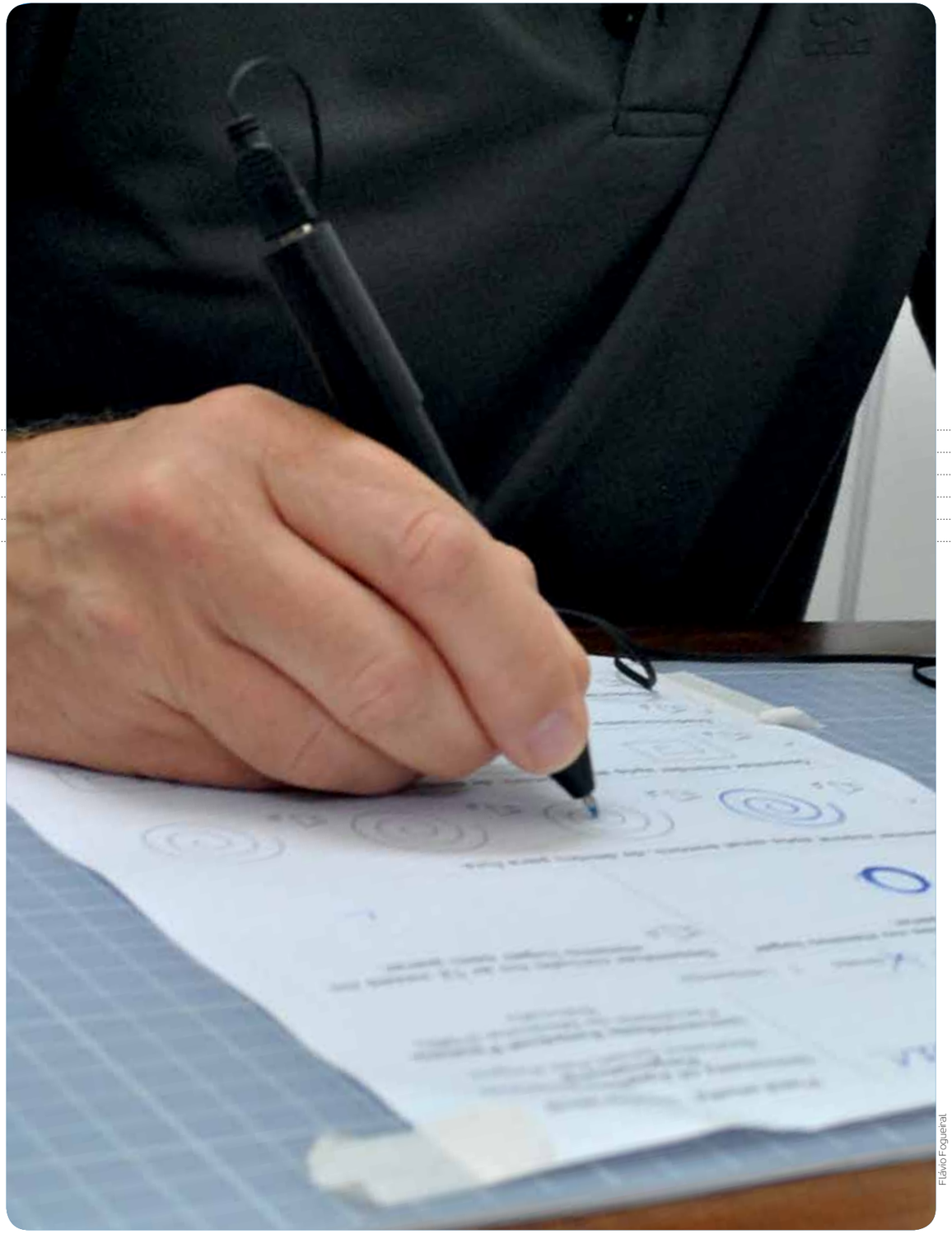


Flávio Foguetal

Diagnóstico de ponta

Caneta inventada na Alemanha está sendo estudada por pesquisadores de Botucatu em pacientes com Parkinson; equipamento poderá ajudar na identificação precoce e no acompanhamento do distúrbio

Felipe Modenese
unespciencia@unesp.br

As pernas e os pés de Bernardo tremem e se retorcem enquanto, segurando uma estranha caneta ligada a um laptop, ele desenha círculos numa folha de papel. Em seguida, faz o mesmo movimento de punho só que no ar, com o cotovelo apoiado e o antebraço erguido. Então espera o apito eletrônico, doma o objeto e faz a ponta dele percorrer lentamente os espirais impressos no formulário. Por último, o paciente estica os braços e, com o esforço de todo seu corpo, gira-os repetidamente, ainda segurando a tal caneta.

