

O sono na sala de aula

Tempo escolar e tempo biológico

Fernando Louzada
Luiz Menna-Barreto

O sono na sala de aula
Tempo escolar e tempo biológico

Vieira & Lent

Rio de Janeiro, 2007

Coleção *Ciência no Bolso*

Editores

Roberto Lent | Instituto de Ciências Biomédicas | UFRJ

Cilene Vieira | Vieira & Lent Casa Editorial

Coleção *Ciência no Bolso* | Conselho Editorial

Ciências Exatas | Caio Lewenkopf | Departamento de Física | UERJ

Ciências Humanas | Carlos Fausto | Museu Nacional | UFRJ

Ciências Biológicas | Stevens Rehen | Instituto de Ciências Biomédicas | UFRJ

© 2007 by Fernando Louzada e Luiz Menna-Barreto

Direitos desta edição reservados a

vieira & lent casa editorial ltda.

Rua Senador Dantas 118 | cj.407

20031-201 | Rio de Janeiro | RJ

Telefax | 21 2262 8314

editora@vieiralent.com.br

www.vieiralent.com.br

Preparação *Camila Areias*

Capa *Fernando Leite*

Editores *Leandro Collares (Selênia Serviços)*

Revisão *Léa Maria Cardoso Alves*

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO-NA-FONTE — SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ.

????

Galvão, Ernesto Fagundes, 19??-

Computação quântica: máquinas inteligentes do futuro? / Ernesto Fagundes

Filho. - Rio de Janeiro : Vieira & Lent, 2007.

??p. :

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-88782-42-6

1. Computação. 2. Física. I. Título.

07-2245.

14.06.07 18.06.07

CDU 341.229

002251

1ª edição, setembro de 2007

© *vieira & lent* casa editorial ltda.

Sumário

Apresentação.....	??
I O tempo biológico: ritmos e relógios	9
1 Introdução.....	11
2 Que relógios nos orientam?	17
3 Quem gosta do horário de verão?.....	25
4 Luz artificial para enganar o cérebro.....	29
5 Quem é mais normal?.....	39
6 Trocando o dia pela noite	45
7 Corujas e cotovias	49
8 Jovens e seus avós juntos em uma festa: uma boa idéia?	55
9 Quantidade ou qualidade de sono?.....	59

II	Sobre relojoeiros e neurônios.....	65
1	Quantos osciladores? Fica à escolha do freguês.....	67
2	O liga-desliga do ciclo vigília-sono:	73
III	Ritmos biológicos e organização escolar	79
1	Ladrões de sono na escola.....	81
2	Prejuízos causados pelos ladrões de sono.....	85
3	Cenas da escola: hora de dormir, hora de estudar....	89
4	A aula “dobradinha” e a flutuação da atenção	91
5	Alunos em jejum na escola?	95
6	Como lidar com os ladrões de sono.....	99
7	Alguém aprendedormindo?	103
8	Quem pode dormir na escola.....	105
9	Quem começa mais cedo	109
10	Andando na contramão.....	113
11	Volta às aulas	119
12	Mudanças na organização temporal da escola:	121
13	Avaliação da sonolência e do desempenho	125
14	Temas da cronobiologia nos parâmetros curriculares	129
15	O tema em sala de aula	133

Notas.....	133
Glossário	137
Sugestões para leitura	139
Sobre os autores	141

I

O tempo biológico: ritmos e relógios

1

Introdução

PAPAI, POR QUE A GENTE TEM DE DORMIR?

— Porque a gente sente sono.

— Por que?

— Porque quando a gente dorme, a gente descansa.

— Por que?

Experiências da paternidade. Diálogos nos quais tentamos explicar, algumas vezes, aquilo que nós mesmos não sabemos. Como explicar a uma criança de três anos que a ciência ainda não tem uma boa explicação para a função do sono? Mais complicado ainda acrescentar

que o sono é importante para a saúde. Poderíamos dizer a ela que a demonstração do funcionamento de partes do nosso cérebro que nos fazem dormir e acordar com regularidade revolucionou o conhecimento sobre o assunto, mas ainda temos inúmeras perguntas sem resposta. Diríamos também que a idéia de um tempo biológico, interno, há muito nos fascina.

A cronobiologia, área da biologia moderna que estuda a organização temporal dos seres vivos, possibilitou o conhecimento das características dos osciladores ou relógios internos que controlam este tempo biológico. Sabemos algo também a respeito de como esses osciladores se ajustam ao dia/noite do ambiente. Além disso, conhecemos mudanças que ocorrem ao longo da vida e constatamos diferenças entre indivíduos, os que gostam de dormir e acordar cedo e os que preferem horários mais tardios. Além de preocupar-se com o *onde* e com o *como*, a biologia passou a se preocupar com o *quando*. Falando de uma outra forma, a existência de osciladores biológicos¹ faz com que, além de diferenças em nossa constituição física, sejamos diferentes em nossa constituição temporal. Hoje isso parece muito lógico, mas até recentemente, acreditávamos que o sono vinha trazido pela noite e a vigília pela luz do dia. Em outras palavras, aparentemente o sono era a nossa

resposta ao escuro e a vigília a resposta ao claro. Os cronobiólogos têm demonstrado que a hora de dormir e a hora de acordar vêm de dentro dos nossos organismos.

Por que o hamster está sempre dormindo?

Nova pergunta, desta vez em frente a uma loja de animais, onde havia vários *hamsters*:

— Papai, por que o ratinho está sempre dormindo?

— Ele está dormindo agora, mais tarde ele vai acordar.

— Por que?

— Porque ele dorme enquanto estamos acordados.

Quando vamos dormir, ele acorda.

— Por que?

Não foi uma explicação muito feliz. Talvez fosse melhor dizer que a vida surgiu no planeta em um ambiente cíclico: dias e noites, estações do ano, variação das marés. Durante a evolução, as espécies encontraram diferentes nichos temporais. Passaram a concentrar sua atividade em determinados momentos do dia. A maioria dos roedores é noturna. A espécie humana é diurna. Animais reproduzem-se em determinadas épocas do ano. Estas va-

riações recorrentes, periódicas e previsíveis do comportamento, muitas vezes sincronizadas aos ciclos ambientais, são chamadas de ritmos biológicos.

— Por que estes ritmos ocorrem?

— Qual a origem destes ritmos?

Talvez fossem essas as próximas perguntas, caso uma criança pudesse acompanhar o raciocínio. Poderíamos propor fazer com o roedor experimentos semelhantes àqueles que modificaram nossa concepção sobre o funcionamento dos seres vivos. Em um desses experimentos, pesquisadores curiosos em saber o que ocorria com o ciclo vigília-sono na ausência dos ciclos ambientais, isolaram-se em cavernas, longe de qualquer pista que denotasse a passagem do tempo. Nessa situação, observaram que o ciclo vigília/sono persiste — bem como outros ritmos biológicos, como, por exemplo, o ritmo da temperatura corporal. No entanto, sua expressão se modifica. O período do ciclo, ao contrário de apresentar 24 horas, passa a se expressar em um período diferente, na maioria dos casos, de 25 ou 26 horas. Ou seja, os dias tornavam-se mais longos. Pessoas submetidas a essa situação dormem um menor número de “noites” do que aquelas que estão fora da caverna. Elas acordam em torno de uma hora mais tarde a cada dia, sem, entretanto, perceber o que está se passando.

Estudos como esse foram fundamentais para a demonstração de que a espécie humana, assim como a maioria, se não a totalidade dos seres vivos, possui sistemas de temporização que controlam o comportamento. Além de realizar experimentos em cavernas, alguns grupos de pesquisa construíram as suas próprias “cavernas”. São as chamadas unidades de isolamento, apartamentos construídos para que o morador perca qualquer referência temporal. Nestas unidades, em algumas situações as luzes permanecem acesas constantemente. Em outras, cria-se um ciclo claro-escuro diferente de 24 horas. Apresentaremos alguns importantes achados de estudos desse tipo nos próximos capítulos.

A existência de um sistema de temporização modificou a concepção vigente da relação estabelecida entre os seres vivos e os ciclos ambientais. Segundo a antiga concepção a respeito da origem do ciclo vigília-sono, modificações nos estímulos ambientais seriam capazes de promover alterações imediatas (“reações” ou “reflexos”) no organismo — acordar mais cedo ou mais tarde, trabalhar pela manhã ou à tarde, dormir durante o dia ou durante a noite — sem causar maiores conseqüências.

2

Que relógios nos orientam?

PARA QUE AS COISAS FAÇAM SENTIDO É FUNDAMENTAL que sejam ordenadas no tempo. Eventos, palavras, sons organizam-se no tempo, delimitados por balizas temporais ancoradas no ambiente externo.

Em nosso cotidiano, constantemente utilizamos balizas temporais. Marcamos compromissos para depois do almoço, sabemos quais as aulas que ocorrerão antes e após o intervalo, ligamos a televisão depois do jantar. Costumamos descrever o nosso dia utilizando essas balizas.

No funcionamento do organismo ocorre algo semelhante. Eventos se sucedem

no tempo, criando balizas temporais internas para os mesmos. Antes do amanhecer, a glândula adrenal secreta uma maior quantidade do hormônio cortisol, que prepara o organismo para a atividade do dia. Após o entardecer, a glândula pineal aumenta a secreção de um outro hormônio, a melatonina, sinalizando ao organismo que escureceu. No caso da espécie humana, a melatonina desencadeia mudanças que preparam o organismo para o sono noturno. Se medirmos a temperatura corporal² a cada duas ou três horas ao longo de alguns dias, verificaremos que ela tende a atingir valores máximos no final da tarde e valores mínimos no meio da noite, como pode ser observado na figura 1. Esta variação da temperatura é verificada mesmo se as condições ambientais de luminosidade e temperatura permanecerem constantes. É mais uma evidência da existência de relógios internos controlando nossas funções e da relativa independência desses relógios em relação ao ambiente.

Essa seqüência de eventos ordenados no tempo, picos hormonais, oscilações da temperatura corporal e de outras funções do organismo, constitui a chamada Organização Temporal Interna. Hoje compreendemos que a manutenção dessa organização é essencial para a preservação da saúde. A principal baliza temporal externa que

Crédito: Cedido pelos autores

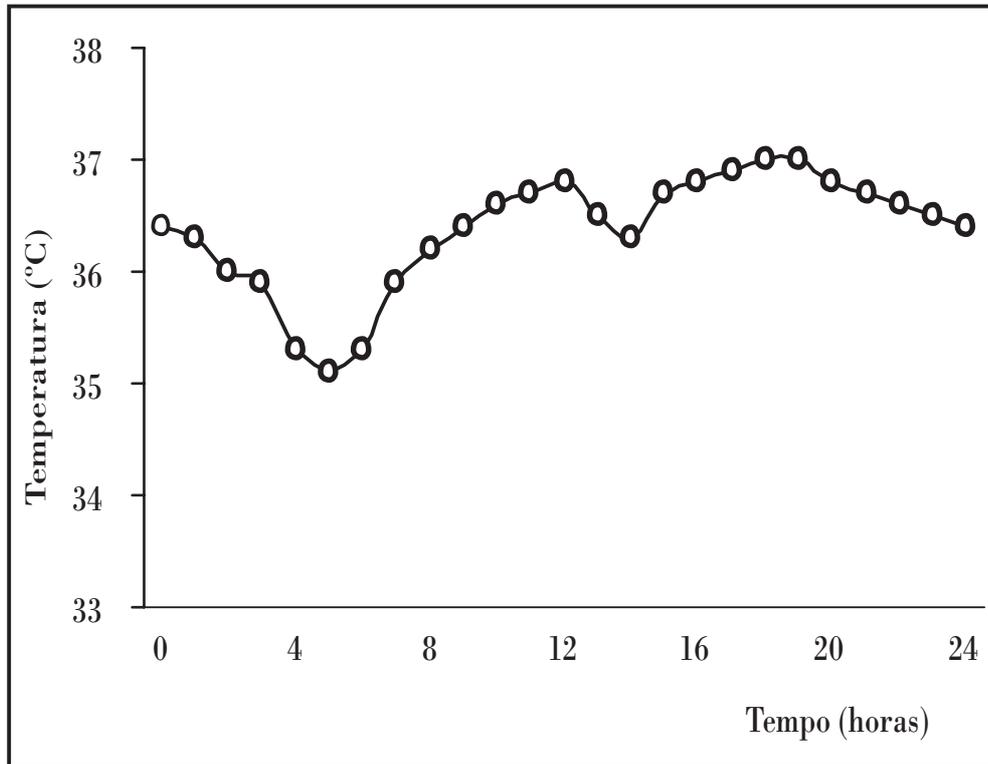


Figura 1: Exemplo da variação da temperatura corporal ao longo das 24 horas

mantém nossa organização temporal interna é a alternância do ciclo claro/escuro, que faz os eventos do organismo se manterem sincronizados com o ambiente. Antes de amanhecer, apresentamos um pico de cortisol, após anoitecer, temos um aumento da secreção de melatonina, e assim por diante. Alguns destes eventos estão representados na figura 2. Uma imagem boa para compreender o conceito de organização temporal interna é a de uma orquestra executando uma peça musical, na qual a seqüência da atuação dos diversos instrumentos é coordenada pelo maestro.

Modificações de horários em nossa rotina exigem do organismo um ajuste dessa sincronização. No caso de mudanças bruscas, como um vôo do Brasil ao Japão, este ajuste pode demorar algumas semanas até que todos os nossos ritmos se desloquem 12 horas, pois ele não ocorre com a mesma velocidade para todos os ritmos. O desencontro entre nossos ritmos é acompanhado de mal-estar generalizado, fenômeno mais conhecido pela expressão inglesa *jet lag* (síndrome da mudança brusca de fusos horários). Em trabalhadores noturnos há um agravante porque ocorre o chamado conflito de sincronizadores. É como se tentássemos obrigar o organismo humano a transformar-se em ser noturno durante os dias de trabalho e de-

Crédito: Cedido pelos autores

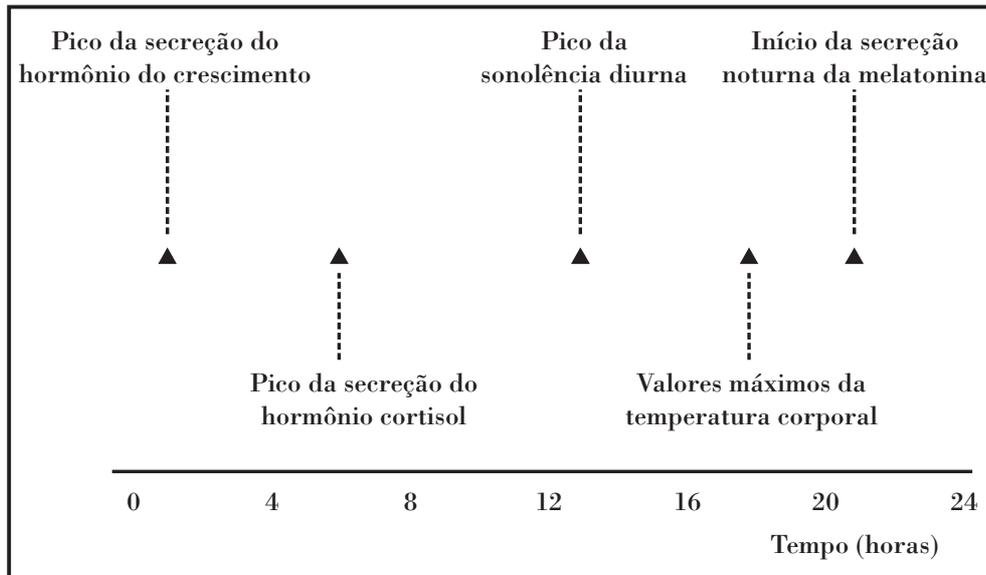


Figura 2. Diagrama que representa a organização temporal interna no organismo humano. É importante salientar que há uma certa variabilidade nos horários representados nesta figura, ou seja, o pico de secreção de um hormônio não ocorre todos os dias exatamente no mesmo horário, mas tende a ocorrer em torno daquela hora.

sistíssemos de fazer isso nos dias de folga. Nesses casos, ocorre a chamada dessincronização (desorganização) temporal interna, que, a médio e longo prazos, desencadeia inúmeros problemas de saúde.

