

PARADIGMAS, MINDSET E QUEBRA-CABEÇAS: proposta de nova organização conceitual, de nova metáfora e de uma dinâmica de aprendizagem

ROBERTO PATRUS

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS (PUC MINAS)

THIARA MARTINS RODRIGUES

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS (PUC MINAS)

LAILA LIDIANE DA COSTA GALVÃO

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS (PUC MINAS)

MARCO ANTÔNIO MACHADO

PARADIGMAS, *MINDSET* E QUEBRA-CABEÇAS: proposta de nova organização conceitual, de nova metáfora e de uma dinâmica de aprendizagem

1. INTRODUÇÃO

Apesar de o tema da inovação tecnológica ser festejado nos meios empresariais, pouca atenção tem sido dada à importância da formação pessoal para lidar com a revolução digital e a incerteza. A mudança de “*mindset*” (Dweck, 2017), tão necessária para a aprendizagem de novos conhecimentos, atitudes e habilidades, nem sempre é objeto da formação dos administradores e futuros executivos. Como formar os gestores para ter flexibilidade em suas visões de mundo e abertura para ideias divergentes de sua forma de pensar? Como fazer com que saibam ouvir, pensar e descobrir formas novas de conhecimento e atuação? Como evitar que tenham o que Dweck (2017) chamou de “*fixed mindset*” e fazê-los “pensar *bold*”, expressão utilizada por Magaldi e Salibi Neto (2018, p.182) para representar a necessidade de uma reflexão ousada, corajosa, atrevida, forte e destacada, fundamental para o que Ismail, Malone e Geest (2015) cunharam como pensamento exponencial.

Em um mundo em que o conhecimento se torna obsoleto a uma velocidade impressionante, em plena quarta revolução industrial (Schwab, 2016) não basta exercitar apenas o lado esquerdo do cérebro para buscar informações e conhecimento. É preciso possibilitar aos gestores a competência emocional, ou seja, a capacidade de lidar com a imprevisibilidade do futuro, diante das rupturas provocadas pelo advento da tecnologia digital e do novo paradigma da comunicação. É preciso formar, mobilizando a emoção para que o processo de desaprendizagem e reaprendizagem ocorra (Meirelles & Dantas, 2015). A falta de autoconhecimento, o medo de experimentar e o despreparo diante do novo impedem o executivo de superar o pensamento linear e transformá-lo em exponencial (Ismail, Malone & Geest, 2015). A rigidez na forma de pensar, seja por fixação na cognição, seja por fixação na moralidade, impede a abertura a novas contribuições e a construção de sínteses cada vez mais abrangentes de cada objeto formal.

Do ponto de vista teórico, consideramos que a questão do “*mindset*” tem íntima relação com a questão dos paradigmas, seminalmente proposto por Kuhn (1996a). A partir de sua abordagem, oferecemos como contribuição teórica uma reorganização do conceito de paradigma (Pena, 2003), propomos o jogo do Tangram como uma nova metáfora para compreender a estrutura das revoluções científicas, para além da metáfora do *puzzle* tradicional feita por Thomas Kuhn, e, finalmente, apresentamos um procedimento didático para promover a compreensão do conceito de paradigma e debater e promover a abertura para mudanças de *mindset*. O triplo objetivo deste ensaio, portanto, ao revisitar o pensamento de Kuhn (1996a, 1996b, 1996c), é apresentar uma nova conceituação do conceito de paradigma, uma nova metáfora para a compreensão da estrutura das revoluções científicas, o Tangram como uma dinâmica para ser utilizada em sala de aula com a finalidade didática de problematizar esse conteúdo.

Para estes autores, a ciência se desenvolve por rupturas do modelo estabelecido pela ciência normal. As rupturas começam com pequenas anomalias que dão origem a uma crise do paradigma até a sua mudança, que caracteriza a revolução científica. O novo paradigma vai constituir uma nova ciência normal que reinicia o ciclo. Essa é a estrutura do desenvolvimento da ciência, ou melhor, das revoluções científicas, visto que, para os autores deste trabalho, a ciência não se desenvolve de forma cumulativa; ao contrário, percorre a história por revolução, não por continuidade. São as rupturas no processo de conhecimento que movem a ciência, não a acumulação do conhecimento.

Discordamos dessa tese por considerar que a história da ciência se dá por continuidade e descontinuidade, ou seja, mesmo após uma revolução científica, nem tudo volta ao zero. Para apresentar essa tese, será proposta uma nova organização do conceito de paradigma, que é dividido em duas classes. A primeira classe tem três conceitos, hierarquicamente organizados: o paradigma como *suposto filosófico*; o paradigma como *modelo*; o paradigma como *exemplar*. O paradigma como *suposto filosófico* trata das “matrizes disciplinares” (Kuhn, 1996c) a partir das quais se chega à explicação de um objeto. São as concepções filosóficas, abstratas, como a ideia, presente na Física, de que o Universo é ordenado. Ou, ainda, o suposto que a finalidade da empresa é econômica. Os paradigmas como *modelos* são as teorias que a comunidade científica aceita como verdadeira em relação a um determinado objeto de conhecimento. Os *exemplares*, por sua vez, são a base concreta a partir da qual se faz a analogia com o que se deseja conhecer, servindo, basicamente, à educação científica.

O outro significado de paradigma – o paradigma pessoal – é tratado como sendo de outra classe. Trata-se de um conceito psicológico, muito similar ao conceito de *mindset*, e é definido como um filtro pessoal a partir do qual a pessoa, em particular o pesquisador, vê a realidade, impedindo a percepção de alguns dados e permitindo a apreensão de outros. Relaciona-se, então, com as crenças, os valores pessoais, a resistência e a abertura a mudanças.

Esta nova proposição, embora retirada da obra de Kuhn, leva a uma nova compreensão da estrutura da revolução científica e pretende afirmar que o conceito de paradigma pode ser compatível com uma compreensão do desenvolvimento científico que contempla continuidade e descontinuidade ao mesmo tempo. Tal proposição exige, como consequência, o abandono da metáfora do *puzzle*, e sua substituição pela metáfora do Tangram - quebra-cabeça de apenas sete peças, de formas geométricas bem definidas, que podem formar milhares de figuras.

Após essa introdução, fazemos uma nova proposição do conceito de paradigma e, em seguida, oferecemos a metáfora do Tangram como alternativa ao *puzzle* para descrever o desenvolvimento da ciência. Na quarta parte, apresentamos uma dinâmica, a partir do Tangram, com o objetivo de permitir o seu uso pelos interessados em promover o debate acerca dos paradigmas e a necessidade de exercitar a abertura da mente para a mudança de *mindset* nos ambientes educacionais e empresariais. A quinta e última parte apresenta a discussão e as conclusões e contribuições do trabalho.

