

ESPAÇO VETORIAL DE DECISÃO COGNITIVA (EVDC): UMA REFORMULAÇÃO GEOMÉTRICA DA TEORIA DO COMPORTAMENTO PLANEJADO

COGNITIVE DECISION VECTOR SPACE (CDVS): A GEOMETRIC
REFORMULATION OF THE THEORY OF PLANNED BEHAVIOR

Ciências da Saúde • 11/07/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/783762140](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/783762140)

Rafael Benedito Rodrigues¹

RESUMO

O presente trabalho introduz o Espaço Vetorial de Decisão Cognitiva (EVDC), um tensor de primeira ordem, como uma reformulação geométrica da Teoria do Comportamento Planejado (TCP) que transpõe os escores dos construtos Atitude, Norma Subjetiva e Controle Comportamental Percebido para um espaço euclidiano tridimensional. A TCP é um dos modelos mais consolidados para a predição de intenções e comportamentos, contudo, sua formulação escalar tradicional impõe limitações como a ausência de uma fronteira decisória e a dificuldade de diagnóstico individualizado para intervenções quantificáveis. O EVDC propõe o Plano Limite de Ativação (Π_{tcp}), uma fronteira geométrica que separa indivíduos ativados de inibidos. São introduzidas métricas como a Distância Euclidiana ao Limiar (d_n), os Cossenos Diretores para identificação de perfis decisórios e o Cone de Incerteza para correspondência estatística. Resultados com dados simulados demonstram que o EVDC oferece diagnóstico preciso e planejamento de intervenções com metas quantificáveis. O modelo inaugura o campo da Psicogeometria, representando processos cognitivos em espaços tensoriais e aproximando a psicologia de formulações matemáticas estruturadas.

Palavras-chave: Teoria do Comportamento Planejado; Espaço Vetorial; Plano Limite; Cossenos Diretores; Cone de Incerteza.

ABSTRACT

This paper introduces the Cognitive Decision Vector Space (CDVS), a first-order tensor, a geometric reformulation of the Theory of Planned Behavior (TPB) that transposes the construct scores (Attitude, Subjective Norm, and Perceived Behavioral Control) into a three-dimensional Euclidean space. TPB is one of the most consolidated models for predicting intentions and behaviors;

however, its traditional scalar formulation imposes limitations such as the absence of a decision boundary and the difficulty of individualized diagnosis for quantifiable interventions. The CDVS proposes the Activation Limit Plane (Π_{tcp}), a geometric boundary that separates activated individuals from inhibited ones. Metrics such as the Euclidean Distance to the Threshold (d_n), Direction Cosines for identifying decision profiles, and the Uncertainty Cone for statistical correspondence are introduced. Results with simulated data demonstrate that the CDVS offers precise diagnosis and intervention planning with quantifiable goals. The model inaugurates the field of Psychogeometry, representing cognitive processes in tensor spaces and bringing psychology closer to structured mathematical formulations.

Keywords: Theory of Planned Behavior; Vector Space; Limit Plane; Direction Cosines; Uncertainty Cone.

1. INTRODUÇÃO

A Teoria do Comportamento Planejado (TCP), proposta por Ajzen (1991), constitui um dos arcabouços teóricos mais consolidados e empiricamente validados na literatura científica para a compreensão e predição de comportamentos humanos. A TCP postula que a Intenção Comportamental (I), o antecedente proximal mais imediato da ação, é determinada por três construtos psicológicos fundamentais: Atitude em relação ao comportamento (AT), Norma Subjetiva (NS) e Controle Comportamental Percebido (CCP). A formulação canônica da TCP é expressa pela equação de regressão linear múltipla:

$$I = \beta_0 + \beta_1 \cdot AT + \beta_2 \cdot NS + \beta_3 \cdot CCP + \varepsilon$$

Esta equação tem sido amplamente utilizada em domínios como saúde (Godin; Kok, 1996), atividade física (Hagger et al., 2002), comportamento alimentar (Conner et al., 2002), adoção de tecnologia (Venkatesh et al., 2003) e comportamento de voto (Ajzen; Fishbein, 2008). Segundo Armitage e Conner (2001) e McEachan et al. (2011), a TCP explica, em média, 40-50% da variância da intenção e 20-30% do comportamento. Contudo, a formulação escalar tradicional impõe limitações significativas: ausência de uma fronteira decisória, incapacidade de diagnóstico individualizado e dificuldade no planeamento de intervenções com metas quantificáveis.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E MATEMÁTICA

