



Ritmo, timing e percepção motora do ciclo do nado em alta competição

Alejandro Grosso Laguna¹⁻² y Rui Pires³

1. Instituto de Etnomusicologia - Estudos de Música e Dança - Polo Faculdade Motricidade Humana - Universidade de Lisboa.
2. Laboratorio para el Estudio de la Experiencia Musical (LEEM) – Facultad de Bellas Artes - Universidad Nacional de La Plata.
3. Centro de Alto Rendimento do Jamor - Instituto Português do Desporto e Juventude.

Resumo

As técnicas de natação, compostas por ações motoras de continuidade cíclica têm sido caracterizadas através de vários índices de eficiência. O objectivo deste estudo foi investigar se os componentes do ritmo, estudados na música, têm presença cognitiva na execução do nado. 8 nadadores de elite (5 mulheres e 3 homens), participaram em entrevistas semiestruturadas onde revelaram a sua experiência do ritmo e da regularidade no ciclo do nado, no estilo onde obtém maior rendimento. 1 dos nadadores foi filmado, na sua velocidade de competição máxima de referência, de onde se retirou informação temporal baseada em indicadores visoespaciais, de forma a explorar (i) a relação rítmica entre o movimento das pernas e dos braços, nas técnicas alternadas (ii) se o coeficiente de variação de timing entre ciclos de nado é análogo com os coeficientes de variação de timing da pulsação próprios da expressão musical. Os resultados sugerem que o rendimento motor está relacionado com a simetria e a organização métrica do esforço, do tempo e do gesto. De acordo com isto, pensamos que o rendimento dos atletas poderia beneficiar com o desenvolvimento de um indicador de eficiência que contemple a análise da variação de timing entre braçadas e pernadas e as componentes rítmicas das ações cíclicas de nado.

Resumen

Las técnicas de natación compuestas por acciones motoras de continuidad cíclica han sido caracterizadas de acuerdo a varios índices de eficiencia. El objetivo de este estudio fue investigar si los componentes del ritmo estudiados en la música tienen presencia cognitiva en la ejecución del nado. 8 nadadores de elite (5 mujeres y 3 hombres) participaron en entrevistas semiestructuradas en las cuales sus experiencias con el ritmo y la regularidad en el ciclo de nado en los estilos donde obtienen mayor rendimiento. Uno de los nadadores fue filmado en su velocidad máxima de competencia y se extrajo información temporal basada en indicadores visoespaciales con el objetivo de estudiar (i) la relación rítmica entre el movimiento de las piernas y los brazos en una técnica alternada; (ii) si el coeficiente de variación de timing entre ciclos de nado era compatible con los coeficientes de variación de timing (entre pulsos) propios de la expresión musical. Los resultados sugieren que el rendimiento motor está relacionado con la simetría y la organización métrica del esfuerzo, del tiempo y del gesto. De acuerdo con esto, creemos que el rendimiento de los atletas se vería beneficiado con el desarrollo de un indicador de eficiencia que contemple el análisis de la variación de timing de brazadas y piernadas y los componentes rítmicos de las acciones cíclicas del nado.

Abstract

The swimming techniques, comprising cyclical continuity of motor actions have been characterized by various levels of efficiency. The purpose of this study was to investigate whether the rhythm components, studied in music, have cognitive presence in swimming techniques. 8 elite swimmers (5 women and 3 men) participated in semi-structured interviews which revealed their experience of rhythm and regular swim in the stroke cycle, in their best performance style. 1 swimmer was filmed at his maximum speed reference competition, where retreated temporal information based on visuospatial indicators in order to operate (i) the relationship between the rhythmic movement of the legs and arms in alternate techniques (ii) the timing variation coefficient between swimming cycles is analogous to the timing coefficients of variation of pulsation own at musical expression. The results suggest that the motor performance is related to symmetry and the metrical organization of the effort, time and gesture. Accordingly, we think that the performance of athletes could benefit from the development of an indicator of efficiency that addresses the analysis of the timing of variation between strokes and leg kicks and rhythmic components of the cyclic tasks of swimming..



Fundamentação

Introdução

Este trabalho, estruturado em duas partes, está inserido no campo da cognição corporizada do ritmo na natação. A primeira parte visa explorar os aspectos metacognitivos do impacto que a percepção do tempo e as regularidades temporais podem ter nas ações motoras de nadadores de alta competição. A segunda parte apresenta estratégias de análise quantitativas, que permitem estudar pormenorizadamente as suas variações de timing nos movimentos múltiplos do nadador durante a prova.

Descrição dos diferentes aspectos do estudo do nado

A natação de competição é classificada como uma atividade desportiva composta por ações cíclicas. O objetivo duma competição é cumprir uma determinada distância no menor intervalo de tempo (por ex., estilo crol para 50m em 21,91s ou os 100m em 47,91s).

O ciclo do nado é a duração compreendida entre o instante em que o segmento distal de uma mão entra na água e quando o mesmo segmento volta a cortar a superfície da água. O ciclo de nado é composto por duas fases. Uma primeira fase propulsiva, abaixo da linha de água (subdividida em puxar e empurrar) e uma segunda fase de recuperação, acima da linha de água, subdividida em recuperação aérea e entrada/agarrar (Hay, 1985).

Técnicas do nado e estilos

As relações e coordenação entre os movimentos dos membros superiores — denominados braçadas— e os movimentos dos membros inferiores —denominados pernadas— são classificadas de acordo com duas técnicas de nado.

Por um lado, temos as técnicas alternadas que são todas aquelas onde as fases das braçadas e das pernadas são iniciadas em partes do ciclo diferentes, de modo que o impulso gerado (pelas fases propulsivas) alterna continuamente de lado, acompanhado por uma torção, também esta alternada, no eixo longitudinal (ex., a mão direita entra à frente, enquanto a mão esquerda está a sair da água atrás).

