-de-ensino-mais-comuns-nas-escolas-brasileiras/>>. Acesso em 4 de Maio de 2019. Texto de 2016.
- FNE. Educação brasileira: indicadores e desafios, 2013. Disponível em <http://conae2014.mec.gov.br/images/pdf/educacao_brasileira_indicadores_e_desafios.pdf>. Acesso em 26 de Abril de 2018.

- FRANCA S.J., Leonel. O método pedagógico dos jesuítas: o "Ratio Studiorum": Introdução e Tradução. Rio de Janeiro: Livraria Agir Editora, 1952.
- FREIRE P. Educação como prática da liberdade. 29ª ed. Rio de Janeiro (RJ): Paz e Terra; 1999.
- GLIDDEN, R. F.; GROSS, I. Práticas coercitivas na educação, o que dizem e o que fazem os professores. *Revista Reflexão e Ação*, Santa Cruz do Sul, v. 24, n. 1, p. 402-424. Jan./Abr. 2016
- HEDQUIST, C. B. & ROSCOE, E. M.. A comparison of differential reinforcement procedures for treating automatically reinforced behavior. *Jnl of Applied Behav Analysis*. 2019
- JEROME, J., FRANTINO, E. P., & STURMEY, P. The effects of errorless learning and backward chaining on the acquisition of Internet skills in adults with developmental disabilities. *Journal of applied behavior analysis*, 40(1), 185–189. doi:10.1901/jaba.2007.41-06. 2017
- MAYER, P.; GONGORA, M. Duas formulações comportamentais de punição: definição, explicação e algumas implicações. *Acta comport.*, Guadalajara , v. 19, n. 4, p. 47-63, 2011.
- MICHELETTO, N. Bases filosóficas do Behaviorismo Radical. In: Banaco, R.A.B. *Sobre Comportamento e Cognição*. Santo André, S.P.; ARBytes, 1997, pp. 29-44.
- MURTA, C. Magistério e sofrimento psíquico: contribuição para uma leitura psicanalítica da escola. In: COLOQUIO DO LEPSI IP/FE-USP, 3., São Paulo, 2001.
- NEGRAO, Ana Maria Melo. O método pedagógico dos jesuítas: o "Ratio Studiorum". *Rev. Bras. Educ.*, Rio de Janeiro , n. 14, p. 154-157, Aug. 2000.
- KELLER, F.S. Good-bye teacher... *Journal of the Applied Behavior Analysis*, v.1. 1968.
- KUBINA, R. M. & MORRISON, R. S. Fluency in education. *Behavior and Social Issues*, 10, 83-99. 2000
- KOENIG, C. Precision Teaching with emotionally disturbed children. Dissertação de Mestrado. Universidade de Kansas, 1967.
- LEWON, M., WEBB, E. K., BROTHERIDGE, S. M., COX, C. and FAST, C. D.. Behavioral skills training in scent detection research: Interactions between trainer and animal behavior. *Jnl of Applied Behav Analysis*. 2019.

LINDSLEY, O. Precision Teaching: By Teachers for Children. Teaching Exceptional Children p.10-15. Spring, 1990.

_____. Precision Teaching: Discoveries and effects. Journal of Applied Behavior Analysis, n. 1, p.51-57. Spring, 1992.

MONTES, C. C., HEINICKE, M. R. and GEIRMAN, D. M.. Awareness training reduces college students' speech disfluencies in public speaking. *Jnl of Applied Behav Analysis*. 2019.

NEVIN, J. A., & GRACE, R. C. (2000). Behavioral momentum and the Law of Effect. *Behavioral and Brain Sciences*, 23(1), 73-130. 2000

PATTO, M. H. S.. A produção do fracasso escolar: histórias de submissão e rebeldia. São Paulo: Casa do psicólogo, 1990.

PIAGET, J. (1985). Psicologia e Pedagogia. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1985. (Trabalho original publicado em 1969)

RONCATI, A. L., SOUZA, A. C., PARADIGMA, N. and miguel, C. F.. Exposure to a specific prompt topography predicts its relative efficiency when teaching intraverbal behavior to children with autism spectrum disorder. *Jnl of Applied Behav Analysis*. 2019.