2.1. A TCP Clássica Como Tensor de Ordem Zero

A formulação escalar da TCP pode ser interpretada como um **tensor de ordem zero**, ou seja, um valor único que combina linearmente os construtos sem capturar direções ou interações geométricas (presumindo ortogonalidade entre os construtos). Essa analogia evidencia a limitação da abordagem tradicional, pois um tensor de ordem zero não possui dimensão vetorial e, portanto, não permite representar a orientação ou a compensação entre os construtos. O EVDC supera essa restrição ao transpor os escores para um espaço tridimensional, inaugurando uma representação geométrica mais rica.

A equação da intenção pode ser representada na forma algébrica:

$$I_n = \beta_0 + \beta^T \cdot X_n + \epsilon_n$$

onde $[X_n = AT_n, NS_n, CCP_n]^T$ é o vetor de construtos para o indivíduo n , e $\beta = [\beta_1, \beta_2, \beta_3]^T$ é o vetor de coeficientes da regressão.

2.2. Centralização dos Dados

A centralização dos construtos não é apenas um procedimento técnico, mas uma exigência metodológica para evitar **multicolinearidade** entre variáveis e eliminar o intercepto da regressão. Com isso, a origem do espaço vetorial passa a representar o ponto neutro da escala Likert, permitindo que a geometria seja interpretada de forma ortogonal e que cada construto contribua de maneira independente para a intenção comportamental.

Centralizamos os escores pela subtração da média populacional:

$$AT_n^c = AT_n - \mu AT$$

$$NS_n^c = NS_n - \mu NS$$

$$CCP_n^c = CCP_n - \mu CCP$$

O procedimento remove a correlação entre os construtos e o intercepto, evitando a multicolinearidade. Após a centralização, a origem (0,0,0) do espaço representa o ponto neutro da escala (valor 4 na escala Likert de 7 pontos).

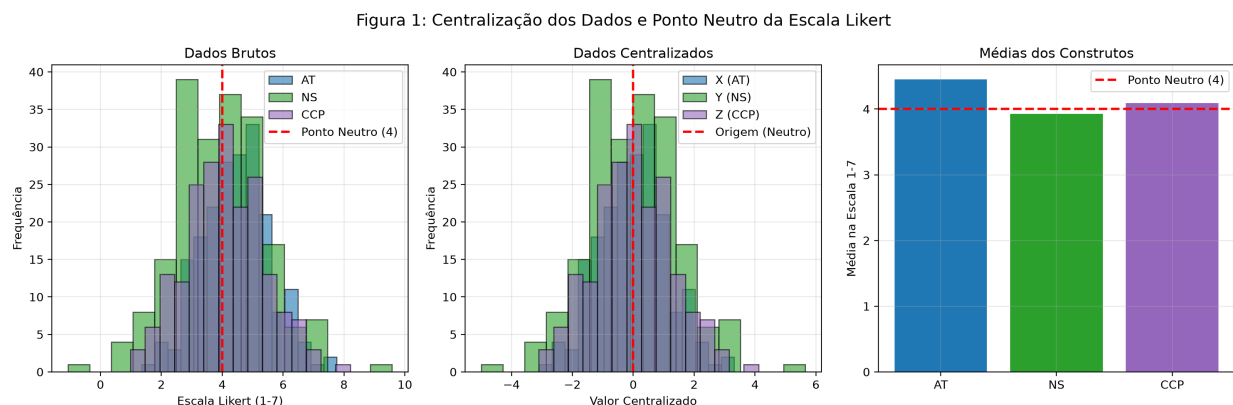


Figura 1. Centralização dos Dados e Ponto Neutro da Escala Likert.