2. POR UMA NOVA ORGANIZAÇÃO DO CONCEITO DE PARADIGMA

Nessa seção, começamos por apresentar o pensamento de Thomas Kuhn e a estrutura das revoluções científicas, a fim de trazer o conceito de paradigma usado pelo autor. Em seguida, formulamos a nossa proposição, valendo-se, das contribuições feitas em resposta a seus críticos.

2.1 A estrutura das revoluções científicas e o conceito de paradigma para Kuhn

O conceito de paradigma é apresentado originalmente por Kuhn, em 1962, na obra *The Structure of Scientific Revolutions*: “palavra que aparece em suas páginas mais que qualquer outra, fora das partículas gramaticais” (Kuhn, 1996b, p.317). Para descrever o desenvolvimento científico, o autor aponta uma série de etapas pelas quais passa a atividade científica, que são caracterizadas e denominadas em função do termo “paradigma” (Kuhn, 1996a): etapa pré-paradigmática, ciência normal, crise do paradigma e ciência extraordinária, revolução científica e nova ciência normal.

A etapa pré-paradigmática antecede a definição da teoria aceita pela comunidade científica. Trata-se de um momento em que as diversas abordagens lutam para conquistar a hegemonia. Não há consenso entre os pesquisadores, nem uma abordagem hegemônica.

Somente quando um tipo de abordagem se torna dominante, pode falar-se na existência de um paradigma. Ele é a base do que Kuhn chama de ciência normal (Kuhn, 1996a).

A ciência normal é a prática rotineira dos cientistas de certa comunidade, cujas pesquisas estão baseadas em paradigmas compartilhados. A prática da ciência normal, é comparada por Kuhn à montagem de um quebra-cabeça também chamado *puzzle*, cuja solução já é esperada. Essa solução é o desenho do quebra-cabeça, que pode ser visto como o modelo teórico a partir do qual se busca a resposta ao problema de pesquisa. As peças do quebra-cabeça são os dados. Se não se encaixarem no modelo teórico que representa o desenho que se espera montar, tais peças são inicialmente descartadas, ou sequer vistas.

Ao concentrar sua atenção nos problemas cuja solução é altamente provável, já que abordam problemas análogos aos problemas-modelo e traçam sua solução a partir de um exemplo paradigmático, a produção dos cientistas segue em uma mesma direção e os resultados são claramente acumuláveis. Aqui, pode-se falar em progresso científico como acúmulo de conhecimento: segundo Kuhn, a ciência normal é a que produz os tijolos que a investigação científica está continuamente acrescentando ao crescente edifício do conhecimento científico. Esta concepção acumulativa do desenvolvimento científico é familiar e conduziu à elaboração de uma considerável literatura metodológica (Kuhn, 1996a).

Pode-se dizer que os objetivos da ciência normal são: ampliar o alcance e o campo de aplicação da teoria que se desenvolve sob um paradigma; conseguir uma maior precisão nos resultados das pesquisas ou aplicações; melhorar o ajuste entre experiência e teoria; eliminar os conflitos entre as diferentes teorias que os cientistas empregam em seu trabalho; eliminar os conflitos entre as distintas aplicações de uma mesma teoria. Trata-se de uma tentativa de realizar as promessas e de resolver os problemas que a comunidade científica reconheceu como urgentes à sua luz: “a ciência normal consiste em uma realização conseguida mediante a ampliação do conhecimento daqueles fatos que o paradigma mostra como particularmente reveladores, aumentando a extensão do acoplamento entre esses fatos e as predições do paradigma” (Kuhn, 1986, p.52).

Kuhn chama de trabalho de limpeza o aperfeiçoamento de um paradigma, que é feito pela ciência normal. Chega a dizer que, se examinada de perto, “tanto historicamente como no laboratório contemporâneo, esse empreendimento parece ser uma tentativa de obrigar a natureza a se encaixar dentro dos limites preestabelecidos e relativamente inflexível que proporciona o paradigma” (Kuhn, 1986, p.53). A ciência normal trabalha, portanto, na área delimitada pelo paradigma, o que restringe o campo de investigação. Essas restrições são essenciais para o desenvolvimento de uma ciência, pois permitem o estudo detalhado e profundo de uma área delimitada do conhecimento que, segundo Kuhn, não seria possível em outras condições (Kuhn, 1986).

Se a ciência normal é um trabalho de aperfeiçoamento do paradigma e se ele procura realizar suas promessas, então a ciência normal assume um caráter dedutivo cuja característica básica é não procurar as novidades. O cientista parece mais interessado em preservar o paradigma do que falsificá-lo. Seu trabalho é articular os fenômenos e as teorias que o paradigma proporciona. “A ciência normal não procura novidades; nem teóricas, nem de fatos. A característica mais surpreendente dos problemas de pesquisa normal que acabamos de ver é quicá a de quão pouco aspiram produzir novidades importantes, conceituais ou fenomenais” (Kuhn, 1986, p.68). Nessa perspectiva, o paradigma tende a dificultar a mudança de *mindset*, tão importante no contexto atual da revolução digital que vivemos.

Ainda que não se esperem novidades na ciência normal, podem aparecer anomalias, ou seja, eventos surpreendentes. Diante das anomalias, os cientistas tendem a pensar que o erro está em seu modo de proceder, em sua metodologia. Geralmente não duvidam dos conhecimentos que basearam as pesquisas. Não percebem que podem estar faltando peças no jogo. É comum pensarem que estão jogando de forma errada. Isto é o sentido conservador do

paradigma. A ciência normal suprime novidades fundamentais, porque elas são subversivas a seus compromissos básicos.

Ainda que isso possa parecer um defeito da ciência normal, curiosamente não o é. Segundo Kuhn o processo na mudança de um paradigma começa com a consciência prévia da anomalia. Em seguida, se dá o aparecimento gradual e simultâneo do reconhecimento, tanto conceitual, quanto de observação e, finalmente, a consequente mudança das categorias e dos procedimentos do paradigma, acompanhados, muitas vezes, por resistências. A anomalia só aparece contra o fundo proporcionado pelo paradigma, ou seja, a surpresa de um dado novo só é surpresa porque havia uma expectativa fornecida pelo paradigma da ciência normal. Como argumento complementar, podemos usar a etimologia. As anomalias, algo fora do normal, somente são contra o que se pensa ser normal, o previsto pelos paradigmas da ciência normal. Segundo Kuhn, “reconhecendo o processo, podemos começar enfim a compreender por que a ciência normal, uma atividade não conduzida para as novidades e que a princípio tende a suprimi-las, pode, contudo, ser tão efetiva para fazer que surjam (Kuhn, 1986, p.110).