Um outro conceito que emerge dessa idéia de uma organização temporal interna é aquele que se refere às relações dos nossos ritmos internos com os ciclos ambientais — trata-se da Organização Temporal Externa. Um exemplo do nosso cotidiano pode ajudar a compreender este novo conceito. O horário de aulas constitui um ciclo ambiental capaz de sincronizar nossos ritmos, por representar um compromisso que se repete regularmente, e ao qual nossos organismos tendem a se ajustar. Ao passarmos pelos feriados e finais de semana, nossos ritmos tendem a ajustar-se a outros eventos do ambiente (passeios, festas etc.), o que causa alterações nos nossos horários de sono e de refeições, por exemplo. Alterações passageiras de nossa organização temporal externa ocorrem frequentemente, e tudo indica que sejam uma expressão de nossa capacidade de administrar tempos ambientais diferentes. Por outro lado, se essas alterações se tornam crônicas (como no caso dos trabalhadores dos turnos noturnos), os efeitos tendem a ser prejudiciais à nossa saúde. Os

sintomas mais comuns que acompanham essas dessincronizações são alterações de humor, sonolência diurna e insônia noturna, desconforto digestivo etc. Lembrando da analogia com a orquestra, temos a impressão de estar no compasso errado.

3 | Quem gosta do horário de verão?

**Ou porque é mais fácil atrasar
do que adiantar nosso sistema
de temporização circadiana**

DURANTE UMA AULA, DISCUTÍAMOS COM OS ALUNOS o tema horário de verão e seus efeitos sobre o organismo humano. Uma das alunas, argumentando contra a implantação do horário de verão, disse que até os animais ficavam desorientados, e os pássaros começavam a cantar mais tarde. Passaram-se alguns segundos até que fosse possível elaborar uma resposta para aquela observação inusitada e evidentemente equivocada. Afinal, os pássaros e outros animais não estão informados sobre o horário de verão, que não os afeta. Quem os “orienta” no tempo é a alternância entre o dia e a noi-

te. Os pássaros passam a cantar mais tarde apenas nos nossos relógios. No tempo interno dos pássaros, controlados por seus relógios biológicos sincronizados ao ciclo dia-noite, tudo continua na mesma.

A implantação do horário de verão é um exemplo de mudança sutil, mas que exige um ajuste de nosso sistema de temporização. Na implantação desse horário, perdemos uma hora e o nosso organismo é obrigado a adiantar todos os seus ritmos, processo que pode demorar alguns dias. Durante esse período, muitas pessoas sofrem com as consequências dessa desorganização temporal interna. O horário de verão tem sido sempre implantado em uma noite de sábado para domingo quando somos convidados a adiantar nossos relógios em uma hora. Resulta dessa manobra um domingo de 23 horas, encurtado. Ora, é justamente nos finais de semana que nosso sistema de temporização, “livre” dos compromissos rígidos de horários de aula/trabalho, tende a promover atrasos — queremos dormir e acordar mais tarde, por exemplo. Resulta disso que esse adiantamento de uma hora representa um desafio ainda maior para o sistema de temporização e, portanto, maior probabilidade de dessincronização interna e externa.

Se na implantação do horário de verão, somos obrigados a promover um adiantamento de nossos ritmos bio-

lógicos, na sua suspensão (término) fazemos o contrário: atrasamos nossos ritmos em uma hora. Pela experiência do horário de verão, constata-se que para a maioria das pessoas é muito mais fácil atrasar do que adiantar os seus ritmos — bem-vindo um domingo de 25 horas! Pelo mesmo motivo, é mais fácil atravessar fusos horários em direção oeste do que em direção leste. Tanto no caso do término do horário de verão como no caso do sentido leste-oeste das viagens, o que explica a relativa facilidade de adaptação é o fato de nosso sistema de temporização, na maioria das pessoas, tender a expressar dias maiores do que 24 horas. Assim, é mais fácil atrasar do que adiantar os relógios.

Diante de conflitos temporais como o horário de verão ou mudanças nos horários de aula e de trabalho, sentimos as conseqüências em nosso organismo. Diante destas conseqüências, muitas vezes na escola, como educadores, chegamos a conclusões semelhantes àquela de nossa aluna sobre os efeitos do horário de verão. Há quem coloque a culpa nos pássaros...

No caso do horário de verão a solução parece simples, poderíamos acabar com ele, ou então implantá-lo e não mais retornar ao fuso anterior, pois o que está bem demonstrado são os efeitos negativos do adiantamento. Na realidade, es-

As medidas encontram argumentos contrários de duas ordens: de um lado, o impacto sobre o consumo de energia elétrica e de outro lado, a satisfação que muitas pessoas relatam com o “dia mais comprido” que possibilita lazer ao ar livre no final da tarde. A economia de energia elétrica nem sempre se confirma ou, quando ocorre, apresenta valores baixos, nada comparáveis, por exemplo, com aqueles gerados por campanhas de uso racional da energia — tanto que o argumento “energético” deslocou-se nos últimos anos para “evitar sobrecargas nos horários de pico”. Nesse caso o que se promove durante o horário de verão é um atraso na ocorrência da sobrecarga, mas não sua dispersão. Quanto à satisfação relatada por parte da população, há que se levar em conta as reclamações daqueles que têm de acordar cedo, quando ainda está escuro.

De qualquer forma, tanto no caso do horário de verão quanto no caso dos horários escolares ou de trabalho, não é fácil encontrar solução que agrade a todos, portanto, o que parece sempre mais sensato é avaliar objetivamente a rotina vigente e debater alternativas com a população interessada. Ao promover esse debate, estaremos contribuindo para divulgar conhecimento atualizado sobre como funcionamos e criando condições para que as pessoas assumam o controle de seus tempos.

4 | Luz artificial para enganar o cérebro

NOSSO SISTEMA NERVOSO UTILIZA O CICLO CLARO-escuro como sinalização do ambiente para sincronizar seus ritmos. Em condições naturais, os ajustes dos ritmos que ocorrem de uma estação para outra acontecem de maneira gradual, juntamente com as mudanças na fotofase^G. Aliás, é por isso que uma viagem de navio para o Japão não causa transtornos como as viagens de avião — nossos organismos são capazes de dar conta de pequenos adiantamentos ou atrasos graduais nos fusos horários, mas sofrem quando a mudança é brusca. A luz artificial tem efeitos semelhan-

tes aos da luz natural sobre o sistema de temporização, em especial sobre os chamados ritmos circadianos^G, que se expressam nessa dimensão dia-noite. A lógica é simples. Se acendermos a luz antes do previsto, por exemplo, às 4 horas da manhã, o nosso cérebro desencadeará mecanismos para adiantar nossos ritmos. Se “prolongarmos” o dia, expondo-nos à luz artificial após o entardecer, atrasaremos nossos ritmos.

Uma das maneiras pela qual a luz altera a expressão dos ritmos biológicos é por meio da inibição da secreção de melatonina pela glândula pineal. Em condições naturais, a luz do dia inibe essa secreção e durante a noite os níveis de melatonina aumentam, sinalizando ao organismo que está escuro. Falamos na existência de uma “noite biológica”, caracterizada por altos níveis de melatonina, que modificam o funcionamento do organismo como um todo — a melatonina tem sido denominada poeticamente como o “hormônio da noite interior”. A exposição à luz artificial reduz a secreção de melatonina, que implica em alterar a noite biológica. Dessa maneira, passar a noite exposto à luz ou mesmo dormir com luz acesa pode alterar a expressão dos ritmos biológicos, dificultando a sincronização dos mesmos. Para exercer o efeito de bloquear a produção de melatonina, a luz deve ter uma intensidade

mínima em torno de 50 lux, algo comparável à luz emitida por um aparelho de TV; além disso, sabemos hoje que a luz azul é mais potente em seus efeitos sincronizadores. Pulsos (exposições à luz intensa com duração de 10 a 20 minutos) de luz no momento em que nosso organismo espera um ambiente escuro têm dois efeitos: bloqueiam momentaneamente a produção de melatonina pela glândula pineal e adiantam ou atrasam nossos ritmos dependendo da hora em que incidem sobre nossa retina.

Pelo mesmo motivo, escurecer o ambiente para adormecer durante o dia também não é recomendável, apesar de não apresentarmos um aumento da secreção de melatonina durante o dia pelo simples fato de ficarmos no escuro neste horário. É importante saber que um pulso curto de escuro quando nosso organismo espera claridade tem o mesmo efeito de um pulso de luz quando a expectativa é de escuridão. Em organismos isolados temporalmente, pulsos de claro ou de escuro têm o poder de sincronizar os ritmos circadianos, desde que transmitam informação temporal regular próxima de ciclos de 24 horas — um exemplo claro desse fenômeno é a sincronização a um ciclo de 24 horas promovido por dois pulsos de luz de 30 minutos a cada 12 horas em um roedor mantido sob escuro constante. Em animais mantidos sob claridade constante,

pulsos de escuro apresentam as mesmas propriedades. Essas demonstrações permitem o entendimento atual de que a informação relevante dada pela luz ou pelo escuro é a informação temporal — não se tratando, portanto, de um efeito próprio da luz ou do escuro, mas sim do padrão temporal desses estímulos.

Assim como a informação visual que chega à nossa consciência, a informação luminosa que sincroniza nossos ritmos entra no sistema nervoso pela retina. Ao contrário das informações relacionadas à percepção visual, que se dirigem ao tálamo^G e em seguida à região posterior (occipital) do cérebro, a informação luminosa utilizada pelo sistema de temporização dirige-se ao hipotálamo^G, local onde estão os chamados núcleos supraquiasmáticos, aglomerados de neurônios capazes de gerar um padrão oscilatório (período em torno de 24 horas) de impulsos nervosos. Esses neurônios se comunicam com a glândula pineal enviando sinais da presença ou ausência de luz e com isso ajustando a produção de melatonina à fase escura. Estas estruturas são mostradas na figura 3.

Acreditava-se que os neurônios fotorreceptores do sistema de temporização seriam os mesmos envolvidos na percepção visual, os cones e bastonetes, localizados na retina. Entretanto, experimentos realizados em animais com ca-

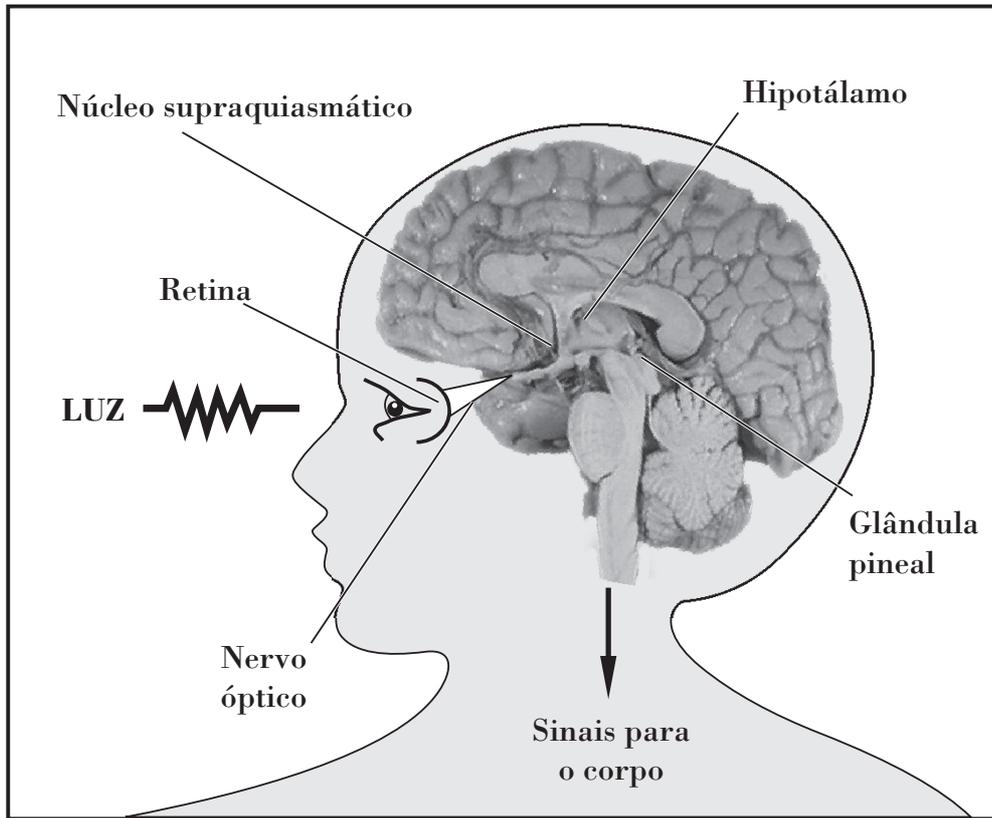


Figura 3: Estruturas do sistema de temporização responsáveis pela detecção da luz.

racterísticas genéticas que resultam numa degeneração dos cones e bastonetes ao longo da vida, os camundongos Rd, mostraram que os ritmos circadianos destes animais respondiam a alterações do ciclo claro-escuro. A explicação para a ocorrência do fenômeno demorou alguns anos para aparecer. Inicialmente especulou-se se não haveria fotorrecepção através da pele, por exemplo. Um grupo de pesquisadores norte-americanos chegou inclusive a propor que a iluminação de regiões da pele humana (joelho) seria capaz de promover efeitos sincronizadores — resultados que acabaram contestados. Excluída essa possibilidade, a alternativa seria procurar na própria retina a explicação, e ali foi encontrada a resposta. As células que constituem a retina estão dispostas em camadas: os cones e bastonetes estão localizados na parte externa da retina, que corresponde à sua parte posterior; na camada intermediária estariam as células bipolares e na camada mais interna, estão localizadas as células ganglionares, como mostra a figura 4.