2.3. O Plano Limite de Ativação (ΠT_{cp})

O EVDC postula a existência de uma barreira de decisão denominada Plano Limite de Ativação (Π_{tcp}). Trata-se de um hiperplano que corta o espaço tridimensional, funcionando como um divisor de águas que separa o espaço cognitivo em duas regiões mutuamente exclusivas.

$$\Pi_{tcp} : \beta^T \cdot X_n^c = \theta$$

onde θ é o Limiar Centrado de Decisão, derivado do ponto neutro da escala Likert (valor 4.0):

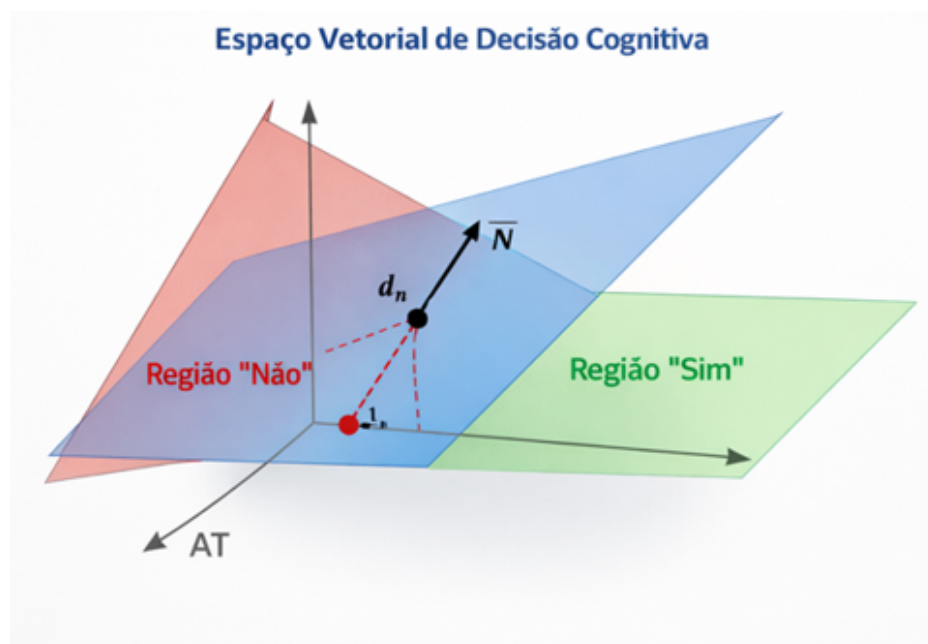


Figura 2. Espaço Vetorial de Decisão Cognitiva (EVDC).

Exemplo Ilustrativo:

Considere dois indivíduos em um programa de exercícios físicos:

- **Indivíduo A: I = 0,55**
- **Indivíduo B: I = 0,65** B: I = 0,65

A TCP clássica diz: "*B* tem intenção maior que *A*". Mas:

- “*B*” realmente executará o comportamento?
- “*A*” realmente não executará?
- Qual é o ponto em que a intenção se transforma em ação?

A TCP clássica não pode responder a estas perguntas. Não existe I_{limiar} que separe a zona de inércia da zona de ativação. Esta ausência de fronteira torna impossível:

1. Diagnosticar se um indivíduo está "pronto" para agir
2. Planejar intervenções com metas quantificáveis
3. Avaliar objetivamente o sucesso de intervenções em nível individual

2.3.1. A Abordagem Vetorial Como Solução

Para superar estas limitações, este artigo introduz o Espaço Vetorial de Decisão (EVDC), uma reformulação geométrica da TCP que transpõe os escores dos construtos para um espaço euclidiano tridimensional. Contudo, o plano limite constitui uma simplificação metodológica: ao impor uma fronteira linear, ele separa ativados de inibidos, mas não captura plenamente a lógica de compensação entre os construtos.