Quando a emergência das anomalias é muito grande o objetivo da ciência passa a ser a resolução dos problemas cujo paradigma anterior não é capaz de dar respostas. Essa fase é chamada de ciência extraordinária, fase na qual se prepara a revolução científica. Como há muitas conjunturas divergentes, as regras da ciência normal se fazem cada vez mais confusas.

Kuhn argumenta que a transição de um paradigma a outro não é um processo de acumulação, mas de reconstrução do campo de conhecimento, que muda algumas das generalizações teóricas mais elementares do campo, assim também muitos dos métodos e aplicações do paradigma (Kuhn, 1986).

No estado de crise, há uma flexibilização das regras para a pesquisa normal. As crises se concluem com o aparecimento de um novo candidato a paradigma e com a luta subsequente para sua aceitação. As revoluções científicas são “aqueles episódios de desenvolvimento não acumulativo em que um antigo paradigma é substituído, completamente ou em parte, por outro novo e incompatível” (Kuhn, 1986, p.149). Portanto, os conhecimentos novos são revolucionários, não porque substituem a ignorância, aquilo que se desconhece, mas porque substituí outros conhecimentos de tipo distinto e incompatível.

Kuhn usou a metáfora da revolução para falar de uma mudança de paradigma, para destacar as analogias entre revolução política e revolução científica. A primeira razão para isso é que tanto no “desenvolvimento político como no científico, o sentimento de mal funcionamento que pode conduzir à crise é um requisito prévio para a revolução”. Kuhn desloca a discussão sobre a pertinência de um paradigma para o campo sociológico. Cada grupo defende seu paradigma utilizando seu próprio paradigma, o que provoca uma argumentação circular, cujo *status* é somente o da persuasão.

Kuhn introduz uma dimensão sociológica para a mudança de paradigmas, uma vez que as revoluções científicas, como as políticas, acontecem não só mediante a lógica e a experimentação, mas também mediante a intervenção de técnicas de persuasão e outros componentes. Para Kuhn, é evidente que “deve existir um conflito entre o paradigma que descobre uma anomalia e o que, mais tarde, faz com que a anomalia resulte normal dentro de novas regras” (Kuhn, 1986, p.156). Assim, as diferenças entre paradigmas sucessivos são necessárias e incompatíveis.

A recepção de um novo paradigma frequentemente faz necessária uma redefinição da ciência correspondente. Alguns problemas antigos podem se afastar de outra ciência ou ser declarados absolutamente “não científicos”. (...) A tradição científica normal que surge de uma revolução científica é não só incompatível, como também muitas vezes realmente incompatível com a que existia anteriormente (Kuhn, 1986, p.165-166).

É em relação com o exposto até aqui, que Kuhn propõe um interessante problema, descrito assim por Reale (1997, p.17): se um novo paradigma parte da iniciativa de um único cientista ou de uns poucos, então, como ocorre a adesão dos outros ao novo paradigma? Como ocorre esse processo de “conversão” ao novo paradigma? Esse ponto é interessante para pensarmos o processo de mudança de *mindset*, tão necessário diante das transformações atuais.

Como se pode notar, o conceito de paradigma é fundamental para a apresentação da estrutura da revolução científica, ou seja, do padrão geral, pelo qual, segundo o autor, as disciplinas científicas se desenvolvem. O que é então um paradigma? Aparentemente simples, essa pergunta é fonte de muitos mal-entendidos. Na obra citada, Thomas Kuhn usou o termo em diferentes sentidos. Seus críticos fizeram objeções às suas ideias, que Kuhn refuta, entre outros argumentos, com o esclarecimento da múltipla significação do termo.

De qualquer modo, um paradigma indica as concepções e convicções dos membros de uma comunidade científica em um dado momento, ou seja, seus compromissos compartilhados, e proporciona os modelos para a formulação de problemas e suas respectivas soluções pelos cientistas. Também indica as crenças, os valores e as técnicas que dividem os membros de uma comunidade determinada. O estudo dos paradigmas prepara um estudante para ser membro de uma comunidade científica particular, que partilha das mesmas regras e modelos para desenvolver a atividade científica. Que elementos compartilhados explicam o caráter da comunidade profissional e a unanimidade relativa do julgamento profissional, na eleição de problemas e na avaliação de soluções? – pergunta Kuhn. A resposta: um paradigma, ou um conjunto de paradigmas (Kuhn, 1986, p.321; Kuhn, 1965, p.335).

Tal definição de paradigma recebeu o adjetivo de *sociológico* por Magaret Masterman (1979), que enumerou vinte e dois usos diferentes do termo, em um índice analítico parcial. Kuhn prefere chamá-lo de “*matriz disciplinar*”, um dos dois sentidos que deu ao termo após a publicação de “A estrutura das revoluções científicas”, com o objetivo de esclarecer a confusão gerada pelos diferentes sentidos do termo: “disciplinar, porque é a posse comum dos profissionais de uma disciplina e ‘matriz’ porque se compõe de elementos organizados de diversas maneiras, cada uma das quais tem que especificar” (Kuhn, 1986, p.321). Kuhn identifica quatro destes elementos: (a) generalizações simbólicas, (b) modelos, (c) valores, e (d) exemplares.

As generalizações simbólicas são aquelas expressões, empregadas sem questionamento pelo grupo, que podem verter-se facilmente em alguma forma lógica, muitas vezes matemática. Como exemplos das generalizações simbólicas, pode-se citar $f = ma$, ou a ação é igual à reação. Como tal, seus símbolos ou termos estão ainda desprovidos de significados empíricos ou de aplicação. Funcionam, até aqui, como expressões que se dão dentro de um sistema matemático puro, ainda que Kuhn duvide que, nas ciências, as generalizações se comportem de modo matemático, como se para solucionar um problema fosse suficiente substituir identidades de uma equação simbólica. Este ponto é aprofundado mais adiante, quando tratarmos do tema da prioridade dos paradigmas.

Os modelos constituem o segundo elemento destacado por Kuhn, eles são derivados de um grupo de analogias preferentes ou, quando se sustenta profundamente, de uma ontologia. Por um lado, são heurísticos, como por exemplo o comportamento de um gás pode ser considerado como o de uma coleção de microscópicas bolas de bilhar em movimento aleatório; por outro lado, são objetos do compromisso filosófico como no exemplo, o calor de um corpo é a energia cinética de suas partículas componentes.