A luz provoca alterações elétricas nos cones e bastonetes. Essas alterações são transmitidas às células bipolares e posteriormente às células ganglionares. São essas células, as ganglionares, as encarregadas de transmitir as informações ao cérebro, por meio de seus axônios, que,

Crédito: Cedida pelos autores (extraída de Kolb, *Neurociência do Comportamento*)

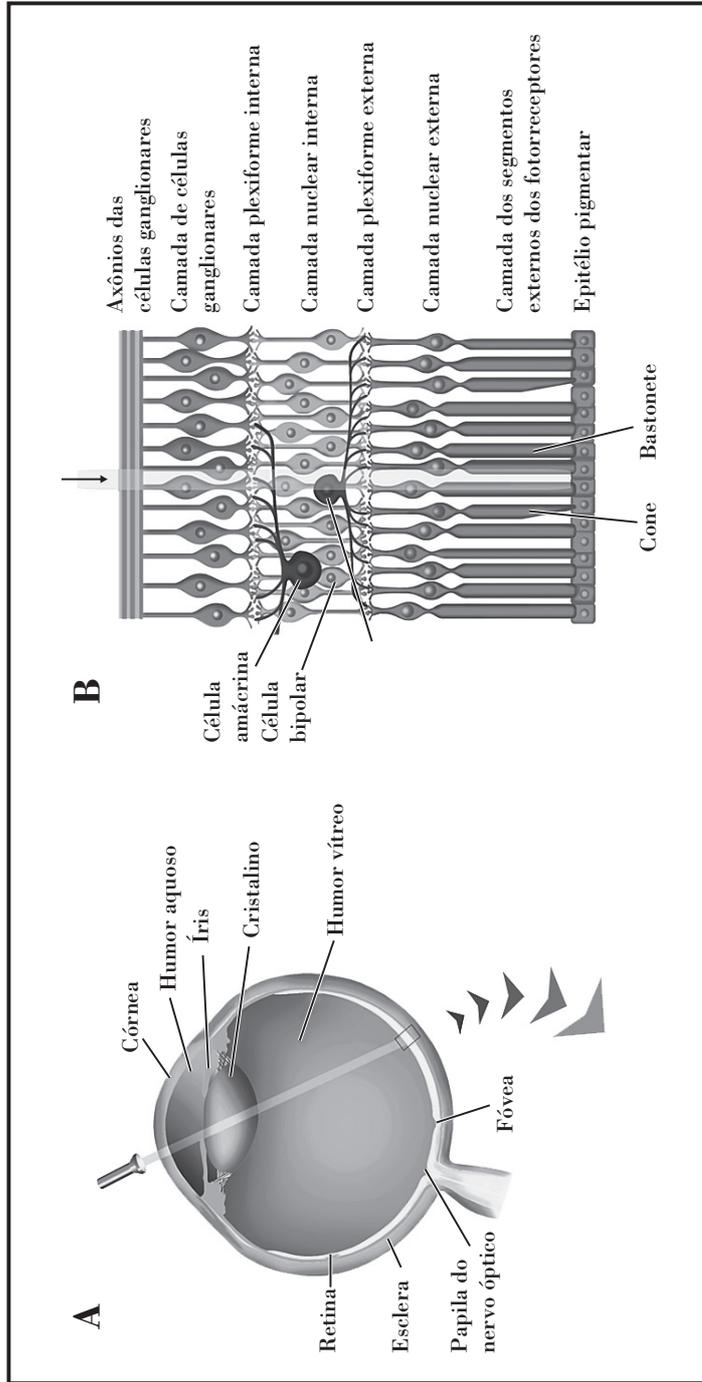


Figura 4: Camadas da retina, nas quais podem ser observadas as células ganglionares, as células bipolares e os cones e os bastonetes.

juntos, formam os nervos ópticos. Sabemos que existem aproximadamente 20 tipos de células ganglionares na retina — algumas são especializadas em transmitir informações sobre as cores do que vemos, outras transmitem apenas informações de objetos em movimento. Existem, portanto, “canais” diferentes que saem da retina e um destes canais, cujas células ganglionares possuem melanopsina, substância capaz de absorver luz, é responsável pela transmissão de informações sobre o ciclo claro-escuro ao hipotálamo.

A melanopsina, uma proteína que tem modificada a sua conformação ao ser iluminada, já era conhecida na pele de anfíbios, onde está envolvida nas mudanças de coloração da pele desses animais. A surpresa foi encontrá-la na retina de mamíferos e em um tipo de neurônio que até então julgávamos envolvido apenas na transmissão, e não na recepção da informação luminosa. Não é surpreendente pensarmos em sistemas relativamente independentes que funcionam na retina, o visual e o de temporização, se imaginarmos que em nossas orelhas há receptores responsáveis pela audição e também pelo equilíbrio. Nesse caso, os órgãos são próximos mas distintos: a cóclea responde pela recepção da informação auditiva e o aparelho vestibular^G é ativado pelo deslocamento do corpo e da

cabeça. Já no caso da retina, a surpresa vem do fato de que a mesma camada de células ganglionares^G, acabe acumulando as duas funções.

Estudos recentes indicam que as células ganglionares que contêm melanopsina são mais sensíveis à cor azul, devido à maior sensibilidade das células ganglionares a esse comprimento de onda. Poderíamos imaginar que a cor azul é a mais adequada para ambientes nos quais se deseja obter maiores efeitos da estimulação luminosa, como por exemplo, no início da manhã. Já no início da noite, deveríamos fugir de ambientes azuis, para evitar um atraso ainda maior dos nossos ritmos.

O uso de luz artificial é uma das alternativas para tratamento de distúrbios relacionados a mudanças nos ritmos biológicos, incluindo o *jet lag*.

A melatonina também tem sido utilizada experimentalmente para reduzir os efeitos do *jet lag* e para o tratamento de distúrbios de sono. Apesar de a melatonina ser vendida livremente em alguns países (no Brasil sua venda é proibida), o seu uso deve ser feito apenas sob supervisão médica. Há evidências que favorecem a hipótese da atuação desse hormônio consistir essencialmente no processo de sincronização. Efeitos de indução do sono são discutíveis, uma vez que em animais noturnos (maioria dos roedores,

por exemplo) os níveis seguem o mesmo padrão dos mamíferos, altos à noite, baixos durante o dia. Os possíveis efeitos sobre o sono seriam, então, um resultado do ajuste dos ritmos e não um efeito direto da melatonina sobre os mecanismos envolvidos no controle do sono.

A ocorrência de alguns distúrbios psiquiátricos também está associada ao ciclo claro-escuro. O perfil sazonal de episódios depressivos ocorre, principalmente, em países localizados em maiores latitudes, nos quais a fotofase é curta no inverno. Este quadro clínico é conhecido pela sigla SAD (Seasonal Affective Disorder). Um dos tratamentos para esses distúrbios inclui o aumento da estimulação luminosa, “enganando” o cérebro, que passa a funcionar como se os dias estivessem mais longos.

Além da depressão sazonal, outros quadros depressivos nos levam a pensar em um envolvimento dos sistemas de temporização na gênese dessas patologias. Algumas evidências indiretas contribuem para essa suposição: episódios depressivos podem começar por alterações do ciclo vigília-sono, a privação de uma noite de sono tem efeitos euforizantes (antidepressivos) e o reajuste dos ritmos tem efeito terapêutico em muitos casos, comparável ao obtido com drogas.

5

Quem é mais normal?

QUEM É MAIS NORMAL: UM ALUNO QUE MEDE 1,60 m ou outro que mede 1,80 m? Quem dorme seis horas ou quem dorme oito horas diárias?

O que essas duas perguntas têm em comum? Elas tratam de características biológicas que apresentam uma distribuição contínua e possivelmente gaussiana^G, na linguagem dos estatísticos. Isto significa dizer que em qualquer grupo de indivíduos encontraremos valores maiores e menores ao redor de uma média. Assim como a estatura, características temporais do sono seguem essa distribuição.

Há pessoas que dormem mais, outras que dormem menos. Pessoas que gostam de dormir mais cedo, outras que preferem dormir mais tarde. Ninguém é mais normal, ou seja, não existe uma norma natural. O que ocorre é que, muitas vezes, valores médios são adotados como recomendação e transformam-se em norma, até virarem sinônimo de normalidade. É o que ocorre com a duração de sono, que pode variar desde quatro até doze horas em adultos saudáveis, os assim chamados pequenos e grandes dormidores, respectivamente.

Recomenda-se como duração ideal de sono, em geral 8 horas diárias e, a partir do horário imposto pela escola e pelo trabalho, é feita uma simples subtração. Por exemplo, se temos que acordar às 6 horas da manhã, devemos dormir às 22 h para garantir as oito horas diárias. Infelizmente, a matemática do sistema de temporização não é tão simples. Nesse caso, além da duração de sono, ainda está em jogo uma outra característica do sistema de temporização, a preferência por horários de dormir e acordar. Esta outra característica também apresenta uma distribuição gaussiana. E, voltando a falar em pássaros, as pessoas que estão nos extremos da curva normal pagam o pato.

As necessidades diárias de sono variam muito ao longo do desenvolvimento. Um bebê, ao nascer, chega

a dormir 18 horas diárias, mas lembrem-se que esse é um valor possível, e não deve ser confundido com o valor normal para bebês; pois eles também se distribuem em pequenos e grandes dormidores. Ao longo do desenvolvimento, ocorre uma redução na duração diária de sono, principalmente em decorrência do desaparecimento dos episódios de sono diurno. Com o passar dos anos, a duração diária cai praticamente pela metade. Um adolescente dorme, em média, de 8 a 9,25 horas por dia.

No que diz respeito à duração de sono, o que é geral é a redução da necessidade total de sono durante o desenvolvimento; o que é individual é a época em que ocorrem as reduções mais significativas e a duração total de sono na idade adulta. Em média, um adulto dorme 8 horas diárias. Algumas pessoas, chamadas de pequenas dormidoras, necessitam de seis a sete horas diárias ou até menos; os grandes dormidores, se tiverem oportunidade, chegam a dormir mais de dez horas diárias. Tentativas de reduzir a duração diária de sono mostram que as necessidades de sono não são plásticas. Não sabemos o que faz esta necessidade variar tanto entre as pessoas, mas provavelmente há uma conjunção de fatores.

Pesquisadores avaliaram os níveis de melatonina em grandes e pequenos dormidores e mostraram que nos gran-

des dormidores os níveis de melatonina permanecem altos por mais tempo. Em outras palavras, a noite biológica dos grandes dormidores é mais longa quando comparada à noite biológica dos pequenos dormidores. Já as moscas das frutas, as drosófilas, apresentam uma mutação em um gene que está associado à duração do repouso das mesmas, mas ainda é muito cedo para sugerir que a duração de sono é influenciada de maneira significativa por nossa carga genética. Há de se ter cuidado na extrapolação desses achados nas drosófilas, pois nem podemos afirmar que moscas dormem ou, se dormem, que isso tenha relação com o sono dos mamíferos.

Um outro fator certamente envolvido com a duração de sono é o estado metabólico. Sabemos que a privação de sono aumenta o apetite, e, portanto, as alterações crônicas de sono podem levar a um aumento do índice de massa corporal. Diversos hormônios envolvidos no controle do apetite, como a leptina e a grelina, têm as suas concentrações modificadas em situações de privação de sono. Não seria uma sugestão fora de propósito sugerir um aumento de duração de sono para alguém que quer emagrecer. O motivo não é que ela teria menos tempo para comer, por permanecer mais tempo na cama, mas sim que evitaria o aumento do apetite provocado pela privação de sono.

Há alguns anos os cronobiólogos debatem sobre o possível efeito sincronizador do padrão temporal da alimentação, chegando a propor a existência de um sistema temporizador (oscilador) próprio para essa finalidade — conhecido na literatura especializada pela sigla FEO (Food Entrainable Oscillator), análogo ao oscilador LEO (Light Entrainable Oscillator) —, esse último associado aos núcleos supraquiasmáticos do hipotálamo e hoje bem conhecido. As evidências acumulam-se e a tendência atual é aceitar esse outro componente do sistema de temporização circadiana, o eixo do controle temporal da ingestão de alimento. As mudanças do padrão alimentar que acompanham as alterações de ritmos biológicos passam a ser entendidas não apenas como conseqüências dessas alterações mas também como agentes. O reverso dessa moeda, ou seja, alterações metabólicas — por exemplo, diabetes — interferindo sobre outros ritmos como o ciclo vigília/sono, está sendo investigado hoje.

A recomendação, bastante difundida, para que se durma 8 horas diárias, deve ser encarada com ressalvas. Essa recomendação, originada de valores médios, não contempla as necessidades dos chamados grandes dormidores, que chegam a precisar de até 12 horas diárias de sono. Por outro lado, um pequeno dormidor pode ser con-

fundido com um indivíduo insone se seguir a orientação à risca. Essa confusão de valores médios com normalidade pode ser causa de distúrbios, uma vez que o consumo de drogas, estimulantes ou tranqüilizantes, legais ou ilegais, para “normalizar” o sono é bastante generalizado (quando não estimulado) em nossa sociedade.

6 | Trocando o dia pela noite

UM BEBÊ, NAS PRIMEIRAS SEMANAS DE VIDA, DORME e acorda várias vezes ao longo das 24 horas. Os episódios de sono e vigília alternam-se formando ciclos de duração aproximada de três a quatro horas, durante o dia e durante a noite, para desespero da maioria dos pais. Esse padrão, chamado polifásico, modifica-se com o passar dos meses. Os episódios de sono noturno ficam mais longos, os episódios de vigília tornam-se maiores durante o dia. Esses aumentos da duração do sono e da vigília são conhecidos como processo de consolidação do sono. Com a consolidação do

sono noturno, que ocorre ao redor do terceiro mês de vida, mas com enormes variações individuais, o bebê ainda apresenta ao menos dois episódios de sono diurno: um durante a manhã e outro durante a tarde. Com o desaparecimento desses episódios de sono diurno, surge o chamado padrão monofásico, característico da maioria dos adultos. O que é geral, ocorrendo em todas as pessoas, é essa transição de um padrão polifásico para um padrão monofásico. O que é individual, variando de uma pessoa para outra, é a idade em que o desaparecimento dos episódios de sono diurno ocorre. Algumas crianças deixam de dormir durante o dia aos dois anos de idade. Outras continuam dormindo a sesta após o sexto ano de vida. Um comportamento não é mais normal que o outro. São apenas diferentes.

Alguns autores defendem a idéia de que a sesta é uma característica da ritmicidade biológica da espécie humana, até mesmo na idade adulta. Um dos argumentos desses autores é a ocorrência da sesta em diversos países. Alegam que a perda da sesta é consequência da organização social, vinculada à noção de valor do tempo, bastante presente nas sociedades industriais. Um argumento a favor da sesta pode ser encontrado no padrão comumente encontrado na curva de temperatura corporal, apresenta-

da na (ver figura 1 na p. 19). Repare que em torno do meio-dia há uma queda na temperatura e veja como essa queda ocorre também, mas de forma mais duradoura e aprofundada, ao longo da noite de sono. Medidas do desempenho psicomotor tendem a acompanhar a curva da temperatura corporal, tanto que a queda no desempenho psicomotor, que costumava ser atribuída à “alcalose^G” que ocorre após as refeições, hoje tem uma outra leitura. Os indivíduos alimentados por via sangüínea de forma contínua, ou seja, sem apresentar a alcalose, têm a mesma queda da temperatura e do desempenho. Esses achados certamente podem ajudar a compreender a situação de sonolência generalizada em uma sala de aula no início da tarde, fato que certamente não depõe a favor de medidas disciplinares.

Apesar da marcante diferença entre as pessoas, podemos afirmar que a espécie humana é diurna. Uma marca dessa diurnidade humana é a enorme ênfase do processamento da informação luminosa pela visão, ênfase que vai desde a dimensão das áreas corticais responsáveis pelo processamento dessas informações até a relevância que a imagem tem para nossa espécie no plano da consciência. Atentem por exemplo para a relativa “facilidade” que mostramos ao tentar descrever um objeto, compa-

rada com a grande dificuldade de fazer o mesmo com um sabor ou aroma.

A organização social contemporânea deu origem a inúmeras atividades que funcionam ininterruptamente. Algumas delas são essenciais como o serviço de um pronto-socorro. Outras atividades nem tanto, como, por exemplo, as lojas de conveniência. A inversão dos horários de sono, necessária no caso de quem trabalha à noite não é tão simples. O conhecimento dos mecanismos de controle dos ritmos biológicos, que serão discutidos mais adiante, nos ajuda a entender o motivo de não conseguirmos simplesmente trocar o dia pela noite.

7

Corujas e cotovias

O HORÁRIO PREFERIDO DE INÍCIO DO EPISÓDIO de sono noturno varia entre as pessoas. Algumas preferem iniciá-lo mais cedo, são matutinas (as ditas “cotovias”). Outras pessoas preferem dormir mais tarde e acordar mais tarde, são chamadas de vespertinas (as “corujas”). Estas diferenças estão representadas na figura 5. As pessoas com preferências intermediárias são chamadas de indiferentes. Existem diversas evidências de que essas características são herdadas, constituindo o chamado cronotipo das pessoas. O cronotipo não se modifica apenas com a adoção de modifica-

ções de nossos hábitos. Indivíduos matutinos não se “acostumam” com hábitos vespertinos e vice-versa. Mais recentemente, surgiram alguns genes candidatos a influenciar o cronotipo em seres humanos, reforçando a idéia da herdabilidade dessa característica. Já se sabe que esses genes influenciam a expressão dos ritmos biológicos em animais, e mutações nesses genes estão relacionadas a distúrbios de sono em humanos. Evidentemente essas correlações não autorizam a suposição de determinação direta das preferências matutino-vespertinas pela nossa carga genética; o mais provável é que nossas opções resultem de tendências herdadas que são de algum modo esculpidas pelas nossas experiências de vida.

