

CRONOBIOLOGIA E INCLUSÃO EDUCACIONAL DE PESSOAS CEGAS: DO BIOLÓGICO AO SOCIAL

CHRONOBIOLOGY AND EDUCATIONAL INCLUSION OF PERSONS WITH BLINDNESS: FROM THE BIOLOGICAL TO THE SOCIAL

Camila Fabiana Rossi SQUARCINI¹
Andrea Maculano ESTEVES²

RESUMO: estudos sobre inclusão educacional têm apontado alguns caminhos para garantir a inserção da pessoa com deficiência no espaço regular de ensino. Entretanto, pouco se tem falado a respeito das implicações do ritmo circadiano na inclusão da pessoa totalmente cega nesse espaço. Assim, o presente artigo teve como objetivo descrever como o ritmo circadiano pode influenciar na inclusão educacional do aluno com deficiência visual. A partir da revisão literária foram apresentadas as ideias fundamentais a respeito da cronobiologia, ciência que estuda a capacidade dos seres vivos em expressar de forma recorrente e periódica o seu comportamento e a sua fisiologia. Uma de suas expressões tem uma duração próxima há 24 horas, conhecido como ritmo circadiano. Esse ritmo é regido pelo relógio biológico que é controlado pela luz. Entretanto, na ausência da luz, caso de pessoas totalmente cegas, quem passa a reger os ritmos circadianos é apenas o relógio biológico. Nessa condição, conhecida como livre-curso, as pessoas totalmente cegas podem apresentar uma queda no desempenho acadêmico de tempos em tempos por causa da sonolência excessiva durante as horas de estudo, além de distúrbio no humor, no alerta e na atenção. Neste contexto, se faz necessário a divulgação desse conhecimento para que sejam reconhecidas as condições de déficit de atenção, irritabilidade, isolamento social e/ou sonolência excessiva durante o dia, oriundas do livre-curso a fim de respeitar a individualidade dos alunos totalmente cegos e garantir o acesso à inclusão educacional em sua completude.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Especial. Inclusão Educacional. Compreensão do Corpo.

ABSTRACT: Studies of educational inclusion have indicated pathways meant to ensure the inclusion of people with disabilities within regular schools. Nevertheless, little has been mentioned about the implications of circadian rhythm regarding the inclusion of totally blind students in school. This article aims to describe how the circadian rhythm might influence educational inclusion of students with visual impairments. Based on a review of the literature, we present the main concepts of chronobiology—the science that studies the ability of living organisms to express their behavior and physiology recurrently over time. One of these expressions—known as the circadian rhythm—lasts for a period of 24 hours. This rhythm is regulated by a person's biological clock which is in turn regulated by daylight. However, in the absence of light, which is the case for those who are totally blind, it is up to the biological clock to regulate circadian rhythms. In this condition, known as free course, people who are totally blind may present reduced academic performance from time to time due to excessive drowsiness during study hours, not to speak of mood disturbances, lack of alertness and attention. Given such a context, this information should be divulged in order for conditions of attention deficit disorder, irritability, social isolation and/or drowsiness during daytime resulting from free course to be recognized, so as to respect the individual needs of students who are totally blind, ensuring them full access to educational inclusion.

KEYWORDS: Special Education. Educational Inclusion. Understanding the Body.

1 INTRODUÇÃO

A Educação é um fenômeno humano fundamental para que o Homem garanta a sua existência a partir da transformação da natureza. Assim, é ela a responsável pela assimilação da “produção de idéias, conceitos, valores, símbolos, hábitos, atitudes, habilidades” (SAVIANI, 2003) e ainda de garantir o desenvolvimento da produção do saber da natureza e da cultura. A partir da identificação dos elementos culturais e também da descoberta de novas formas para facilitar a identificação desses elementos, a Educação passa a ser uma exigência.

¹ Professora Mestre do Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Extensão em Cuidados à Saúde da Família em Convivibilidade com Doenças Crônico-Degenerativas, Departamento de Saúde, Universidade Estadual do Sudoeste, da Bahia, Jequié, Bahia, Brasil. csquarcini@gmail.com

² Professora Doutora do Curso de Ciências do Esporte da Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, São Paulo, Brasil. andrea.esteves@fca.unicamp.br

Entretanto, no que diz respeito à pessoa com deficiência, a Educação constitui uma questão crucial no Brasil e no mundo, tendo sido objeto de inúmeros debates e reflexões.

A polêmica da Educação para este grupo social perpassa principalmente pela exclusão social. Silva (1987) relatou que a ideia de exclusão traçada pela sociedade se dá na medida em que a característica do ser humano destoa negativamente do limite, ou média, imposto como tolerável. Dessa maneira, cria-se uma dificuldade no posicionamento social das pessoas com deficiência, de seus familiares e de grupos aos quais se relacionam. Entretanto, Amaral (1998) aponta que a anormalidade deve ser encarada não mais como uma patologia e sim como uma forma da diversidade do homem.

Por um caráter de formação, a Educação para este grupo social ganha espaço na sociedade quando as Instituições e Entidades que atendem esta população deixam de ter como objetivo o assistencialismo e a terapêutica e passam a preparar e avaliar a pessoa com deficiência para conviver em sociedade. Este é, então, denominado por Aranha (2000) como sendo o Paradigma dos Serviços em que o termo integração passa a ganhar destaque. A autora aponta ainda que após este período emerge o Paradigma de Suporte, no qual neste momento histórico se destacou a terminologia inclusão. Assim, a inclusão que pode ser entendida como sendo o processo bilateral entre a pessoa excluída e a sociedade tem como característica a participação de ambos para garantir o acesso imediato e contínuo da pessoa excluída no espaço comum, independente do grau de comprometimento (SASSAKI, 1997; ARANHA, 2000).