RUBIK'S. Cube Facts. Disponível em <<https://www.rubiks.com/about/cube-facts>>. Acesso em 26 de Abril de 2018.

SERIO, T.M.A.P.. Controle de estímulos e comportamento operante. São Paulo: EDUC, 2010.

SIDMAN, M. Coerção e suas implicações. Campinas: Editorial Psy, 1995.

SINGMASTER, D. "Cubic Circular Issue 3, Spring 1982.

SILVA, G.; AMORIM, S. Apontamentos sobre a educação no Brasil Colonial (1549-1759). Interações, Campo Grande, MS, v.18, n. 4, p. 185-196, out./Dez. 2017

SKINNER, B. F. Ciência e comportamento humano. 11 ed. São Paulo: Martins Fontes, [1953], 2003.

_____. Tecnologia do Ensino. São Paulo: EPU, 1972.

_____. Beyond Freedom and Dignity. Middlesex: Pelican Books, 1971.

_____. About Behaviorism. New York: Knopf, 1974.

_____. Walden two: Uma sociedade do futuro(R. Moreno & N. R. Saraiva, trads.). São Paulo, SP: Herder. (Trabalho original publicado em 1948), 1975.

_____. Verbal behavior. Acton: Copley Publishing Group, 1957.

_____. The Shame of American Education. *American Psychological Association, Inc.* Vol. 39, No. 9, 947-954, 1984.

TOURINHO, E. Z., & SÉRIO, T. M. A. P. (2010). Definições contemporâneas da análise do comportamento. In E. Z. Tourinho, & S. V. de Luna (Orgs.), *Análise do comportamento: Investigações históricas, conceituais e aplicadas* (pp. 1-13). São Paulo: Roca.

ULRICH, R. E. Pain as a cause of aggression. *American Zoologist*, 6, 643-662. 1966

VIECILLI, J.; MEDEIROS, J. G. A coerção e suas implicações na relação professor-aluno. *Psico-UFSC*, v. 7, n. 2, p. 229-238, 2002.

VIGOTSKI, L. S; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Icone, 1998

WALLON, H. *Psicologia e Educação da Infância*. Lisboa: Editorial Estampa, 1975.

WATSON, J. Psychology as a behaviorist views it. *Psychological Review*, 20(2), 158-177, 1913.

WILLIAMS, B.; MYERSON, J.; HALE, S. Individual differences, intelligence, and behavior analysis. *Journal of experimental analysis of behavior*, n.2 (september), p. 219-231, 2008.

WU, W., LECHAGO, S. A. and RETTIG, L. A.. Comparing mand training and other instructional methods to teach a foreign language. *Jnl of Applied Behav Analysis*. 2019.

WREFORD, J. Um ensino que tem muito a aprender. O Estado de São Paulo. São Paulo, p. A16-17, 13 de Abril de 2003.

14. ANEXO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Declaro, por meio deste termo, que concordei em participar na pesquisa de campo referente ao projeto/pesquisa intitulado “Um procedimento de ensino de um repertório complexo: cubo magico”. Desenvolvido por Rafael Freitas Delgado. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é orientada por Thomas Anatol da Rocha Woelz a quem poderei contatar / consultar a qualquer momento que julgar necessário através do email: twoelz@gmail.com

Afirmo que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa. Fui informado dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais é o ensino de um repertório complexo.

Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações por mim oferecidas estão submetidos às normas éticas destinadas à pesquisa envolvendo seres humanos, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde.

Minha colaboração se fará de forma anônima por meio de encontros. O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pelo pesquisador e ou seu orientador.

Fui ainda informado de que posso me retirar desse estudo a qualquer momento, sem prejuízo para meu acompanhamento ou sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos. Fui esclarecido de não haver qualquer risco à minha saúde a minha participação e que terei como benefício o aprendizado do quebra-cabeças “Cubo Mágico”.

Atesto recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

São Paulo, ____ de _____ de _____

Assinatura do Participante:

Assinatura do Pesquisador:
