

# PERCEÇÃO E NEUROCIÊNCIA: UM OLHAR ACERCA DO EXPERIMENTO DE BACH-Y-RITA E DA QUESTÃO DE MOLYNEUX ACERCA DA VISÃO

*PERCEPTION AND NEUROSCIENCE: A GLANCE AT BACH-Y-RITA'S  
EXPERIMENT AND THE MOLYNEUX'S QUESTION ON VISION*

*Maurício da Rosa Vollino<sup>1</sup>*

**Resumo:** Paul Bach-y-Rita (2003) desenvolveu pesquisas acerca da plasticidade cerebral e o resultado são aparelhos de substituição sensorial os quais auxiliam na recuperação dos sentidos, tais quais visão, equilíbrio e audição devido à capacidade adaptativa cerebral. De acordo com o neurocientista, o cérebro é responsável pela interpretação das informações externas e os órgãos dos sentidos seriam apenas receptores. Desta forma, por exemplo, após adaptação, o usuário é capaz de ver através de uma câmera conectada a um conversor de sinais e este conectado à sua pele. As imagens são convertidas em sinais elétricos ou vibro-táteis e enviados ao eletrodo conectado à pele do usuário. O resultado é a interpretação dos sinais em forma visual. Sob o ponto de vista filosófico, a pessoa realmente experimenta a visão? Tal pergunta remete à questão de Molyneux à Locke, a saber, se um cego o qual percebe objetos tais quais esferas e cubos através do toque, caso sua visão fosse restaurada, seria ele capaz de perceber tais objetos sem tocá-los. Morgan (1977) e Warren & Strelow (1984) consideram os aparelhos de substituição excelentes exemplos para esta questão. Acerca do aparelho, Bach-y-Rita alega que o usuário experimenta a visão uma vez que interage com o ambiente tal qual um não cego interagiria. Morgan e Warren & Strelow respondem à questão de Molyneux de forma negativa uma vez que é necessário ao usuário adquirir experiência com o uso do aparelho de substituição antes de perceber imagens, o que corrobora a resposta de Locke à questão de Molyneux.

**Palavras-chave:** Percepção. Visão. Substituição sensorial. Experiência. Molyneux.

**Abstract:** Paul Bach-y-Rita (2003) conducted research on brain plasticity and the result are devices of sensory substitution that help in the recovery of the senses, such as sight, equilibrium and hearing, due to the brain's adaptive capacity. According to that neuroscientist, the brain is responsible for the interpretation of external information and the sense organs are just receptors. Thus, for instance, after adaptation, the user is able to see through a camera connected to a signal converter that is connected to their skin. The images are converted into electrical or vibrotactile signals and sent to the electrode connected to the user's skin. The result is an interpretation of signals in a visual form. From a philosophical point of view, does the person really experience sight? This question refers to the one put by Molyneux to Locke, viz. whether a blind person who perceives objects such as spheres and cubes by touching them would, if their sight were restored, be able to perceive those objects without touching them. Morgan (1977) and Warren & Strelow (1984) see substitution devices as excellent examples for this question. Regarding the device, Bach-y-Rita claims that the user experiences sight since they interact with the environment just in the way a non-blind person would interact with it. Morgan and Warren & Strelow answer Molyneux's question in the negative, since it is necessary for the user to acquire experience with the use of the substitution device before perceiving images, which corroborates Locke's answer to Molyneux's question.

**Keywords:** Perception. Vision. Sensory substitution. Experience. Molyneux.

---

<sup>1</sup> Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. E-mail: vollino@gmail.com

## 1. Introdução

O presente artigo é parte de uma dissertação de mestrado em desenvolvimento e tem como intuito apresentar alguns pontos relevantes para a pesquisa em questão. A pretensão na dissertação é, a partir da análise dos resultados teóricos de um experimento neurocientífico e do ponto de vista do filósofo Alva Noë acerca da percepção, responder à questão: o cego realmente vê com o uso de um aparelho de substituição sensorial tátil-visual? A pesquisa visa analisar o ponto de vista do filósofo Alva Noë acerca do experimento criado pelo neurocientista Paul Bach-y-Rita.