Nesse sentido, sua visibilidade se dá na medida em que os fundamentos técnico-científicos apontam para os benefícios que a convivência com a diversidade pode trazer nos alunos, nos professores e na comunidade (STAINBACK; STAINBACK, 1999; ARANHA, 2000).

Entretanto, ainda hoje este é um tema que desafia a comunidade, principalmente na escola, apresentando diversos questionamentos, dentre os quais: estaria o professor preparado para receber no Ensino Regular o aluno com deficiência, em especial, o aluno com deficiência visual?

Nesse sentido o presente artigo tem a pretensão de focar especificamente como o ritmo circadiano pode de alguma maneira contribuir para a inclusão educacional do aluno com deficiência visual. Assim, o objetivo do estudo é apresentar como a cronobiologia pode influenciar na inclusão educacional do aluno com deficiência visual.

Para tanto, é necessário dissertar a respeito das ideias fundamentais a respeito da cronobiologia para que seus conhecimentos sejam utilizados como um elo para a inclusão.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 CRONOBIOLOGIA – ENTENDENDO O RELÓGIO BIOLÓGICO

A Cronobiologia é a ciência que estuda a organização temporal dos seres vivos, em outras palavras, é a ciência que estuda a capacidade dos seres vivos em expressar de forma recorrente e periódica o seu comportamento e a sua fisiologia. A esta organização temporal dá-se o nome de ritmo biológico (ARAUJO; MARQUES, 2002; MARQUES; MENNA-BARRETO, 2003).

Nós seres humanos, por exemplo, expressamos diversos ritmos biológicos, como o ciclo sono-vigília. Neste, ficamos acordados durante o dia e dormimos a noite em um ritmo

periódico. Assim, como o ciclo sono vigília, outros ritmos biológico são gerados endogenamente e se expressam em todos os níveis organizacionais (desde a célula até os sistemas mais elaborados do organismo) podendo ser classificados em: circadianos, ultradianos ou infradianos. Desses, o ritmo circadiano é o mais conhecido por ser facilmente observado (a exemplo do ciclo sono-vigília) e por seu período ser aproximadamente 24 horas. Neste caso, a cada 24 horas um novo ciclo se inicia. Já o ritmo ultradiano se caracteriza por período de até 20 horas (exemplo: ritmo dos batimentos cardíacos) e o ritmo infradiano por período superior a 28 horas (exemplo: ciclo menstrual) (ARAUJO; MARQUES, 2002; MARQUES; MENNA-BARRETO, 2003).

Voltando aos ritmos circadianos, esses são controlados por um sistema de temporização circadiano conhecido como relógio biológico. Assim, pela oscilação regular de seus estímulos, o relógio biológico promove a ritmicidade circadiana a fim de antecipar uma ação e preparar o organismo para a possibilidade de uma determinada mudança sistemática ambiental ou interna (ARAUJO; MARQUES, 2002; MARQUES; MENNA-BARRETO, 2003).

Pesquisas realizadas com mamíferos apontam que o sítio do relógio biológico está localizado no núcleo supraquiasmático, inserido no hipotálamo. Isto se dá, pois: a) sua remoção leva à perda do ritmo circadiano de atividade e repouso; b) quando isolado *in vitro* ou *in vivo* sua atividade neuronal expressa ritmo circadiano com valores mais altos observados durante o dia e; c) seu transplante induz a restauração do ritmo circadiano de atividade locomotora em um animal com lesão (INOUE; KAWAMURA, 1979; LEHMAN et al., 1987; MOORE, 1997; MOORE, 1999).

Seguindo o raciocínio de que o ritmo circadiano é controlado pelo relógio biológico, este, por sua vez é regido (sincronizado) pela luz em um período de 24 horas. Isto ocorre porque a luz estimula células específicas localizadas na retina (cujo fotorreceptor é a melanopsina) que enviam projeções neurais via trato retino-hipotalâmico diretamente para o núcleo supraquiasmático (estrutura localizada no hipotálamo). Neste caso, a melanopsina se difere dos receptores responsáveis pela imagem visual, os cones e os bastonetes. Por esse controle sobre o relógio biológico, a luz tem sido considerada atualmente o principal agente sincronizador, ou seja, o principal *zeitgeber* (palavra alemã que os cronobiologistas utilizam para designar doador de tempo) do organismo. (MOORE, 1997; MOORE, 1999; MOORE; SPEH; LEAK, 2002; BERSON; DUNN; TAKAO, 2002; MEIJER; SCHWARTZ, 2003, PEIRSON; FOSTER, 2006).

Do núcleo supraquiasmático partem projeções para diversas regiões controladoras de variáveis fisiológicas, psicológicas e cognitivas (MOORE, 1997; MOORE, 1999; MARQUES; MENNA-BARRETO, 2003).