Por outro lado, temos as técnicas simultâneas, que são aquelas em que as fases de propulsão

das braçadas e das pernadas tendem a coincidir. Por exemplo, tanto a entrada das mãos na água à frente, como o movimento das pernadas —onde os pés atingem a posição mais funda e mais superficial— são realizadas em simultâneo e há uma simetria bilateral.

Dentro de ambas as técnicas podemos classificar os diferentes estilos de nado. Os estilos de crol e costas correspondem às técnicas alternadas e os estilos de mariposa e bruços às técnicas simultâneas

Os 4 estilos referidos possuem estruturas rítmicas diferentes e como tal colocam o atleta perante um desafio preceptivo-motor, quer na divisão entre extremidade superior e extremidade inferior [relação braçadas-pernadas] quer nas ações contralaterais e ipsilaterais, apresentadas em diferentes planos de movimento articular e diferentes tempos para a execução da solução motora.

Indicadores de eficiência

A caracterização da técnica individual do atleta e a avaliação de eficiência por ciclo do nado — relação ótima entre o gesto e custo energético— é realizada por indicadores de eficiência. Com esta avaliação são quantificados parâmetros cinemáticos, tais como a posição, a velocidade e a aceleração, relativos ao movimento segmentar quer das extremidades superiores, quer das extremidades inferiores do corpo dos nadadores. Assim, os indicadores mais utilizados na análise da prova são:

(i) Frequência do ciclo (número de ciclos, num determinado intervalo de tempo/distância); (ii) Comprimento do ciclo (distância alcançada durante um ciclo completo - 2 braçadas); (iii) Índice de simetria. A análise da simetria das braçadas e das pernadas informa-nos da diferença entre quantidade de impulso (magnitude, duração, ponto de aplicação e taxa de aplicação) de cada braçada, onde a propulsão é gerada pelo lado dominante e não dominante dos membros superiores e inferiores (técnicas alternadas). É um indicador importante para inferirmos o grau de eficiência do ciclo do nado (Robinson, Herzog e Nigg, 1987; Haffner e Cappaert, 1999). Considera-se a simetria do ciclo para os valores do índice dentro do intervalo de (-10% a +10%). A coordenação é avaliada pela diferença de tempo que ocorre entre a fase de propulsão de um braço para a fase de propulsão do outro

braço (Chollet *et al.*, 2000). É importante para saber até que ponto o atleta está a conseguir sincronizar as fases propulsivas, quando uma braçada começa a gerar menos propulsão, deve estar o outro braço a iniciar a fase propulsiva, de forma que o nadador não perca velocidade

(iv) frequência da braçada, o comprimento da braçada e a velocidade média, para cada percurso de 25 metros de nado propriamente dito (Mason e Cossor, 2000).

As fases de uma competição

Arellano, *et al.*, (1994) e Wakayoshi, *et al.*, (1992) dividem as provas do nado em quatro fases intimamente ligadas; (i) a fase de partida desde o sinal de partida até aos 15 metros; (ii) a fase do nado propriamente dita decorre desde o instante em que o nadador rompe a superfície da água e inicia o ciclo de braçada, após percurso subaquático (o percurso subaquático tem um limite de 15 metros) até os 5 metros finais da corrida; (iii) a fase de viragem (começa 7.5 metros antes de chegar à parede e dura até 7.5 metros depois do impulso na parede); (iv) o tempo de chegada (começa a 5 metros da parede, onde acaba a distância de competição). O tempo final de prova, numa competição de natação pura, pode ser analisado pela duração individual das suas fases intermédias.

Componentes do ritmo e indicadores visuoespaciais

Na música existem duas representações do tempo que são essencialmente diferentes, por um lado as categorias discretas do ritmo (métrico) e por outro as contínuas variações de timing que caracterizam as performances expressivas musicais. Assim a informação de timing é acrescentada à duração nominal que indica a categoria da figura musical (Desain e Honing, 2003). A performance do ritmo segundo Henkjan Honing (2013) pode ser entendida como estando constituída, pelo menos, por três componentes; (i) O *padrão rítmico*, como o ritmo percebido da performance como categoria rítmica (notação musical). Este conceito difere da noção do ritmo performativo que é medido numa escala contínua; (ii) O *tempo* é a impressão da velocidade do padrão rítmico percebido. Trata-se na música métrica de uma percepção relacionada à noção de *tactus* como processo

de inferência de beat que nos permite chegar à sensação de pulsação quando ouvimos (ou vemos, em menor medida) uma sequência de eventos rítmicos; (iii) O *timing* e o aspeto expressivamente intrínseco da performance, não presente na partitura mas de grande interesse para a cognição. Trata-se de desvios temporais frente à norma ou execução mecânica tomada como referência. Esta referência consiste num sistema rítmico cujos eventos estão organizados em diferentes níveis de periodicidade que mantêm relações internas, e alternâncias forte-fraca entre si, formando uma hierarquia métrica. De acordo com o alcance do timing, este é classificado em *timing expressivo* —as variações dos eventos dos padrões rítmicos— e trata-se de um fenómeno local, e em *tempo expressivo* —as variações do tempo ao longo da performance— que se trata de um fenómeno global.

O desafio que assumimos neste trabalho é investigar se estes componentes do ritmo (estudados principalmente na música) têm uma realidade cognitiva na atividade do nado, se existe uma percepção musical intuitiva destes componentes, mesmo que de maneira menos consciente, e nesse caso como podem ser observados e analisados quantitativamente.