De acordo com Degenaar (1996) em seu livro “Molyneux’s problem – Three centuries of discussion on perception of forms”, o experimento de Bach-y-Rita acerca dos aparelhos de substituição sensorial instigou filósofos a retomarem a questão de Molyneux a qual questiona, de forma *à priori*, qual seria a experiência de um cego caso fosse possível a ele enxergar. Em 1688, Molyneux formulou uma pergunta a qual permanece em debate até os dias atuais. Em uma carta à Locke, Molyneux questiona se um cego congênito que passou a vida conhecendo objetos através do toque, como cubos e esferas, caso sua visão fosse restaurada, seria ele capaz de reconhecer os objetos citados apenas com o uso da visão. A questão fora debatida ao longo da história da filosofia sem uma resposta conclusiva. Anos mais tarde, com o advento de novas tecnologias e a possibilidade de cirurgias oculares e aparelhos de substituição sensorial, por exemplo, Morgan (1977) e Warren & Strelow (1984) revisitaram a questão postulada à Locke com a esperança de obter respostas definitivas acerca do assunto. Apesar de o tema não ter sido resolvido, concluem que aparelhos de substituição sensorial são um ótimo exemplo para ilustrar a questão.

Um exemplo de aparelho de substituição sensorial é o sistema de substituição sensorial tátil-visual (TVSS em inglês), criado pelo neurocientista Paul Bach-y-Rita na década de 70 durante seus estudos sobre plasticidade cerebral (BACH-Y-RITA, 1995 1998); LEVIN, 2000). Tal aparato possibilita a cegos experienciar a visão a partir do uso de uma câmera a qual capta imagens convertidas em sinais elétricos os quais são interpretados pelo cérebro como sinais visuais através de um eletrodo conectado nas costas ou na língua do participante. Devido à capacidade adaptativa do cérebro, o neurocientista alega que o cego vê com o aparelho uma vez que os sinais recebidos pelo cérebro, após certo tempo de uso, passam a ativar zonas do córtex visual, bem como, os

participantes reagem às imagens tal qual uma pessoa não cega reagiria, como acompanhar o trajeto de bola em movimento (BACH-Y-RITA, 2003). Estudos com substituição sensorial estão relacionados a estudos sobre plasticidade cerebral, ou seja, a capacidade de o cérebro ser capaz de reorganizar suas funções. A plasticidade é responsável por mudanças estruturais neurais, neuroquímicas, sinápticas e ocorre quando há adaptação ambiental, cultural e recuperação após dano cerebral. Assim, tal capacidade possibilita a interação entre os canais perceptuais, conhecido como modalidade cruzada, do indivíduo que utiliza, por exemplo, aparelhos de substituição sensorial (STILES; SHIMOJO, 2015). Como exemplos de substituição sensorial e de modalidade cruzada, tem-se o uso do braile, da bengala utilizada pelo cego e da leitura, pois cada um converte uma sensação em outra, como o tato para a visão no caso do braile e da audição para a visão no caso da leitura. A bengala, por sua vez, inicialmente oferece informações táteis para a mão do usuário, como localização e identificação de objetos; após um certo tempo de uso, as informações passam a ser sentidas a partir da ponta da bengala e não mais na mão do usuário (BACH-Y-RITA, 2003).

Assim, no presente artigo faz-se uma apresentação da questão de Molineux a partir de recortes históricos, bem como da tentativa de resposta de filósofos que consideram os aparelhos de substituição sensorial bons exemplos para a questão.

## **2. A questão de Molyneux<sup>2</sup>**

Em 1688, Molyneux enviou a Locke uma questão acerca da percepção visual, a saber:

Suponha um homem, cego congênito, o qual aprendeu a distinguir através do toque um cubo e uma esfera, ambos de mesmo material metálico e tamanhos semelhantes, de forma a perceber qual é um e qual é o outro. Agora, suponha que o cubo e a esfera sejam postos em cima de uma mesa e o homem cego tenha sua visão restaurada. Pode ele,

---

<sup>2</sup> Molyneux, político Irlandês, era interessado por óptica e adepto a novos aprendizados. Junto com intelectuais do século dezessete interessava-se por problemas relacionados à óptica. Foi contemporâneo do surgimento do telescópio, do microscópio e em 1604 Johannes Kepler demonstrou que o cristalino do olho humano é uma lente, dentre outras descobertas relacionadas à visão. Mais além, Descartes e Snelius formularam a lei da refração da luz. Huygens descobriu a luz enquanto onda e Newton provou que a luz consiste em uma mistura de cores. O interesse que deu origem a sua famosa questão também poderia estar relacionado com o fato de sua esposa ter se tornado cega depois de um ano de casamento. In.: Degenaar, 1996, p. 19.

através da visão, antes de tocar os objetos, dizer qual é a esfera e qual é o cubo<sup>3</sup>?