Uma dessas vias é responsável por controlar a produção e liberação do hormônio melatonina, um dos principais parâmetros fisiológicos estudados na área da cronobiologia. A melatonina é considerada um sinalizador endógeno da fase noturna em vertebrados, ou seja, informa ao organismo quando é a noite biológica. Em decorrência da presença ou ausência de luz ao longo do dia, pesquisas têm demonstrado um padrão rítmico em dias sucessivos na concentração de melatonina sendo observadas baixas concentrações durante o dia e altas concentrações durante a noite, tendo valor máximo de secreção próximo às 01:00h (LEWY; NEWSOME, 1983; MARQUES; MENNA-BARRETO, 2003; SELMAOUI; TOUITOU, 2003).

Outra projeção é responsável por estimular as glândulas suprarrenais a liberar o hormônio cortisol ritmicamente. O cortisol expressa um padrão circadiano semelhante em dias sucessivos, apresentando início da secreção no início da manhã próximo às 05:00h. O cortisol apresenta um perfil diferente da melatonina uma vez que suas concentrações são baixas durante a noite e altas durante o dia (BUIJS et al., 2003; SELMAOUI; TOUITOU, 2003, ZHAO et al., 2003).

Do núcleo supraquiasmático parte também uma projeção para áreas específicas dos centros termoregulatórios do hipotálamo. Com esta conexão, tais centros delinham o ritmo circadiano da temperatura corporal apresentando em dias sucessivos valores máximos entre 14:00h e 20:00h e mínimos próximo às 05:00h (CABANAC et al., 1976; WATERHOUSE et al., 2005).

Como dito anteriormente, o sono também é controlado pelo núcleo supraquiasmático, sendo que o padrão rítmico para o ciclo sono-vigília em humanos é expresso pelo sono durante o período noturno e vigília durante o período diurno (STILLER; POSTOLACHE, 2005).

Embora não estejam totalmente esclarecidos quais são os mecanismos envolvidos, acredita-se ainda que o núcleo supraquiasmático também atue no desempenho físico relacionado a variáveis esportivas, particularmente a força muscular, apresentando em dias sucessivos valores máximos ocorrendo no período da tarde, ou início da noite (HARKNESS et al., 1982; COLDWELLS; ATKINSON; REILLY, 1994; WYSE; MERCER; GLEESON, 1994; REILLY; ATKINSON; WATERHOUSE, 1997; GIACOMONI; EDWARDS; BAMBAEICHI, 2005; SQUARCINI, 2007).

A respeito das funções cognitivas, o relógio biológico também é responsável por controlar a ritmicidade circadiana de algumas funções como, por exemplo, o alerta subjetivo, o tempo de reação, a retenção imediata de informação e a velocidade da memória. Com exceção do alerta subjetivo que apresenta valores máximos ocorrendo junto com o pico da temperatura corporal, as demais variáveis destacadas apresentam valores máximos ocorrendo no período da manhã (REILLY; ATKINSON; WATERHOUSE, 1997; RAJARATMAN; ARENDT, 2001; LOCKLEY et al., 2008).

Com isso, é possível observar que os ritmos circadianos de diversas variáveis fisiológicas e comportamentais acabam sendo sincronizados pelo relógio biológico, que por sua vez é sincronizado pela luz. Se fizermos uma analogia com uma orquestra, pode-se dizer que cada ritmo circadiano do organismo representa o som de um instrumento, os músicos seriam o relógio biológico e o maestro seria a luz.

Dessa maneira, quando os sons tocam a mesma partitura, todos os ritmos circadianos estão com a mesma sincronia, dentro de um período de 24 horas e, por conta disso, apresentam uma harmonia entre si que se repete com o passar dos dias. Mas o que ocorre quando a orquestra deixa de ter um maestro? Isso é o que veremos a seguir.

2.2 RITMO CIRCADIANO EM PESSOAS CEGAS

Ainda na analogia da orquestra, o que ocorre quando o maestro não está presente? Que ocorre quando a luz deixa de sincronizar o relógio biológico ao ambiente externo?

Neste caso, pode-se dizer que os sons dos instrumentos não estão mais harmônicos entre si porque não há maestro, apenas os músicos. Assim, na ausência de percepção de luz, caso dos alunos totalmente cegos (aqueles que não sabem distinguir se a luz de uma sala está acesa ou apagada), quem passa a reger os ritmos circadianos é o sistema temporizador endógeno, o relógio biológico. Ocorre o que se chama de ritmo circadiano em *livre-curso*. A consequência disso é que, na maioria das vezes, o ritmo circadiano deixa de apresentar um período de 24 horas, podendo expressar valores maiores ou menores (MARQUES; MENNA-BARRETO, 2003). Diz-se na maioria das vezes porque existem casos de pessoas totalmente cegas que mantém intacto o sistema de informações fóticas neurais via melanopsina e trato retino-hipotalâmico, conforme abordado anteriormente (KLERMAN et al., 2002; MEIJER; SCHWARTZ, 2003; PANDA et al., 2003; PEIRSON; FOSTER, 2006; GOOLEY et al., 2012).

Por exemplo, como mostra a Figura 1, se o período endógeno de uma pessoa totalmente cega for de 24 horas e 24 minutos para a temperatura corporal é possível observar que a cada dia que passa o momento em que foi observado o valor máximo da temperatura (representado pelo triângulo) atrasa. Pensando que esta situação ocorre todos os dias, chegará um momento em que o pico da temperatura corporal não mais ocorrerá no período da tarde ou início da noite (caso da pessoa sincronizada com o ambiente), mas sim a qualquer momento do dia, inclusive durante a madrugada como mostra o triângulo na 3ª visita. Neste caso diz-se que a pessoa está em um momento *fora de fase* com o ambiente externo.