A "paralisia agitante" típica da doença descrita por James Parkinson, em 1817, fica evidente mesmo para quem não faz ideia de que esta avaliação se passa no Ambulatório de Neurologia das Doenças do Movimento da Faculdade de Medicina de Botucatu. O procedimento não faz parte da rotina de atendimento e de acompanhamento de parkinsonianos, mas poderá passar a integrá-la se contribuir para monitorar os detalhes do comportamento motor destes pacientes. Poderá também facilitar o diagnóstico precoce e ajudar em estudos dos estágios iniciais da doença, dos efeitos de medicações e da evolução dos sintomas motores.

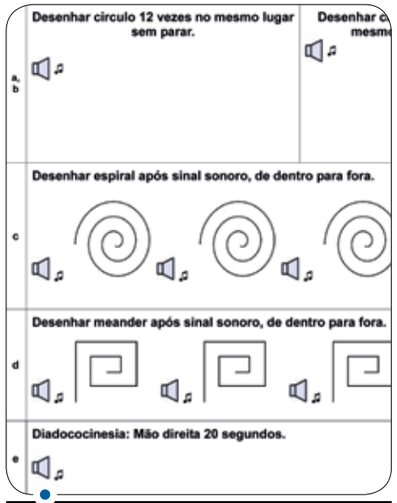
É nessa direção que caminha uma cooperação multidisciplinar entre a Faculdade de Medicina da Unesp em Botucatu (FMB) e a Faculdade de Ciências da Informação e Matemática, da Universidade Regensburg, na Alemanha. Na fase inicial, realizada durante 2011 e concluída em março passado, os sinais captados pela caneta inteligente durante as tarefas motoras permitiram que um programa de inteligência artificial "aprendesse" a reconhecer portadores da doença.

"Estamos felizes, mas não demais, porque este é o primeiro movimento do primeiro passo", afirma Silke Weber, médica otorrinolaringologista da Unesp e responsável pelo projeto no Brasil. O físico alemão Christian Hook, um dos pais da caneta biométrica inteligente BiSP (sigla para *biometric smart pen*) completa: "O estudo inicial indica que a caneta é suficientemente sensível e a estratégia computacional é boa o bastante para não confundir dois grupos bem diferentes: jovens saudáveis e idosos com Parkinson".

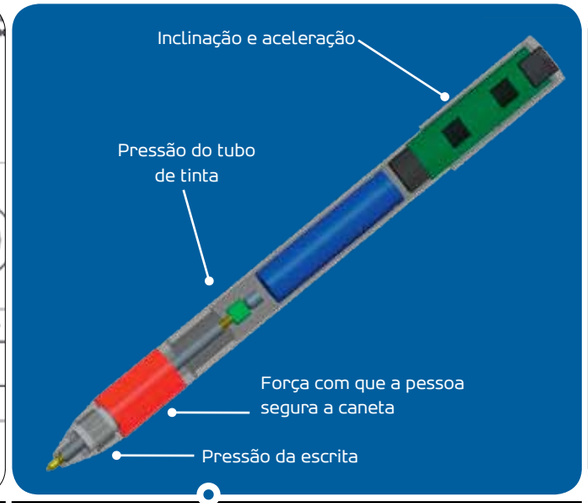
Por quase dois séculos, diagnóstico, definição do tratamento e acompanhamento da doença têm sido feitos por meio da observação clínica dos sinais motores: lentidão e dificuldade para iniciar movimentos, tremor, rigidez, distúrbios da marcha e de postura.

As decisões médicas nesses casos sempre são tomadas com base em parâmetros não quantificáveis. "Por mais treinamento que tenha o profissional, é uma avaliação subjetiva", diz Arthur Schelp, neurologista da Faculdade de Medicina da Unesp que participa da pesquisa.