Ou seja, um cego congênito o qual conhece objetos como um cubo e uma esfera, caso pudesse ver, reconheceria e nomearia corretamente os objetos sem tocá-los? Filósofos como Berkeley, Leibniz, Voltaire, Diderot, dentre outros, esforçaram-se para responder à questão, considerada um exercício mental devido à impossibilidade de a medicina da época recuperar a visão de pessoas cegas. Tal exercício teve como intuito relacionar sensações táteis a visuais ou entre noções táteis e visuais em relação às formas de objetos. Apesar de haver concordância entre os filósofos acerca da distinção entre a sensação tátil e visual de objetos, não havia acordo sobre a relação entre sensações táteis e visuais de um objeto em particular. Alguns filósofos acreditavam que o elo entre os dois era contraditório. A conexão era criada apenas pela experiência. Outros pensadores acreditavam que existia uma relação necessária entre os dois. Enquanto uns acreditavam nesta relação necessária como imediatamente percebida, outros consideravam a experiência como necessária. Em relação a interação entre conceitos de objetos táteis e visuais, alguns filósofos sugerem que o conceito visual de, por exemplo, uma esfera, é distinto do conceito tátil de esfera, porém, ambos conceitos poderiam se relacionar entre si por experiência ou entendimento. Outros filósofos acreditam que conceitos táteis e visuais de objetos são essencialmente idênticos ou, ao menos, possuem algo em comum e imediatamente perceptível (DEGENAAR, 1996, p. 24-5).

Por detrás desta discussão está o embate entre filósofos racionalistas e empiristas acerca da possibilidade da existência de ideias inatas (MORGAN, 1977, p.6). Ou seja, por um lado, como alega o racionalismo cartesiano, defender a existência de ideias inatas seria aceitar que termos abstratos existam na mente independente de experiências perceptuais. O inatismo alega que o conhecimento produzido desta forma não é passível de erro como aquele produzido pelos órgãos dos sentidos. De acordo com Descartes, a ideia de Deus e os conceitos matemáticos são exemplos de ideias inatas, pois é possível concebê-los mentalmente sem a necessidade de uma experiência anterior (Descartes, p.131). As ideias inatas são consideradas por Descartes como os fundamentos indubitáveis da ciência e são acessíveis através do uso da razão:

[...] por pouco que eu a isso aplique minha atenção, concebo uma infinidade de particularidades referentes aos números, às figuras, aos

---

<sup>3</sup> Locke, II, ix, §8.

movimentos e a outras coisas semelhantes, cuja verdade se revela com tanta evidência e se acorda tão bem com minha natureza que, quando começo a descobri-las, não parece que aprendo algo novo, mas, antes, que me recordo de algo que já sabia anteriormente, isto é, que percebo coisas que estavam já no meu espírito, embora eu ainda não tivesse voltado meu pensamento para elas. E o que, aqui, estimo mais considerável é que encontro em mim uma infinidade de ideias de certas coisas que não podem ser consideradas um puro nada, embora talvez elas não tenham nenhuma existência fora de meu pensamento, e que não são fingidas por mim, conquanto esteja em minha liberdade pensá-las ou não; mas elas possuem suas naturezas verdadeiras e imutáveis<sup>4</sup>.

Por outro lado, empiristas como Locke defendem que as impressões sensoriais são as origens de qualquer ideia na mente e termos gerais são obtidos por abstração a partir da experiência sensorial (MORGAN, 1977, p.6). De acordo com Locke, um homem começa a ter ideias “quando começa a perceber, uma vez que parece não haver ideia alguma na mente antes de serem apreendidas pelos sentidos”, e concebe que “ideias são tais quais as sensações: uma impressão ou movimento efetuado por alguma parte do corpo produz alguma percepção no entendimento. É acerca destas impressões efetuadas em nossos sentidos por objetos externos a nós que a mente parece iniciar as operações as quais chamamos perceber, lembrar, considerar, conjecturar, etc” (LOCKE, II. i. 9). Para o filósofo, ideias inatas não são possíveis. Caso existam ideias presentes na mente, estas serão recordações de ideias adquiridas a partir das percepções:

Se houver quaisquer ideias inatas, quaisquer ideias na mente as quais não estão sendo utilizadas no momento, devem estar situadas na memória, da qual devem ser trazidas à observação pela recordação, isto é, devem ser reconhecidas, quando lembradas, como antigas percepções na mente, a menos que a recordação possa existir sem a recordação pois, recordar é perceber alguma coisa na memória, ou ter a consciência de que isto era antes conhecido ou percebido. Sem isto, seja qual for, a ideia que surge na mente é nova, e não recordada<sup>5</sup>.

Existir ideias na mente significa o resultado de sensações ou o ato de refletir acerca de uma sensação anterior. É a partir da experiência, portanto, que o indivíduo adquire conteúdo mental “empregada tanto nos objetos sensíveis externos como nas operações internas de nossas mentes” (Locke, II, i, 2).

O debate filosófico acerca da questão de Molyneux se desenvolve em meio ao uso de uma nova percepção, o que resulta na discussão entre a apreensão de novas

---

<sup>4</sup> Descartes, p.131-2.