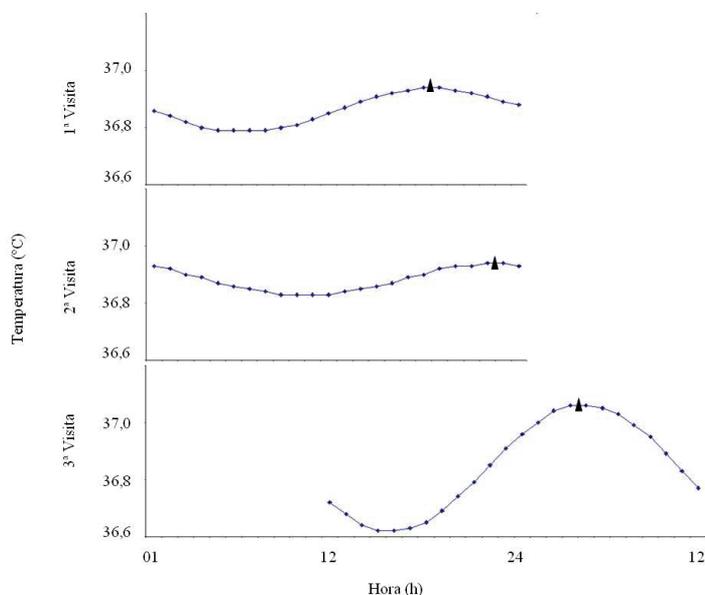


Figura 1 - Ritmo circadiano da temperatura corporal de um indivíduo totalmente cego que apresenta período endógeno de 24,4h (24 horas e 24 minutos). O intervalo entre as visitas foi de um final de semana (entre 1ª e 2ª visitas) e dois finais de semana (entre 2ª e 3ª visitas). As linhas representam o ritmo circadiano da temperatura corporal e os triângulos os seus valores máximos, sendo que seus valores máximos ocorrem sempre mais tarde que na visita anterior.

Fonte: adaptado de Squarcini (2007)

Mas além da temperatura corporal, quais outras variáveis também apresentam um padrão em livre-curso? Um dos primeiros estudos que observaram o ritmo circadiano em livre-curso foi realizado em 1977 por Miles, Raynal e Wilson, os quais avaliaram a temperatura corporal e o cortisol sanguíneo de um sujeito totalmente cego. Foi observado que o período circadiano deste sujeito era de 24,9h (24 horas e 54 minutos), característico, portanto, de ritmo circadiano em livre-curso. Resultado semelhante foi relatado por Orth et al. dois anos depois, em 1979, quando estes documentaram a presença de ritmo em livre-curso na secreção de cortisol de um voluntário cego tendo este um período endógeno de 24 horas e 3 minutos.

A presença de ritmo em livre-curso da secreção de melatonina em indivíduos cegos foi relatada pela primeira vez em 1983 por Lewy e Newsome. A partir desses relatos, diversos investigadores têm observado a presença de ritmos em livre-curso da melatonina em indivíduos cegos e outras variáveis como a propensão ao sono, que, nesse caso, também sofre atrasos a cada dia que passa (NAKAGAWA; SACK; LEWY, 1992; KLEIN et al., 1993; LOCKLEY et al., 1997; LEWY et al., 2001; SACK; LEWY, 2001; LEGER et al., 2002; SQUARCINI, 2007).

Nas variáveis relacionadas ao desempenho físico, os estudos científicos estão no início. Recentemente foi relatado o padrão em livre-curso do ritmo circadiano da força muscular em pessoas totalmente cega, independentemente do grupamento muscular envolvido e do tipo de contração muscular (SQUARCINI, 2007; SQUARCINI et al., 2012).

Mas será que os períodos endógenos de variáveis fisiológicas e comportamentais são iguais em situação de livre-curso? Ou seja, será que a melatonina, força, cortisol, temperatura apresentam um ciclo igual apesar do seu atraso? Nakagawa, Sack e Lewy (1992) e Skene et al. (1999) documentaram que a melatonina, o cortisol, a temperatura corporal e a propensão ao sono apresentaram períodos endógenos similares. Por outro lado, em estudo realizado por Lockley et al. (2000), foram observados períodos endógenos distintos entre a melatonina e o cortisol. Mais recentemente, o estudo de Squarcini (2007) mostrou a presença de períodos endógenos similares e diferentes entre a temperatura corporal as forças musculares de contração isométrica e isocinética. Como se pode observar, ainda não há consenso na literatura a este respeito.

Neste caso, pode-se levantar a hipótese de que a diferença entre os períodos endógenos em livre-curso refletiriam a existência de vários osciladores ou de apenas um, mas que esteja sobre a influência de mascaradores (entendido como sendo um fator que acoberta a expressão pura do ritmo). Mas isso ainda não passa de uma especulação científica.

Estando as variáveis fisiológicas e comportamentais com um período endógeno diferente de 24 horas (maior na maioria dos casos), quais são as implicações no dia-a-dia do sujeito totalmente cego?