Os valores aos quais Kuhn se refere como elemento são valores metodológicos, que são compartilhados entre diferentes comunidades mais amplamente que as generalizações simbólicas ou os modelos. Trata-se de valores como adequação empírica, alcance, simplicidade, consistência e fecundidade:

Provavelmente os valores mais profundamente sustentados se referem às predições: devem ser exatas; as predições quantitativas são preferíveis às qualitativas; seja qual for a margem de erro admissível, devem ser continuamente respeitadas em um campo determinado, e assim pela forma. Contudo, também há valores que devem se aplicar ao julgar teorias inteiras: antes de mais nada, devem permitir a formulação e solução de puzzles; quando for possível, devem ser simples, coerentes e plausíveis, ou seja, compatíveis com outras teorias habitualmente sustentadas (Kuhn, 1986, p.283).

Os exemplares como último elemento destacado por Kuhn são soluções de problemas concretos cujo uso como exemplo pode substituir regras explícitas como base da solução dos problemas restantes da ciência normal. Constituem o segundo sentido do termo usado em ERC, que, para Kuhn deveria ser seu uso original. Na obra “A função do dogma na pesquisa científica”, Kuhn o define como uma conquista ou uma realização científica fundamental que inclui ao mesmo tempo uma teoria e algumas aplicações exemplares aos resultados da pesquisa e a observação (Kuhn, 1979, p.21). Ao escolher este termo, Kuhn sugere “que alguns exemplos aceitos na prática científica real – exemplos que incluem, ao mesmo tempo, lei, teoria, aplicação e instrumentação – proporcionam modelos dos quais surgem tradições particularmente coerentes de pesquisa científica” (Kuhn, 1986, p.34).

Segundo Kuhn, em seu uso estabelecido, um paradigma é um modelo ou padrão aceito e este aspecto de seu significado permitiu-lhe apropriar-se da palavra por falta de outro termo melhor (Kuhn, 1996b, p.51). Os exemplares são mostrados às novas gerações de cientistas, que os utilizam como padrão de analogias para novos problemas, como veremos no próximo item.

2.2 Uma proposição de organização do conceito de paradigma

Interessa-nos distinguir as diferentes significações do conceito de paradigma, com o objetivo de propor diferentes categorias do conceito. Segundo os próprios autores, o termo paradigma é fonte de muitos mal-entendidos, pelo fato de ter sido usado em dois sentidos diferentes no livro “A estrutura das revoluções científicas”: o sentido sociológico ou de matriz disciplinar em seu sentido amplo e o sentido de paradigma como exemplares conseguidos do passado em seu sentido restrito. Propõe-se aqui outra divisão do conceito de paradigma, visando oferecer um instrumento útil de análise para a comparação de modelos ou teorias. Para tal, apresenta-se um recurso lúdico, com finalidade didática, para facilitar a compreensão da classificação do conceito de paradigma. O exemplo descrito, que pode ser utilizado em ambiente educacional ou empresarial para facilitar a compreensão dos conceitos e teve inspiração na metáfora de Einstein e Infeld (2008):

No nosso esforço para compreender a realidade, nossa situação lembra a de um homem tentando compreender o mecanismo de um relógio fechado. Ele vê o mostrador e os ponteiros em movimento, ouve o seu tique-taque, mas não tem meio algum de abrir a caixa. Se for engenhoso, poderá formar a idéia de um mecanismo responsável por tudo o que observa exteriormente, mas não poderá nunca ter a certeza absoluta de que o mecanismo que imagina seja o único capaz de explicar suas observações dos movimentos exteriores (Einstein & Infeld, 2008, p. 112).

A ideia de um mecanismo responsável pelo relógio fechado é o paradigma como modelo. Segundo Einstein e Infeld (2008), ele depende da imaginação, isto é, da capacidade do cientista de inventar um modelo que explique o funcionamento do seu objeto de conhecimento.

O recurso didático para a compreensão da classificação do conceito de paradigma, descrito a seguir, é uma forma de problematizar a questão: Imagine que um índio que jamais conheceu a civilização industrial encontre um relógio mecânico de pulso em um campo. Este índio vive em uma comunidade que retira da natureza seus alimentos, através da pesca e da plantação de alguns produtos. Para esta tribo, o sol é o Deus, que governa todos os movimentos

do mundo. Suponha que o índio tenha interesse em explicar o funcionamento do relógio, ainda que não saiba que se trata de um relógio. Acrescentamos uma limitação para sua tarefa: ele não pode abrir o aparelho. Como os índios desta tribo explicariam o funcionamento do relógio? Poderíamos levantar duas hipóteses: 1) os índios pensavam que se trata de um ser vivo, pois possui movimento (as agulhas) e uma pulsação (o tic-tac). 2) os índios pensavam que se trata de um objeto enviado pelo Deus-Sol, que comanda seus movimentos.

Diante deste caso, qual é o paradigma no problema proposto? Aqui, podem ser esclarecidos os problemas que dão origem às confusões acerca do conceito. Muitos dirão que há dois paradigmas sobre o funcionamento do relógio: 1) o relógio é um ser vivo, e 2) o relógio é um objeto divino. Contudo, pode-se esperar outro tipo de resposta, e aqui começam as confusões sobre a polissemia do termo. Pode-se pensar que o paradigma no caso é a consideração de que o sol é o Deus, que governa todos os movimentos do mundo. E também a proposição de que o ser vivo se move e tem, em alguns casos, um coração que pulsa.

No primeiro caso, as respostas do relógio como ser vivo ou como um objeto movido por Deus concebem o conceito de paradigma como modelos, ou seja, como teorias que são aceitas por uma comunidade em relação a um determinado objeto de conhecimento. Chamaremos este tipo de paradigma de modelo. No segundo caso, o conceito de paradigma se refere a matrizes disciplinares a partir das quais se chega à explicação do funcionamento do relógio. Chamaremos este tipo de paradigma de suposto filosófico.

Continuemos com o exercício didático: o exemplo do índio será colocado de lado e imaginemos agora que um astronauta encontre o mesmo relógio na superfície de Marte, na primeira expedição do homem àquele planeta. Como ele explicaria o funcionamento do relógio, sem poder abri-lo para ver seu mecanismo interno? A hipótese mais provável para o astronauta, é que se trataria de um relógio mecânico, feito do mesmo modo que os relógios atuais, com rodas, mecanismos, escape, mola e algum tipo de bateria. Logo pensaria que provavelmente alguma outra expedição já havia ido a Marte, ou que algum extraterrestre já teria trazido o relógio da Terra. Qual é o paradigma neste caso?