<sup>5</sup> Locke, I, iii, §21.

ideias a partir da experiência ou a partir do acesso a ideias inatas. Para Morgan (1977), o principal ponto da pergunta é saber se o indivíduo seria capaz de nomear corretamente os objetos à sua frente. Para os empiristas, a resposta é “não” pois, para nomear impressões visuais, seria necessário comparar esta ideia com ideias em comum ao toque e a visão. Contudo, enquanto cego, o indivíduo nunca experienciou a percepção visual e, deste modo, não tem, de acordo com o empirismo, nenhuma ideia relacionada a esta percepção as quais pudesse acessar e comparar as experiências. A única maneira de acessar informações seria procurar na sua mente ideias transcendentais às impressões individuais e para a qual teria referência uma vez que nunca as experienciou através dos órgãos dos sentidos. Contudo, como visto na teoria de Locke anteriormente, isto seria envolver o uso de ideias inatas, algo inaceitável para o empirismo. Para Locke, a mente humana é uma “tábula rasa” preenchida com ideias através da experiência ao utilizar os órgãos sensoriais (LOCKE, II, i, 2).

### **3. A discussão histórica acerca da questão de Molyneux**

Enquanto empiristas como o próprio Molyneux, Locke e Berkeley, responderam ao problema de forma negativa, filósofos com tendência mais racionalista tal como Synge, Lee e Leibniz responderam de forma afirmativa. Independentemente da posição filosófica, não houve uma conclusão definitiva acerca do assunto.

Molyneux assumiu que uma pessoa nascida cega aprende a distinguir os objetos citados através do toque e os nomeia de forma correta:

Não. Embora, ele tenha obtido a experiência de como um globo ou um cubo afetam seu toque. Ainda assim, ele ainda não experienciou que, assim como objetos afetam o toque de maneiras específicas, deve também afetar a visão de maneiras específicas. Deste modo, um ângulo protuberante do cubo, quando pressionado de forma desigual em sua mão, deve aparentar aos seus olhos como é presente no cubo<sup>6</sup>.

Ou seja, para Molyneux, a relação entre sensações táteis e visuais devem ser aprendidas necessariamente a partir da experiência. O homem, portanto, aprende a partir do tato as formas do cubo e seus lados protuberantes que pressionam sua mão de forma desigual, no entanto, o homem não tem como distinguir estas características com a visão:

---

<sup>6</sup> Locke, II, ix, §8.

ele não é capaz de distinguir a esfera do cubo pois não possui uma experiência anterior, como a do tato, para distinguir pela visão qual é qual. Como conclui Degenaar, “em suma, Molineux acreditava que a relação entre sensações táteis e visuais das formas dos objetos não seriam imediatamente aparentes, ou seja, teriam de ser aprendidas” (DEGENAAR, 1996, p.26). Locke concorda com a resposta de Molineux da seguinte forma: “sou da opinião de que o homem cego, à primeira vista, não será capaz de dizer com certeza qual seria a esfera e qual seria o cubo, apenas que os percebeu visualmente, embora, ele possa nomear os objetos corretamente após tocá-los e certamente distingui-los baseando-se na sensação tátil” (LOCKE, II, ix, §8).

Por sua vez, para Berkeley: “extensão, figuras, movimentos percebidos pela visão são especificamente distintos da ideia advinda do tato, nomeadas da mesma forma, porém, não há uma ideia ou grupos de ideias em comum para ambos os sentidos” (Berkeley, CXXVII). De acordo com Berkeley, uma vez que tato e visão são sentidos distintos entre si, assim que o cego começar a visualizar os objetos, ele não saberá nomeá-los corretamente:

[...] um homem cego de nascença não seria capaz, à primeira vista, de nomear nenhum objeto observado pelos nomes utilizados corretamente às ideias relacionadas ao tato. Cubo, esfera, mesa, são palavras conhecidas aplicadas a sensação tátil. Tais palavras são aplicadas a objetos marcados por corpos sólidos os quais são percebidos pela resistência oferecida: porém, não há solidez, nem resistência, ou protrusão percebida pela visão. Resumindo, as ideias visuais são todas novas percepções para as quais não há referência em sua mente: ele não pode compreender, portanto, o que é dito a ele sobre os objetos. Ao ouvir a questão acerca da identificação da esfera e do cubo é, para ele, uma pergunta ininteligível: nada que ele veja pode sugerir aos seus pensamentos a ideia de corpo, distância ou, de maneira geral, tudo o que ele conhecia anteriormente<sup>7</sup>.