Em estudo realizado por Leger et al. (1996) foram coletados 794 questionários do sono em pessoas cegas, dos quais metade deles não apresentava percepção luminosa. Comparado com o grupo controle, os resultados mostraram que 35% das pessoas apresentaram dificuldade de iniciar o sono ($p < 0,01$), 54% relataram ficar acordados durante o sono ($p < 0,01$) e 45% relataram acordar muito cedo ($p < 0,01$). Além disso, foi relatado também que 25% deles faziam uso de medicamento sempre ou às vezes para conseguir dormir ($p < 0,01$).

Em outro estudo, realizado com 388 pessoas com deficiência visual, foi observado que 48,7% ($p < 0,01$) destas relataram apresentar problemas com o sono sendo que a prevalência de distúrbio do sono foi maior nos casos em que a pessoa não apresenta percepção luminosa (65,5% - $p < 0,01$). Teve-se como problemas mais relatados a interrupção do sono, a dificuldade em iniciar o sono, queda no tempo total de sono e cochilos diurnos (TABANDEH et al., 1998).

Além de relatos como insônia noturna e/ou despertares frequentes durante a noite, também tem sido observado que as pessoas totalmente cegas apresentam alta incidência no uso de medicamentos para dormir e excessiva fadiga e sonolência diurna ($p < 0,01$ - LEGER et al., 1996; LEGER et al., 1999; SACK; LEWY, 2001).

No que diz respeito especificamente à escola, não é raro observar uma queda no desempenho acadêmico do aluno totalmente cego nos momentos em que estão com seus ritmos trocados uma vez que este sofre de sonolência excessiva durante as horas de estudo, além de distúrbio no humor, no alerta e na atenção (SACK; LEWY, 2001).

Cientistas chegaram a comparar essa situação de livre curso de uma pessoa totalmente cega com o caso de pessoas que ultrapassam diversas zona meridionais rapidamente (o chamado *jet-lag*). Neste caso, é possível observar, implicações no bem estar e o mal ajuste entre as funções fisiológicas e comportamentais do indivíduo com o ambiente externo, com a própria sociedade (SACK; LEWY, 2001).

Vale destacar que os sintomas do ritmo em livre-curso não são observados em todos os indivíduos totalmente cegos. Uma parcela deste grupo apresenta período endógeno muito próximo ao período de 24 horas, indicando assim uma possível sincronização com o meio ambiente, talvez por algum estímulo não luminoso. Mas isso ainda não foi comprovado cientificamente (LEWY; NEWSOME, 1983; SACK et al., 1992; KLERMAN et al., 1998; SACK et al. 2000; SACK; LEWY, 2001; MISTLBERGER; SKENE, 2005).

Outro fator importante que se deve levar em consideração na educação de pessoas totalmente cegas, é que essa condição de livre-curso é considerada pela Academia Americana de Medicina do Sono como um distúrbio do sono que pode ser diagnosticado e tratado.

Apesar das limitações na elaboração do diagnóstico, os critérios estabelecidos por esta Academia constam: a) da reclamação de insônia ou sono excessivo que esteja relacionado a uma sincronização anormal dentro de 24 horas do ciclo claro-escuro e do ritmo circadiano endógeno de sono-vigília; b) da evidência de sono irregular e fragmentado pelo menos três vezes durante um período de 24 horas com o uso do diário do sono ou do actígrafo (aparelho que monitora o ciclo atividade-reposo) por pelo menos sete dias; e c) da ausência de uma melhor explicação por outro tipo de distúrbio do sono, ou distúrbio médico ou ainda por desordem neurológica, desordem mental e uso de medicação ou outra substância.

Mas, mais importante que o diagnóstico de ritmo em livre-curso, é fundamental a informação. Nesse sentido, o aluno totalmente cego, seus familiares e as pessoas que de maneira direta ou indireta estejam envolvidas com este grupo devem ser informadas principalmente no que diz respeito aos momentos em fase e fora de fase do ritmo circadiano com o ambiente externo, ou seja, com a vida social. Devem ser informados também das implicações que surgem

particularmente nos momentos fora de fase como a questão do déficit de atenção, irritabilidade, isolamento social e/ou sonolência excessiva durante o dia.

Atualmente existem algumas formas que podem atenuar os problemas decorrentes do livre-curso, sendo fundamental a rotina do cotidiano. A rotina social, a rotina de exercício físico e até mesmo a rotina alimentar. Entretanto, esta técnica nem sempre é eficaz uma vez que são considerados fracos *zeitgebers* e tem sido capazes de sincronizar apenas àqueles que apresentam período endógeno muito próximo às 24 horas. Outra técnica utilizada é a administração de pílulas de melatonina. Esta técnica é considerada no meio científico como sendo uma das mais eficazes, uma vez que é capaz de sincronizar a maior parte das pessoas que apresentam ritmo em livre-curso. Entretanto, duas desvantagens podem ser ressaltadas: não foram realizados estudos para saber seus efeitos em longo prazo (KLERMAN et al., 1998; SACK; LEWY, 2001; MISTLBERGER; SKENE, 2005) e não é um hormônio produzido no Brasil tendo, portanto que ser importado, algo que a torna bastante oneroso.