Estudos realizados em unidades de isolamento, nas quais é possível a manipulação dos ciclos ambientais, identificaram importantes diferenças entre matutinos e vespertinos. Um dos protocolos experimentais utilizados é a imposição de um ciclo claro-escuro de 28 horas, bastante diferente das 24 horas habituais. Nesta situação, apesar do sujeito que está isolado dormir e acordar em horários regulares, a cada 28 horas, o sistema de temporização não consegue acompanhar o ciclo imposto, ou seja, o novo ciclo não atua como sincronizador. Assim, alguns de seus ritmos biológicos entram em livre-curso, expressando

Crédito: Cedido pelos autores.

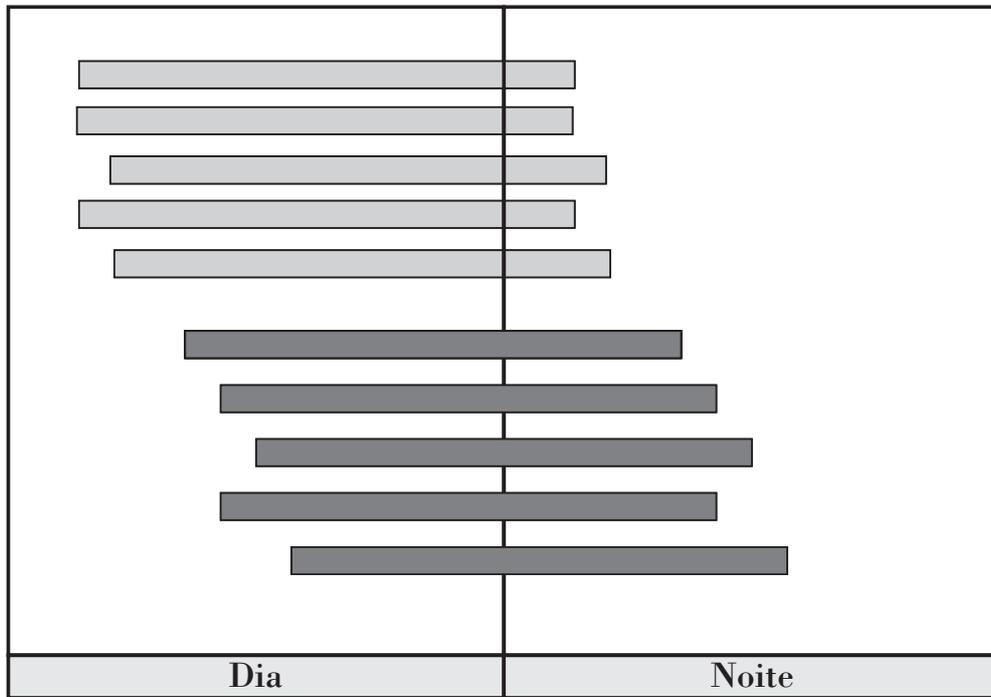


Figura 5: Representação do padrão temporal da vigília de indivíduos matutino (azul) e vespertino (cinza).

o que é conhecido como seu período endógeno. Por meio da medida dos ritmos da temperatura corporal ou de hormônios como a melatonina ou o cortisol, é possível a obtenção do valor desse período endógeno. Os resultados indicam que, nessa situação, o período endógeno na espécie humana varia de 23,7 a 24,5 horas.

Uma constatação interessante é a associação entre o cronotipo e o período endógeno. Matutinos apresentam menores períodos endógenos quando comparados aos vespertinos. De maneira simplificada poderíamos dizer que pessoas com o período endógeno menor do que 24 horas teriam uma tendência à matutividade enquanto aquelas que possuem o período endógeno maior do que 24 horas tenderiam à vespertividade.

Voltando à idéia da herdabilidade, especula-se de que maneira os genes estariam relacionados ao cronotipo. Menores períodos endógenos significam sistemas de temporização que ciclam mais rapidamente, ou seja, completam um ciclo em menos tempo. Ritmos circadianos estão presentes na maioria das células do organismo. Estes ritmos representam complexas interações entre genes, RNA e proteínas. Maiores ou menores quantidades de RNA e/ou proteínas podem alterar a velocidade das reações e modificar o ciclo.

Devido ao cronotipo, a imposição de um horário de trabalho ou escolar único afeta de maneira distinta as pessoas. Para algumas pessoas, o horário acerta “em cheio” as preferências individuais e tende a ser bem assimilado. Para outras pessoas, o ajuste necessário exige um enorme esforço do organismo, sendo que, muitas vezes, a adaptação não é possível. Não precisamos ir longe para constatar que nossa organização social privilegia os indivíduos matutinos, que, conseqüentemente, são considerados mais trabalhadores e menos preguiçosos. Isso obviamente não passa de um preconceito e esperamos que nossos leitores contribuam para o esclarecimento dessas questões.

A expressão do cronotipo modifica-se durante o desenvolvimento: na adolescência, ficamos menos matutinos e na velhice voltamos a ficar mais matutinos. Crianças marcadamente vespertinas tornam-se mais vespertinas durante a adolescência e um pouco menos vespertinas quando idosas.

8 | Jovens e seus avós juntos em uma festa: uma boa idéia?

REUNIÃO FAMILIAR. O ADOLESCENTE, ÀS VÉSPE-
ras de completar 16 anos, convenceu os
pais a liberar a casa para uma festa, com
algumas condições. Os pais queriam con-
tar com a presença dos tios e avós. Por-
tanto, a festa deveria começar mais cedo,
para respeitar o horário de sono dos mais
velhos. O filho argumentava que não tinha
nada a ver festa antes das 22 h. Result-
tado: após a negociação, foram realizadas
duas festas. Uma com início às 22 h e um
almoço para a família na semana seguin-
te. Intransigência do adolescente? Pode
ser, mas os adolescentes têm argumentos
a seu favor.

Durante essa fase da vida, ocorre o chamado atraso de fase dos ritmos biológicos, ou seja, os horários de dormir e acordar passam a ocorrer mais tardiamente. Acreditava-se, até 1990, que o atraso de fase ocorreria única e exclusivamente em consequência de mudanças comportamentais, e que a adoção de limites mais rígidos de horários seria capaz de evitar o atraso de fase e possibilitar aos adolescentes uma boa noite de sono antes das aulas no período matutino. Atualmente, sabe-se que o atraso, além de sofrer influências do contexto social, tem uma determinação “biológica”, possivelmente relacionada às mudanças hormonais observadas nessa fase da vida. As influências do meio aparecem, por exemplo, em estudos realizados em populações rurais brasileiras, algumas delas sem energia elétrica em suas residências, conseqüentemente não utilizam TV, computadores e internet, mostram que estes adolescentes não apresentam horários de dormir tão tardios quanto aqueles observados em adolescentes urbanos. O resultado é que eles dormem mais e apresentam menor sonolência durante as aulas da manhã.

As mudanças hormonais que ocorrem durante a adolescência tornam o organismo mais suscetível a atrasos de seus ritmos. Por este motivo, o modo de vida das sociedades urbanas exacerba o atraso de fase que tende a

ocorrer sob influência hormonal. E este comportamento proporciona um atraso cada vez maior, explicado pelo funcionamento do sistema de temporização. Toda vez que acordamos mais tarde reduzimos o tempo de exposição à luz nas primeiras horas do dia. É esta exposição à luz que sinaliza ao sistema de temporização que os ritmos devem ser adiantados. Por outro lado, a exposição à luz na primeira metade da noite, sinaliza o contrário, ou seja, que os ritmos devem ser atrasados. Os atrasos e avanços do sistema devem estar equilibrados, para que os nossos ritmos estabeleçam uma relação estável com os ciclos ambientais. Voltando à situação do adolescente, permanecer na cama até o meio-dia reduz drasticamente os estímulos que provocam o adiantamento. Este desequilíbrio leva a uma tendência cada vez maior de atraso dos ritmos. É o que observamos nas férias. Muitos adolescentes acordam ao entardecer e vão dormir quando amanhece. Neste caso, na volta às aulas, é necessário que os ritmos avancem dez ou 12 horas. A mudança não é imediata e o ajuste pode levar semanas para ocorrer.

No caso do idoso, o movimento ocorre na direção contrária, gerando um adiantamento dos ritmos e um “afastamento” temporal entre as duas faixas etárias. Quem sabe se na próxima vez o adolescente programa um café da

manhã para o final da festa e convida seus avós para participarem...

Uma pergunta para tentarmos responder mais adiante: se os adolescentes, durante o seu desenvolvimento puberal, apresentam um atraso de fase nos seus ritmos biológicos, por que grande parte das escolas adiantam o horário de início das aulas na 5^a série e/ou no Ensino Médio?

9 | Quantidade ou qualidade de sono?

ATÉ POR VOLTA DA METADE DO SÉCULO PASSADO acreditava-se que o sono era um processo passivo, algo semelhante ao “desligamento” temporário do cérebro. O registro da atividade elétrica cerebral (EEG) durante o sono registrava um padrão bastante diferente daquele observado durante a vigília. Durante o sono, surgiam ondas mais lentas, de maior amplitude, que eram interpretadas como resultado da menor atividade cerebral.

Em 1953, Nataniel Kleitman, o mesmo pesquisador que havia se enfiado em uma caverna para estudar o seu ciclo

vigília-sono, descreveu um outro estágio de sono. Observando os movimentos oculares do filho adormecido de 8 anos de um de seus alunos, Kleitman identificou dois momentos durante o sono. Um momento sem a ocorrência de movimentos oculares e outro com a ocorrência deles. A este último Kleitman denominou sono REM (Rapid Eye Movement),³ também conhecido como sono paradoxal. As ondas do EEG durante o sono REM eram muito semelhantes àsquelas observadas durante a vigília, mais rápidas e de menor amplitude. Quando acordadas durante o sono REM, as pessoas, na maioria das vezes, relatavam que estavam sonhando.

A partir dos trabalhos de Kleitman, passou-se a identificar dois estágios muito distintos de sono: o sono de ondas lentas ou NREM e o sono REM ou paradoxal. Esses estágios alternam-se durante a noite, formando ciclos com duração aproximada de 90 minutos. Ao final de uma noite, completamos quatro a seis ciclos de sono, sendo que nos últimos ciclos aumenta a duração de sono paradoxal, ou seja, sonhamos mais no terço final da noite. Por outro lado, indivíduos acordados em outras fases do sono também relatam atividade mental, o que significa que mantemos essas atividades ao longo de todo o episódio de sono. O que muda é o nosso grau

de percepção dessas atividades, como se elas se expressassem em diferentes níveis de consciência. Apesar do uso generalizado das siglas REM e NREM, a denominação “sono paradoxal” e “sono de ondas lentas” nos parece bem mais adequada, seja porque nem sempre coincidem movimentos oculares rápidos com o padrão do EEG que lembra a vigília, seja porque os fenômenos que acompanham essa fase são de fato paradoxais, como é o caso da atenuação-abolição de reflexos envolvendo ritmo cardíaco e a respiração.

A parte mais profunda do sono de ondas lentas é chamada sono delta. Um sono reparador é aquele que apresenta maiores quantidades de sono delta e paradoxal. Como o próprio nome diz, a fase paradoxal apresenta peculiaridades no mínimo curiosas: apesar da intensa movimentação dos olhos, outros músculos estão em um baixíssimo estado de atividade (estado conhecido como hipotonia da musculatura esquelética), podem ocorrer variações bruscas (para mais ou para menos) na frequência dos batimentos cardíacos e da respiração, a pressão sanguínea também oscila e em geral é bem mais difícil acordar uma pessoa nessa fase do sono.

Diversos fatores podem dificultar a entrada nos estágios de sono delta e paradoxal, tornando o sono mais

superficial e menos reparador. Ambientes novos ou com muita estimulação, situações de estresse (véspera de provas, saldo bancário negativo etc.) e o uso de álcool são alguns destes fatores.

Durante o desenvolvimento, ocorrem mudanças na chamada arquitetura do sono. Pessoas idosas têm, em geral, maior dificuldade em manter o sono delta, apresentando sono mais superficial e com maior número de despertares. Esta maior superficialidade do sono dos idosos é ilustrada de forma anedótica por pesquisadores da Harvard Medical School, nos Estados Unidos, que realizaram um dos primeiros estudos de privação de sono em idosos. Os sujeitos do experimento deveriam passar uma noite em claro em laboratório, supervisionados por técnicos, em geral jovens, para que fosse avaliado o efeito de uma noite sem dormir sobre a sua sonolência diurna e desempenho. Havia, nesse estudo, uma preocupação redobrada em relação à saúde dos participantes por parte do comitê de ética. Certa manhã, membros do comitê compareceram ao laboratório para conversar com um voluntário idoso que passara a noite em claro e perguntaram como ele estava se sentindo. O idoso respondeu que estava se sentindo muito bem, mas um pouco frustrado, pois havia feito de tudo para manter os técnicos acordados, sem su-

cesso... A lição que podemos extrair desse episódio é a de que o sono nos idosos é mais superficial, ou seja, é mais fácil de ser interrompido ou evitado como ocorreu na historinha que relatamos. Esta característica pode ser observada nos hipnogramas da figura 6. A superficialização da fase do sono é acompanhada muitas vezes por vigília interrompida por cochilos mais ou menos frequentes, bem como diminuição da amplitude de diversos ritmos circadianos (por exemplo, a secreção da melatonina).