Laguna (2008, 2013, 2014, 2015) e Laguna e Shifres (2012) têm vindo a desenvolver um sistema quantitativo de análise do movimento, denominado indicadores visuoespaciais. Trata-se de um procedimento metodológico que combinado com técnicas de microanálise (Valsiner, 2007) permitem localizar o instante em que a velocidade de um determinado ponto do corpo, denominado indicador visuoespacial, tem velocidade zero ($VIVE=0$).

Objetivos

Este trabalho propõe-se indagar acerca de como o nadador percebe a estrutura temporal das ações motoras do ciclo do nado.

Explorar (i) a relação rítmica entre o movimento das pernas e dos braços, nas técnicas alternadas e nas simultâneas e (ii) se o coeficiente de variação de timing entre ciclos de nado é análogo com os coeficientes de variação de timing da pulsação que mostram os 'estudos sobre a expressão musical' (Gabrielsson, 1987).



Coloca-se a hipótese que o ritmo do ciclo é métrico de modo que as intuições musicais dos atletas podem ser um contributo cognitivo para a organização do ritmo do ciclo do nado.

Método

1ª Parte

Participantes

8 nadadores de elite dos quais 5 mulheres e 3 homens, com idades compreendidas entre os 17 e 23 e 2 treinadores participaram em entrevistas semiestruturadas onde os atletas foram induzidos a refletir sobre a experiência do ritmo e da regularidade no ciclo do nado.

Realizámos três perguntas:

1. Podes descrever, o que passa em termos de ritmo, tempo, regularidade, gestualidade e esforço dentro ciclo de nado nas técnicas simultâneas e alternadas e descrever a coordenação rítmica entre as pernadas e as braçadas, ao longo da prova?
2. Podes representar (fora da água), em tempo real, o padrão rítmico da tua atividade através da voz, enquanto mostras o gesto físico com o teu corpo?
3. Há instantes que são mais fortes que outros, dentro de cada ciclo? Se é assim, em que parte do corpo e do ciclo se localiza esse instante, e se essa parte forte se repete de forma regular?

Resultados

1ª Parte

Apresentamos aqui uma primeira fase da análise das entrevistas em que foi tomada em consideração o número de vezes que os participantes aludem aos temas-chave, nos seus relatos.

Quando questionados sobre a relação rítmica entre as pernadas e as braçadas, as respostas foram, na sua maioria, dirigidas para o ritmo dos movimentos realizados pelos membros superiores, ficando a ideia que o ritmo das pernas é muito regular e rápido. Referindo que talvez por ser aprendido mais cedo, a sua perceção rítmica consciente durante o ciclo de nado não merece tanta atenção. Nas técnicas alternadas não conseguem descrever como é a coordenação rítmica braçadas-pernadas.

Da interpretação do conteúdo dos relatos surge que os nadadores estão familiarizados com os efeitos proprioceptivos do tempo, padrão rítmico, timing, acento, subdivisões nas suas ações motoras, contudo não conseguem traduzir em conceitos e proposições aquilo que sentem acerca do ritmo. Os atletas referiram que a sua aprendizagem não está apoiada numa reflexão sobre o ritmo corporal e, sendo assim, não estão habituados a referir-se a esses aspetos com termos adequados. Tratando-se de atletas de alta competição surpreendeu-nos a dificuldade em descreverem com palavras questões vinculadas ao ritmo dos seus atos motores.

Observamos que os atletas realizam um controlo intuitivo da frequência de ciclo (alguns referiram que *impõem* um *tempo*) principalmente durante a fase propulsiva do ciclo nas etapas subaquáticas de puxar e empurrar e este controlo é uma consequência da associação entre a perceção do tempo (os nadadores referem ritmo) das suas braçadas e a intensidade de força aplicada à água (impulso).

De todo o modo, os atletas atribuem a experiência de realizar exercícios específicos nos treinos (ex., o atleta é desafiado a nadar, a mesma distância, com e sem conhecimento do tempo de duração realizado) à organização do ritmo das braçadas e pernadas e o tempo do ciclo.

Os nadadores estabeleceram relações entre a periodicidade do padrão rítmico do ciclo, a força aplicada à água e à amplitude dos gestos dos braços.

Quando os atletas foram questionados acerca da possibilidade de nas técnicas alternadas, as braçadas do ciclo serem isócronas, os participantes afirmaram que embora parecendo que as braçadas eram iguais (padrão rítmico) havia uma certa assimetria temporal (timing) entre as braçadas. Relacionaram estas diferenças a fatores diversos, como a lateralidade da respiração, a diferença de força dos membros superiores, a estratégia competitiva relativa a uma distância de prova e às condições comuns de fadiga. Os nadadores referiram, em todos os casos, *um braço que faz mais força*, ou que *consegue puxar-empurrar mais* (membro dominante) e o outro braço que consegue realizar a tarefa com menos eficiência (membro não dominante). Os atletas e treinadores apontaram o carácter progressivo da propulsão subaquática de cada

braçada. Esta descrição é particularmente interessante, desde o momento em que o movimento de cada braçada adota velocidades diferentes mas a duração do período de cada braçada se mantém regular (ex., começavam mais lento à frente e terminavam mais rápido atrás na saída da mão).

Ao serem interrogados acerca da relação entre a respiração e os aspetos rítmicos-temporais da atividade, os nadadores referiram que a decisão de respirar em todos os ciclos reduz a frequência da braçada, mas por oxigenar mais, permite aplicar mais força na água por ciclo. Nas distâncias curtas, um dos treinadores referiu que há atletas que respiram muito pouco, de forma a garantir maior frequência do ciclo. Nas provas de distâncias mais longas, os atletas optam por respirar mais vezes de forma a manter os níveis de força na água estáveis, mesmo à custa de uma frequência de braçada mais baixa (referem nas entrevistas que *deslizavam mais, que aproveitavam mais cada braçada*).