Acerca da questão, Berkeley concorda com Locke e Molyneux ao responder de forma negativa. Para os três empiristas, o cego é incapaz de nomear corretamente os objetos a sua frente uma vez que nunca os experienciou com a visão e, assim, não possui o conhecimento de ideias relacionadas a nomeação dos objetos tal qual possui a partir da experiência tátil.

Edward Synge, o primeiro filósofo que se tem notícia a responder de forma positiva à questão alega: “cada coisa com a qual um homem interage, eu nomeio de *Ideia*.

---

<sup>7</sup> Berkeley, CXXXV.

Contudo, as coisas visíveis com as quais um homem interage eu chamo de *imagem*” (DEGENAAR, 1996, p. 39). Uma pessoa nascida cega pode ter uma *ideia* (tátil) de uma esfera e de um cubo e de suas distinções, contudo, não é capaz de obter qualquer *imagem* (visual) dos objetos. Assim, a ideia de esfera teria a característica de manter um padrão por toda sua forma, enquanto que a ideia de cubo seria a desigualdade em toda sua superfície, uma vez que se poderia sentir ângulos pontiagudos por entre os quais as superfícies se conectam. Caso seja possível ao cego ver os objetos, imediatamente perceberá duas imagens distintas: a esfera, um objeto com todos os lados iguais; o cubo, um objeto desigual em todos os lados. Assim, perceberá uma concordância entre a imagem e a ideia dos objetos. As concordâncias e discordâncias possibilitarão ao homem distinguir qual é qual<sup>8</sup>.

Para Leibniz, além do conhecimento adquirido pela experiência, o ser humano nasce com ideias verdadeiras e eternas em sua mente. Tal como Synge, Leibniz considera a distinção entre imagens e ideias ao argumentar que estas são comuns aos sentidos devido ao seu conteúdo geométrico. Leibniz alega que o ex – cego nomeará os objetos e as formas à sua frente e terá o entendimento da sua nova experiência visual de modo a aplicar inferências geométricas a elas: “dois geômetras, um sendo cego e o outro paralítico, concordam ao fazerem referência às mesmas ideias embora não às mesmas imagens” (LEIBNIZ, 1966, II, IX, §8). Uma definição pode ser dada a uma ideia – tal qual a ideia de forma – a qual é adquirida por mais de um sentido (DEGENAAR, 1996, p. 43), como Leibniz explicita:

As ideias percebidas por mais de um sentido são aquelas de espaço – ou extensão – forma, repouso e movimento. Tais ideias, ditas surgirem de mais de um sentido, surgem na mente, uma vez que são ideias de entendimento puro, relacionadas ao mundo externo e percebidas pelos sentidos, sendo assim definidas e demonstradas<sup>9</sup>.

Ou seja, nomear corretamente um objeto de acordo com a sua forma significa ter uma *ideia exata* prévia do objeto. Caso a natureza e as características do objeto não sejam conhecidas tem-se, então, apenas uma *imagem* ou uma *ideia não exata* do objeto<sup>10</sup>. Assim, uma pessoa cega congênita a qual tem sua visão recuperada seria capaz, de acordo com

---

<sup>8</sup> *Positive Answers to Molineux*, chapter 3. In.: Degenaar, 1996, p. 39.

<sup>9</sup> Leibniz, II, V.

<sup>10</sup> Idem, II, XXXIX, §13.



Leibniz, de distinguir a forma de objetos a partir do seu conhecimento tátil anterior, bem como recorrer ao auxílio das *ideias exatas* das formas de ambos os objetos.

Ao longo dos anos, o debate manteve-se de pé. Em 1728, Willian Cheselden foi o médico responsável pela cirurgia de remoção de catarata em um menino que sofrera desde muito novo com a doença. A cirurgia fora executada em partes, com a diferença de 1 ano para cada olho. No caso do menino, sua catarata o permitia distinguir o dia e a noite e, apesar de não ser possível compreender formas, era capaz de perceber cores distintas. Após as cirurgias, o menino não foi capaz de identificar as cores percebidas antes e depois dos procedimentos. Quanto às formas, como não havia experienciado antes, não soube diferenciar os objetos, mesmo aqueles os quais apareciam a ele com cores que o agradavam antes da cirurgia. Devido à quantidade de imagens e formas apresentadas a ele, o menino esquecia as informações rapidamente. Quanto a dimensões, fotos e imagens de tamanhos distintos confundiam o rapaz. Ele não compreendia como pessoas conseguiam ficar pequenas a ponto de caber em uma imagem como uma foto, por exemplo<sup>11</sup>. Quanto à comparação com a questão de Molyneux, filósofos racionalistas discordam do resultado da operação, enquanto que filósofos empiristas aceitam o resultado, como Voltaire: “O experimento confirma tudo que Locke e Berkeley corretamente previram” (MORGAN, 1977).