2.4. Distância Euclidiana Ao Plano Limite (D_n)

O EVDC postula a existência de uma barreira de decisão denominada Plano Limite de Ativação (Π_{tcp}). Trata-se de um hiperplano que corta o espaço tridimensional, funcionando como

um divisor de águas que separa o espaço cognitivo em duas regiões mutuamente exclusivas.

$$\Pi_{tcp} : \beta^T \cdot X_n^c = \theta$$

onde θ é o Limiar Centrado de Decisão, derivado do ponto neutro da escala Likert (valor 4.0):

$$\theta = \beta_0 + \beta^T \cdot \mu - I_{limiar}$$

A distância ortogonal mínima d_n é dada por:

$$d_n = \frac{\beta^T X_n^c - \theta}{\|\beta\|}$$

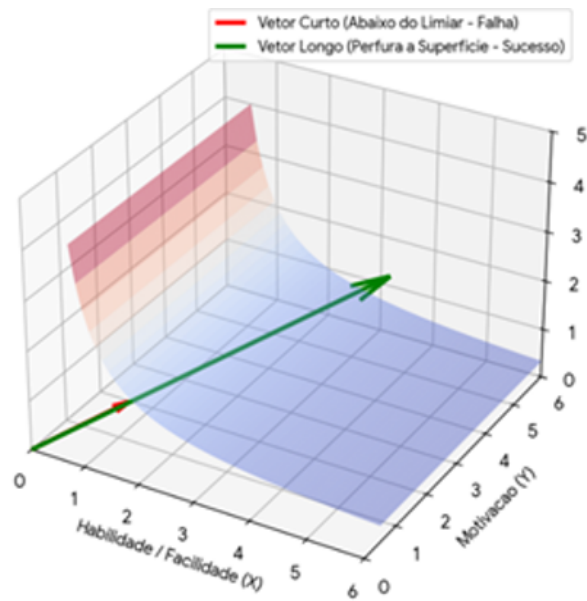


Figura 3. Plano Limite de Ativação (Π_{tcp}).

A distância ortogonal mínima d_n representa o quanto o vetor cognitivo de um indivíduo está afastado da fronteira decisória.

- $d_n > 0$ $d_n > 0$ (positivo): o vetor ultrapassou o plano, indicando que o indivíduo está cognitivamente **ativado** e pronto para a ação.

- $d_n < 0$ (negativo): o vetor não alcançou o plano, caracterizando um estado de **inibição** cognitiva.
- $d_n \approx 0$: o indivíduo encontra-se no **limiar** da decisão, em equilíbrio instável entre agir ou não agir.

Assim, a distância não é apenas uma medida geométrica, mas um **indicador da força psicológica disponível**. Quanto maior o valor absoluto de d_n , maior a convicção ou bloqueio cognitivo. Essa métrica permite definir **metas quantificáveis de intervenção**: por exemplo, aumentar d_n até que o indivíduo ultrapasse o plano e se torne ativado.

2.5. Cossenos Diretores e Perfis Decisórios

Os **cossenos diretores** permitem identificar qual construto é mais preponderante na decisão. Se o cosseno associado à atitude é dominante, o perfil é atitudinal; se o da norma subjetiva prevalece, o perfil é social; se o controle percebido é maior, o perfil é autônomo. Essa decomposição fornece diagnóstico individualizado e indica qual construto deve ser alvo prioritário de intervenção.

Os três cossenos diretores são definidos como:

$$\cos \alpha_n = \frac{AT_n^c}{\|I_n\|};$$

$$\cos \beta_n = \frac{NS_n^c}{\|I_n\|}$$

;

$$\cos \gamma_n = \frac{CCP_n^c}{\|I_n\|}$$

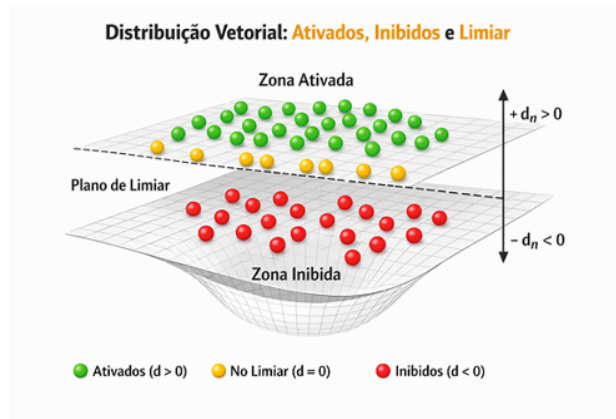


Figura 4. Três Estados Decisórios — Inibido, Limiar e Ativado.