Sobre a relação com a música, 4 atletas relataram que antes dos treinos escutavam música com um tempo similar à técnica de nado que iam fazer e referiram o uso da (imagética) musical (adaptavam o tempo da música ouvida ao ciclo do nado) como apoio complementar ao treino, quer em termos da motivação para a tarefa de nado, quer como estímulo de fundo para a tarefa de treino “custar menos”, quer para a ajuda em estabelecer e manter a continuidade da execução técnica.

Quando pedimos aos atletas que representassem sonoramente a atividade rítmica de cada ciclo do nado, observámos que os sons que eles produziam transportavam informação musical consistente —tempo, padrão rítmico, periodicidade de níveis de regularidade e uma alternância forte-débil. Isto mostra que os nadadores têm uma percepção métrica da atividade e do esforço físico que realizam, mas evidenciaram que não tinham refletido sobre a influência que tem no nado, cada um desses aspetos.

Observámos que os nadadores identificam os padrões rítmicos para o ciclo das braçadas, um ritmo igual (isócrono) ou o ritmo *a cavalo* que consiste num padrão rítmico largo-curto. A representação sonora de ambos ritmos é muito eloquente e rica prosodicamente, o que permite inferir um pulso subjacente do padrão

rítmico, tempo, articulação, dinâmica e agrupamento.

Também os relatos mostraram univocamente que os atletas têm uma noção do tempo do ciclo muito precisa, para cada tipo de técnica e para cada distância da prova e que, decorrente disto, vinculavam a eficiência à regularidade do ciclo em virtude da força aplicada à água. Quando pedimos para sonorizar a velocidade faziam-no sem ter dúvidas, inclusive conseguiam mostrar tempos diferentes para diferentes objetivos.

A velocidade de deslocamento foi correlacionada, de forma muito específica, com a sensação de força aplicada na água, durante a parte de maior impulso na fase de propulsão da braçada. Assim a percepção de esforço parece ser um indicador fiável para o atleta calcular o tempo final da prova, relativo à distância percorrida, podendo esta velocidade média de deslocamento afetar a intuição de regularidade do ciclo de nado. O ciclo muscular alongamento-encurtamento é um fator determinante para realizar um controlo prospectivo da regularidade da ação.

As diferenças de apreciação entre treinadores e atletas foi fundamentalmente nos aspetos vinculados ao timing. Enquanto os nadadores tiveram mais em mente os indicadores de eficiência técnica como frequência da braçada, o comprimento da braçada e muito centrados no tempo final da prova, os treinadores fizeram referências mais específicas direcionadas à componente timing do ritmo, e identificaram um maior número de fases gestuais por ciclo.

Método

2ª Parte

Participantes

1 nadador de elite realizou um nado em técnica alternada (estilo livre: crol)

Aparatos

Através de um sistema de propulsão, num canal de teste hidrodinâmico¹, a água foi

¹ Com 16,7 metros de comprimento, 4,5 metros de profundidade e 5,43 metros de largura, representando um volume total de 210 m³ (210.000 litros). A amplitude dos valores de velocidade estão marcados entre os 0,0 m.sec e os 2,5 m.sec. A área



acelerada até uma velocidade de fluxo constante pré-definida para a melhor velocidade de competição (relativa ao percurso de 100 metros crol, da prova 400m estilos) do atleta que é de 0,59m/s. O nadador manteve a máxima velocidade do nado durante 32,3s.

A captura de imagem do nadador foi registada através de três câmaras de alta definição, perpendiculares entre si, de acordo a 3 planos de movimento, lateral, frente-superior e oblíquo-inferior, numa resolução de 50 frames x segundo (fs). Aqui, apresentamos a análise do plano perpendicular ao nadador, nivelado a meio pela linha de água.

Video: <https://youtu.be/R202EelKmY>

Procedimento

Através de técnicas de microanálise e tomando como referência os instantes em que a velocidade de 4 indicadores visuoespaciais era zero (VIVE=0) estudámos as componentes tempo, padrão rítmico e timing na performance do atleta.

Observámos os instantes em que os indicadores visuoespaciais (IVE) 1ª falange distal esquerda e direita da mão faz contacto (ponto de impacto) com a superfície da água (VIVE=0) e os instante em que os IVE III falange distal esquerda e direita do pé encontram-se na sua máxima extensão (o instante calculado foi quando a articulação tibiotársica, do pé que está mais fundo, começa a fletir).

A extração de dados temporais foi realizada com programa Adobe Premiere Pro CS6 numa resolução de 1frame=0,033s (30f/s). Procedemos com a localização do instante em que cada um dos 4 indicadores visuoespaciais referidos tinha valor 0. Extraímos 160 VIVE=0 num total de 20 ciclos (6 pernadas x ciclo=120 valores e 2 braçadas por ciclo=40 valores).

Resultados **2ª Parte**

Calculámos o valor dos componentes do ritmo no nado a partir da quantificação de 4 IVE

óptima de teste, durante a recolha de imagem foi limitada a 7 metros de comprimento, 4 metros de profundidade e 1,35 de largura, de forma a obter as condições aquáticas referência, para um volume de água de 40m³

localizados nas extremidades do nadador. Trabalhámos com uma hipótese de uma influência da intuição musical na atividade rítmica do nado de modo que os resultados que apresentamos foram apreciados de acordo aos umbrais de deteção de desvios referenciados por Merker *et al.* (2009) em torno dos 3% e 5%. De acordo com isto, a assincronia entre dois eventos sonoros começa a ser detectada a partir de 30 a 50ms.