#### **4. Aparelhos de substituição sensorial e a discussão contemporânea acerca da questão de Molineux.**

Nos dias atuais, a questão continua presente, sendo estudada por psicólogos, filósofos, neurofisiólogos. No contexto neurocientífico, o experimento de Bach-y-Rita envolvendo a substituição sensorial com a interação humano - máquina é considerado uma boa aproximação ao problema de Molyneux devido às informações táteis convertidas em visuais, bem como, o processo de experiência e adaptabilidade, características as quais corroboram Locke e Molyneux no modo de adquirir informações sensoriais, ou seja, a partir da experiência. Em seu artigo “Sensory Substitution and the human machine interface”, Bach-y-Rita (2003) apresenta seus aparelhos de substituição sensorial, os quais auxiliam na visão, no equilíbrio e na audição. De acordo com o cientista, o uso de tal tecnologia significa novas oportunidades de desenvolvimento para compensar

---

<sup>11</sup> Para a descrição integral da operação executada por William Cheselden, ver Degenaar, 1996, p. 54-6; Morgan, 1977, p.19-21.

perdas sensoriais. Os aparelhos operam convertendo informações e enviando-as ao cérebro por um receptor artificial conectado a uma interface homem – máquina. De acordo com o neurocientista, o cérebro recebe a informação da mesma forma como receberia de um órgão receptor intacto. A ausência do aparelho receptor não significa dano permanente: quem recebe as informações é o cérebro, os órgãos periféricos como os olhos (visão), a cóclea (audição) ou o aparelho vestibular (equilíbrio) são apenas captadores da informação externa. Assim, Bach-y-Rita alega que podem ser substituídos e, deste modo, é possível restaurar funções devido à capacidade adaptativa do cérebro.

Sobre o sistema de substituição tátil - visual (TVSS), Bach-y-Rita explica que existem vários modelos os quais são adaptados a diferentes regiões do corpo, como língua e costas e os tipos de eletrodos usados para enviar sinais ao usuário podem ser vibro-táteis ou eletro-táteis. A língua é um excelente ponto por ser um ambiente sensível e móvel, bem como, por estar envolta em saliva, uma solução eletrolítica, a qual auxilia no bom contato elétrico entre o eletrodo e a superfície da língua. Neste caso, o aparelho é composto por uma câmera, uma unidade de visualização da língua (TDU)<sup>12</sup> e um eletrodo<sup>13</sup>.

Após a adaptação ao aparelho, o participante começa a perceber imagens no espaço e não mais na pele, utilizando meios visuais de interpretação, como perspectiva, aproximação, afastamento e estimativas de profundidade. A sensação quase-visual depende do controle ativo da câmera pelo usuário. Caso a câmera fique fixa, ou se alguém a controla enquanto o paciente recebe as informações, a sensação será apenas tátil (BACH-Y-RITA, 2003). Assim, após adaptação, os sinais recebidos são interpretados no córtex responsável pela visão e não mais pelo córtex responsável pelo tato. Como aponta Stiles & Shimojo (2015), a substituição sensorial é uma modalidade cruzada, ou seja, é uma modalidade plástica entre regiões corticais multimodais e uni modais. Enquanto que a substituição sensorial é processada como informação visual a níveis corticais, os sinais

---

<sup>12</sup> Tongue Display Unit. Recebe o sinal da câmera e converte em impulsos antes de enviar ao usuário. De acordo com Bach-y-Rita (2003), a unidade é comparável a uma porta cerebral, em comparação a uma porta USB em um computador.

<sup>13</sup> Conforme Bach-y-Rita (2003), eletrodos dispostos na língua são mais eficientes do que estimulação eletro-tátil colocada na ponta do dedo do participante. A língua necessita de 5 a 15 Volts de eletricidade e uma corrente menor (0.4 – 2.0mA). Os eletrodos são separados entre si por 2.34mm e o tamanho da matriz de eletrodos é 12x12 mm. O estímulo eletro tátil consiste em pulsos de 40µs enviados sequencialmente a cada eletrodo ativo. Cargas de 3 pulsos por vez são enviados a uma potência de 50Hz com uma potência de 200Hz contida em cada carga.

somatórios sensoriais são convertidos a níveis dos canais receptivos, não devendo ser considerado visão pura ou sensação tátil, mas sim uma nova sensação<sup>14</sup>.