A figura 3, é uma representação geométrica da distribuição dos indivíduos coloridos sobre cada zona de inibição, limiar ou ativação nos planos EVDC.

3. O CONE DE INCERTEZA E O ÂNGULO LIMITE CRÍTICO (θ_p)

Cada coeficiente β_i possui um Erro Padrão $SE(\beta_i)$, representando a incerteza da estimativa do modelo de regressão múltipla. Para um certo nível de confiança, a incerteza acumulada na ponta do vetor nominal projeta uma esfera de erro em sua extremidade. Considerando o erro padrão das estimativas $SE(\beta)$, o raio de incerteza na ponta do vetor gera um cone com um ângulo limite. E ele é, portanto, o critério geométrico que traduz a significância estatística em termos espaciais (valor_p).

O raio de incerteza r é calculado por:

$$r = 1,96 \cdot \sqrt{\sum (SE(\beta_i) \cdot X_{n,i}^c)^2}$$

O Ângulo Limite Crítico (θ_p) é:

$$\theta_p = \arcsin \frac{\|SE(\beta)\|}{\|\beta\| \cdot \|I_n\|}$$

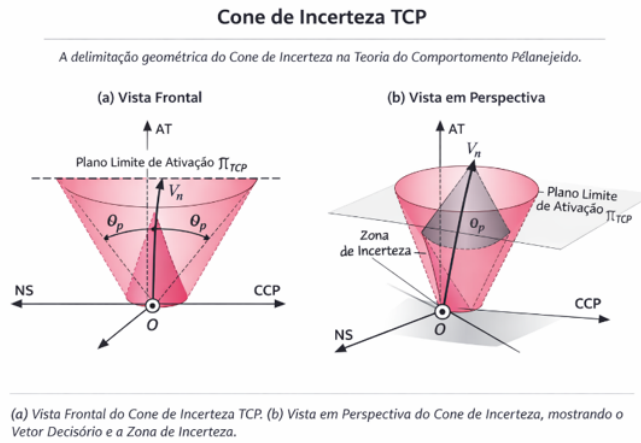


Figura 5. Cone de Incerteza e Ângulo Limite Crítico (θ_p).

O **raio de incerteza (r)** corresponde ao desvio máximo esperado na ponta do vetor de intenção, considerando o erro padrão das estimativas.

- **Dentro do cone:** mudanças observadas no vetor de intenção estão dentro da margem estatística ($p \geq 0,05$), ou seja, não são significativas.
- **Fora do cone:** a alteração ultrapassa o ângulo limite crítico ($p < 0,05$), indicando que a mudança é estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

O cone, portanto, funciona como uma **zona de tolerância estatística**. Ele conecta diretamente a geometria do modelo com a inferência estatística, permitindo validar intervenções de forma visual e matemática. O ângulo limite crítico (θ_p) é o parâmetro que define essa fronteira: se a rotação do vetor após uma intervenção satisfaz $\Delta\theta > \theta_p$, a mudança é considerada válida.

4. EXEMPLO DE TESTE

Para demonstrar as vantagens do EVDC sobre a TCP clássica, conduzimos um exemplo com os seguintes dados:

Tabela 1. Dados da Simulação Utilizada no EVDC

Parâmetro	Valor
Amostra	N = 300 sujeitos simulados
Construtos	AT, NS, CCP com médias próximas ao ponto neutro (valor 4 na escala)
Perfis gerados	Atitudinal (33%), social (33%), autônomo (34%)
Intenção	$I = 0,35 \cdot AT + 0,25 \cdot NS + 0,30 \cdot CCP + \text{erro}$ $0,35 \cdot AT + 0,25 \cdot NS + 0,30 \cdot CCP + \text{erro}$
Limiar de ativação	$I_{\text{limiar}} = 0,55$ $I_{\text{limiar}} = 0,55$

Fonte 1: elaborado pelo autor (2026).

Nota 1: AT = atitude; NS = norma subjetiva; CCP = controle comportamental percebido.