3 CONCLUSÃO

A inserção do aluno com deficiência no Ensino Regular tem sido foco de diversas discussões e pesquisas ao longo do tempo, a exemplo do estudo de Luiz et al. (2008) e Monteiro e Manzini (2008). Atualmente a inclusão, que é entendida com sendo um processo bilateral no qual a garantia do acesso imediato e contínuo da pessoa excluída no espaço comum depende da pessoa com deficiência e também da escola/sociedade (SASSAKI, 1997; ARANHA, 2000; LUIZ et al., 2008), tem sido utilizada como instrumento facilitador principalmente porque fundamentos técnico-científicos apontam para os benefícios promovidos aos alunos, aos professores e a comunidade quando estes convivem com a diversidade (STAINBACK; STAINBACK, 1999; ARANHA, 2000). Entretanto, como apontado por Monteiro e Manzini (2008), esse processo só obtém sucesso caso exista um trabalho de intervenção com os professores, pois o contrário acaba-se correndo o risco do que os autores chamam de profecia autocumpridora, ou seja, da materialização do preconceito.

Entretanto, surgem dificuldades e desafios que nem sempre são tratados em conjunto pelas áreas do conhecimento – Ciências Humanas e Biológicas, conforme apontou Luiz et al. (2008). Assim, não é raro o desconhecimento por partes dos profissionais envolvidos com a educação no que diz respeito à cronobiologia (ciência que estuda a organização temporal dos seres vivos) e tampouco seus conhecimentos são utilizados para facilitar o aprendizado do aluno que não apresenta percepção luminosa.

Resumidamente, hoje é sabido que a luz é o principal *zeitgeber* que sincroniza o relógio biológico a um período de 24 horas (MOORE, 1997; MOORE, 1999; ARAUJO; MARQUES, 2002; BERSON et al., 2002; MARQUES; MENNA-BARRETO, 2003), sendo que este é responsável por controlar ritmicamente diversas funções fisiológicas, psicológicas e cognitivas, das quais se destacam: a secreção de hormônio melatonina e cortisol, a temperatura corporal, o ciclo sono-vigília, o desempenho físico, o alerta subjetivo, o tempo de reação, dentre outros (CABANAC et al., 1976; LEWY; NEWSOME, 1983; COLDWELLS et al., 1994; REILLY; ATKINSON; WATERHOUSE, 1997; RAJARATMAN; ARENDT, 2001; MARQUES; MENNA-BARRETO, 2003; SELMAOUI; TOUITOU, 2003, ZHAO et al.,

2003; STILLER; POSTOLACHE, 2005; GIACOMONI et al., 2005; WATERHOUSE et al., 2005; SQUARCINI, 2007; SQUARCINI et al., 2012).

Na sua ausência, caso dos alunos totalmente cegos, o ritmo circadiano passa a expressar um padrão em livre-curso e o relógio biológico passa a reger a ritmicidade circadiana apresentando período endógeno diferente de 24 horas. Neste caso, já foram observados que a melatonina, o cortisol, a temperatura corporal, o sono, a força muscular, dentre outras variáveis apresentaram ritmo circadiano em livre-curso (ORTH et al., 1979; LEWY; NEWSOME, 1983; LEWY et al., 2001; NAKAGAWA et al., 1992; KLEIN et al., 1993; LOCKLEY et al., 1997; SACK; LEWY, 2001; SQUARCINI, 2007; SQUARCINI et al., 2012). Mas como o período endógeno na maioria dos casos é superior a 24 horas, o aluno alterna períodos em que estão com os ritmos em fase com o ambiente externo (o organismo dele informa que é noite biológica quando de fato é noite ambiental) e momentos em que ele está fora de fase (o organismo dele informa que é noite biológica quando na verdade é dia).

E é justamente nos casos em que o organismo se encontra fora de fase com o ambiente que surgem os problemas sociais, particularmente de aprendizado. Isto porque não é raro observar insônia noturna, sonolência excessiva diurna, queda no alerta, distúrbios do humor, dentre outros sintomas que possam prejudicar o bem-estar do aluno (LEGER et al., 1996; TABANDEH et al., 1998; LEGER et al., 1999; SACK; LEWY, 2001). O que faz com que o conhecimento deste distúrbio do sono por pessoas envolvidas com a educação e por familiares das pessoas cegas seja de fundamental importância para evitar a criação de rótulos e estigmas, dificultando assim a inclusão educacional destes alunos.

Enfim, é de suma importância que os profissionais envolvidos com a educação estejam cientes da importância de se encaminhar esses alunos para os profissionais da área da saúde especializados em sono para que sejam realizadas avaliações do ritmo circadiano. Medidas simples e factíveis no dia-a-dia, tais como a medida da temperatura corporal ou até mesmo da força muscular ao longo do dia pode ser um primeiro passo. Com base nessa ideia, centros especializados também podem ser procurados para usar estratégias sincronizadoras já em grande parte estabelecida na literatura, como por exemplo, à ingestão de melatonina. Novos diálogos entre as áreas do conhecimento devem ser incentivados para facilitar a inclusão do aluno com deficiência visual no Ensino Regular, uma vez que o simples conhecimento de uma informação pode sim fazer toda a diferença na aceitação do aluno evitando assim os famosos rótulos. Por fim, não se pode esquecer também que esta é uma questão de política pública de saúde e educação e que deve ser levada em consideração. Neste caso, assim como no estudo de Luiz et al. (2008), apontamos como fundamental o diálogo entre as áreas da saúde e da educação para que diferentes experiências possam ser trocadas.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, L. A. Sobre crocodilos e avestruzes: falando de diferenças físicas, preconceitos e sua superação. In: AQUINO, J. G. (Org.). *Diferenças e preconceito na escola: alternativas teóricas e práticas*. São Paulo: Summus, 1998, p.11-30.
- ARANHA, M. S. F. Inclusão social e municipalização. In: MANZINI, E. J. (Org.). *Educação especial: temas atuais*. Marília: UNESP/Marília, 2000. p.1-9.