Em primeiro lugar, calculámos a média de 20 ciclos (2 braçadas=1 ciclo) em 1,53s (dividindo a duração da prova pelo número de ciclos). Estabelecemos os valores das diferenças entre VIVE=0 (ponto de impacto da III falange distal direita e esquerda da mão) dos ciclos de nado (2 braçadas). Calculámos a diferença entre a média do ciclo (1,53s) e os valores reais de cada um dos vinte ciclos. Obtivemos um valor de média de desvio de 0,05s o que indica que a atividade motora dos ciclos é regular.

A figura 1 permite apreciar o perfil de timing do ciclo da braçada ao longo da prova e ver como as ciclos se vão encurtando progressivamente (aumenta o tempo) até chegar ao meio da prova (ciclo 10) e como a partir desse ponto os ciclos começam a alargar progressivamente (diminui o tempo). Observa-se que sobre o final da prova o nadador aumenta rapidamente o tempo do ciclo e isto pode ser interpretado como uma aplicação de força menor como consequência de o aumento de fadiga.

Em segundo lugar calculámos em 0,76s o valor da média das braçadas e as diferenças entre os pontos de impacto (VIVE=0) de cada braçada e obtivemos os valores reais entre cada ciclo durante a prova. Estabelecemos a diferença entre o valor médio e o valor real de cada braçada e representámos o perfil de timing (figura 2). Calculámos uma média de desvio em 0,1s (valor com um considerável grau de desvio) para uma série rítmica isócrona, como a representada pelas braçadas.

A curva da figura 2 mostra claramente que há um padrão consistente ao longo de todo o teste que expõe uma alternância nos valores de desvio. Durante os 10 primeiros ciclos, o padrão das braçadas dentro de ciclo, é cumprido nas posições ímpares e curto nas posições pares. Isto denota uma relação forte-fracas, dentro de cada ciclo. Curiosamente a curva da figura 1 (ciclo) revela um ponto de

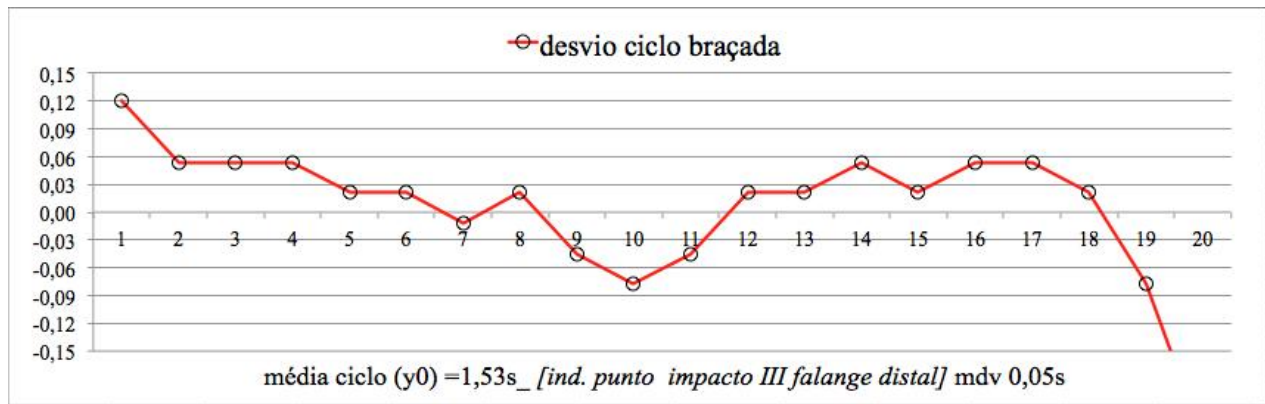


Figura 1. Perfil de timing do ciclo da braçada. O eixo das abscissas (x) representa o número de ciclo e o eixo das ordenadas (y) o desvio de cada ciclo frente à sua média ($y_0=1,53s$).

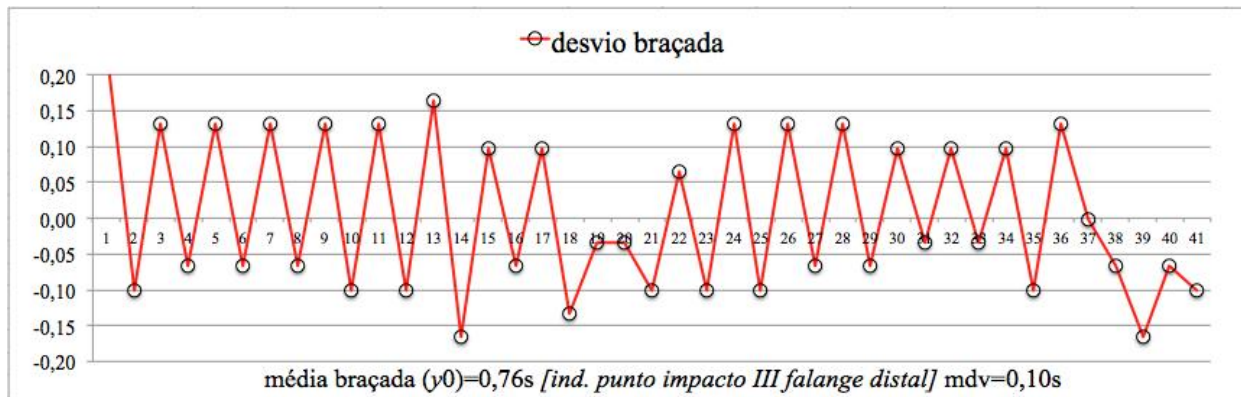


Figura 2. Perfil de timing da braçada. O eixo das abscissas (x) representa o número de braçada e o eixo das ordenadas (y) o desvio de cada braçada frente à media ($y_0=0,76s$).