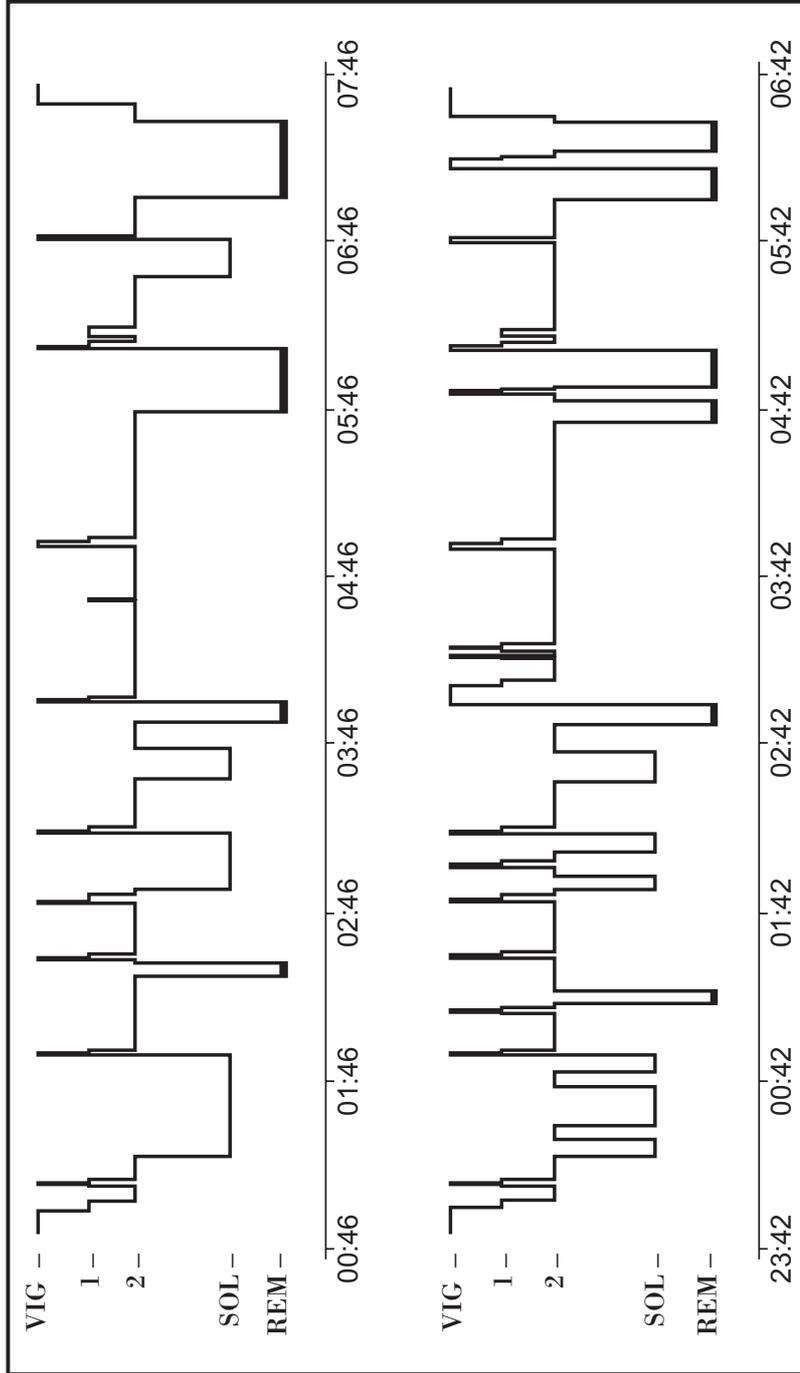


Figura 6: Hipnogramas de um jovem (16 anos) no painel superior, e de um idoso (72 anos) no painel inferior, nos quais estão representadas as diferentes fase de uma noite de sono sob registro eletroencefalográfico. Legenda: VIG = Vigília | 1 e 2 = estágios superficiais do sono | SOL = sono de ondas lentas | REM = Sono paradoxal.

II

Sobre relojoeiros e neurônios

1 | Quantos osciladores? Fica à escolha do freguês...

A DEMONSTRAÇÃO DO CARÁTER ENDÓGENO DA RITMICIDADE biológica deu origem à idéia da possível existência de estruturas marcadoras de tempo (osciladores) em nosso organismo. Esta analogia foi bastante útil para a consolidação da cronobiologia e para a difusão dos seus conceitos. Entretanto, o conhecimento atual do sistema de temporização nos permite afirmar que o seu funcionamento difere tanto daquilo que nós chamamos de relógio, que estamos convidando nossos leitores a repensar a utilização dessa expressão. Por que mudar uma expressão hoje tão difundida? Por um motivo importante: o termo “relógio”

nos leva a pensar em uma única estrutura capaz de gerar sinais temporais para todas as partes do corpo e não é esse o resultado de muitos experimentos na atualidade, que nos levam a entender melhor esse funcionamento como resultado da interação entre diversas estruturas, conforme veremos mais adiante. Daí nossa sugestão de substituir a expressão “relógios biológicos” por “sistemas de temporização”. Em alguns contextos, o termo “relógio” vem sendo substituído por “oscilador”.

A busca dos mecanismos envolvidos nesses sistemas nos mamíferos teve início há aproximadamente 50 anos. Não demorou muito para que o alvo dos estudos fosse o cérebro e particularmente o hipotálamo, região sabidamente envolvida com o controle de diversas funções orgânicas, como, por exemplo, o controle da temperatura corporal, o apetite e a sede. Estudos com lesões em ratos mostraram que o suposto relógio biológico estaria localizado em dois pequenos aglomerados de aproximadamente 10 mil neurônios localizados logo acima do quiasma óptico^G, por esse motivo chamados de núcleos supraquiasmáticos (NSQs). A seguir, foi demonstrada a conexão estabelecida entre os neurônios dos NSQs e a retina, o que possibilita a recepção dos sinais dos ciclos ambientais, ao menos do ciclo claro-escuro.

A partir destas informações, foi construído um modelo de sistema de temporização que envolve os componentes básicos presentes em outros modelos de funcionamento do sistema nervoso: um receptor (a retina), um integrador (os núcleos supraquiasmáticos) e os efetores ou executores (a glândula pineal, por exemplo). A analogia do sistema com um relógio persistiu e os efetores passaram a ser chamados de “ponteiros” do relógio, enquanto as engrenagens do “relógio” estariam presentes nos neurônios dos núcleos supraquiasmáticos. Os NSQs, influenciados pela retina, gerariam sinais circadianos que seriam transmitidos para todo o organismo, por meio de vias neurais e hormonais. As diversas vias de transmissão da ritmicidade têm sido mapeadas, envolvendo diversos núcleos hipotalâmicos e a glândula hipófise.

A pergunta seguinte está relacionada aos mecanismos das engrenagens do relógio, ou como são acionados os osciladores. Que características especiais possuiriam esses neurônios dos NSQs para que fossem capazes de funcionar como um oscilador? Como era de se esperar, experimentos com fatias isoladas do cérebro e com neurônios mantidos em cultura mostraram que os mesmos são capazes de gerar ritmos, expressos no padrão de disparos, ou seja, na frequência de impulsos nervosos que eles emi-

tem. Existe um ritmo circadiano no padrão temporal de potenciais, mesmo quando um único neurônio é registrado, embora a ritmicidade circadiana mais robusta seja aquela produzida pelo conjunto (rede) de neurônios. Neurônios dos NSQs isolados em meios de cultura apresentam ritmos circadianos individualizados mas fora de fase, ou seja, apesar de individualmente regulares os ritmos não coincidem no tempo, o que provavelmente se explica pelo fato desses neurônios mantidos em cultura terem suas interconexões perdidas. Há que se levar em consideração também o fato de que existem dois núcleos supraquiasmáticos (um de cada lado) e que há interações entre eles que por sua vez acabam configurando o padrão temporal que irá influenciar outras estruturas como a glândula pineal.

A pergunta sobre a origem da ritmicidade em cada neurônio persistiu e começou a ser respondida há aproximadamente 20 anos, quando técnicas de biologia molecular permitiram a descrição dos padrões de expressão de genes envolvidos no controle da ritmicidade circadiana. Desta forma, o quebra-cabeça dos mecanismos do relógio molecular começou a ser montado.

Entretanto, sabemos que a grande maioria das células do organismo apresenta os mesmos genes que controlam o relógio molecular dos neurônios dos NSQs. E esses genes

estão ativos no fígado, nos rins e em muitos outros tecidos estudados. E para surpresa de muitos, todas estas células apresentam padrões rítmicos semelhantes àqueles observados nos neurônios dos NSQs. A primeira consequência desta demonstração é que somos obrigados a admitir a existência de osciladores centrais, presentes no sistema nervoso central, e osciladores periféricos, encontrados fora do sistema nervoso. Mais uma vez emerge com clareza a conclusão de que o que nos é dado observar, os ritmos biológicos são na verdade a expressão da integração entre esses conjuntos de osciladores.

A consequência destes estudos é que podemos, no limite, dizer que todas as células do organismo funcionam como osciladores, possuindo a capacidade de gerar ritmos endógenos. O que diferenciaria os NSQs das demais células seria sua capacidade de sofrer influência do ciclo claro/escuro, a partir de sua conexão com a retina. Desta forma, os NSQs permitiriam a sincronização dos ritmos endógenos aos ciclos ambientais e transmitiria a informação ao organismo, para que todas as células “andem com o mesmo passo”. Ainda nessa discussão, é importante relatar o esforço de um significativo grupo de pesquisadores que propõe a existência de um outro oscilador ou conjunto de osciladores, o chamado FEO.

2 | O liga-desliga do ciclo vigília-sono:

**um pouco mais complicado
que um interruptor**

ATUALMENTE HÁ UM CONHECIMENTO RAZOÁVEL dos mecanismos neurais relacionados ao controle da vigília e do sono. Em outras palavras, já existem descrições que nos permitem compreender as mudanças que ocorrem no nosso cérebro para que sintamos sono e passemos horas seguidas dormindo durante a noite.

Há muitas décadas sabemos que o cérebro não é simplesmente “desligado” durante o sono. O que ocorre é que diferentes regiões cerebrais são ativadas nos diferentes estados de consciência: a vigília, o sono de ondas lentas e o sono paradoxal. É impor-

tante lembrar que a vigília apresenta fases distintas, às vezes estamos bem despertos e “ligados” no ambiente, outras vezes nos perdemos em devaneios e nosso contato com o ambiente se torna mais tênue. O sono também tem suas fases, pois dormimos sonos mais superficiais e sonos mais profundos, conforme veremos adiante.

A identificação das áreas envolvidas nesse controle teve início há quase um século. O barão Constantin von Economo, um neurologista austríaco, examinou pacientes que apresentavam encefalite letárgica, uma inflamação no cérebro que produzia intensa letargia nos pacientes. A maioria deles dormia mais do que 20 horas diárias, acordando apenas para se alimentar. Economo analisou o cérebro destes pacientes após a morte. Apesar de não saber, na época, que a doença era causada por um vírus, identificou lesões no tronco encefálico — região do encéfalo mais próxima do pescoço — em todos os pacientes. Economo propôs que esta região formaria um sistema ativador que manteria o cérebro acordado.

Trabalhos posteriores mostraram que Economo estava certo. Para permanecermos acordados, os neurônios corticais têm que estar ativos. Esta ativação é resultado da influência que estes neurônios recebem de diversas áreas cerebrais. Neurônios localizados em áreas do tron-

co encefálico e mais acima, onde está localizado o hipotálamo, têm um papel fundamental nessa ativação. Os seus axônios estabelecem conexões com os neurônios corticais. Mais recentemente, foram descritos outros grupos de neurônios do tronco encefálico que estão mais ativos durante o sono paradoxal.

Em resumo, os estados de consciência, sono ou vigília, dependem do estado dos neurônios corticais que, por sua vez, dependem da atividade de neurônios de outras áreas cerebrais. Este controle é temporizado pela influência que estas áreas recebem de neurônios do hipotálamo, onde estão localizados os núcleos supraquiasmáticos. Os neurônios dos NSQs comunicam-se, de maneira indireta, com praticamente todas as áreas do tronco encefálico envolvidas com o controle da vigília e do sono.

Diariamente, passamos 15, 16 ou até 17 horas acordados. Não é um grande desafio acordar às 8 h da manhã e permanecer acordados até às 11 h da noite. A experiência de fazer o mesmo durante a noite não é semelhante. Permanecer acordado durante toda a noite pode ser uma tarefa bastante difícil. Uma explicação para este fato poderia ser simplesmente que somos espécies diurnas, portanto sentimos sono durante a noite.

Quanto mais tempo permanecemos acordados, mais sono sentimos. É como se o organismo estivesse acumulando alguma substância que seria retirada durante o sono. Uma candidata é a adenosina. Entretanto, a idéia de um processo puramente cumulativo não explica as flutuações da propensão ao sono que ocorrem durante o dia. Muitas vezes, acordamos com sono e demoramos a engrenar, devido à chamada inércia do sono. No final da manhã estamos mais atentos, após o meio-dia podemos sentir maior sonolência, e no final da tarde estamos, em geral, mais atentos do que estávamos logo após o despertar. Estas flutuações mostram a influência de nosso sistema de temporização sobre a tendência a dormir. Ela acompanha a curva da temperatura corporal. Quando a temperatura corporal está subindo, a sonolência diminui, quando a temperatura cai, a sonolência aumenta.

O “interruptor” que é acionado para dormirmos é algo mais complexo do que um simples “liga-desliga”. O processo acumulativo descrito anteriormente é conhecido como S, enquanto que a tendência a adormecer que flutua ao longo do dia é chamada de processo C. É possível representarmos as curvas relativas aos dois processos. Ao fazermos isso, observamos que o sono ocorre em um momento no qual os dois processos favorecem o sono. Em outras palavras, adormecemos quando estamos há várias horas sem

dormir e quando a nossa temperatura começa a cair após o seu pico, que ocorre, em geral, no final da tarde. Alguns autores argumentam que a interação entre os dois processos é fundamental para garantir um nível mínimo de vigília durante o dia e para consolidar o sono noturno. Além disso, o sono dormido quando a temperatura corporal está baixando tende a ser sentido como sono de melhor qualidade — de fato, as distintas fases do sono ocorrem de forma mais organizada quando dormimos ao longo da queda de temperatura corporal. O inverso também é verdadeiro, pois o sono é prejudicado em sua qualidade quando dormimos em um momento no qual a temperatura corporal tende a se elevar. A figura 7a apresenta as interações entre os dois processos e os sincronizadores ambientais.

O “interruptor” que desencadeia o sono é formado por vários componentes, que já estão sendo identificados em nosso cérebro. Várias regiões do hipotálamo participam deste mecanismo. Alguns distúrbios de sono, como a narcolepsia, caracterizada pela sonolência diurna excessiva, é causada pela deficiência na produção de um neurotransmissor chamado de hipocretina (também conhecida como orexina), produzida por neurônios hipotalâmicos. A figura 7b mostra algumas funções que são influenciadas pelos núcleos supraquiasmáticos.

Crédito: Imagens cedidas pelos autores.

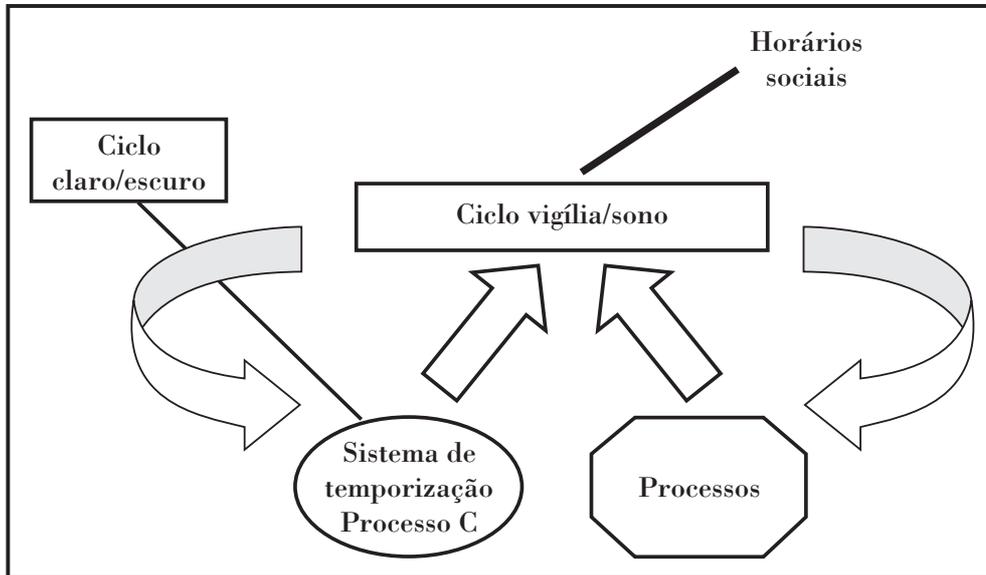


Figura 7a: O ciclo vigília/sono é influenciado por dois processos, o C e o S.