4.1. Resultados

Tabela 2. Comparação entre Modelos

Modelo	R^2 R^2	Diagnóstico Individual	Fronteira Decisória	Meta de Intervenção
TCP Clássica	0,52	Não	Não	“Aumentar I”
EVDC (Tensor 1)	0,62	Sim (d_n)	Sim (Plano)	“Elevar $d_n > 0$ ”

Modelo	R^2 R^2	Diagnóstico Individual	Fronteira Decisória	Meta de Intervenção
TCP Clássica	0,52 0,52	Não	Não	"Aumentar I"
EVDC (Tensor 1)	0,62 0,62	Sim ($d_n d_n$)	Sim (Plano Plano)	"elevar $d_n > 0$ "

Fonte 2: elaborado pelo autor (2026).

Tabela 3. Distribuição dos Indivíduos no Espaço Vetorial

Classificação	N <i>N</i>	%	<i>D_n</i> médio
Ativados ($d > 0$)	187	62,3%	+0,134
Inibidos ($d < 0$)	103	34,3%	-0,087
No limiar ($d \approx 0$)	10	3,3%	0,001

Fonte 3: elaborado pelo autor (2026).

Tabela 4. Perfis Decisórios Identificados

Perfil	N	%	$\text{Cos } (\alpha_n \alpha_n)$ médio	$\text{Cos } (\beta_n \beta_n)$ médio	$\text{Cos } (\gamma_n \gamma_n)$ médio
Atitudinal	98 98	32,7 32,7	0,68 0,68	0,18 0,18	0,14 0,14
Social	95 95	31,7 31,7	0,21 0,21	0,62	0,17
Autônomo	97 97	32,3 32,3	0,16 0,16	0,19	0,65
Equilibrado	10 10	3,3 3,3	0,38 0,38	0,32	0,30

⚠ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o artigo original em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/espaco-vetorial-de-decisao-cognitiva-evdc-uma-reformulacao-geometrica-da-teoria-do-comportamento-planejado?noblockage>

Fonte 4: elaborado pelo autor (2026).

Nota 2: $\cos \alpha_n$ = atitude; $\cos \beta_n$ = norma subjetiva; $\cos \gamma_n$ = controle percebido.

Tabela 5. Exemplo de Transposição (Intervenção Simulada)

Indivíduo	Antes (df)	Depois (df)	$\Delta\theta$ $\Delta\theta$	θ_p θ_p	Transposição
Inibido (exemplo)	-0,087	+0,052	18,4°	12,3°	Sim
Inibido (controle)	-0,091	-0,045	8,2°	14,1°	Não

⚠ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o artigo original em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/espaco-vetorial-de-decisao-cognitiva-evdc-uma-reformulacao-geometrica-da-teoria-do-comportamento-planejado?noblockage>

Fonte 5: elaborado pelo autor (2026)

4.2. Interpretação dos Resultados

Vantagem 1: Diagnóstico Individualizado

A TCP clássica fornece apenas uma intenção predita (ex: $I = 0,58$). O EVDC fornece:

- Posição no espaço tridimensional (AT_n, NS_n, CCP_n | AT_n, NS_n, CCP_n)

- Distância ao plano ($d_n d_n$)
- Perfil decisório ($\cos_{\text{diretores}} \cos_{\text{diretores}}$)

Vantagem 2: Planejamento de Intervenções com Metas

Na TCP clássica, a meta é "aumentar a intenção". No EVDC, a meta é **quantificável**: levar d_n de $-0,087$ para > 0 .

Vantagem 3: Validação Individualizada de Mudanças

Na TCP clássica, a eficácia é avaliada por testes t agregados. No EVDC, cada indivíduo tem seu próprio Critério de Transposição ($\Delta\theta > \theta_p$).

No exemplo de transposição, temos:

- **Indivíduo Inibido (Exemplo)**

- Antes: $d d = -0,087$
- Depois: $d d = +0,052$
- $\Delta\theta \Delta\theta = 18,4^\circ$
- $\theta_p \theta_p = 12,3^\circ$