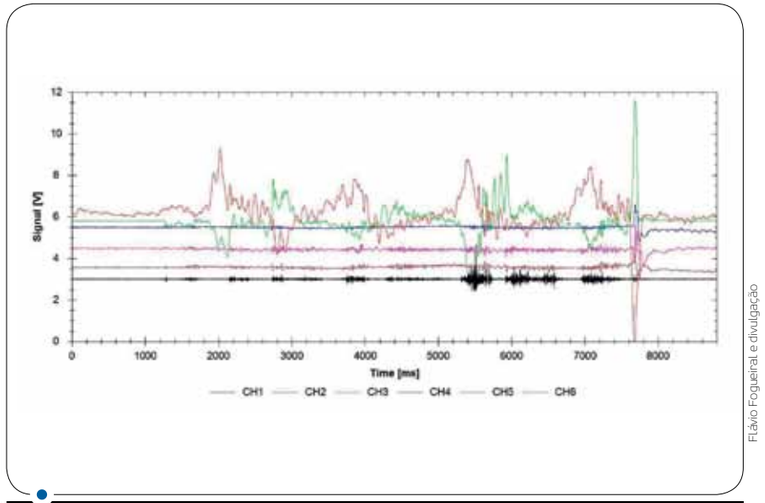
CAPTURA DE SINAIS
O físico alemão Christian Hook demonstra uso da caneta, que capta os movimentos do paciente e os envia a um programa capaz de reconhecer sintomas do Parkinson



FORMULÁRIO
Voluntário redesenha espirais e meandros e faz movimentos no ar



SENSORES PIEZOELÉTRICOS
Localizados em quatro pontos do objeto, eles captam "impressão digital" da escrita



Flávio Fogueiral e divulgação

TRADUÇÃO
As ações executadas durante o teste são descritas em gráficos; "diagnóstico cibernético" acertou a existência ou ausência da doença em 99% dos casos

Para tentar tornar esse diagnóstico mais preciso, Christian Hook, que colabora com pesquisadores da Unesp desde 2003, propôs o uso de sua caneta para esquadrinhar minuciosamente os movimentos manuais voluntários de pacientes com o distúrbio, assim como suas disfunções motoras ao usar o instrumento.

O biossensor registra as sutilezas com que uma pessoa realiza uma tarefa gráfica, e a análise computacional desses dados define algo parecido com uma "impressão digital" de algo tão dinâmico e singular como a escrita.

Impressão biométrica

Inserida no âmbito da biometria, ramo científico dedicado a medir características únicas das pessoas de modo a identificá-las com grande precisão, tal como os leitores de íris e de digitais, a caneta foi desenvolvida para captar as singularidades das assinaturas, o que tem aplicações na área de segurança de dados.

Tamanha sensibilidade vem de seis sensores piezoelétricos, feitos de quartzo e distribuídos pela caneta (*veja diagrama acima*) capazes de detectar: velocidade e aceleração para cada uma das três dimensões, pressão e som propagado pelo tubo de tinta e a força com que a pessoa segura a caneta.

Com organização semelhante ao conjunto de cerdas de uma escova, o arranjo de cristais do sensor converte mínimas deformações mecânicas de sua estrutura em sinais elétricos. Estes são convertidos em dígitos muito rapidamente (a uma taxa de cem valores por segundo) que são armazenados no computador e originam um conjunto de gráficos representativos da dinâmica de alguma ação de escrita (*veja gráfico na página seguinte*).

A doença de Parkinson não tem cura. Embora se saiba que resulta da disfunção na produção do neurotransmissor dopamina por neurônios da substância negra do tronco cerebral, suas causas últimas não são conhecidas.

Resta aos médicos e pacientes a tentativa de controle dos sintomas através de medicamentos. O implante de um marcapasso cerebral é capaz de erradicar os tremores e dispensar as drogas, mas o altíssimo custo faz dele uma opção para muito poucos.

Os pesquisadores acreditam que a biometria pode contribuir com medidas objetivas para, por exemplo, ampliar a compreensão da doença e ajudar a achar a dosagem adequada de medicamentos. "Assim como fazem as imagens médicas, talvez possamos dispor de uma ferramenta de análise auxiliar para o diagnóstico e acompanhamento do quadro clínico dos pacientes", compara Silke.