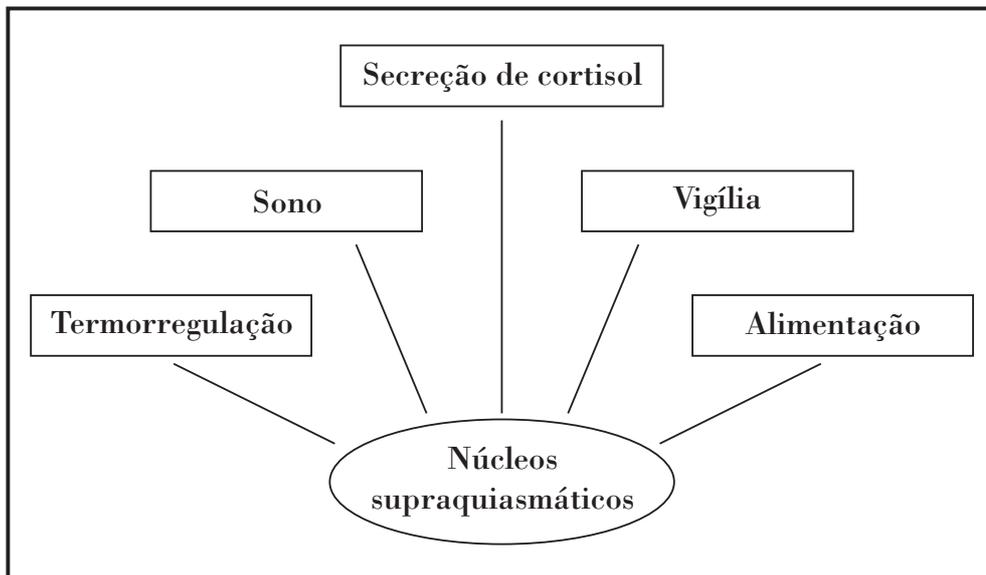


Figura 7b. Os núcleos supraquiasmáticos, por meio de suas conexões com os sistemas nervoso e endócrino, participa da organização temporal das diversas funções do organismo.

III

Ritmos biológicos e organização escolar

1

Ladrões de sono na escola

UM PESQUISADOR CANADENSE, STANLEY COREN, querendo verificar se algumas horas de sono são realmente dispensáveis, resolveu testar essa hipótese consigo mesmo. Decidiu que cortaria meia hora diária de sono a cada semana. Quando, após algumas semanas, estava dormindo cinco horas diárias, resolveu desistir da experiência, pois ela estava afetando sua vida profissional e pessoal. Esquecia compromissos, perdia documentos importantes, estava mais irritado. Ele descreve essa experiência em seu livro *Ladrões de Sono*, termo que utilizou para identificar as diferentes

causas da privação de sono na sociedade contemporânea. Da mesma forma, podemos e devemos identificar os ladrões de sono de crianças e adolescentes em idade escolar.

Da população em idade escolar, os ladrões de sono afetam mais diretamente os adolescentes. Como sabemos, a entrada na puberdade desencadeia inúmeras mudanças no organismo e no comportamento dos adolescentes. Uma das mudanças observadas é o atraso nos horários de dormir e acordar. Entretanto, os horários escolares não acompanham esse atraso. Muito pelo contrário, em várias escolas, quando o aluno atinge a 5ª série do Ensino Fundamental ou a 1ª série do Ensino Médio, ele passa a ingressar mais cedo na escola. Os horários escolares caminham na contramão das modificações orgânicas do adolescente. Poderíamos, portanto, falar em dois principais ladrões de sono dos adolescentes: o atraso de fase e os horários escolares matutinos. Mais recentemente, estudos comparativos dos padrões do ciclo vigília-sono de adolescentes que vivem em diferentes contextos socioculturais mostraram que avanços tecnológicos, como a presença de energia elétrica na residência e a utilização de eletrodomésticos como a televisão e o computador (sobretudo pelas oportunidades abertas com a internet) são capazes de atrasar ainda mais os horários de dormir. O organismo do adolescente,

particularmente daquele que vive em áreas urbanas, está diante de mais um ladrão de sono, que poderia ser concretizado na figura do ambiente urbano. O entendimento que temos atualmente desses estímulos passa necessariamente pelo aumento da exposição à luz em horários nos quais estaríamos no escuro e pelos estímulos obviamente sociais presentes nos programas de televisão e na internet.

A análise do problema e suas possíveis soluções passam pela compreensão do desafio temporal apresentado ao adolescente. Diante da demanda de acordar cedo, deve dormir mais cedo para totalizar as horas diárias de sono. Esse adiantamento do horário de dormir, que poderia parecer uma simples questão de limite, disciplina e mudança de hábito é também (e talvez principalmente) um desafio ao seu sistema de temporização. A resposta a esse desafio nem sempre é a mesma. As dificuldades enfrentadas podem variar muito e gerar inúmeros prejuízos acadêmicos e sociais. Se por um lado debitar todos os problemas na conta das “más companhias” ou “maus hábitos” que exigem medidas disciplinares se constitui em equívoco evidente, por outro, culpabilizar o sistema nervoso tampouco resolve o problema. Não se trata de uma oposição entre os fatores biológicos e sociais, o mais provável é que estejamos diante de uma interação entre

esses fatores que acaba se somando e gerando problemas. Os fatores biológicos, que tendem a atuar a médio e longo prazos, tendem a ser mais silenciosos ou menos evidentes; já os fatores sociais estão nas manchetes dos nossos cotidianos.

2 | Prejuízos causados pelos ladrões de sono

A SONOLÊNCIA É A CONSEQÜÊNCIA MAIS DIRETA da privação de sono. Na criança e no adolescente, manifesta-se na dificuldade em levantar no horário para a escola e no sono durante as aulas. Em muitas situações, contribui para a geração de conflitos com pais e professores e para diminuição da auto-estima. A sonolência também está associada à tendência a breves lapsos mentais (microepisódios de sono), o que aumenta enormemente o risco de acidentes de trânsito em jovens motoristas.

A sonolência é mais evidente em situações de baixa estimulação, na sala de

aula, durante a leitura, escrita e atividades repetitivas. Atividades mais estimulantes podem mascarar níveis moderados de sonolência. Por esse motivo, adolescentes podem permanecer até tarde acordados em situações de lazer e adormecer lendo um livro durante o dia. A sonolência possui um efeito sinérgico com o álcool, o que deve ser motivo de preocupação redobrada em jovens motoristas.

Sensação de fadiga é outro sintoma da privação de sono e inclui mudanças na motivação, principalmente para o início de atividades com objetivos abstratos ou de longo prazo. Além disso, provoca a diminuição da persistência para atividades em andamento. A fadiga é menos observada em situações nas quais há maior envolvimento e desafios. Atividades tediosas sem a iminência de recompensa ou que exigem uma seqüência complexa de passos são as mais afetadas pela fadiga. Essas atividades envolvem as chamadas áreas corticais pré-frontais, mais sensíveis à privação de sono.

A privação de sono tem um efeito negativo sobre o controle do humor e o comportamento. Irritabilidade, mau humor e baixa tolerância à frustração são sintomas freqüentes de privação de sono em adolescentes. Em algumas situações, podem aumentar a impulsividade e a sensação de tristeza.

Alguns autores descrevem efeitos bidirecionais entre problemas comportamentais e privação de sono. A privação de sono pode ter um efeito negativo sobre o humor e o comportamento, o que leva a dificuldades comportamentais que desencadeiam novos problemas de sono. Alguns autores relacionam esta espiral à evasão escolar e a problemas psiquiátricos. Diante de uma situação frustrante, um adolescente privado de sono torna-se mais facilmente bravo ou agressivo. As primeiras mudanças emocionais sugerem uma redução na habilidade de controlar, inibir ou modificar respostas emocionais que as tornem mais adequadas aos objetivos estabelecidos, às regras sociais ou a princípios aprendidos. Esforços deste tipo também envolvem a atividade do córtex pré-frontal. Alguns estudos sugerem que essa inabilidade de controlar respostas emocionais pode influenciar o comportamento agressivo, o comportamento sexual, o uso de álcool e outras drogas.

A privação de sono também provoca mudanças na atenção e no desempenho. A privação de sono está associada a lapsos de atenção durante atividades simples. Pode ainda mimetizar ou exacerbar sintomas de hiperatividade que incluem desatenção, impulsividade e dificuldade no controle das respostas emocionais. Aumentos de atividade podem configurar a expressão mais evidente

de privação de sono em crianças pequenas: a chamada “hiperatividade” associada a deficiências de atenção, fato que nos ajuda a compreender a preocupação crescente com esse tipo de distúrbio na infância.

Finalmente, há crescentes evidências de que a privação de sono tem importante influência no desempenho de atividades complexas. Tarefas que requerem criatividade são particularmente afetadas. No caso de atividades mais complexas, onde fatores como contexto e motivação exercem grande influência, fica difícil identificar claramente um padrão oscilatório regular, pois a variabilidade inerente à própria natureza da atividade “mascara” a ritmicidade subjacente.

3 | Cenas da escola: hora de dormir, hora de estudar

UM PAI PROCURA UMA ESCOLA QUE OFEREÇA PERÍODO INTEGRAL.

Cena 1: após o almoço, visita a primeira escola. Caminha pelos corredores juntamente com a orientadora. Ao passar pela sala do minimaternal, alguns alunos, deitados em colchonetes, dormem tranquilamente. Um sorriso de satisfação surge no rosto do pai e da orientadora. Prosseguem o passeio e passam pela sala da 8ª série, durante a aula de geografia. Dois alunos, sentados na fileira próxima à parede, dormem com a cabeça apoiada na carteira. A orientadora, ao perceber que o pai notara

a cena, enrubesce. Desfere um olhar de reprovação para a professora, que se desloca em direção aos dois alunos para acordá-los.

Cena 2: no dia seguinte, o pai visita outra escola. Pergunta à orientadora onde as crianças dormiam após o almoço. A resposta é que elas não dormiam, que as atividades eram motivadoras e as crianças rapidamente acostumavam-se ao novo esquema e perdiam o sono. Afinal, continuou a orientadora, a escola não estava sendo paga para que o filho dormisse e sim para que participasse de atividades pedagógicas.

Cena 3: Terceira escola, também visitada após o almoço. Ao passar diante da sala da 8ª série juntamente com a orientadora, observa que a maior parte dos alunos está deitada em colchonetes, dormindo. Um outro grupo conversa calmamente com o professor. A orientadora explica que a escola optou por adotar a sesta porque muitos alunos, ao permanecerem o dia todo na escola, ficavam muito sonolentos. Após a introdução da sesta, os alunos ficaram muito mais produtivos no restante da tarde.

As cenas anteriores refletem três maneiras distintas de lidar com a sesta na escola. Talvez consequência de diferentes visões da ontogênese da ritmicidade biológica, ou o que nos parece mais provável, desconhecimento dessa dimensão da realidade “temporal” de nossos organismos.

4 | A aula “dobradinha” e a flutuação da atenção

PERGUNTE A QUALQUER PROFESSOR SE É FÁCIL manter a atenção de um aluno por mais de uma hora seguida e a resposta será unânime: é quase impossível. Este é um dos argumentos contrários ao aumento da duração das aulas implementado por algumas escolas e que justifica a aversão de muitos professores à chamada “dobradinha”, duas aulas seguidas do mesmo professor com a mesma turma. Se a “dobradinha” é ideal para o desenvolvimento de atividades mais longas, como a exibição de vídeos, a leitura de textos ou trabalhos em grupo, ela expõe com maior clareza uma

outra característica de nosso sistema de temporização: a existência de ciclos internos na própria vigília.

Há algumas décadas, um pesquisador norte-americano (o mesmo Kleitman citado anteriormente) sugeriu que os ciclos observados durante o sono, que têm a duração aproximada de 90 minutos, se expressariam também durante a vigília, formando o que chamou de ciclo básico de atividade repouso (BRAC — Basic Rest Activity Cycle). Em média, a cada 90 minutos teríamos um ciclo completo, com um pico e um vale de atenção. Caso a motivação seja maior, os picos e os vales apresentam valores mais elevados (caso em que dificilmente ocorrem cochilos durante a aula). Caso a motivação seja menor, a flutuação ocorre em torno de valores mais baixos (ou seja, aumenta a probabilidade de cochilos). Em situações de aulas mais curtas, com troca de professores, mudança de espaço ou ainda a presença de pequenos intervalos, há uma maior quantidade de estímulos, elevando o patamar de flutuação. Em situações mais monótonas, o BRAC atinge valores que facilitam a desatenção e aumentam a sonolência. O problema é que os alunos não têm o seu BRAC sincronizado e constantemente identificamos alunos que necessitam elevar seu nível de flutuação.

Quando pensamos sobre as oscilações da nossa atenção, humor e desempenho ao longo do dia, descobrimos que em um livro editado em 1971, Colquhoun publicou uma revisão sobre variações circadianas na eficiência mental, da qual constam diversos resultados evidenciando paralelismo entre as curvas de temperatura corporal e desempenho. Nessa mesma obra há um capítulo escrito por M F Blake sobre variações circadianas do humor. Alguns anos depois, em 1976, Horne e Östberg publicaram a primeira evidência das diferenças entre matutinos e vespertinos. Essas contribuições estiveram por assim dizer “adormecidas” por duas décadas e mais recentemente vem sendo resgatadas, sobretudo porque agora se identificam melhor os processos que geram essas oscilações no nosso desempenho.

5

Alunos em jejum na escola?

IMAGINEMOS UMA ESCOLA HIPOTÉTICA QUE IMPEÇA os seus alunos de se alimentar durante sua permanência na escola. Estaria fadada a perder todos, tamanha a insensatez da medida. E uma escola que os impeça de adormecer em suas salas de aula? Estaria agindo de acordo com o que se espera de uma escola, certo? Mas, se devemos comer quando sentimos fome, não deveríamos dormir quando sentimos sono?

À primeira vista, a comparação pode soar absurda. Mesmo porque ainda não sabemos exatamente para que serve o sono. Entretanto, conhecemos as consequên-

cias de sua privação. A privação total de sono mata um animal em aproximadamente o mesmo tempo que a privação total de comida. A privação parcial de sono pode ter conseqüências sérias à saúde, assim como uma alimentação inadequada. Por esse motivo, se a preocupação da escola com os hábitos alimentares dos alunos, com a qualidade de sua cantina e com o incentivo ao consumo de alimentos mais saudáveis é plenamente justificada, deveríamos pensar da mesma forma em relação aos hábitos de sono dos alunos. Essa preocupação deveria, portanto, estar presente na proposta pedagógica das escolas.

Poderíamos levantar duas razões pelas quais a preocupação com os hábitos de sono ainda não faz parte da cultura da maioria das escolas. A primeira delas é que a neurociência do sono é uma área nova. Muitos conhecimentos só agora começaram a ser incorporados à prática médica, com o surgimento de especialistas em sono e a criação de laboratórios de sono, onde podemos passar a noite para investigar possíveis distúrbios de sono. Vivemos por assim dizer no “Império dos Preconceitos” nessa área, com conseqüências no mínimo desastrosas como as pechas de dorminhoco, agitado, vagabundo etc.

Um outro motivo estaria relacionado ao fato do sono, ao contrário dos alimentos, não ser um produto. Não exis-

te sono paradoxal em latas ou sono delta *light*, que podem ser escolhidos nas prateleiras dos supermercados. Por esse motivo, não há o bombardeio semelhante ao que recebemos da indústria alimentícia para que escolhamos alimentos mais nutritivos, saborosos e saudáveis. Por outro lado, esse fato traz uma grande vantagem. Desenvolver hábitos de sono mais saudáveis não custa nada.

6 | Como lidar com os ladrões de sono

Algumas recomendações

A REDUÇÃO DA SONOLÊNCIA EXCESSIVA DIURNA envolve mudanças em diferentes dimensões da vida do aluno. Além daquelas já descritas, que envolvem modificações na proposta pedagógica da escola, é fundamental que a orientação esteja atenta à identificação de problemas pontuais, para que possa auxiliar os alunos a enfrentar os desafios temporais discutidos anteriormente. No caso da identificação de alunos com sinais de privação de sono, é interessante que seja feita uma avaliação mais detalhada de seus hábitos de sono, por meio de registro do diário de sono por 23 dias

consecutivos, começando em um sábado e acabando em uma segunda-feira. Além disso, é importante que pais e alunos possam receber algumas orientações básicas. A simples manutenção dos diários já se constitui em estímulo aos alunos para prestarem atenção aos seus hábitos de sono. Uma discussão bem-informada com os professores permite trazer bom senso sobre um tema carregado de preconceitos e juízos de valor infundados. Veja no quadro a seguir um exemplo de diário de sono.