- ARAUJO, J. F.; MARQUES, N. Cronobiologia: uma multidisciplinaridade necessária. *Margem*, São Paulo, n.15, p. 95-112, 2002.
- BERSON, D. M.; DUNN, F. A.; TAKAO, M. Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. *Science*, Washington, v.295, n.5557, p.1070-1073, 2002.
- BUIJS, R. M. et al. The biological clock tunes the organs of the body: timing by hormones and the autonomic nervous system. *Journal of Endocrinology*, Bristol, v.177, n.1, p.17-26, 2003.
- CABANAC, M. et al. A study of the nycthemeral cycle of behavioural temperature regulation in man. *The Journal of Physiology*, Oxford, v.257, n.2, p.275-291, 1976.
- COLDWELLS, A.; ATKINSON, G.; REILLY, T. Sources of variation in back and leg dynamometry. *Ergonomics*, London, v.37, n.1, p.79-86, 1994.
- GIACOMONI, M.; EDWARDS, B.; BAMBAEICHI, E. Gender differences in the circadian variations in muscle strength assessed with and without superimposed electrical twitches. *Ergonomics*, London, v.15, n.48, p.1473-87, 2005.
- GOOLEY, J. J. et al. Melanopsin and rod-cone photoreceptors play different roles in mediating pupillary light responses during exposure to continuous light in humans. *The Journal of Neuroscience*, Washington, v.32, n.41, p.14242-14253, 2012.
- HARKNESS, J. A. et al. Circadian variation in disease activity in rheumatoid arthritis. *British Medical Journal*, London, v.284, n.20, p.551-5, 1982.
- INOUE, S. T.; KAWAMURA, H. Persistence of circadian rhythmicity in a mammalian hypothalamic "island" containing the suprachiasmatic nucleus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, v.76, n.11, p.5962-6, 1979.
- KLEIN, T. et al. Circadian sleep regulation in the absence of light perception: chronic non-24-hour circadian rhythm sleep disorder in a blind man with a regular 24-hour sleep-wake schedule. *Sleep*, New York, v.16, n.4, p.333-343, 1993.
- KLERMAN, E. B. et al. Nonphotic entrainment of the human circadian pacemaker. *The American Journal of Physiology*, Washington, v.274, n.4, p.991-996, 1998.
- KLERMAN, E. B. et al. Photic resetting of the human circadian pacemaker in the absence of conscious vision. *Journal of Biology Rhythms*, Washington, v.17, n.6, p.548-555, 2002.
- LEGER, D. et al. Blindness and sleep patterns. *The Lancet*, London, v.348, n.9030, p.830-831, 1996.
- LEGER, D. et al. Prevalence of sleep/wake disorders in persons with blindness. *Clinical Science*, London, v.97, n.2, p.193-199, 1999.
- LEGER, D. et al. Sleep/wake cycles in the dark: sleep recorded by polysomnography in 26 totally blind subjects compared to controls. *Clinical Neurophysiology*, Amsterdam, v.113, n.10, p.1607-1614, 2002.
- LEHMAN, M. N. et al. Circadian rhythmicity restored by neural transplant. Immunocytochemical characterization of the graft and its integration with the host brain. *The Journal of Neuroscience*, Baltimore, v.7, n.6, p.1626-38, 1987.
- LEWY, A. J.; NEWSOME, D. A. Different types of melatonin circadian secretory rhythms in some blind subjects. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, Chevy Chase, v.56, p.1103-7, 1983.