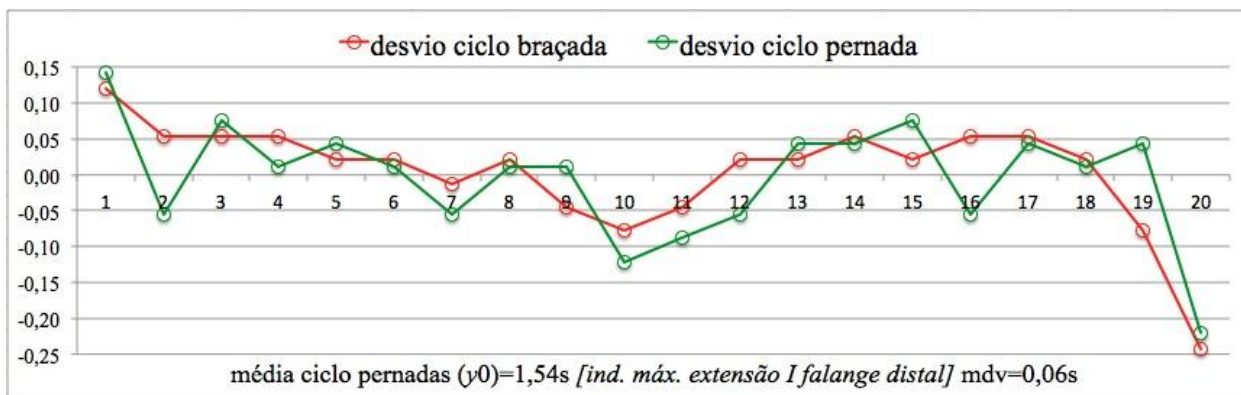


Figura 3. Perfil de timing do ciclo da pernada e a sua comparação com a curva da figura 1. O eixo das abscissas (x) representa o número de ciclo e o eixo das ordenadas (y) o desvio de cada ciclo da pernada frente à sua media ($y_0=1,54s$).



inflexão no tempo, no ciclo 10 da prova, e a curva da figura 2 mostra na mesma localização uma mudança de braço dominante do esquerdo para o direito.

Esta mudança de padrão tão contundente intrigou-nos e decidimos consultar por email o nadador para saber se tinha acontecido algo na metade final da prova. O nadador respondeu que

“Foi propositado! Porque comecei a respirar para o outro lado. Inicialmente estava a respirar para a direita e a meio mudei para o lado esquerdo! Isto porque não tenho um lado

preferencial para respirar. Estou ainda tentar perceber qual será o melhor lado. Porque para mim é um pouco igual!” (Alexis Santos, em comunicação pessoal, 5 Julho 2015).

Em terceiro lugar, analisámos o ciclo do nado em relação à pernada. Observou-se que por cada duas braçadas há 6 pernadas. Calculámos a média do ciclo da pernada em 1,54s e o desvio médio em 0,06s. Este último índice mostra que as pernadas são regulares. A curva da figura 3 (ciclo pernadas) e a curva da figura 1 (ciclo braçadas) demonstra o mesmo padrão de desvios com uma inflexão no ciclo 10.

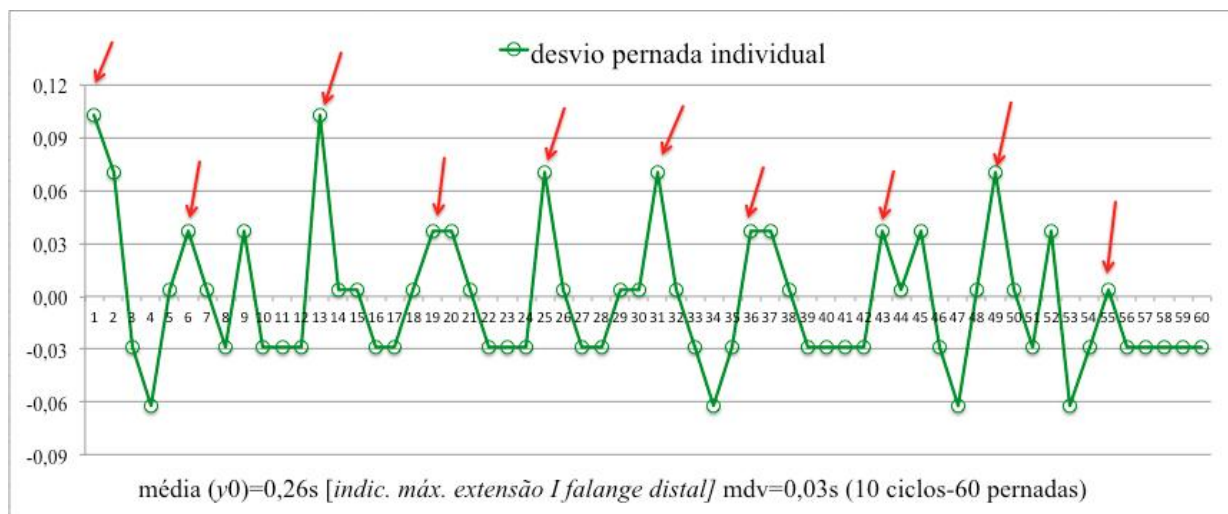


Figura 4. Perfil de timing das pernadas individuais. O eixo das abcissas (x) representa o número de ciclo e o eixo das ordenadas (y) o desvio de cada ciclo da pernada frente à sua média ($y_0=0,26s$).