Espera-se que as atividades desenvolvidas junto aos alunos possam auxiliá-los a desenvolver hábitos de sono mais saudáveis, conhecer as conseqüências da privação de sono e os efeitos das drogas psicotrópicas sobre o ciclo vigília-sono.

Os pais, com a participação da escola, devem obter informações sobre mudanças físicas e comportamentais que ocorrem durante o desenvolvimento, incluindo as necessidades de sono.

DIÁRIO DE SONO

Data: __/__/__

Dia da semana: __/__/__

- A que horas você foi deitar ontem? _____
- A que horas você acha que pegou no sono? _____
- Você lembra de ter acordado e dormido de novo?

() não

() sim

Quantas vezes? ____vez(es) Não lembro ()

- A que horas você acordou hoje? _____

- Como você acordou?

() alguém me chamou

() espontaneamente (sozinho)

() com o despertador

- Você dormiu a sesta ou cochilou durante o dia de ontem?

() não

() sim

Quantas vezes? ____vez(es)

De que horas a que horas?

Das ____às ____h

Das ____às ____h

- Avaliação do Sono

Como você dormiu?

() dormiu muito bem

() dormiu bem

() dormiu razoavelmente bem

() dormiu mal

() dormiu muito mal

7 | Alguém aprende dormindo?

NA DÉCADA DE 1980 SURGIRAM MÉTODOS QUASE milagrosos que se propunham a ensinar línguas estrangeiras durante o sono. Nada mais tentador do que aprender dormindo. Infelizmente, esses métodos não funcionam, mas nem por isso devemos desprezar o papel do sono no aprendizado.

De todas as hipóteses sobre as funções do sono, uma que tem ganhado força nos últimos anos é a importância do sono para a consolidação do aprendizado. Inicialmente, acreditava-se que o sono paradoxal seria a fase crucial para este processo. Estudos recentes mostram que o sono del-

ta (ondas lentas) também possui igual importância. Essas hipóteses são reforçadas pela demonstração de aumento da síntese de proteínas em áreas do cérebro, como o hipocampo, que sabidamente participam do processo de formação da memória.

Tudo indica que passar uma noite em claro é a última coisa que devemos fazer se não quisermos esquecer o que aprendemos durante o dia. Em outras palavras, uma noite mal dormida, além de alterar a nossa capacidade de aprender no dia seguinte, também afeta a consolidação do que aprendemos no dia anterior. Em lugar de aprender dormindo, talvez a frase mais correta, e que tem sido utilizada pelos pesquisadores da área, seja dormir para aprender.

8 | Quem pode dormir na escola

QUE BEBÊS DEVEM DORMIR DURANTE SUA PERMANÊNCIA na creche ou berçário, ninguém discute. Quando a criança passa a integrar turmas de Educação Infantil, a partir dos 15 ou 18 meses, as escolas começam a diferir em seus procedimentos. Poucos estudos controlados sobre os efeitos da sesta em crianças na Educação Infantil foram realizados. Os resultados, entretanto, já nos permitem elaborar recomendações. Algumas crianças continuam dormindo a sesta até os 6 ou 7 anos. Em certos casos, a privação provoca irritabilidade, desatenção e hiperatividade. Por

esse motivo, a escola deve organizar-se para oferecer a oportunidade da sesta por pelo menos uma hora (preferivelmente no início da tarde). Durante este “intervalo” haverá crianças dormindo e outras acordadas. Uma sugestão é que sejam organizados dois espaços: uma sala de sono e outra de atividades diversificadas. Relataremos a seguir duas observações realizadas pelo nosso grupo de pesquisa na década de 1990, ambas diretamente planejadas para responder à questão da necessidade de cochilos em crianças.

A primeira observação surgiu a partir de uma conferência sobre o sono de crianças, organizada pela Secretaria de Educação Municipal de São Paulo para dirigentes de creches. Um dos questionamentos surgidos ao longo dos debates foi sobre os três turnos de atendimento às crianças então vigentes: 7-11 h, 11-15 h e 15-19 h. Ao comentar o turno intermediário, o conferencista afirmou que muito provavelmente as crianças cochilavam, o que suscitou muitas dúvidas e gerou a proposta de um levantamento amplo em várias creches da cidade. O resultado confirmou o que tem sido observado em vários países, uma parte (pelo menos um terço) das crianças entre 3 e 6 anos cochilam nesse horário. Esse resultado expõe um dilema dos professores que revela a dificuldade de lidar

com esse fenômeno na sala de aula — proibimos o cochilo ou deixamos dormir? Se proibirmos, provocaremos irritação e agitação na sala, se deixarmos como fica a programação de atividades? Certamente a resposta não é simples, mas o que não deve persistir é a atitude de ignorá-lo.

A segunda observação foi mais controlada, quase um experimento, e que surgiu quando fomos procurados por dirigentes de uma escola de São Paulo, o Centro Educacional Brandão, que atende crianças em período integral, preocupados com possíveis efeitos de privação de sono em alunos da pré-escola na faixa de 4 a 6 anos. A escola, além de ministrar ensino fundamental, atende crianças em idade pré-escolar (0 a 6 anos), divididas em dois grupos, 0 a 3 e 4 a 6 anos. O primeiro grupo podia dormir mas, nessa época, os cochilos do segundo grupo não eram permitidos. As conversas geraram um estudo sobre a sesta no ambiente daquela escola. O estudo consistiu em observações do comportamento na sala de atividades e registros de horários de sono em dois semestres consecutivos do ano de 1999. No primeiro semestre as crianças não dormiam a sesta, como vinha acontecendo na rotina da escola; no segundo semestre foi introduzida a possibilidade (e não a obrigatoriedade) de um cochilo de pouco menos de uma hora após o almoço. Dois resultados desse

estudo merecem registro: a introdução do cochilo não modificou os hábitos de sono noturno das crianças e o desempenho nas atividades escolares melhorou, segundo os depoimentos das professoras envolvidas. A partir desses resultados, devidamente comunicados e debatidos com os pais, a escola adotou a possibilidade de cochilo no início da tarde, mantendo essa prática até hoje.

A partir dos 6 ou sete 7 a sesta torna-se menos frequente, e os efeitos de sua privação são menos intensos. Com o aumento das exigências acadêmicas, torna-se mais difícil a escola administrar um horário da sesta no início do Ensino Fundamental, principalmente para as turmas de crianças que não permanecem o dia todo na escola. No caso de crianças em período integral, a existência de uma sala de sono pode ser mantida a alunos do Ensino Fundamental, para atender aqueles estudantes que ainda apresentam a necessidade da sesta.

Independente da ocorrência da sesta, o fato é que o início da tarde é um momento de redução da atenção, aumento da sonolência, mesmo na ausência do efeito da alimentação. Refeições mais pesadas exacerbam esses comportamentos. Por esse motivo, atividades nas quais se pretenda obter um desempenho máximo como, por exemplo, uma avaliação, devem ser evitadas nesses horários.

9 | Quem começa mais cedo

TUDO PAI SABE QUE A PROBABILIDADE DE SEREM despertados pelo filho em um domingo às 6 h da manhã diminui à medida em que ele fica mais velho. Esse fato nos informa que crianças mais novas teriam menor dificuldade para acordar mais cedo. De acordo com essa constatação, alunos mais novos deveriam ir mais cedo para a escola. Mas não é isso o que ocorre na maioria das escolas. Ou seja, a Educação Infantil inicia suas aulas um pouco mais tarde do que o Ensino Fundamental, que por sua vez inicia suas aulas mais tarde do que o Ensino Médio.

No caso do Ensino Médio, diversos fatores contribuem para a antecipação do horário de início das aulas. Um deles é a maior carga horária, que gera seis ou até sete aulas diárias. Nesse caso, mais uma vez é utilizada a matemática que o nosso sistema de temporização desconhece. Como muitos alunos têm outras atividades durante a tarde, as aulas têm um horário limite para terminar, entre 12 e 13 h. Faz-se então a conta do horário em que as aulas devem começar para caberem na manhã. Com essa matemática, algumas escolas chegam a iniciar suas aulas às 6h45m. Não é necessário fazermos muitas contas para concluirmos que esse horário penaliza os alunos, especialmente os mais vespertinos, gerando atrasos e sonolência durante as aulas, com repercussão no desempenho escolar e aumento nos conflitos familiares causados pela briga diária dos pais para que o filho consiga cumprir os horários estabelecidos pela escola. Os conflitos familiares ocorrem nas duas “pontas” do sono, os filhos adolescentes são mandados para a cama à noite e retirados dela pela manhã, nem sempre em ambiente cordial.

A adoção de horários de início das aulas mais flexíveis, com turmas que começam e terminam mais cedo e outras com início e término das aulas mais tardio, nos parece a melhor solução. Em tempos de revolução nas re-

lações de trabalho, com a adoção de jornadas flexíveis em setores de produção e serviços, a escola deve também enfrentar esse desafio. Novos espaços têm sido criados, ampliando o conceito de sala de aula e dando novo sentido ao aprendizado. Essas novas concepções também exigem a adoção de um novo tempo. Que seja mais flexível, que respeite as características temporais de cada aluno, ou que, no mínimo, evite privações de sono para a maioria. Vários argumentos sustentam essa proposta de flexibilização dos horários escolares, desde aqueles mais evidentes, ligados ao processo de aprendizagem e memória, até os mais sutis como o papel da escola como espaço despido de preconceitos para reconhecimento das necessidades do corpo. Por outro lado, na nossa experiência, a resistência às propostas de mudança de horários articula-se a partir de conveniências individuais de pais e professores. Relataremos no capítulo seguinte um episódio que a nosso ver sustenta essa visão.

10 | Andando na contramão

UM MOMENTO QUE MERECE ATENÇÃO É O DAS transições, principalmente a da 4^a para a 5^a série e a da 8^a série do Ensino Fundamental à 1^a série do Ensino Médio. Além do desafio de enfrentar novas disciplinas e professores, muitas vezes acompanhadas de aumento das exigências acadêmicas, há o desafio temporal. Enquanto a puberdade atrasa a expressão da ritmicidade biológica, nessas situações os alunos têm de adiantar os ritmos, como se estivessem andando na contramão, contrariando a tendência característica dessa etapa do desenvolvimento. No caso da entrada para a 5^a série, em muitas escolas essa transição é ainda mais brusca. Significa a passa-

gem do turno vespertino, na 4^a série, para o turno matutino, na 5^a série.

A Universidade de São Paulo mantém uma escola onde são ministrados os níveis fundamental e médio de ensino, é a Escola de Aplicação gerida pela Faculdade de Educação da USP. Ali, como em outras escolas, o ensino fundamental é dividido em dois ciclos, da 1^a à 4^a séries e da 5^a à 8^a séries. O primeiro ciclo tem aulas no período da tarde e o segundo pela manhã, o que implica uma mudança de horários de atividade escolar no sentido oposto ao que vem sendo demonstrado para adolescentes e pré-adolescentes — como expusemos antes, nessa faixa etária, os jovens tendem a adotar hábitos mais vespertinos.

No final da década de 1980 propusemos à direção da Escola de Aplicação estudos dos hábitos de sono desses alunos ao longo da transição tarde-manhã, da 4^a para a 5^a série. A hipótese de um desses estudos, que gerou uma dissertação de mestrado,⁴ era de que a mudança de hábitos de sono estaria vinculada ao desenvolvimento da puberdade, ou seja, a tendência a dormir e acordar em horários mais tardios dependeria, pelo menos em parte, da maturação hormonal que acompanha a puberdade. Para testar essa hipótese acompanhamos uma população de estudantes da 4^a série quando estudavam à tarde e depois quando cur-

savam a 5^a série, pela manhã. Observamos seus hábitos de sono e índices de desenvolvimento puberal (características sexuais secundárias) e percebemos que aqueles jovens que atrasavam seus hábitos de sono eram aqueles nos quais os sinais da puberdade se faziam presentes. Além desse resultado, de interesse acadêmico, mostramos que ao transitar da tarde para a manhã, havia prejuízo do sono evidente no que diz respeito à duração, com perda de cerca de uma hora de sono.⁵ A escola impunha assim uma privação de sono ao estabelecer a transição no sentido tarde-manhã nessa etapa do desenvolvimento dos estudantes.

Após essa demonstração, a direção da Escola de Aplicação implantou a inversão dos horários, com o projeto de trocar completamente os horários, com os pequenos (1^a à 4^a séries) estudando pela manhã e os maiores (5^a série em diante) passando para a tarde. Do ponto de vista da duração do sono o resultado da inversão foi bem claro, a privação de sono dos alunos da 5^a (agora à tarde) desapareceu. A mudança dos horários teve, entretanto, vida curta, pois com a mudança da direção da escola e a pressão sobretudo dos professores da escola em função de interesses pessoais, o processo foi abortado e a escola voltou ao esquema anterior. Esse relato ilustra a dificuldade de mudar hábitos no ambiente escolar, mesmo quando se somam evidências de

que esses hábitos carecem de fundamentação, ou, o que nos parece mais complicado, fundamentam-se em conveniências pessoais aliadas a preconceitos (se o aluno dorme nas primeiras aulas é por falta de disciplina em casa etc.).

Em geral, a existência de dois turnos escolares, o matutino e o vespertino, ocorre em função da necessidade de um maior aproveitamento do espaço, pois não seria possível acomodar todos os alunos matriculados em apenas um período.

Muitas escolas privadas, em decorrência do aumento de vagas ociosas, fruto da crise econômica pela qual o nosso País tem passado, têm optado por concentrar a maior parte de seus alunos no turno matutino. Pelo que foi apresentado até aqui, essa opção merece ser repensada.

Um argumento bastante utilizado para a preferência pelo turno matutino é o fato de ele “render mais”. “À tarde sobra mais tempo para fazer outras coisas”, argumentam os alunos. Não deixa de ser uma verdade, pois, a partir de alguns de nossos estudos, poderíamos dizer que os alunos que estudam à tarde, acordam, em média duas horas mais tarde do que aqueles que estudam pela manhã. Ou seja, o tempo que “sobra” são as duas horas que o aluno acordou mais cedo, já que os alunos que estudam à tarde não conseguem antecipar em duas horas seus horários de dormir por

razões já discutidas anteriormente. Como consequência, observa-se, nos alunos do turno matutino, uma redução na duração do sono nos dias letivos e uma extensão dessa duração nos fins de semana. É como se o sono fosse transformado em uma sanfona, comprimido durante os dias de aula e expandido nos finais de semana. Essa irregularidade dos horários de sono é um dos fatores que aumenta a sonolência diurna observada nesses alunos.

Escola e família devem avaliar o custo-benefício da “troca” que está sendo feita, entre o sono e as outras atividades. Não há dúvida que no caso de alunos vespertinos e grande dormidores, aulas no turno vespertino seriam mais produtivas, mesmo que causassem a sensação de que o dia ficou mais curto.

Estudo realizado com alunos da Escola de Aplicação da Universidade de São Paulo mostrou que há uma perda de aproximadamente uma hora de sono nesses alunos após a transição do horário da tarde para o horário da manhã. Como a redução da duração média de sono não é uma tendência ontogenética, isso significa que esses alunos estarão privados de sono. Alguns alunos conseguem ajustar seus ritmos após algumas semanas, adiantando seus horários de dormir e acordar. Outros alunos, com maiores tendências à vespertinidade, poderão sofrer os efeitos durante meses, pois nessa

idade o desenvolvimento puberal exacerba o atraso de fase já descrito anteriormente.