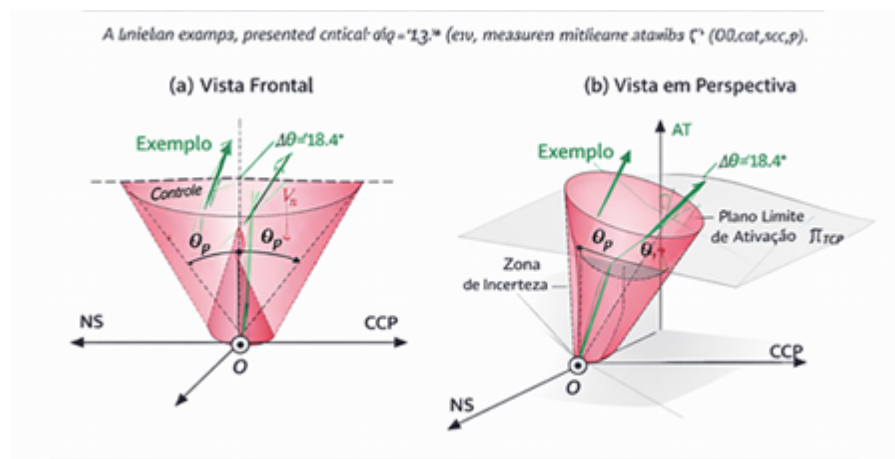


Figura 6. Cone de incertezas para o exemplo

• Indivíduo Inibido (Controle)

- Antes: $d = -0,091$
- Depois: $d = -0,045$
- $\Delta\theta = 8,2^\circ$
- $\theta_p = 14,1^\circ$

Interpretação:

- O cone de incerteza é definido pelo **raio** (erro padrão acumulado) e pelo **ângulo limite crítico** θ_p .
- Se $\Delta\theta > \theta_p \rightarrow$ mudança significativa (fora do cone).
- Se $\Delta\theta \leq \theta_p \rightarrow$ mudança não significativa (dentro do cone).

Assim:

- O primeiro indivíduo ultrapassou o cone ($\Delta\theta > \theta_p$), validando a intervenção.

- O segundo permaneceu dentro do cone ($\Delta\theta < \theta_p$), $\Delta\theta < \theta_p$, sem significância estatística

5. CONCLUSÃO

Este artigo introduziu o Espaço Vetorial de Decisão Cognitiva (EVDC) como o primeiro modelo geométrico da TCP, superando as limitações do modelo escalar tradicional. As principais contribuições são a definição do Plano Limite de Ativação (Π_{tcp}), a Distância Euclidiana ao Limiar (dn), os Cossenos Diretores e o Cone de Incerteza. O novo modelo não apenas traduz a Teoria do Comportamento Planejado em termos geométricos, mas também fornece métricas interpretáveis: a distância ao plano limite como medida da força psicológica e o raio de incerteza do cone como critério estatístico de validação. Com isso, o modelo inaugura “Psicogeometria” como novo campo de pesquisa e abre caminho para formulações tensoriais de ordem superior, capazes de representar interações mais complexas entre construtos. Por exemplo: a incorporação do tempo (t) como variável adicional altera a estrutura tensorial e a interpretação cognitiva e abrindo caminho para pesquisas longitudinais, ou seja, cada indivíduo é representado por um vetor de 1ª ordem com quatro componentes: $\vec{I}_n(t) = [AT_n^*, NS_n^*, CCP_n^*, t_n]$. O modelo permite representar trajetórias cognitivas e não apenas estados estáticos. O coeficiente d e o tensor T_{4D}^n capturam velocidade e aceleração da intenção.