Como já foram apresentados dois significados de paradigma, eles podem ser usados. Valendo-se do conceito de paradigma como modelo, o modelo do relógio para o astronauta é o do relógio mecânico como nós o conhecemos hoje. Já o suposto filosófico é a proposição de que um objeto que se move possui algum dispositivo que lhe possibilita ter energia, como uma bateria, em um mecanismo determinado. Preferimos chamá-lo de suposto filosófico.

Há ainda um terceiro sentido de paradigma: os exemplares. A função dos exemplares é servir de base para uma analogia entre o que já se conhece, os exemplares, e o que se deseja conhecer. O exemplar, para o astronauta, é o relógio mecânico como tal, cujo conhecimento serviu de base para a analogia com o objeto encontrado em Marte.

Propomos, assim, identificar três categorias de paradigmas, ordenadas do nível mais abstrato para o mais concreto: em primeiro lugar o paradigma como suposto filosófico; em segundo lugar o paradigma como modelo; e por último o paradigma como exemplar.

Há ainda um quarto conceito de paradigma, que não se encaixa na classificação anterior: o paradigma pessoal. Quando os modelos teóricos são aceitos pelo cientista, ele os internaliza de tal forma que tende a ver o mundo a partir deles. Aqui, há uma relação direta com o conceito de *mindset*, um filtro pessoal que ao mesmo tempo que ajuda a reter determinadas percepções, impede que outras sejam captadas. Vamos tratar deste conceito mais adiante, na seção em que apresentamos o Tangram.

Usemos agora um exemplo científico, da astronomia, para tratar do problema da múltipla definição do termo paradigma. A grande contribuição de Platão para a astronomia foi vinculá-la estreitamente à geometria e, a partir disso, estabelecer um paradigma de investigação, o qual chamamos um conjunto de critérios matemático-estéticos condutores da investigação astronômica. O pressuposto de que o mundo tem uma ordem e sua relação com a matemática e

a geometria como linguagem conduzem a um conjunto de critérios matemático-estéticos que são condutores da investigação astronômica. São eles segundo Rioja & Ordóñez, (1999):

Todos os corpos celestes possuem a forma de esfera. O Cosmos possui a forma esférica, portanto é finito. A esfera da Terra se encontra no centro da esfera cósmica. Todos os movimentos celestes são circulares. A velocidade dos corpos celestes é invariável. O sentido dos movimentos circulares planetários é sempre o mesmo; não há inversões de sentidos. (35-36)

Perguntemos agora, como fizemos com a metáfora do relógio: Sobre qual paradigma nos fala Platão? Duas respostas são possíveis, se nos atentamos à diferença entre paradigma como suposto filosófico e paradigma como modelo. No primeiro caso, o suposto implícito no modelo platônico é a proposição geral, portanto, abstrata, de que o universo é organizado. Não nos interessa aqui relacionar este compromisso, para usar um termo defendido por Kuhn, para falar de paradigmas, com o mundo das ideias. Basta dizer que a linguagem apta para descrever esta ordem é a das matemáticas, através das leis, que expressam determinadas relações invariáveis. Como suposto filosófico, pode-se dizer que a figura mais perfeita que há, ou seja, a que mais representa a ordem do Universo é o círculo, em duas dimensões e a esfera em três dimensões, uma vez que não se alteram quando são submetidos a certas transformações como, por exemplo, o giro. (Rioja & Ordóñez, 1999, p.35, v. 1)

Como dedução deste pressuposto, pode-se chegar à segunda significação de paradigma, o modelo. O modelo platônico de Universo é finito, de forma esférica, cujos astros se movem em círculos, em um só sentido, com velocidade regular. Acrescenta-se ao que foi dito, que a Terra se encontra no centro da esfera cósmica e que ela não se move. Em última análise, o paradigma filosófico afirma, entre outras ideias, que o universo é organizado. O paradigma como modelo, afirma que a Terra é o centro de um universo finito.

Todos se referem ao modelo copernicano de Universo como um modelo revolucionário. A revolução copernicana é tratada como um excelente exemplo de uma mudança de paradigma. Mas se não for identificado de que paradigma estamos falando, novamente se inicia um mal-entendido. Neste caso, houve uma mudança de modelo, não necessariamente uma mudança total do suposto filosófico, como o definimos. Demonstramos assim que pode haver mudança sem mudar todos os supostos filosóficos. É verdade que no caso da revolução copernicana, alguns supostos filosóficos foram rompidos, mas não todos.

Copérnico propõe um novo modelo do Universo, que renuncia à inércia da Terra e a sua posição central, sugerindo que é o Sol que se encontra no centro do mundo. Contudo, Copérnico propõe estes postulados preservando sistematicamente a uniformidade dos movimentos. “O que não deixa de assombrar é que Copérnico manifeste a intenção de empreender uma total reforma da astronomia somente com a finalidade de eliminar os rumores e garantir assim o mais escrupuloso respeito ao princípio de Platão” (Rioja & Ordóñez, 1999, p. 113).

Ainda que Copérnico tenha feito uma revolução no modelo de Universo, ele respeita o suposto filosófico de que o cosmos é organizado e, portanto, seus movimentos são uniformes e circulares. Como falar de quebra de paradigma sem esclarecer de que paradigma estamos falando? Como dizer que a revolução promove uma ruptura com a tradição anterior, se acabamos de demonstrar que há alguma continuidade entre os modelos de Copérnico e de Ptolomeu? Esperamos, desta forma, demonstrar a contribuição da classificação de paradigma aqui proposta.

3. UMA NOVA PROPOSTA DE METÁFORA PARA O DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA: DO PUZZLE AO TANGRAM

Kuhn comparou a ciência normal com a resolução de *puzzle*, o que fez para mostrar seus limites e suas virtudes, reforçadas em artigos posteriores (Kuhn, 1986) para responder a seus

críticos. Segundo Morgan (1996, p.16) as teorias e explicações da vida e a cultura no mundo são baseadas em metáforas, que nos leva a ver a realidade de forma específica, ainda que incompleta. Assim, usar uma metáfora supõe um modo de pensar e uma forma de ver que interfere no modo de conhecer nosso mundo em geral. Tal interferência permite reconhecer com facilidade as características do objeto que se procura ressaltar, mas oculta o outro lado que também pode estar presente. A concepção de ciência normal como uma resolução de quebra-cabeça, no sentido tradicional de um *puzzle*, exige que se pensem as mudanças como revoluções, necessariamente. De acordo com a categorização apresentada, essas mudanças seriam mudanças do paradigma como modelos, que não necessariamente conduzem a uma revolução do suposto filosófico.