No caso da transição da 8^a série do Ensino Fundamental para a 1^a série do Ensino Médio, o que ocorre, em geral, é o adiantamento do horário de início das aulas. Estudos realizados em escolas norte-americanas mostraram que um adiantamento de 45 minutos no horário de início das aulas já é suficiente para acentuar a privação de sono nos adolescentes e afetar o desempenho escolar dos alunos.

Cabe à escola analisar as possibilidades de minimizar os efeitos das transições, por meio de mudanças nos horários escolares. Uma das alternativas aparentemente mais simples, como a manutenção dos alunos do Ensino Fundamental no turno vespertino, enfrenta resistências. Inicialmente, por parte dos próprios alunos, que vêem a mudança para o turno matutino como uma espécie de emancipação, pois passam a conviver com os alunos mais velhos. Pais e professores, por diversos motivos, também mostram-se, em sua maioria, contrários a mudanças desse tipo, pois afetam de maneira profunda a sua rotina.

11 | Volta às aulas

A VOLTA ÀS AULAS É UM MOMENTO CRÍTICO. DURANTE as férias, livres das balizas temporais impostas pelos horários escolares, os alunos expressam de maneira mais livre a sua ritmicidade. Atrasam os seus ritmos, em alguns casos quase “trocando o dia pela noite”, no depoimento dos pais. A adaptação aos horários pode levar até algumas semanas. Medidas que previnem essa dificuldade de adaptação são de difícil implementação. Uma alternativa seria a adoção gradual de horários de dormir e acordar mais precoces duas semanas antes do início das aulas.

A escola, durante a primeira semana de aula, poderia procurar aumentar

a exposição dos alunos à luz, principalmente nas primeiras aulas da manhã, com o desenvolvimento de atividades ao ar livre. É sempre bom lembrar que o custo de ignorar esse problema implica em conviver com alunos desatentos, às vezes agitados, quando não profundamente adormecidos na sala de aula.

12 | Mudanças na organização temporal da escola: a experiência norte-americana

EM 1999, FOI PUBLICADO UM RELATO DETALHADO da mudança no horário de início das atividades escolares em escolas do Estado de Minnesota, nos EUA, ocorrida dois anos antes. Esse relato descreve o impacto do atraso no início das aulas em 70 minutos, das 7h15m para as 8h40m. Essa mudança foi acompanhada pelo Centro de Pesquisa Aplicada e Desenvolvimento Educacional da Universidade de Minnesota. Os pesquisadores constataram que a mudança do horário escolar provoca uma reação emocional semelhante àquela provocada pelo suposto fechamento da escola.

Essa constatação mostra que uma mudança aparentemente simples pode gerar desdobramentos profundos, afetando os mais variados membros da comunidade.

Ainda segundo o relato, se os dirigentes das escolas tivessem focado a atenção na logística da mudança, dificilmente as alterações teriam ocorrido. O foco da discussão foi deslocado para a necessidade de sono dos adolescentes. Foi colocada a primeira questão: os dados disponíveis sobre privação de sono nos adolescentes são suficientes e relevantes para justificar a mudança?

Com a primeira questão respondida, foram formuladas as questões seguintes: o que esperamos ganhar e perder com a mudança?

Foram formadas várias comissões com representantes da comunidade para debater a questão, e prevaleceu o interesse dos adolescentes.

Os professores ficaram divididos em relação ao apoio à mudança. Aqueles desfavoráveis relataram principalmente o impacto negativo da mudança sobre sua vida pessoal gerado pelo atraso em uma hora no término das atividades. Já os professores favoráveis referiam-se aos alunos, que passaram a participar mais ativamente das atividades nas primeiras aulas do dia.

Atualmente estão sendo realizados estudos para avaliar os efeitos da mudança sobre o comportamento e o desempenho escolar desses adolescentes. Esses resultados poderiam dar indícios de qual seria o atraso mínimo necessário de início das aulas para que se obtenham os efeitos desejados.

O relatório do estudo faz questão de frisar que este é um tema aparentemente simples, mas que apresenta dimensões políticas delicadas, não havendo uma solução única que atenda a todas escolas.

13 | Avaliação da sonolência e do desempenho

É MAIS FÁCIL IDENTIFICAR UM ALUNO SONOLENTO pelo seu comportamento do que definir sonolência. Sonolência poderia ser definida como um estado de transição entre a vigília e o sono ou como uma sensação subjetiva de necessidade de sono.

No ambiente escolar, a avaliação da sonolência pode ser feita de duas formas. A primeira, por meio da observação de alguns comportamentos que seriam correlatos da sonolência. O bocejo, o espreguiçar e o coçar os olhos são exemplos desses comportamentos. Uma outra forma de avaliação da sonolência é a aplicação de escalas e ques-

tionários. Algumas escalas simulam uma régua, com valores de 0 a 10, e o aluno é convidado a quantificar sua sonolência em diferentes momentos do dia. A sistematização dos resultados das observações e das escalas permite uma comparação entre situações distintas, como, por exemplo, antes e depois de uma mudança na organização temporal implementada pela escola.

Uma outra alternativa é o uso de testes do desempenho psicomotor como, por exemplo, os teste de tempo de reação, que têm se mostrado bons correlatos da sonolência. O teste de tempo de reação mais utilizado é denominado “Teste de Vigilância Psicomotora” (PVT). Existe uma versão do teste que pode ser instalada em computadores de mão e utilizada em situações de sala de aula. Durante o teste, o aluno deve apertar uma determinada tecla do computador toda vez que surgir um círculo na tela. O estímulo aparece dezenas de vezes, em intervalos irregulares, tornando o teste monótono, situação ideal para que a sonolência se manifeste de maneira mais evidente. Em estudos realizados pelo Laboratório de cronobiologia da Universidade Federal do Paraná, temos utilizado o teste PVT para avaliar o efeito de intervenções como programas de Educação sobre o Sono e exposição à luz natural nas primeiras horas da

manhã. Uma versão brasileira de testes de vigiância está sendo desenvolvida pelo Grupo Multidisciplinar de Desenvolvimento e Ritmos Biológicos da USP. Essa versão, compatível com computadores de mão, inclui de testes de tempo de reação, medida da estimativa de tempo e avaliação de estados subjetivos (por exemplo, sonolência) por meio da escala analógico-visual.

14 | Temas da cronobiologia nos parâmetros curriculares

O DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES RELACIONADAS ao assunto pode utilizar como ponto de partida trechos extraídos dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais, divulgados pelo então Ministério da Educação e do Desporto, em 1997:

“O aspecto rítmico das funções do corpo humano pode ser abordado em conexão com o mesmo aspecto observado para os demais seres vivos, evidenciando-se o aspecto da natureza biológica do ser humano. Algumas funções rítmicas interes-

santes e facilmente observáveis são a floração e a frutificação de plantas ao longo do ano, o estado de sono e vigília no ser humano e nos demais animais, a menstruação nas mulheres, o cio entre os animais etc. Pode-se ainda estabelecer relações entre os ritmos fisiológicos e os geofísicos, como o dia e a noite e as estações do ano. Os ritmos fisiológicos estão ajustados aos geofísicos, embora sejam independentes. Por exemplo: o ciclo sono-vigília está ajustado ao ciclo dia-noite (movimento da Terra em torno de seu eixo). Se isolarmos uma pessoa dentro de uma caverna onde o ciclo dia-noite inexista, ela continuará tendo períodos de sono e períodos de vigília, mas o tamanho de cada um desses períodos se modificará.”

“Assim considerado — um sistema, fruto das interações entre suas partes e com o meio —, pode-se compreender que o corpo humano apresenta um equilíbrio dinâmico: passa de um estado a outro, volta ao estado inicial, e assim por diante. A temperatura e a pressão variam ao longo do dia, todos os dias. O mesmo ocorre com a atividade cerebral, a cardíaca, o estado de consciência etc. O nível de açúcar no sangue, por exemplo, varia ao longo do

dia, conforme os horários da alimentação. Transpira-se mais ou menos, urina-se mais ou menos, conforme a temperatura ambiental e conforme as atividades realizadas. Em outras palavras, o corpo apresenta funções rítmicas, isto é, que se repetem com determinados intervalos de tempo. Esses ritmos apresentam um padrão comum para a espécie humana, mas apresentam variações individuais. E esta é outra idéia extremamente importante a ser considerada no trabalho com os alunos: o corpo humano apresenta um padrão estrutural e funcional comum, que o identifica como espécie; mas cada corpo é único, o que o identifica como individualidade. Se há necessidades básicas gerais, há também necessidades individuais.”

“O ritmo cíclico do dia e noite organiza muitos dos ritmos biológicos de plantas e animais. Observar hábitos de animais diurnos e noturnos, procurar informações sobre o comportamento de plantas e outros animais no claro e no escuro e ainda relacionar essas informações com a organização diária das atividades pessoais e sociais é uma forma de contribuir para a tomada de consciência do aluno

sobre a conexão entre os corpos celestes e os ritmos de vida na Terra, um tema a ser desenvolvido junto com Vida e Ambiente.”

Evidentemente, a incorporação desses conteúdos nos currículos não pode ser feita na forma de imposição, até pela simples razão de que o corpo docente não recebeu a formação adequada sobre esses temas. Impõe-se, portanto, a necessidade de incluirmos noções de cronobiologia nos programas de licenciatura em ciências. Por outro e não menos importante lado, está posta a necessidade de observarmos nossos filhos e alunos com olhares mais informados e menos preconceituosos.

RELACIONAREMOS, A SEGUIR, SUGESTÕES DE ATIVIDADES que, obviamente, devem ser adaptadas à proposta pedagógica de cada escola:

- Observação do comportamento de animais em zoológicos. Alguns zoológicos organizam visitas noturnas para observação de animais com hábitos noturnos.
- Observação do comportamento de animais domésticos: cães, gatos, hamsters.
- Os alunos poderiam organizar informações sobre horários nos quais os animais estão mais ativos e menos ativos. A partir dessas informações seria discutido o conceito de animais diurnos e noturnos, incluindo a espécie humana.

- Os alunos poderiam fazer uma descrição do comportamento de um animal, incluindo um ser humano, durante o sono: sua posição, se ele se movimenta, se emite sons.
- Os alunos, em visita a uma feira livre ou supermercado, poderiam identificar a variedade de frutas da época, relacionando o comportamento reprodutivo dos vegetais às estações do ano. Poderiam obter informações semelhantes em relação aos animais, identificando diferentes tipos de estratégias reprodutivas.
- Os alunos poderiam obter informações sobre duração e padrões (monofásico x polifásico) de sono nos animais, identificando as diferenças.
- Por meio de entrevistas com parentes e amigos, poderiam construir um cenário da ontogênese do ciclo vigília-sono, identificando diferenças ontogenéticas e individuais.
- Dentro das discussões sobre mudanças físicas e psicológicas que acompanham a puberdade, devem ser incluídas as alterações do ciclo vigília-sono, particularmente o atraso de fase.
- Alunos do Ensino Médio podem buscar informações sobre distúrbios de sono, suas causas e tratamentos. Esta atividade pode incluir a visita a um laboratório de sono.

Notas

1. Esses osciladores têm sido chamados de “relógios biológicos”, expressão que leva a supor a existência de engrenagens no cérebro — hoje sabemos que os osciladores estão organizados em redes mais propriamente denominadas “sistemas de temporização”.
2. Para uma medida mais adequada das oscilações da temperatura corporal sugerimos medir a temperatura oral, menos sensível a variações da temperatura ambiente — a prática generalizada em nosso país de verificar a presença de febre medindo a temperatura da axila não é a melhor alternativa.
3. Também conhecido como sono paradoxal.
4. Dissertação de Mestrado de Miriam Mendonça Morato de Andrade, do Grupo Multidisciplinar de Desenvolvimento e

Ritmos Biológicos de Instituto de Ciência Biomédicas da Universidade de São Paulo, 1992.

5. Dissertação de Mestrado de Luciana Mello, do Grupo Multidisciplinar de Desenvolvimento e Ritmos Biológicos de Instituto de Ciência Biomédicas da Universidade de São Paulo, 1999. Nessa época, outros pesquisadores nos Estados Unidos e Europa chegavam aos mesmos resultados, mostrando privação de sono em adolescentes que têm de acordar cedo para as aulas, lembrando que nesses países o ensino tende a ser em período integral.

Glossário

alcalose | elevação do PH, e o contrário da acidose.

fotofase | fase de claro de um ciclo claro/escuro (dia/noite); dia.

gaussiana | uma distribuição gaussiana é representada pela conhecida “curva normal”, em forma de sino.

hipotálamo | região cerebral situada abaixo do tálamo.

quiasma óptico | estrutura por onde passam os nervos óticos “a caminho” do cérebro.

ritmos circadianos | ritmos com período de (24 ± 4) h.

tálamo | região do interior do cérebro que transfere as informações visuais da retina para o córtex cerebral.

Sugestões para leitura

Livros e revistas

COREN, S. *Ladrões de sono*. São Paulo: Cultura, 1996.

COLQUHOUN, W.P. *Biological Rhythms and Human Performance*. Londres: Academic Press 1971.

FISCHER, F. M.; Moreno, C. R.; Rotenberg, L. *Trabalho em turnos e noturno na sociedade 24 horas*. Rio de Janeiro: Atheneu, 2003.

GOLOMBEK, D. *Cronobiologia humana*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes Ediciones, 2002.

HORNE, J. E e ÖSTBERG, O A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *International Journal of Chronobiology*, 4:97-110, 1976.

HERCULANO-HOUZEL, S. *O cérebro nosso de cada dia*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2002.

- KLEITMAN, N. *Sleep and wakefulness*. Chicago: University of Chicago Press, 1963.
- LAVIE, P. *The Enchanted World of Sleep*. Yale: University Press, New Haven, 1996.
- MARQUES, N; MENNA-BARRETO, L. *Cronobiologia — Princípios e Aplicações*, São Paulo: EDUSP, 3ª edição, 2003.
- MENNA-BARRETO, L. Relógio biológico — prazo de validade esgotado? *Neurociências*, Rio de Janeiro: v.2, n. 4, 190-193, 2005.

Internet

- Grupo Multidisciplinar de Desenvolvimento e Ritmos Biológicos (GMDRB):
<www.crono.icb.usp.br>
- Instituto do Sono — UNIFESP:
<www.sono.org.br>
- Biological Clockworks:
<<http://www.hhmi.org/biointeractive/museum>>
- Neuroscience for kids:
<<http://faculty.washington.edu/chudler/neurok.html>>
- National Sleep Foundation:
<www.sleepfoundation.org>

Sobre os autores

Fernando Mazzilli Louzada é mestre e doutor em Neurociências e Comportamento pelo Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo (USP) e pós-doutor pela Harvard Medical School, EUA. Durante quinze anos atuou como professor de Ciências e Biologia e coordenador pedagógico de escolas particulares de São Paulo. Atualmente é professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Luiz Menna-Barreto é biomédico pela USP em Ribeirão Preto, mestre e doutor em Ciências (sistema nervoso e comportamento), professor da mesma universidade desde 1980, atualmente na Escola de Artes, Ciências e Humanidades (USP Leste). Interessado nas relações en-

tre o sistema nervoso e o comportamento, acabou dirigindo suas pesquisas para a área dos ritmos biológicos humanos nos anos 1980. Tem pesquisado aspectos do ciclo vigília-sono, motivado tanto pela área fascinante e pouco explorada como pelo fato de ter pegado no sono dirigindo uma moto — ingênuo, supunha que o sono podia ser manipulado à vontade...

Este livro foi produzido no Rio de Janeiro
pela *vieira & lent* casa editorial, no inverno de 2007.
Composto em Bodoni Book corpo 11.5/16.5
sobre papel off-set 75g/m². Impresso pela Sermograf.