Guarniero (1974), cego congênito, escreveu sua tese de doutorado em Filosofia acerca da sua experiência em um treinamento com o TVSS. Em seu artigo “Experience of tactile vision” o filósofo relata suas experiências e suas dificuldades ao utilizar o aparelho. Uma das principais dificuldades foi aprender a diferenciar as situações de movimento do objeto e o da câmera:

“Ver” uma imagem mover na direção oposta à direção para a qual a câmera estava se movimentando foi, à princípio, uma experiência muito desconfortável, porém, eventualmente eu aprendi a fazer as adaptações necessárias de modo a perceber os objetos imóveis enquanto eu os analisava. Isto foi especialmente difícil para me acostumar, pois nada da minha experiência tátil anterior havia me preparado para isto<sup>15</sup>.

Guarniero alega que a sensação tátil não havia lhe preparado para a distinção entre movimentos de produção de resposta e movimentos de produção do objeto. Morgan (1977) alega que esta seria a descrição de Guarniero para sua experiência acerca da movimentação dos objetos enquanto move a câmera, contudo, a experiência tátil deve ter ensinado a distinção e foi exatamente por esta razão que ocorreram os enganos (MORGAN, 1977, p.207).

Com o desenvolvimento de aparelhos como o Sistema de Substituição Tátil-Visual, Morgan (1977) acredita que há resolução para a questão de Molyneux. De acordo com o filósofo, é possível conceber a informação fornecida pelo TVSS como visual, pois a interação e a forma como é extraída e utilizada é similar à forma como ocorre com os olhos. Apesar de o aparelho fornecer imagens em escala de cinza e em duas dimensões, o usuário experiencia a distância entre objetos, reconhecendo aproximação e distanciamento. Mesmo utilizando informações em duas dimensões, são capazes de perceber rotação e fazer julgamento de tamanhos distintos. Morgan compara o uso de um aparelho de substituição sensorial com os canais perceptuais de um caranguejo ferradura: o animal possui uma quantidade muito menor de receptores e fibras nervosas em comparação ao TVSS e, no entanto, vê (Morgan, 1977, p.202).

---

<sup>14</sup> Testes com Imagem de Ressonância Magnética Funcional (Fmri) e Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET) revelam que tarefas de reconhecimento e localização efetuadas por usuários de aparelhos de substituição sensorial ativam zonas do córtex visual (Amedi et al (2007), Arno et al (2001), Kupers et al (2010), Merabet et al (2009)).

<sup>15</sup> Guarniero, 1974, p.102.

A principal conclusão dos estudos com a substituição sensorial, para Morgan, é que percepção é o reconhecimento de características das informações apreendidas as quais são importantes ao organismo em sua interação comportamental com o ambiente. Para Morgan, “não há a menor razão de pensar que, se duas mensagens sensoriais dão ao animal exatamente a mesma informação e o induz ao mesmo comportamento, elas possam ser percebidas de forma diferente – mesmo originadas de caminhos completamente distintos” (MORGAN, p. 207).

Para o pesquisador, os aparelhos de substituição sensorial concordam com a importância da experiência tal qual os empiristas clássicos consideram ao tratar da questão de Molyneux. Contudo, Morgan discorda da linha empirista mais sensacionalista a qual alega que as informações recebidas pelo cérebro dependem de qual canal perceptual foi utilizado e, desta forma, se torna inaceitável que uma mensagem possa originar de dois canais perceptuais distintos e ainda assim significar o mesmo objeto. Por este motivo, a resposta de Locke à Molineux estaria equivocada (MORGAN, p. 207).

Warren & Strelow (1984) alegam que os sistemas de substituição sensorial são uma nova forma de abordar a questão de Molineux. Os filósofos utilizaram como exemplo um aparelho de substituição que auxilia cegos a orientarem-se a partir da audição, o qual funciona com geradores de ultrassom. Chamado de Auxílio Sensorial Binário (BSA), o acessório é um aparato eletrônico colocado na cabeça do participante como um chapéu e consiste de um gerador de ultrassom que emite ondas desta frequência e dois receptores os quais coletam os ecos sonoros e os traduzem para sinais audíveis. Os ecos coletados fornecem informações como distância, direção e a estrutura superficial de objetos. A frequência do som refletido especifica a distância, a diferença de amplitude interaural indica a direção e a clareza do sinal indica a estrutura dos objetos (WARREN; STRELOW, 1984, p. 337-9).

Experimentos com pessoas vendadas demonstram que é necessário um período de adaptação para aprender a determinar distância e direção e afirmam que, assim como Locke alega de uma pessoa cega a qual tem sua visão restaurada, ou seja, que a informação visual seria adquirida apenas a partir da experiência, o experimento demonstrou que não há compreensão imediata das informações providas pelos sensores sonoros. Para Warren & Strelow não há melhor abordagem ao problema de Molineux<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> Warren & Strelow, 1984, p. 348.

## 5. Conclusão

Molineux criou uma questão ainda em debate nos dias atuais. Durante a sua época e no decorrer dos anos, filósofos empiristas e racionalistas debruçaram-se em cima do problema na tentativa de resolver este exercício mental, sem a obtenção de uma resposta definitiva.