Propomos, então, uma nova metáfora, que permite que se tenha uma concepção mais aberta da ciência sem perder a riqueza da imagem da ciência como um jogo: o Tangram, jogo chinês de sete peças. Procura-se aqui demonstrar uma nova analogia para pensar a ciência além de Kuhn. Aceitamos que a ciência é sim um jogo de quebra-cabeças, com regras definidas, mas não como os jogos de *puzzle* tradicionais, onde há somente uma possibilidade de solução. Na apresentação da ciência normal, Kuhn a caracteriza como uma atividade de resolução de *puzzles*. O Tangram possui características diferentes dos jogos de *puzzle* tradicionais. Estes jogos tradicionais são compostos por um grande número de peças, de formas irregulares, que apenas podem formar uma única figura. O Tangram é um quebra-cabeças de apenas sete peças, de formas geométricas bem definidas, que podem formar milhares de figuras.

A origem do Tangram se perde na história. Segundo a lenda, um imperador chinês ordenou a um de seus melhores artistas que buscasse as coisas mais belas do mundo e as retratasse em uma tábua quadrada. No caminho a tábua caiu e quebrou em sete peças. Depois de muitas tentativas de reunir as peças para formar o quadrado, o artista descobriu que podia formar figuras diferentes a cada modo de organizar as peças. Levou sua descoberta ao imperador, que ficou encantado com a possibilidade de retratar as coisas com apenas sete peças.

O Tangram pode ser construído com uma folha de cartolina ou um papel cartão conforme demonstrado na Figura 1, ao fim do texto. É recomendada a utilização do papel cartão para que frente e verso não sejam da mesma cor, a fim de permitir a compreensão prática do conceito de paradigma pessoal, evidenciada na dinâmica didática proposta a seguir. Um quadrado deve ser feito com lados de 10 cm e dividido em dois triângulos congruentes. Para facilitar as instruções seguintes, pode-se dividir imaginariamente o quadrado em 16 quadradinhos de 2,5 cm cada lado. Em um dos lados do quadrado, determine um ponto médio e por ele trace um segmento paralelo à diagonal. Neste segmento traçado, determine o ponto médio e trace outro segmento perpendicular à diagonal até a vértice mais distante do quadrado. Até aqui foram construídos 2 triângulos retângulos e 2 trapézios retângulos. Encontre os pontos médios dos dois lados maiores dos trapézios e por um destes pontos, trace uma altura de um dos trapézios. Pelo outro ponto médio, trace um segmento até a vértice oposta do trapézio com os lados formando um ângulo reto. Como resultado o Tangram tem, pois, as seguintes peças: 2 triângulos grandes, 1 triângulo médio, 2 triângulos pequenos, 1 quadrado e 1 paralelogramo. Todas as peças são proporcionais ao triângulo pequeno. É possível visualizar a dimensão de cada forma geométrica na Figura 1 ao final deste trabalho.

4. PROPOSIÇÃO DIDÁTICA: A DINÂMICA DO TANGRAM

A dinâmica do Tangram é apresentada como um jogo e pode ser utilizada em salas de aula e empresas. Quanto ao material para a dinâmica, será preciso construir as peças do Tangram, de preferência em papel cartão, cujas instruções foram dadas no item anterior. Para sua utilização aplicada, também é necessário ter algumas figuras possíveis de serem montadas

utilizando as peças do Tangram com as suas respectivas soluções. Para elaboração, recomenda-se aqui recorrer ao livro de Génova (1990) ou a sítios na internet. Oliveira (2017), publicou algumas figuras (e soluções) para o uso pedagógico do Tangram em um artigo eletrônico publicado pela Leiturinha em sua página digital.

Os objetivos da dinâmica são: em primeiro lugar exemplificar como o paradigma-modelo pode ser modificado sem a modificação do suposto filosófico; em segundo lugar debater se o desenvolvimento científico ocorre com acumulação de conhecimento ou por meio de revoluções ou por ambos; em terceiro lugar demonstrar que um novo modelo científico não depende necessariamente de novas descobertas, mas da forma de organização dos dados disponíveis; e por último verificar como os paradigmas pessoais interferem no modo de fazer ciência. Este último objetivo permite promover a reflexão e o choque afetivo necessário para a compreensão da dificuldade de mudança de *mindset*.

As instruções do jogo são as seguintes: A sala deve ser dividida em até grupos de até 4 pessoas, de modo que haja uma superfície plana, como uma mesa ou carteira, em torno da qual os participantes devem se posicionar. O número de grupos deve ser o mesmo do número de jogos do Tangram à disposição. Os grupos devem ser numerados ou o(a) professor(a) pode pedir a cada grupo que se dê um nome. Essa última alternativa torna a atividade mais descontraída.

Após a organização dos grupos o(a) professor(a) deve distribuir os jogos do Tangram e explicar que se trata de um quebra-cabeça. As imagens a serem montadas podem ser projetadas em uma tela, a partir de um arquivo de um programa de criação de slides ou a partir de uma cartela com figuras numeradas. O(a) professor(a) vai projetar ou escolher uma figura, pelo número, para que cada grupo tente encontrar a solução, obedecendo a duas regras básicas: que são: para montagem das figuras propostas não é permitida a sobreposição de peças e a segunda regra é que todas as peças devem ser utilizada para formação de uma figura.

Cada número de figura apresentado pelos organizadores da dinâmica, corresponde a uma rodada. O número de rodadas deve ser sempre menor que o número de figuras da cartela e deve ser definido pelo(a) professor(a) em função do tempo disponível. Recomendam-se 8 rodadas, para uma dinâmica de aproximadamente 50 minutos, sem contar o debate posterior.

O grupo que encontrar a solução primeiro deve chamar a atenção do professor(a) rapidamente. O(a) professor(a), munido(a) da cartela com a solução, deve verificar se a figura montada corresponde ao solicitado. Abrem-se, então, duas possibilidades:

a) A solução está errada. Neste caso: o grupo perde um crédito (-1), podendo ficar com escore negativo caso não tenha nenhum crédito.

b) A solução está correta. Neste caso: o grupo ganha um crédito (+1), que deve ser registrado no quadro (vide Tabela 1, ao fim deste trabalho).