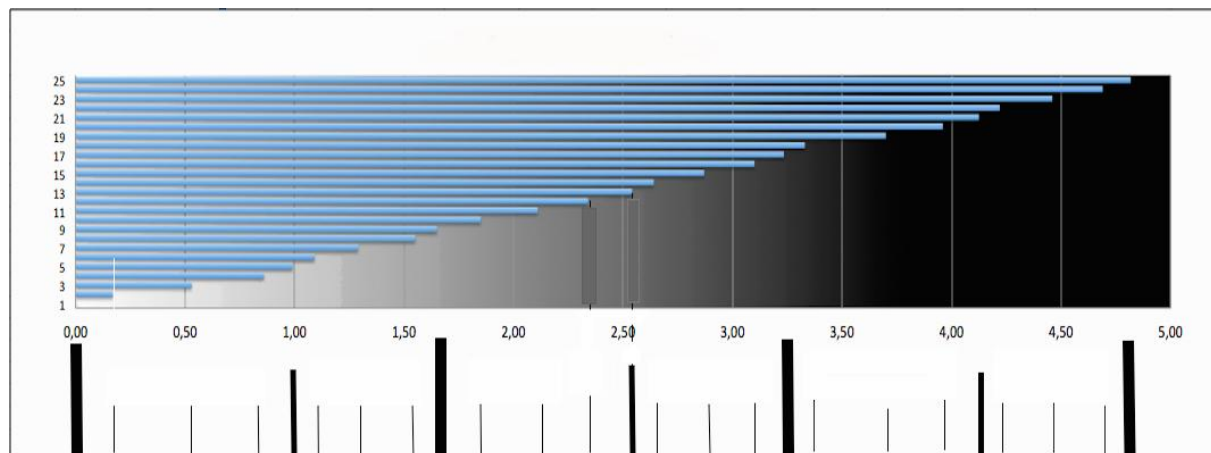


Figura 5. Representação métrica (dos intervalos em segundos) da performance. Na parte inferior da imagem, as linhas verticais maiores correspondem ao nível de ciclo da braçada (1ª braçada), a linha média o nível correspondente à 2ª braçada e as linhas menores a cada uma das pernadas.

Em quarto lugar, estudámos o perfil de timing de cada pernada durante 10 ciclos. Calculámos um valor médio para cada pernada de 0,26s e uma média de desvio de 0,03s, valor que representa um índice de alta regularidade. O perfil de timing da figura 4 mostra que a primeira pernada do ciclo (seta encarnada) é mais lenta que as seguintes cinco.

Por último, representámos a informação temporal contínua do nado numa escala métrica que reflete a medição dos indicadores visuoespaciais das braçadas e pernadas, durante os três primeiros ciclos.

A análise quantitativa mostrou que os nadadores conseguem manter regularidade — 0,05s para as braçadas e 0,06s para as pernadas— em valores similares às taxas de desvio temporal consideradas habituais na música. Por outro lado observamos que as braçadas estão agrupadas de duas a duas (um ciclo) e que a primeira braçada que é considerada como o braço dominante, é mais comprida que a segunda (similar ao que acontece nas relações forte-fraco na música). A relação entre as braçadas e as pernadas em cada ciclo é 1:3. Encontrámos indícios de natureza rítmica métrica que permitem pensar que a intuição musical está a intervir na atividade do nado. Do mesmo modo que o rendimento motor em relação a prova do nado está relacionada à simetria e a organização regular do esforço, do tempo e do gesto.

Conclusão

Inserido no campo da cognição corporizada do ritmo na natação, este trabalho apresentou alguns aspetos de uma exploração metacognitiva que visou estudar a influência dos componentes do ritmo e a intuição musical no treino dos nadadores de elite. Por outro lado apresentou-se um procedimento metodológico de análise quantitativo que permite estudar o tempo, o timing e o padrão rítmico no ciclo de nado.

As entrevistas aos nadadores visaram obter informação preceptiva-intuitiva-cognitiva sobre (i) o papel do ritmo do nado na superação das suas marcas; (ii) como expressam verbal e não verbalmente as noções que os nadadores têm da própria estrutura rítmica do nado; (iii) sobre os possíveis vínculos entre as noções do ritmo, a intuição musical e a atividade cíclica do nado.

Mostrámos como os atletas se apoiam, ainda de forma inconsciente, na intuição do ritmo musical para aumentar o rendimento e a eficácia do nado, corroborado pelo facto de referirem que escutavam a música antes do nado e durante o nado a imaginavam. Por outro lado, a natureza rítmica e contínua da tarefa do nado observada sugere que a regularidade do ciclo do nado é semelhante à música e que as pulsações representadas pelas braçadas têm alternâncias forte-fraco numa relação binária.

Isto poderia indicar o porquê das estruturas de ciclo (que apresentam um ritmo métrico) serem mais utilizadas, por permitir e assegurar respostas fisiológicas mais eficientes e de menor requerimento consciente.

Concluimos que os nadadores de elite não estavam familiarizados com a visualização e análise do componente temporal dos seus gestos em câmara lenta (30frames/segundo) sendo que esporadicamente a utilizavam para a visualização da relação segmentar e informação de retorno da prática. Com este estudo, encontrámos uma contribuição que, em função da análise feita, pode representar uma mais-valia para o conhecimento mais exaustivo dos movimentos na alta competição.

De acordo com os dados obtidos e a forte correspondência entre as sensações rítmicas e de timing relatadas pelos nadadores nas entrevistas e os resultados quantitativos obtidos na análise, acreditamos ser bastante útil a inclusão de um novo 'indicador de eficiência' que vise contemplar a análise da variação de timing entre ciclos, braçadas e pernadas.

Espera-se que este trabalho possa contribuir para o despertar de uma consciência acerca dos vínculos que existem entre o ritmo, o timing, a pulsação e à sensação de rendimento do deslocamento aquático, que não foram reportadas por estudos anteriores.

Agradecimentos

Alejandro Laguna tem sido subsidiado com fundos do INET-MD.