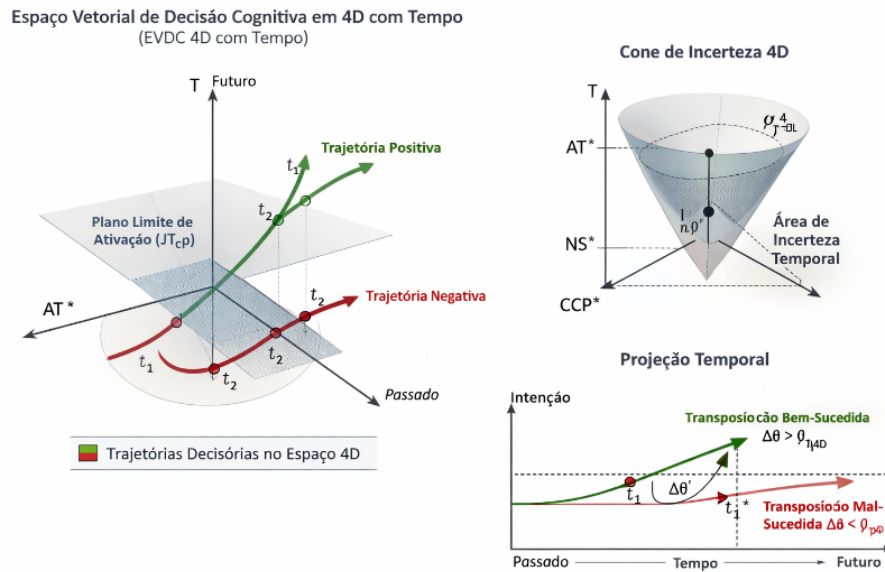


Figura 7. Trajetória cognitiva no espaço 4D

Projeta-se um modelo para o tensor de 2ª ordem que capturaria mais nuances da interpelação dos construtos e avança para outro patamar de análise de comportamentos individuais. O EVDC representa um avanço importante ao traduzir a Teoria do Comportamento Planejado em termos geométricos e tensoriais (0 ordem – escalar, que é a representação TPC clássica, o de 1ª ordem, vetorial e o de 2ª ordem, matriciais).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJZEN, I. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, v. 50, n. 2, p. 179-211, 1991.

AJZEN, I.; FISHBEIN, M. Scaling and testing multiplicative combinations in the expectation-value model of attitudes. *Journal of Applied Social Psychology*, v. 38, n. 2, p. 2222-2247, 2008.

ARMITAGE, C. J.; CONNER, M. Efficacy of the theory of planned behaviour: A meta-analytic review. *British Journal of Social Psychology*, v. 40, n. 4, p. 471-499, 2001.

BORSBOOM, D.; MELLENBERGH, G. J.; VAN HEERDEN, J. The theoretical status of latent variables. *Psychological Review*, v. 110, n. 2, p. 203-219, 2003.

CONNER, M.; NORMAN, P.; BELL, R. The theory of planned behavior and healthy eating. *Health Psychology*, v. 21, n. 2, p. 194-201, 2002.

FISHBEIN, M.; AJZEN, I. Predicting and changing behavior: The reasoned action approach. Psychology Press, 2010.

GODIN, G.; KOK, G. The theory of planned behavior: a review of its applications to health-related behaviors. *American Journal of Health Promotion*, v. 11, n. 2, p. 87-98, 1996.

GOLLWITZER, P. M. Implementation intentions: Strong effects of simple plans. *American Psychologist*, v. 54, n. 7, p. 493-503, 1999.

HAGGER, M. S.; CHATZISARANTIS, N. L. Integrating the theory of planned behaviour and self-determination theory in health behaviour: A meta-analysis. *British Journal of Health Psychology*, v. 14, n. 2, p. 275-302, 2009.

HAGGER, M. S.; CHATZISARANTIS, N. L.; BIDDLE, S. J. A meta-analytic review of the theories of reasoned action and planned behavior in physical activity: Predictive validity and the contribution of past behavior. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, v. 24, n. 1, p. 3-32, 2002.

KUHL, J.; BECKMANN, J. Action control: From cognition to behavior. Springer, 1985.

MCEACHAN, R. R. et al. Prospective prediction of health-related behaviours with the Theory of Planned Behaviour: a meta-analysis. *Health Psychology Review*, v. 5, n. 2, p. 97-144, 2011.

MOLENAAR, P. C. A manifesto on psychology as idiographic science: Bringing the person back into scientific psychology, this time forever. *Measurement*, v. 2, n. 4, p. 201-218, 2004.

RHODES, R. E.; COURNEYA, K. S. Investigating multiple components of attitude, subjective norm, and perceived control: An examination of the theory of planned behaviour in the exercise domain. *British Journal of Social Psychology*, v. 42, n. 1, p. 129-146, 2003.

SNIEHOTTA, F. F.; PRESSEAU, J.; ARAÚJO-SOARES, V. Time to retire the theory of planned behaviour. *Health Psychology Review*, v. 8, n. 1, p. 1-7, 2014.

¹ Bacharelado em Psicologia pela PUC-MG