Por meio do diagnóstico médico, já se sabe *a priori* quais sinais elétricos são de pessoas com ou sem Parkinson. A questão, explica Hook, é fazer com que o computador aprenda a fazer isso sozinho. Para os especialistas em inteligência artificial, este é um problema de classificação ou reconhecimento de padrões e o programa computacional (algoritmo) que busca resolvê-lo é um classificador.

Para construir um teste automatizado de avaliação motora em Parkinson, é preciso escolher bem o que fazer com a caneta. É preciso gerar elementos suficientes para que a máquina possa aprender a distinguir claramente duas classes de sinais.

Estudos prévios e testes neurológicos de motricidade consagrados indicaram em quais tarefas manuais os pesquisadores poderiam apostar: círculos, espirais, meandros e diadococinesia (giro dos pulsos repetidamente).

Na sua primeira fase, concluída em março, a folha de testes (*veja acima*) foi aplicada a um grupo de 36 pacientes idosos e a um grupo-controle de 28 pessoas jovens saudáveis. Com parte dos dados coletados começou o processamento computacional de aprendizagem e a definição do algoritmo específico capaz de separar corretamente os sinais. Depois veio o teste desse classificador com o restante dos dados.

Inicialmente, uma análise matemática detalhada extrai características do sinal gerado em cada tarefa motora. Alguns exemplos, dentre os 450 obtidos, são: tempo de duração, variação da intensidade e o espectro de frequências. "Até aí são apenas números e não se sabe quais são úteis", explica Hook.

Então é preciso descobrir qual é o número mínimo de parâmetros que, se levados em consideração, possibilitam a separação das classes (como exemplo simples, o número de patas não é uma boa característica para discriminar cães e gatos). Algoritmos realizam tal seleção automaticamente e sem considerar a origem médica ou física de cada característica. Na pesquisa, dez deles foram suficientes para distinguir parkinsonianos de pessoas sem a doença.

Na etapa seguinte, cada uma das tarefas motoras captadas fica então reduzida a dez números. Origina-se um "espaço" matemático em que cada dimensão é uma das características. Assim, cada sinal coletado é representado como um ponto (ou estrela) nesse espaço. Fazendo uma analogia astronômica, pacientes e controles ficam em galáxias separadas. E a ideia agora é encontrar o plano de decisão, ou seja, o plano com distâncias máximas das duas galáxias. É essa fronteira que definirá se um novo sinal é de alguém portador da doença.

Análise precisa

Finalmente, a parte reservada dos dados coletados, que não entra na aprendizagem computacional, é usada para testar o classificador. Como se fossem "novas" medidas, o sistema avalia a qual das galáxias o sinal pertence. Para espanto dos pesquisadores, o "diagnóstico cibernético" de Parkinson foi excelente: 99% dos sinais foram classificados corretamente. "Praticamente não houve confusão e continua em pé a ideia de usar a caneta para obter dados objetivos da doença", diz Silke.

> Por quase dois séculos, diagnóstico e acompanhamento do Parkinson têm sido feitos por observação clínica. Pesquisadores acreditam que a biometria pode ajudar na compreensão da doença e da dosagem adequada de medicamentos

Para aumentar a confiança no método, a investigação continuará, acrescida de novas estratégias. A primeira delas é convocar os pacientes que já fizeram o teste com a caneta para que repitam periodicamente as tarefas. Outra é considerar um grupo-controle menos distinto, com idade próxima à dos pacientes, uma vez que se sabe que a faixa etária afeta a grafia. Ou ainda comparar Parkinson com outros tipos de disfunções motoras como tremor essencial, alcoolismo e síndrome do túnel do carpo.

O objetivo da nova fase é, por um lado, descobrir se a distinção computacional continua correta e, por outro, deixar o algoritmo classificador mais robusto e resistente a condições de aprendizagem mais exigentes. Nesse caminho, os pesquisadores esperam aprender bastante e reduzir as fronteiras entre informática, física, medicina e matemática. "Por isso estamos tão entusiasmados com as perspectivas futuras dos trabalhos multidisciplinares", comenta Hook.

Ainda deve levar um tempo para que os sinais sutis detectados na fase inicial da doença de Parkinson se convertam em melhorias no diagnóstico ou no tratamento do Parkinson. Enquanto isso, o esforço que toma o corpo do paciente Bernardo ao empunhar a caneta alemã alimenta pesquisas de ponta nessa área. UC