Agradecemos a Tomás Barreda, todos os dados sobre dimensões e funcionamento do canal hidrodinâmico utilizado, no centro desportivo Tenerife Top Training T3, para este estudo.



Ao Alexis Santos e Carlos Cruchinho, nadador e treinador do Sporting Clube de Portugal, pela partilha generosa dos vídeos técnicos (recolhidos durante o estágio em Tenerife) e pelos esclarecimentos técnicos.

Aos atletas do Sport Algés e Dafundo, Francisca Azevedo, Beatriz Marques, Bárbara Rodrigues, Bárbara Sofia, Pedro Santos, Gonçalo Carmo, Rita Frischknecht, bem como ao treinador do mesmo clube Miguel Frischknecht.

Aos colegas e amigos Ricardo Pedroso e Nuno Laurentino, pela partilha das suas experiências como atletas olímpicos e, agora, treinadores.

Um agradecimento especial ao Vitor Pataco, coordenador do CAR Jamor, e Rodrigo Martins, Unidade de Medicina Desportiva e Controlo de Treino, pela prontidão na cedência e utilização das instalações do Complexo de Piscinas do Jamor, que facilitaram a nossa recolha de dados, junto dos nadadores e treinadores.

Referências

- Arellano, R., Brown, P., Cappaert, J. e Nelson, R. C. (1994). Analysis of 50-, 100-, and 200-m Freestyle Swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*.
- Clarys, J. P. (1978). An experimental investigation of the application of fundamental hydrodynamics to the human body. Em B. Eriksson e B. Furberg (eds.), *Swimming Medicine IV*, pp. 386-394. University Park Press, Baltimore.
- Chollet, D., Chabies, S. e Chatard, J. C. (2000). A new index of co-ordination for the crawl: Description and usefulness. *International Journal of Sports Medicine*, 21, 54-59.
- Counsilman, J. E. (1968). *The science of swimming*. PrenticeHall, Englewood Cliffs, New York.
- Desain, P. e Honing, H. (2003). The formation of rhythmic categories and metric priming. *Perception*. 32(3), 341-365.
- Gabrielsson, A. (1987). Once again: the theme from Mozart's piano sonata in A major (K. 331). Em A. Gabrielsson (Ed.), *Action and perception in rhythm and music*. Stockholm: Publications issued by the Royal Swedish Academy of Music, no. 55.
- Hay, JG. (1986) *Swimming biomechanics: A brief review*. *Swimming Technique*.
- Haffner, M. e Cappaert, J. M. (1999). Underwater analysis of the freestyle stroke from three different points in the stroke cycle. Em K. Keskinen, P. Komi e A. P. Hollander (Eds.), *Biomechanics and medicine in swimming VIII: Proceedings of the VIII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming* (pp. 153-157). Jyva "skylä", Finland: University of Jyva "skylä" Press.
- Honing, H. (2013). The structure and interpretation of rhythm in music. Em D. Deutsch (Ed.), *Psychology of Music*, 3rd edition, pp. 369-404. London: Academic Press.
- Laguna, (in press). Timing e ponto de reunião entre o músico e o bailarino. *Performa* 2015. Universidade de Aveiro.
- Laguna, A. (2014). Movimiento del Cuerpo y Musicalidad. Aplicación de recursos tecnológicos en el análisis de las artes temporales en contextos ecológicos e interactivos. *Boletín de la Sociedad Argentina para las Ciencias Cognitivas de la Música*. Volumen 6 N°2, pp. 30-36. Diciembre 2014. Buenos Aires: SACCoM.
- Laguna, A y Shifres, F. (2012). Indicios visuales y auditivos en el ajuste sincrónico del pulso subyacente entre bailarines y acompañantes musicales. Em S. Moreno, P. Roxo e I. Iglésias (Eds.) *Músicas e Saberes em trânsito. XI Conference of SIBE*. Reitoria da Universidade Nova de Lisboa: Lisboa (sp).
- Laguna, A. (2008). O Acompanhador Musical de Dança. Como identificar o tempo subjacente à frase de movimento?. Em M. de la P. Jacquier e A. Pereira Ghiena (Eds.), *Objetividad - Subjetividad y Música*, pp. 379-389. Buenos Aires: SACCoM.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming fastest. Champaign III*. Human Kinetics Publishers.
- Mason B. e Cossor J. (2000). What can we learn from competition analysis at the 1999 Pan Pacific Swimming Championships? ISBS-Conference Proceedings, pp. 75-82
- Merker, B; Madison, G e Eckerdal, P. (2009). On the role and origin of isochrony in human rhythmic entrainment. *Cortex* 45, pp. 4-17.
- Robinson R. O., Herzog W. e Nigg, B. M. (1987). Use of force platform variables to quantify the effects of chiropractic manipulation on gait symmetry. *J Manipulative Physiol Ther*.
- Schleihauf, R. E. (1974). A Biomechanical Analysis of Freestyle, *Swimming Technique*. Fall.
- Toussaint, H. M., Hollander, A. P., Berg, C. V. D. e Vorontsov, A. (2000). Biomechanics of swimming. Em W. E. Garrett e D. T. Kirkendall (Eds.), *Exercise and Sport Science*, pp. 639-660. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Valsiner, J. (2007). Developmental Epistemology and implications for methodology. Em W. Damon (Ed.), *Handbook of Child Psychology* (6th edition), 1, pp.166-209, New York.
- Wakayoshi, K., Nomura, T., Takahashi, G., Mutoh, Y. e Miyashita, M. (1992). Analysis of swimming races in the 1989 pan pacific swimming championships and 1988 Japanese Olympic trials. Em D. Maclaren, T. Reilly e A. Lees (eds) *Biomechanics and Medicine in swimming*, Swimming science VI. E & FN SPON, London, pp. 135-141.