É importante ressaltar que o professor (a) deve estar atento aos outros grupos que chamarem sua atenção informando terem terminado a montagem da figura para conferência. O desafio continua para os demais grupos que não devem parar de tentar descobrir a solução até que se confirme a vitória de outro grupo na rodada. Os demais grupos não ganham pontos, mesmo se tenham encontrado a solução posteriormente ao primeiro grupo que finalizar. E por fim o grupo vencedor não poderá desmanchar a solução, que deve ficar disponível, até o início da próxima rodada para que qualquer participante a confira.

Em seguida, o(a) professor(a) passará às rodadas seguintes, apresentando um outro número de figura. Segue o mesmo procedimento descrito acima até a rodada final. É declarado vencedor o grupo que somar mais créditos. Durante a tentativa de montagem das peças, o(a) professor(a) deve ficar atento e ir registrando no quadro os comentários dos alunos sobre a tarefa. Ao fim da dinâmica, o(a) professor(a) deve provocar a discussão apresentando as seguintes questões aos participantes:

- a) Quais as dificuldades encontradas pelo grupo para a solução dos problemas? A que causas o grupo atribui essas dificuldades?
- b) Se alguém teve vontade de cortar alguma peça ou de fazê-la desaparecer, para facilitar a busca da solução (Essa pergunta permite trabalhar a subjetividade no processo de fazer ciência.)
- c) Qual a relação do Tangram com os conceitos de paradigma como:
- Suposto filosófico;
 - Modelo;
 - Exemplar;
 - Paradigma pessoal.
- d) Que metáfora melhor representa o desenvolvimento da ciência: o puzzle ou o Tangram? Prevalece a concepção de Kuhn, de que a ciência evolui por rupturas, como se mudasse de um puzzle para outro? Ou prevalece a concepção de que a ciência evolui com continuidade e descontinuidade ao mesmo tempo? Que relações podem ser feitas entre as diferentes teorias da administração e o processo de desenvolvimento científico?
- e) De acordo com a metáfora do Tangram, explique por que mudanças científicas revolucionárias, como a Revolução Copernicana, não precisam da descoberta de novos dados.
- f) Qual o papel da imaginação e da criatividade no processo de construção de uma teoria científica?

5. CONCLUSÃO E CONTRIBUIÇÕES

A conceituação de paradigma aqui proposta e a aplicação prática através da dinâmica do Tangram têm se mostrado úteis para a formação de pessoas com abertura para a novidade e flexibilidade de paradigma, condições necessárias para construir um *growth mindset* (Dweck, 2017). Experiências realizadas com a dinâmica do Tangram demonstraram que os participantes tendem a considerar que as figuras devem ser dispostas somente de um lado, o da cor do papel cartão. Justamente por essa pressuposição, ou preconceito, considera-se o lado sem cor como verso. Esse pressuposto poderá fazer com que algumas figuras sejam montadas de forma errada por causa da peça em forma de paralelogramo. Essa peça é a única que terá disposições diferentes se colocada com o verso para cima. No quadrado e nos cinco triângulos, não faz a menor diferença que um ou outro lado esteja para cima. Mas no paralelogramo, um lado não se faz igual ao outro.

O(a) professor(a) deve, pois, estar especialmente atento(a) para esse detalhe, que se mostrou muito rico para explicar como o pressuposto de que as coisas têm um lado “certo” pode prejudicar a performance do grupo. Os participantes em geral se mostram surpresos com a informação de que poderiam “virar” a peça, mas o(a) professor(a) deve lembrar que as regras não impediam essa possibilidade. Deve aproveitar para dizer que o paradigma pessoal de que a peça tinha um lado certo os impediu de ver a realidade, daí a noção de paradigma pessoal como filtro. Em uma oportunidade, mesmo depois de demonstrar a necessidade de virar o paralelogramo para que a figura do Tangram fosse formada corretamente, os participantes, professores de uma Universidade, continuaram a errar o lado da peça, mostrando e demonstrando a rigidez de paradigma e a dificuldade real de mudança de *mindset*.

A grande contribuição da categorização do conceito de paradigma e da sua demonstração pela Dinâmica do Tangram é demonstrar que o progresso da ciência é feito por continuidade e descontinuidade ao mesmo tempo, reforçando a proposição conceitual apresentada neste ensaio. Como consequência, a concepção de ciência normal fica sem sentido, pois a ciência como um todo produz novidades (descontinuidade) e completa os espaços do conhecimento ao mesmo tempo (continuidade). Em vez do *puzzle* tradicional como metáfora para compreendê-la, propõe-se o Tangram, que mantém a concepção da ciência como um jogo

de imaginação, mas com abertura para as novidades. A ciência como jogo não é uma ideia inovadora (Alves, 2006; Pena, 2003).

No campo da Administração, a metáfora do Tangram é útil para comparar as diferentes teorias e buscar o que há de comum entre abordagens diferentes, como faz de Souza Guerra (2000), ao afirmar que o modelo de Qualidade Total não passou de uma sofisticação do Taylorismo. Assim, pode-se compreender o mote que diz da necessidade de mudar tudo para que tudo permaneça como está.

O tema *mindset* tem sido amplamente debatido, mas é curioso que o tema dos paradigmas não acompanhe essa discussão, talvez por sua dificuldade polissêmica. Com a proposição teórica aqui realizada, é mais fácil trazer a questão dos paradigmas para a discussão acerca do *mindset*. A pluralidade de significações para o termo – reconhecida por Kuhn, que o usou em sentidos diferentes sem distingui-los – produziu um grande mal-entendido, que se procurou clarificar com a parte teórica deste trabalho. Foi apresentada uma nova categorização para o conceito de paradigma, que se pretende útil como categorias de análises para o estudo da evolução da ciência e para a comparação de modelos diferentes sobre um mesmo objeto de estudo. Na concepção de Kuhn, quando uma teoria sucede a outra, há uma ruptura, uma descontinuidade. Procurou-se demonstrar que, ainda que haja uma descontinuidade, pode haver, em outro nível, uma continuidade. Tal proposição enriquece a possibilidade de análise de teorias sucessivas.