Cirurgias de catarata, como a praticada e relatada pelo médico Cheselden em 1728, demonstra que a pessoa a qual tem a visão recuperada não distingue objetos tampouco reconhece tamanhos à primeira vista, sugerindo uma abordagem empirista ao concluir que a pessoa necessita de um período de adaptação de forma a compreender as novas experiências sensoriais. Por fim, experimentos neurocientíficos de substituição sensorial, como no caso do TVSS e do BSA analisados por Morgan (1977) e Warren & Strelow (1984) respectivamente demonstraram que o usuário é capaz de reagir a objetos e ambientes tal qual uma pessoa não cega reagiria. Contudo, em um primeiro momento, os usuários de ambos sistemas reportaram dificuldades de adaptação, como Guarniero (1974) que, ao utilizar o TVSS, afirma ser necessário um período de uso do aparelho de forma a aprender a utilizar e processar as informações advindas de um novo canal sensorial.

Assim, mesmo que a pergunta de Molineux mantenha-se atual e sem uma resposta conclusiva, os pesquisadores Morgan e Warren & Strelow apontam que aparelhos de substituição são ótimos exemplos para refletir novamente acerca da pergunta postulada à Locke a mais de 300 anos. Ao utilizar tais aparelhos é possível analisar a reação a novas informações sensoriais. A conclusão dos pesquisadores ao alegarem que é necessário um período de experiência da percepção visual adquirida com aparelhos de substituição sensorial sugere uma resposta empirista, a qual corrobora as respostas de Locke, Molineux e Berkeley à questão de Molineux.

## Referências

- AMEDI, A., STERN, W.M., CAMPRODON, J.A., et al. *Shape Conveyed by visual-to-auditory sensory substitution activates the lateral occipital complex*. *Nature Neuroscience*, 10, 687-89, 2007.
- ARNO, P., De Volder, A.G., VANLIERDE, A., et al. *Occipital activation by pattern recognition in the early blind using auditory substitution for vision*. *Neuroimage*, 13, 632-45, 2001.
- BACH-Y-RITA, P. *Neurosynaptic Diffusion Neurotransmission and Late Brain Organization*. Demos Vermande, New York. 1995

- \_\_\_\_\_. *Form perception with a 49-point electro tactile stimulus array on the tongue*. J. Rehabil. Res. Dev. 35, 427 – 430, 1998.
- \_\_\_\_\_.; KERCEL, S. W. *Sensory substitution and the human-machine interface*. Trends in cognitive sciences, v. 7, n. 12, p. 541-546, 2003.
- BERKELEY, G. *An essay towards a new theory of vision*. Edited by David R. Wilkins, 4<sup>th</sup> edition, 1732 (2002).
- DEGENAAR, M. *Molyneux's problem – Three centuries of discussion on perception of forms*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 1996.
- DESCARTES, René. *Meditações Metafísicas* (Coleção Os Pensadores). São Paulo, 2000.
- GUARNIERO, G. *Experience of tactile vision*. Perception, volume 3, p. 101 – 104, 1974.
- KUPERS, R., CHEBAT, D.R., MADSEN, K.H., PAULSON, O.B., PTITO, M. *Neural Correlates of virtual route recognition in congenital blindness*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 107, 12716-21, 2010.
- LEIBNIZ, G. W. F. *Leibniz: New Essays on Human Understanding*. Cambridge University Press, 1996.
- LEVIN, H.S.; GRAFMAN, J. eds. *Cerebral Reorganization of Function after Brain Damage*. Oxford University Press, 2000.
- LOCKE, J. *An essay concerning human understanding*. Pennsylvania State University, 1999.
- MERABET, L.B., BATTELLI, L., OBRETENOVA, S., MAGUIRE, S., MEIJER, P., PASCUAL-LEONE, A. *Functional Recruitment of visual cortex for sound encoded object identification in the blind*. Neuroreport, 20, 132-38, 2009.
- MORGAN, M. J. *Molyneux's Question: Vision, touch and the philosophy of Perception*. Cambridge University Press, New York, 1977.
- STILES, N. R.B.; SHIMOJO, S. *Sensory substitution: A new perceptual experience*. Computation and Neural Systems, California Institute of Technology. In.: The Oxford Compendium of Perceptual Organization. Ed. Johan Wagemans. Oxford University Press, United Kingdom, 2015.
- WARREN, D. H. STRELOW, E. R. *Learning spatial dimensions with a visual sensory aid: Molyneux revisited*. Perception, volume 13, pages 331 – 350, 1984.

Recebido em: 26/02/2018

Aprovado em: 31/05/2018