- LEWY, A. J. et al. Capturing the circadian rhythms of free-running blind people with 0.5 mg melatonin. *Brain Research*, Amsterdam, v.9, n.918, p.96-100, 2001.
- LOCKLEY, S. W. et al. Relationship between napping and melatonin in the blind. *Journal of Biological Rhythms*, Bethesda, v.12, n.1, p.16-25, 1997.
- LOCKLEY, S. W. et al. Melatonin administration can entrain the free-running circadian system of blind subjects. *The Journal of Endocrinology*, Bristol, v.164, n.1, p.R1-R6, 2000.
- LOCKLEY, S. W. et al. Alertness, mood and performance rhythm disturbances associated with circadian sleep disorders in the blind. *Journal of Sleep Research*, Oxford, v.17, n.2, p.207-216, 2008.
- LUIZ, F. M. R. et al. A inclusão da criança com Síndrome de Down na rede regular de ensino: desafios e possibilidades. *Revista Brasileira de Educação Especial*, Marília, v.14, n.3, p.497-508, 2008.
- MARQUES, N.; MENNA-BARRETO, L. *Cronobiologia: princípios e aplicações*. 3 ed. São Paulo: EDUSP, 2003.
- MEIJER, J. H.; SCHAWRTZ, W. J. In search of the pathways for light-induced pacemaker resetting in the suprachiasmatic nucleus. *Journal of Biological Rhythms*, Bethesda, v.18, n.3, p.235-249, 2003.
- MILES, L. E. M.; RAYNAL, D. M.; WILSON, M. A. Blind man living in normal society has circadian rhythms of 24.9 hours. *Science*, Washington, v.198, n.28, p.421-3, 1977.
- MISTLBERGER, R. E.; SKENE, D. J. Nonphotic entrainment in humans? *Journal of Biological Rhythms*, Bethesda, v.20, n.4, p.339-352, 2005.
- MOORE, R. Y. Circadian Rhythm: basic neurobiology and clinical applications. *Annual Review of Medicine*, Palo Alto, v.48, p.253-266, 1997.
- MONTEIRO, A. P. H.; MANZINI, E. J. Mudanças nas concepções do professor do ensino fundamental em relação à inclusão após a entrada de alunos com deficiência em sua classe. *Revista Brasileira de Educação Especial*, Marília, v.14, n.1, p.35-52, 2008.
- MOORE, R. Y. Fundamental Neuroscience. In: ZIGMOND, M. J. et al. (Org.). *Circadian Timing. Fundamental Neuroscience*, New York: Academic Press. 1999. p.1189-1206.
- MOORE, R. Y.; SPEH, J. C.; LEAK, R. K. Suprachiasmatic nucleus organization. *Cell and Tissue Research*, Berlin, v.309, n.1, p.89-98, 2002.
- NAKAGAWA, H.; SACK, R. L.; LEWY, A. J. Sleep propensity free-runs with the temperature, melatonin and cortisol rhythms in a totally blind person. *Sleep*, New York, v.15, n.4, p.330-336, 1992.
- ORTH, D. N. et al. Free-running circadian plasma cortisol rhythm in blind human subject. *Clinical Endocrinology*, Oxford, v.10, n.6, p.603-617, 1979.
- PANDA, S. et al. Melanopsin is required for non-image-forming photic responses in blind mice. *Science*, Washington, v.301, n.5632, p.525-527, 2003.
- PEIRSON, S.; FOSTER, R. G. Melanopsin: another way of signaling light. *Neuron*, Cambridge, v.2, n.49, p.331-9, 2006.
- RAJARATNAM, S. M.; ARENDT J. Health in a 24-h society. *The Lancet*, London, v.358, n.9286, p.999-1005, 2001.
- REILLY, T.; ATKINSON, G.; WATERHOUSE, J. *Biological rhythms and exercise*. Nova York: Oxford University Press. 1997.

- SACK, R. L. et al. Entrainment of free-running circadian rhythms by melatonin in blind people. *The New England Journal of Medicine*, Boston, v.343, n.15, p.1070-1077, 2000.
- SACK, R. L.; LEWY, A. J. Circadian rhythm sleep disorders: lessons from the blind. *Sleep Medicine Review*, London, v.5, n.3, p.189-206, 2001.
- SACK, R. L. et al. Circadian rhythm abnormalities in totally blind people: incidence and clinical significance. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, Chevy Chase, v.75, n.1, p.127-134, 1992.
- SAVIANI, D. Sobre a natureza e especificidade da educação. In: SAVIANI, D. (Org.). *Pedagogia histórico: crítica da educação*. São Paulo: Autores Associados. 2003. p.11-22.
- SASSAKI, R. K. *Inclusão: construindo uma sociedade para todos*. 3. ed. Rio de Janeiro: WVA, 1997.
- SELMAOUI, B.; TOUITOU, Y. Reproducibility of the circadian rhythms of serum cortisol and melatonin in healthy subjects: a study of three different 24-h cycles over six weeks. *Life Sciences*, Amsterdam, v.14, n.73, p.3339-3349, 2003.
- SILVA, O. M. As causas da marginalidade das pessoas deficientes. In: SILVA, O. M. *A epopéia ignorada: a pessoa deficiente na história do mundo de ontem e de hoje*. São Paulo: Cedas, 1987, p.363-86.
- SKENE, D. J. et al. Correlation between urinary cortisol and 6-sulphatoxymelatonin rhythms in field studies of blind subjects. *Clinical Endocrinology*, Oxford, v.50, p.715-719, 1999.
- SQUARCINI, C. F. R. *Ritmos circadianos da força em atletas cegos*. 2007. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Psicobiologia, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2007.
- SQUARCINI, C. F. R. et al. Free-running circadian rhythms of muscle strength, reaction time, and body temperature in totally blind people. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.113, n.1, 2013.
- STAINBACK, S.; STAINBACK, W. *Inclusão: um guia para educadores*. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- STILLER, J. W.; POSTOLACHE, T. T. Sleep-wake and other biological rhythms: functional neuroanatomy. *Clinics in Sports Medicine*, Philadelphia, v.2, n.24, p.205-235, 2005.
- TABANDEH, H. et al. Disturbance of sleep in blindness. *American Journal of Ophthalmology*, Jacksonville, v.126, n.5, p.707-12, 1998.
- WATERHOUSE, J. et al. The circadian rhythm of core temperature: origin and some implications for exercise performance. *Chronobiology international*, London, v.22, n.2, p.207-225, 2005.
- WYSE, J. P.; MERCER, T.H.; GLEESON, N. P. Time-of-day dependence of isokinetic leg strength and associated interday variability. *British Journal of Sports Medicine*, London, v.28, n.3, p.167-70, 1994.
- ZHAO, Z. et al. Circadian rhythm characteristics of serum cortisol and dehydroepiandrosterone sulfate in healthy Chinese men aged 30 to 60 years. A cross-sectional study. *Steroids*, San Francisco, v.68, n.2, p.133-138, 2003.

Recebido em: 07/12/2012

Reformulado em: 14/06/2013

Aprovado em: 15/06/2013