Além do mais, este trabalho pode ser considerado relevante por pretender discutir a importância da educação científica, para que a atividade científica não seja fechada em si mesma, mas uma atividade aberta a novas descobertas. Para tanto, apresentou-se uma nova metáfora para compreender a ciência. Kuhn fala em *puzzles* clássicos, jogos que têm muitas peças e apenas uma solução. Tentou-se mudar a metáfora para outro tipo de *puzzle*, o Tangram chinês. Esta nova metáfora é coerente com a hipótese de que a ciência evolui, ao mesmo tempo, por continuidade e descontinuidade, conforme apresentaremos. A educação científica tem um papel importante na formação do pesquisador. Porém, ela não deu importância à formação psicológica do cientista. Ainda que as iniciativas de promover a interdisciplinaridade sejam crescentes, apontamos a necessidade de uma formação que incentive a comunicação entre diferentes campos do saber.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, R. (2006). *Filosofia da ciência: introdução ao jogo e as regras*. 11 ed. São Paulo: Loyola.
- Choudary, S. P., Parker, G. G., & Van Alstyne, M. (2015). *Platform Scale: How an emerging business model helps startups build large empires with minimum investment*. San Francisco: Platform Thinking Labs.
- Parker, G. G., Van Alstyne, M. W., & Choudary, S. P. (2016). *Platform revolution: how networked markets are transforming the economy and how to make them work for you*. WW Norton & Company.
- Dweck, C. (2017). *Mindset: a nova psicologia do sucesso*. Objetiva.
- Einstein, A. & Infeld, L. (2008). *A evolução da Física*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Gênova, A. C. (1990). *Brincando com tangram e origami*. São Paulo. Global.
- de Souza Guerra, R. (2000). Taylorismo e Qualidade Total: Um Mesmo Modelo Conceitual?. *Revista de Administração FACES Journal*, 1(1).

- Ismail, S., Van Gees, Y., & Malone, M. S. (2015). *Organizações exponenciais: por que elas são 10 vezes melhores, mais rápidas e mais baratas que a sua (e o que fazer a respeito)*. HSM Editora.
- Kuhn, T. (1986). *La estructura de las revoluciones científicas*. México. Fondo de Cultura Económica.
- Kuhn, T. (1976). *La función del dogma en la investigación científica*. Valencia. Revista Teorema,
- Kuhn, T. (1996a). *The structure of scientific revolutions*. 3.ed. Chicago. The University of Chicago Press.
- Kuhn, T.(1996b). *La tensión esencial: estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*. México. Fondo de Cultura Económica.
- Kuhn, T. (1996c). Algo más sobre los paradigmas. In: *La tensión esencial: estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*. México. Fondo de Cultura Económica. p.290-316.
- Magaldi, S., & Neto, J. S. (2018). *Gestão do Amanhã: Tudo o que você precisa saber sobre gestão, inovação e liderança para vencer na 4a Revolução Industrial*. Editora Gente Liv e Edit Ltda.
- Masterman, M. (1979). A natureza de um paradigma. In: Lakatos, Imre; Mustgrave, Alan.(Org.) *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo. EDUSP. 72-108.
- Lakatos, I., & Musgrave, A. (1979). A crítica e o desenvolvimento do conhecimento. *São Paulo: EDUSP*.
- Meirelles, Delton RS; Dantas, Isabela. (2015) A transmissão de um saber sobre mediação: o desafio de aprender a desaprender. In. *Congresso Internacional em Ciências Sociais e Humanidades*, 4. 2015, Foz do Iguaçu. Anais eletrônicos ISSN 2316-266X, n.4. Foz do Iguaçu. UNIOESTE, 2015.
- Morgan, G. (1996). *Imagens da Organização*, Trad. *Cecília W. Bergamini e Roberto Coda*, São Paulo: Atlas.
- Leiturinha. (2017). *Conheça a história do Tangram e confira 9 imagens para montar*. Recuperado em 11 julho. 2019, de <https://leiturinha.com.br/blog/conheca-a-historia-do-tangram-e-confira-9-imagens-para-montar/>
- Pena, R. P. M. (2003). *A ciência como jogo: e outros ensaios sobre ética e filosofia da ciência*. FACE-FUMEC.
- Reale, G. (1997). *Para uma nova interpretação de Platão*. Edicoes Loyola.
- Rioja, A., & Ordóñez, J. (1999). *Teorias del Universo*, VOL. I. *Síntesis, Madrid*.
- Schwab, K. (2016) *A Quarta Revolução Industrial(Edipro)*. São Paulo.
- Van Alstyne, M. W.; Parker, G;G.; Choudary, S.P. (2016) Pipelines, Platforms, and the New Rules of Strategy, *Harvard Business Review*, 94(4), 54-62.

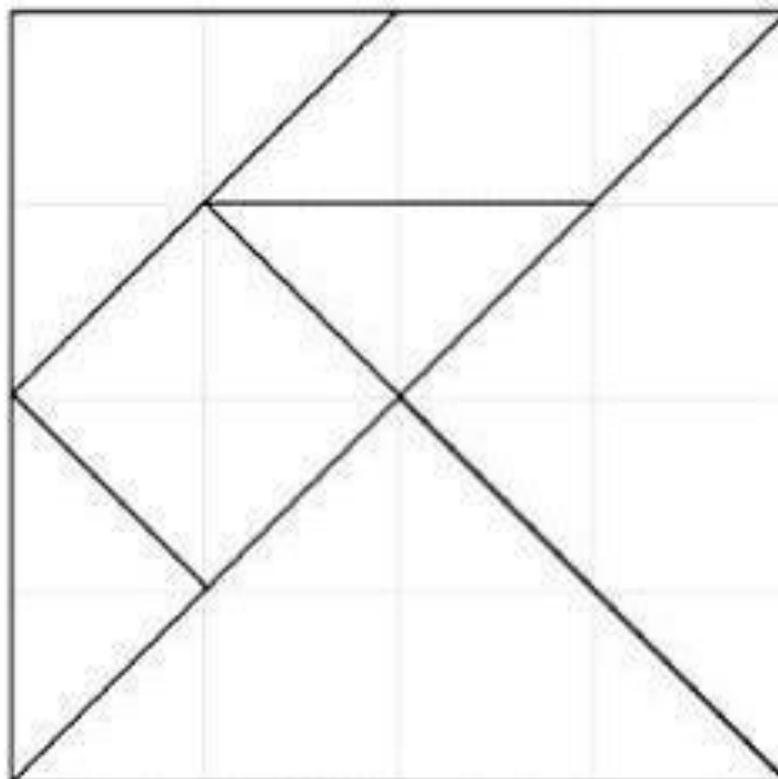
Tabela 1: Quadro de pontuação dos grupos

Rodada	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Grupo											
A											
B											
C											
D											
E											
F											
G											
H											
I											
J											

Fonte: Produzido pelos autores

Figura 1: A construção do Tangram

[.....10 cm.....]



[.....2,5cm.....]

Fonte: Adaptado de Génova (1990:12).